

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| ÍNDICE | I |
| INTRODUCCIÓN | 6 |
| I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | 9 |
| <i>I.1 Proyecto</i> | 9 |
| I.1.1 Nombre del Proyecto | 9 |
| I.1.2 Ubicación del Proyecto | 9 |
| I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto | 10 |
| I.1.4 Presentación de la documentación legal | 10 |
| <i>I.2 Promovente</i> | 11 |
| I.2.1 Nombre o razón social | 11 |
| I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente | 12 |
| I.2.3 Nombre y cargo del representante legal | 12 |
| I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones | 12 |
| <i>I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental</i> | 12 |
| I.3.1 Nombre o razón social | 12 |
| I.3.2 Registro federal de contribuyentes | 13 |
| I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio | 13 |
| I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio | 14 |
| II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 15 |
| <i>II.1 Información general del proyecto</i> | 17 |
| II.1.1 Naturaleza del proyecto | 17 |
| II.1.2 Selección del sitio | 17 |
| II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización | 20 |
| II.1.4 Inversión requerida | 23 |
| II.1.5 Dimensiones del Proyecto | 24 |
| II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias | 25 |
| II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos | 26 |
| <i>II.2 Características particulares del proyecto</i> | 27 |
| II.2.1 Programa general de trabajo | 32 |
| II.2.2 Preparación del sitio | 34 |
| II.2.3 Etapa de construcción | 35 |
| II.2.4 Construcción de obras asociadas y actividades provisionales del proyecto | 39 |
| II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento | 42 |
| <i>Proceso generador de jales</i> | 42 |

| | | |
|---------|---|----|
| II.2.6 | Etapa de abandono del sitio _____ | 47 |
| II.2.7 | Utilización de explosivos _____ | 50 |
| II.2.8 | Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera _____ | 51 |
| II.2.9 | Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos _____ | 54 |
| II.2.10 | Otras fuentes de daños _____ | 55 |
| | | |
| III. | VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO. 56 | |
| III.1 | <i>Información sectorial</i> _____ | 56 |
| III.2 | <i>Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región</i> _____ | 59 |
| III.2.1 | Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018 _____ | 59 |
| III.2.2 | Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016 del Estado de Oaxaca (PED) _____ | 60 |
| III.2.3 | Plan de Desarrollo Municipal 2014-2016 del Municipio de San José del Progreso (PDM) 61 | 61 |
| III.2.4 | Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (PORTEO) _____ | 61 |
| III.2.5 | Áreas de protección y conservación de recursos _____ | 66 |
| III.3 | <i>Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental</i> _____ | 70 |
| III.4 | <i>Normas Oficiales Mexicanas</i> _____ | 72 |
| III.5 | <i>Vinculación del Proyecto con la NOM-141-SEMARNAT-2003 y cumplimiento a criterios de diseño y seguridad</i> _____ | 74 |
| | | |
| IV. | DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL _____ | 75 |
| IV.1 | <i>Delimitación del Área de Influencia (AI) del Proyecto</i> _____ | 75 |
| IV.2 | <i>Delimitación del Sistema Ambiental (SA) del proyecto</i> _____ | 76 |
| IV.3 | <i>Caracterización y análisis del Sistema Ambiental</i> _____ | 78 |
| IV.3.1 | Aspectos abióticos _____ | 79 |
| a) | Atmósfera _____ | 79 |
| | Climatología _____ | 79 |
| | Temperatura _____ | 80 |
| | Precipitación _____ | 84 |
| | Evaporación _____ | 85 |
| | Fenómenos meteorológicos _____ | 86 |
| b) | Geología y geomorfología _____ | 92 |

| | |
|--|-------------------------------|
| <i>Ubicación del SA dentro de las Provincias Fisiográficas</i> | 92 |
| <i>Geología</i> | 93 |
| <i>Geomorfología</i> | 95 |
| <i>Fallas y fracturas</i> | 97 |
| <i>Riesgos geológicos</i> | 98 |
| c) Suelos | 100 |
| <i>Introducción</i> | 100 |
| <i>Metodología para clasificación de suelos</i> | 100 |
| <i>Descripción de los tipos de suelo</i> | 102 |
| Características físicas y químicas de los tipos de suelos | 104 |
| <i>Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS)</i> | 110 |
| Erosión actual | 118 |
| Erosión Potencial | 119 |
| Degradación del suelo y las causas que la originan | 119 |
| d) Hidrología y calidad del agua | 120 |
| <i>Hidrología superficial</i> | 120 |
| <i>Hidrología subterránea</i> | 123 |
| <i>Hidrogeología</i> | 125 |
| IV.3.2 Aspectos bióticos | 127 |
| a) Vegetación | 127 |
| <i>Introducción</i> | 127 |
| <i>Metodología</i> | 127 |
| <i>Tipo de vegetación</i> | 130 |
| <i>Riqueza florística de la vegetación</i> | 133 |
| <i>Especies registradas en los muestreos y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010</i> | 136 |
| <i>Uso de las especies vegetales dentro del Sistema Ambiental</i> | 136 |
| <i>Estructura de la vegetación en el Sistema Ambiental</i> | 137 |
| <i>Diversidad de la vegetación en el área de estudio</i> | 142 |
| <i>Área de Influencia</i> | 143 |
| <i>Conclusiones de la condición de la vegetación actual</i> | 144 |
| b) Fauna | 145 |
| <i>Metodología de muestreo</i> | 145 |
| <i>Composición faunística del área del Proyecto (Anfibios, Reptiles, Aves y mamíferos)</i> | 146 |
| <i>Especies migratorias</i> | 149 |
| <i>Especies endémicas y catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación</i> | 150 |
| <i>Análisis de los resultados del muestreo de fauna dentro de los predios mediante el Índice de diversidad de Shannon-Wiener</i> | 151 |
| <i>Especies de valor ecológico, etc.</i> | 153 |
| <i>Estado de conservación de la zona para la fauna</i> | 154 |
| IV.3.3 Paisaje | 154 |
| Introducción | ¡Error! Marcador no definido. |
| Unidades del Paisaje | 154 |
| <i>Calidad Visual</i> | 156 |
| <i>Fragilidad Visual</i> | 160 |
| Cuenca Visual (Visibilidad) | 164 |

| | | |
|--|---|-----|
| IV.3.4 | Medio socioeconómico _____ | 165 |
| IV.3.4.1 | <i>Localidades incluidas dentro del SA</i> _____ | 167 |
| IV.3.5 | Diagnóstico ambiental _____ | 173 |
| IV.3.5.1 | Metodología para la elaboración del Diagnóstico Ambiental _____ | 173 |
| IV.3.5.2 | Diagnóstico Ambiental por componente _____ | 182 |
| IV.3.5.3 | Diagnóstico Ambiental Integrado, Sistema Ambiental (DA-I) _____ | 188 |
| IV.3.5.4 | Problemática Ambiental detectada en el Área de Influencia _____ | 190 |
| V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL _____ | | 192 |
| V.1 | <i>Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales</i> _____ | 192 |
| V.1.1 | Factores ambientales _____ | 192 |
| V.1.2 | Identificación de indicadores de impacto ambiental _____ | 194 |
| V.1.3 | Lista indicativa de indicadores de impacto _____ | 195 |
| V.1.4 | Criterios y metodologías de evaluación _____ | 196 |
| V.1.4.1 | Criterios para la evaluación del impacto ambiental _____ | 196 |
| V.1.4.2 | Metodologías de evaluación del impacto ambiental empleadas _____ | 197 |
| V.1.4.3 | Actividades impactantes _____ | 198 |
| V.1.4.4 | Tipos e intensidad de las alteraciones ambientales _____ | 199 |
| V.1.4.5 | Identificación de impactos ambientales _____ | 202 |
| V.1.5 | Determinación de la importancia de los impactos ambientales _____ | 204 |
| V.1.6 | <i>Impactos identificados por etapa del Proyecto</i> _____ | 217 |
| V.1.7 | <i>Evaluación de los impactos por Componente Ambiental</i> _____ | 218 |
| VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES _____ | | 224 |
| VI.1 | <i>Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos relevantes identificados</i> _____ | 225 |
| VI.1.1 | Geomorfología _____ | 225 |
| VI.1.2 | Flora _____ | 226 |
| VI.2 | <i>Medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos Secundarios identificados, por componente ambiental</i> _____ | 227 |
| VI.2.1 | Atmósfera _____ | 227 |
| VI.2.3 | Suelos _____ | 229 |
| VI.2.3 | Hidrología _____ | 231 |
| VI.2.4 | Fauna _____ | 232 |
| VI.2.5 | Paisaje _____ | 233 |
| VI.2.6 | Medio Económico _____ | 234 |
| VI.3 | <i>Supervisión Ambiental</i> _____ | 235 |

| | | |
|----------|--|-----|
| VII. | PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS | 236 |
| VII.1 | <i>Descripción y análisis del escenario sin proyecto</i> | 238 |
| VII.2 | <i>Descripción y análisis del escenario con Proyecto</i> | 239 |
| VII.3 | <i>Descripción y análisis del escenario considerando las medias de mitigación</i> | 241 |
| VII.4 | <i>Conclusiones</i> | 242 |
| VIII. | IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES | 245 |
| VIII.1 | <i>Formatos de presentación</i> | 245 |
| VIII.1.1 | Planos definitivos | 253 |
| VIII.1.2 | Fotografías | 254 |
| VIII.1.3 | Videos | 254 |
| VIII.1.4 | Listas de Flora y Fauna | 254 |
| VIII.2 | <i>Otros anexos</i> | 254 |
| VIII.3 | <i>Glosario de términos</i> | 254 |
| VIII.4 | <i>Bibliografía</i> | 255 |
| IX. | LISTA DE ANEXOS | 259 |



PROYECTO AMPLIACIÓN DEL DEPÓSITO DE JALES SECOS EN LA UNIDAD MINERA SAN JOSÉ, SAN JOSÉ DEL PROGRESO, OAXACA, MÉXICO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Sector Minero
Modalidad Particular

Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V.

INTRODUCCIÓN

Compañía Minera Cuzcatlán (CMC), empresa subsidiaria de Fortuna Silver Mines Inc., adquirió los derechos mineros sobre la Mina San José, ubicada en el municipio de San José del Progreso, Oaxaca, a finales del año 2006.

El 14 de junio de 2008, se ingresó al Centro Integral de Servicios (CIS) de la Delegación Federal de SEMARNAT en el estado de Oaxaca, la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) del denominado “Proyecto San José: Construcción de Rampa y Desarrollo Inicial de Mina”, con Número de Bitácora 20/MP-0093/07/08, para su evaluación y autorización.

Mediante el Oficio No. SEMARNAT-SGPA-DIRA-1050-2008, firmado por el Ing. Esteban Ortiz Rodea, Delegado Federal de SEMARNAT en el estado de Oaxaca el 26 de noviembre de 2008, se resolvió autorizar de manera condicionada la realización de las obras y actividades de operación y mantenimiento del “Proyecto San José: Construcción de Rampa y Desarrollo Inicial de Mina”.

Posteriormente, el 27 de marzo de 2009 se ingresó en el CIS una nueva MIA para la autorización del llamado “Proyecto San José”, el cual incluyó diversas obras para explotación y beneficio de minerales, todas ellas localizadas dentro de dos poligonales envolventes: Polígono Norte y Polígono Suroeste. El trámite quedó registrado con el número de bitácora 20/MP-0255/03/09.

El día 19 de octubre de 2009 se emitió el Oficio No. SEMARNAT-SGPA-DIRA-1731-2009 mediante el cual se autorizó de forma condicionada en materia de impacto ambiental y por un periodo de 12 años, la preparación, construcción, operación y mantenimiento de las obras y actividades manifestadas como parte del “Proyecto San José”.

El 28 de Enero de 2015, CMC presentó a la Delegación Federal en el Estado de Oaxaca de la SEMARNAT, la MIA-P del proyecto “Construcción del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca”, para su correspondiente evaluación y resolución en materia de impacto ambiental, misma que quedó registrada con el número de proyecto 200A2015MD013.

El 13 de julio del 2015, mediante el oficio SEMARNAT-SGPA-UGA-1067-2015, Bitácora 20/MP-0190/01/15, la SEMARNAT autorizó de manera condicionada el proyecto Construcción del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca; el cual consiste en la construcción de un depósito de jales secos y que incluye su dique perimetral y obras auxiliares como son: canales de coronación, obras de direccionamiento de escorrentías e infiltraciones, que se ubican dentro de los terrenos sobre los cuales CMC tiene el derecho de uso y ocupación, en una superficie total de 12.92 ha., específicamente en las parcelas 1517, 1518, 1588 y 1593 del Ejido San José del Progreso

En este documento se presenta primeramente la información técnica más relevante de las obras y actividades que conforman el Proyecto pretendido; luego se identifican y vinculan los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y de regulación del uso de suelo; posteriormente se realiza una caracterización del medio (componentes biótico, abiótico y socioeconómico); y a partir de la información anterior, se efectúa un análisis detallado de las interacciones que se presentarán entre los componentes del proyecto y los componentes ambientales, lo que permite identificar, evaluar y jerarquizar los impactos que potencialmente podría generar el desarrollo del proyecto en el sitio donde se pretende ubicar. Con base en los principales impactos que se prevé que se ocasionarán, se proponen las correspondientes medidas de prevención, mitigación y compensación, cuyo objetivo es hacer este proyecto ambientalmente viable, socialmente aceptable y económicamente redituable.

Para la localización del Proyecto, ubicación de la infraestructura y la caracterización de los aspectos del medio natural del área de trabajo, se desarrolló un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permitió evaluar la información obtenida desde las diferentes perspectivas tratadas y presentar los resultados de manera clara y concisa.

El análisis para la identificación, evaluación y jerarquización de los impactos se realizó a través de una secuencia de pasos que en esencia conducen progresivamente de una revisión general a un análisis particular y detallado, a través de la fragmentación y reagrupamiento en conjuntos cada vez más reducidos de los elementos que interactúan e influyen en la estimación o previsión de los impactos, como lo son las obras/actividades del proyecto, por etapas, y los factores representativos de cada uno de los componentes ambientales. En última instancia, se emplearon matrices de identificación y jerarquización. La metodología utilizada para la elaboración de la MIA fue seleccionada en relación con las características del Proyecto, del medio natural y de la intensidad y extensión de los posibles impactos generados por la ejecución del proyecto.

Los objetivos principales de la presente MIA son:

- Obtener la autorización en materia de impacto ambiental por el cambio al uso del suelos de las obras y actividades que contempla la Ampliación el Depósito de Jales Secos en la Unidad Minera San José, ubicada en San José del Progreso, Oaxaca, México.
- Desarrollar el Proyecto en un entorno basado en la sustentabilidad, en donde, al identificar las áreas ambientales susceptibles de ser alteradas y los recursos ambientales y socioeconómicos que podrían verse impactados de forma positiva o negativa por el

desarrollo del Proyecto, se establezcan también las medidas de prevención, control, mitigación y restitución necesarias para contrarrestar los efectos negativos.

- Demostrar, a través de una metodología probada de evaluación, que el Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Unidad Minera San José, San José del Progreso, Oaxaca, México es viable, ambientalmente y necesario para la continuidad operativa eficiente de la Mina San José, y con esto, la contribución a la estabilidad y desarrollo económico de la región.

La presente MIA ha sido elaborada por la empresa mexicana de consultoría ambiental Clifton Associates Ltd.  Natural Environment S.C.

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

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del Proyecto

El proyecto que origina la elaboración y presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), Modalidad Particular, se denomina “Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Unidad Minera San José, San José del Progreso, Oaxaca, México”, promovido por Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V. En el Anexo 1.1 se presenta el acta que comprueba la constitución de la empresa promovente.

A lo largo del documento, se utilizará terminología como “El Proyecto” para hacer referencia al proyecto en sí mismo; cuando se trate de otro proyecto se especificará claramente que se habla de un proyecto distinto.

I.1.2 Ubicación del Proyecto

El área del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Unidad Minera San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, es parte de los terrenos en ocupación por Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V. se localiza en la parte central del Estado de Oaxaca, en la Región de Valles Centrales, dentro de los límites del municipio de San José del Progreso, a una distancia aproximada de 47 km por carretera al sur de la ciudad de Oaxaca.

El acceso a la zona del proyecto se efectúa desde la ciudad de México a la ciudad de Oaxaca, tanto por vía aérea como terrestre; luego se continúa a través de la carretera federal N° 175 Oaxaca – Puerto Ángel, pasando por la ciudad de Ocotlán de Morelos hasta la desviación al pueblo de San José del Progreso, donde a 870 m de distancia se encuentra el ingreso al área del Proyecto.

En la Figura 1.1 se muestra la ubicación a nivel regional del proyecto que suscita la elaboración y presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental. De la misma forma, en el Anexo 1.2 se muestra la localización del sitio del proyecto correspondiente a la Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Unidad Minera San José y las vías de comunicación que lo circundan.

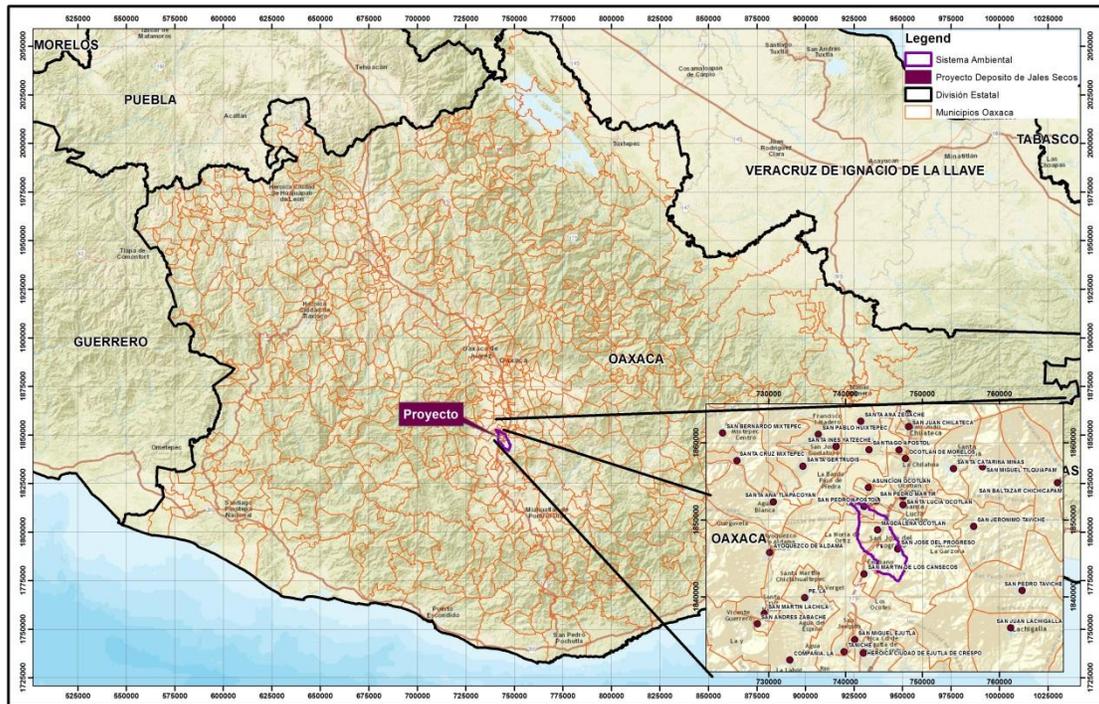


Figura 1.1. Ubicación regional del proyecto

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Para el Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, que consiste en la ampliación de la Autorización otorgada mediante Oficio SEMARNAT-SGPA-UGA-1067-2015, se propone :

- Para la preparación, construcción y puesta en operación, se requiere de 1 año
- Se estima una vida útil de 7 años 2 meses; de conformidad con la Autorización SEMARNAT-SGPA-UGA-1067-2015 , tomando en cuenta la capacidad de diseño y ritmo de producción. Sin embargo, en caso de un incremento en la generación de jal se acortaría la vida de la obra y de forma inversa, en caso de reducir producción y/o destinar jales para aprovechamiento como material de relleno, se podrá incrementar la vida útil de la ampliación
- Se estima un periodo de 6 años para el cierre de obra (drenado final, cubierta con capa fértil, reforestación y monitoreo, para el Depósito de Jales Secos, incluyendo la presente ampliación.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

La documentación que acredita la personalidad legal de la empresa y de su representante legal, ha sido incorporada en los puntos correspondientes.

El Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, estará ubicado dentro de las superficies sobre las cuales Compañía Minera Cuzcatlán cuenta con derechos de uso y ocupación. Las superficies sobre las cuales se llevará a cabo la Ampliación solicitada incluye superficie en las Parcelas 1517, 1518, 1525 y 1828, todas ellas pertenecientes al Ejido de San José del Progreso, Municipio del mismo nombre, y todas ellas cuentan con el correspondiente Cambio al Uso del Suelo debidamente autorizado.

Los predios donde se pretende construir el proyecto, se presentan. en la Figura 1.2 se presenta un plano de propiedades donde se identifican las parcelas en cuestión.



Figura 1.2. Predios involucrados en el Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México

I.2 *Promovente*

I.2.1 Nombre o razón social

Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V.



I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

MCU060928BL2

En el Anexo 1.3 se presenta una copia de la inscripción de Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V. en el Registro Federal de Contribuyentes.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

El Representante Legal es Eduardo Flores Abad, cuya personalidad se acredita mediante la Escritura pública Número 181,866, Libro Número 5,930, Año 2016, adjunta en el Anexo 1.4 (Poder del Representante Legal). Su identificación oficial (IFE) se encuentra en el Anexo 1.5.

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

I.3.1 Nombre o razón social

NATURAL ENVIRONMENT S.C.



Clifton Associates Ltd.sm
ingeniería * ciencia * tecnología
Natural Environment S.C.



Natural Environment SC

Descargo de responsabilidad

La presente Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Unidad Minera San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, fue elaborada por Natural Environment S.C. La calidad de la información, conclusiones y estimaciones contenidas en el mismo son consistentes con la calidad de nuestros servicios, basados en:

- 1) La información disponible durante la elaboración del estudio;
- 2) Los datos entregados por otras fuentes, incluyendo a Compañía Minera Cuzcatlán S.A. de C.V.;
- 3) El presente reporte fue elaborado para ser utilizado sujetándose a los términos y condiciones del contrato de Natural Environment S.C. con Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V.

Cualquier otro uso de este reporte por una tercera parte es bajo su responsabilidad.

I.3.2 Registro federal de contribuyentes

NEN-040621-TI4.

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

En la Tabla 1.2 se describen los generales del responsable Técnico del Estudio y en el Anexo 1.6 se incluye su copia de la Cedula Profesional.

Tabla 1.2. Datos del responsable técnico del estudio

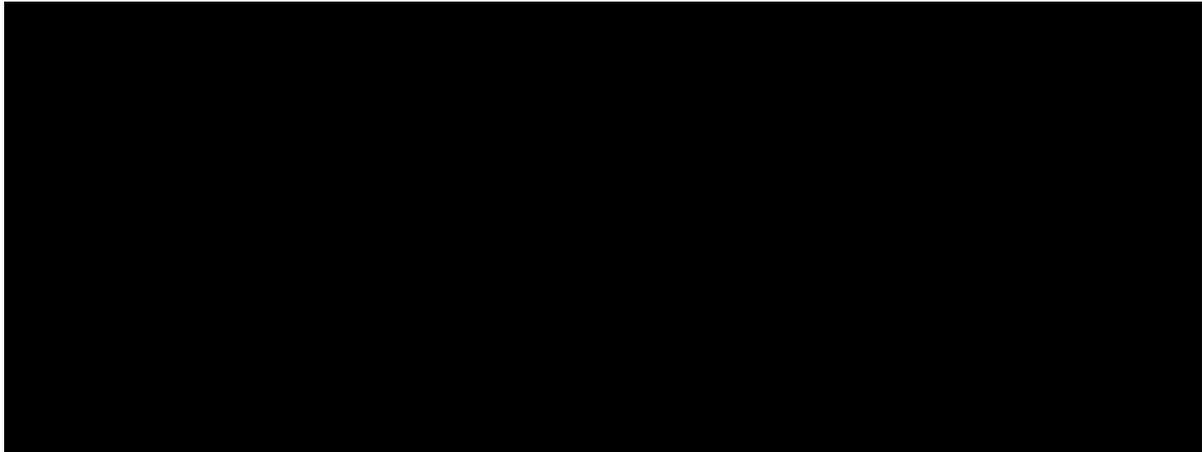
| | |
|--------|---|
| Nombre | Biólogo Guillermo Gómez Romero |
| | |
| Puesto | Director del Departamento de Ingeniería Ambiental |
| | |

Los participantes en la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y las áreas en que contribuyeron se muestran en la siguiente Tabla 1.3:

Tabla 1.3. Participantes en la elaboración del estudio

| Nombre | Profesión | Área de participación | Firma |
|--------------------------|-------------------------|--|-------|
| Guillermo Gómez Romero | Biólogo | Coordinación del estudio, identificación y evaluación de impactos ambientales, medidas de prevención y mitigación | |
| Cristian García González | Biólogo | Coordinación del estudio, descripción del proyecto, vinculación con ordenamientos jurídicos, diagnóstico ambiental, evaluación de impactos ambientales, medidas de prevención y mitigación, pronósticos ambientales, edición texto | |
| Jorge A. Pérez González | Lic. Economía Ambiental | Edición, descripción del medio físico, medidas de prevención y mitigación | |

| Nombre | Profesión | Área de participación | Firma |
|----------------------------|------------------|--|--------------|
| Víctor H. Marín Cruz | Geógrafo | Medio Biótico (suelos, paisaje) Diagnóstico Ambiental | |
| Diego Gutiérrez Valladolid | Biólogo | Medio Biótico (Fauna) | |
| Víctor Haces Razo | Ing. Sistemas | Recorridos en campo, Sistema de Información Geográfica (SIG) y Anexos | |
| Giovanni Ángeles Castro | Biólogo | Recorridos en campo, Sistema de Información Geográfica (SIG) medio biótico (flora) | |
| Daniel Santos Barba | Biólogo | Medio Biótico | |



II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La Mina San José, corresponde a una operación minera para la explotación de yacimiento plata y oro en mina subterránea. El proceso empleado corresponde a flotación (mayor recuperación posible de metales) de minerales provenientes de sulfuros.

Los componentes representativos de Mina San José corresponden a una rampa de acceso a mina subterránea, Stockpile de mineral y trituración, alimentación por bandas a planta, molienda y beneficio por flotación, planta de filtrado de jales, presa de jales, depósito de jales secos (el cual se presenta en este documento para fines de ampliación de huella y capacidad), almacenamiento de suelo rescatado, áreas de servicios, área administrativa, bodegas, taller de mantenimiento, área de contratistas, áreas verdes y zonas de reforestación:

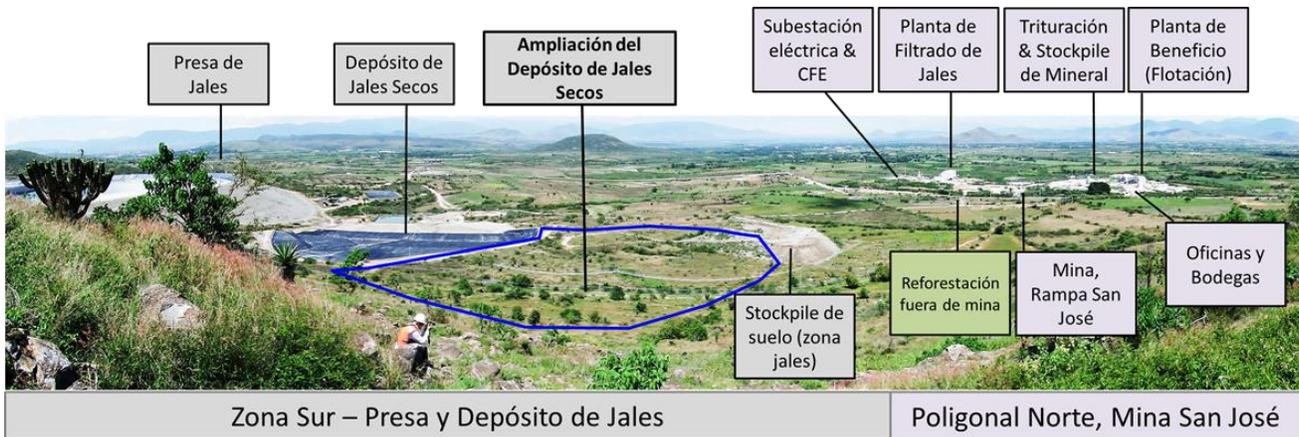


Figura 2. 1. Vista panorámica de los principales componentes de la Unidad Minera San José

La Mina San José ha crecido de forma gradual y llevado a cabo diversos procedimientos de autorizaciones en materia ambiental, los cuales, reflejan el éxito de los trabajos de exploración, así como la respuesta apropiada a la dinámica del mercado internacional sobre el sector minero. A continuación, se presenta el esquema resumido de los procedimientos llevados a cabo en materia de permisos ambientales en la siguiente Tabla de trámites y autorizaciones en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y Cambio de Uso de Suelo (CUS):

Tabla 2.1. Autorizaciones para la Mina San José en materia de EIA y CUSTF (SEMARNAT)

| No. | Resumen de la autorización | Observación |
|-----|---|--|
| 1 | Autorización del Informe Preventivo por la exploración Minera San José, mediante oficio SEMARNAT-SGPA-DIRA-179-2009, de fecha 21 de marzo de 2007 | La actividad de exploración conlleva la responsabilidad de llevar a cabo la restauración de planillas y accesos. Actualmente, no existen planillas de exploración remanentes (fueron restauradas en su momento). |
| 2 | Autorización del Informe Preventivo por la exploración Minera San José del Progreso, mediante el oficio SEMARNAT-SGPA-DIRA-366-2007, de fecha 19 de junio 2007. | En caso de llevar a cabo la apertura de nuevas |

| No. | Resumen de la autorización | Observación |
|-----|--|---|
| 3 | Autorización del Informe Preventivo para la consolidación de valores de la exploración minera San José, mediante el oficio SEMARNAT-SGPA-DIRA-896-2008, de fecha 24 de septiembre de 2008. | plazas de barrenación durante la operación, se anticipa que serán restauradas conforme se complete la ejecución de cada sitio de barrenación |
| 4 | Autorización en materia de impacto ambiental del “Proyecto San José: Construcción de Rampa y Desarrollo Inicial de Mina”, mediante oficio SEMARNAT-SGPA-DIRA-1050-2008, de fecha 26 de noviembre de 2008. | El primer avance importante en materia de obras mineras e infraestructura, corresponde a la ampliación de rampa y profundización de mina |
| 5 | Autorización en materia de impacto ambiental para el “Proyecto San José”, mediante el oficio SEMARNAT-SGPA-DIRA-1731-2009, de fecha 19 de octubre de 2009. | Procedimiento que abarca la mayor parte de las obras, planta de beneficio, presa de jales e infraestructura de Mina San José |
| 6 | Estudio Técnico Justificativo par el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales a Uso Minero del “Proyecto San José” | Principal procedimiento en materia de cambio de uso de suelo e inicio de actividades de compensación en materia de reforestación para la etapa de operación de mina |
| 7 | Autorización de impacto ambiental correspondiente al proyecto “Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular en la Parcela 1579, localizada en el ejido San José del Progreso, Distrito de Ocotlán, Oaxaca”, mediante el oficio SEMARNAT-SGPA-UGA-1074-2015 (30 de junio de 2015) | Ampliación de presa de jales a su elevación máxima de diseño, incrementando la huella de afectación, cantidad de jales a ser almacenados y mayor esfuerzo en materia de restauración del sitio para el eventual cese de operaciones |
| 8 | Autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo | El crecimiento de presa de jales, en terrenos con vegetación silvestre, implica un cambio de uso de suelo de terreno forestal |
| 9 | Autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto “Construcción del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca”, mediante el oficio SEMARNAT-SGPA-UGA-1067-2015, de fecha 13 de julio de 2015. (Anexo 2.1 Copia simple de resolutivo de impacto ambiental) | Principal ampliación en términos de incremento de huella de ocupación por obras durante la operación. La autorización otorgada abarca 12.52 ha de jales secos, 0.40 ha para obras auxiliares (pileta canales de coronación, control de escorrentías) para una superficie total autorizada de 12.92 Ha |
| 10 | Autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales: <ul style="list-style-type: none"> • Autorización No. SEMARNAT-SGPA-AR-0408-2015 (2 DE Marzo del 2015) para parcela 1518 • Autorización No. SEMARNAT-SGPA-AR-0862-2015 (21 de Abril del 2015) para parcela 1525 • Autorización No. SEMARNAT-SGPA-AR-0223-2016 (9 de Febrero del 2016) para parcela 1828 (Anexo 2.2 Copia simple de resolutivos de CUSTF) | La instalación de depósito de jales secos con lleva el desmonte y cambio de uso de suelo de terrenos forestales. Se incrementa el compromiso de ejecución de actividades de reforestación como compensación ambiental. Cabe resaltar que el manejo y disposición de jales secos permite evitar incrementos mayores de huella por depósito convencional de jales así como una mayor eficiencia en materia de recuperación y reciclaje de agua de proceso |

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

La unidad minera, denominada Mina San José, cuenta con dos principales obras de manejo y disposición de jales de proceso: presa de jales y depósito de jales secos, ambos debidamente sustentados en ingenierías y autorizaciones aplicables en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo.

El Proyecto de Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, corresponde al incremento en huella y capacidad de la actual obra destinada para una disposición segura de jales de proceso filtradas (jal seco) con bajo porcentaje de humedad (80 a 90% de sólidos). Dicha ampliación empleará los servicios e infraestructura existente para el proyecto original y solo implica la adición de un nuevo canal de derivación de agua pluvial, camino, área y dique perimetral y ampliación de dos accesos para el seguro tránsito de camiones de acarreo.

II.1.2 Selección del sitio

La selección del sitio deriva de la integración de factores no geográficos para determinar tipo de proyecto y criterios geográficos para la ubicación y dimensionamiento del proyecto.

Factores no geográficos:

- Caída en precios de metales y requerimiento de implementación de tecnología de mayor eficiencia
- Estrategia de manejo integral de agua, con importante recuperación de soluciones por medio del propuesto manejo de jales en forma seca (recuperación inmediata de soluciones para retorno a proceso)
- Implementación de procesos adicionales de mejora (planta de jales secos)
- Naturaleza inerte de jales de mina (clasificados como no peligrosos en base a un alto potencial de neutralización, ausencia de movilidad de metales además de ser no corrosivos, no reactivos, no inflamables y no tóxicos)
- Implementación de una disposición de jales secos con mayor estabilidad y mayor facilidad de cierre para el eventual abandono responsable de la obra

Una vez que se ha determinado que la tecnología más apropiada, bajo las condiciones actuales (mercado, costos, inversión, capacidad, eficiencia, utilidades, vida útil), corresponde a un depósito de jales secos (ya autorizado), se consideran criterios de selección del sitio:

- Ampliación del depósito de jales secos dentro de terrenos propiedad de Compañía Minera Cuzcatlán S. A. de C. V.
- Depósito actual de jal seco, considerando la ampliación de este de tal forma que pueda aprovecharse la infraestructura actual de pileta de recuperación, accesos, servicios, monitoreo de condiciones, etc.
- Topografía natural de ladera cerril (soporte natural) y topografía del depósito actual de jal seco para funcionar como una sola unidad y extender las curvas topográficas por medio de deposición programada de capas de jal seco
- Toda la superficie de la ampliación estará cubierta con geotextil y geomembrana, lo que evitará cualquier infiltración
- Características climatológicas de la zona (semiárido, escasez de agua, alta evaporación)
- Los jales producidos son neutros, inertes y no peligrosos.
- Caracterización geológica y geotécnica del sitio para Depósito de Jales Secos
- Estudio Geofísico de Sísmica de Refracción y MASW para el Nuevo Depósito de Jales Secos de la Mina San José, Oaxaca – México, Geophysical Surveys S.A. de C.V.
- Estudios de mecánica de suelos (Ausenco, Marzo 2016 y SEITETRA Abril 2016)
- Evaluación y cumplimiento a NOM-141-SEMARNAT-2003 para caracterización, preparación, construcción y operación de presas de jales (la vinculación se presenta a detalle en Cap. III de la presente MIA-P)
- Conformación de huella y tamaño de tal forma que pueda ser recuperado como material de relleno y estabilización de obras mineras al momento de un eventual cierre de operaciones y restauración ecológica (en caso de identificar utilidad de material, este podrá ser empleado como insumo para fines constructivos de obras mineras)
- Aislamiento topográfico e instalación de bermas de seguridad y control pluvial como medida de protección
- Empleo de la huella de obra como parte de las obras temporales de cada fase (colocación de capas) para rampas de acceso, camino perimetral y colectores para direccionamiento de humedad hacia pileta de recuperación

Los criterios operativos considerados para detallado de obra y componentes del depósito de jal seco y la presente ampliación de obra, son:

Tabla 2.2. Criterios operativos para diseño de ampliación del Depósito de Jales Secos (DJS)

| Id | Parámetros operativos para diseño de obra e ingeniería | Valor | Fuente |
|-----------|--|-------------------------------|---------------|
| 1 | Producción total diaria de la planta concentradora | 3,000 tpd | CMC |
| 2 | Producción diaria de concentrado respecto del total diario | 2.5% | CMC |
| 3 | Producción diaria de jales respecto del total diario | 97.5% | CMC |
| 4 | Producción diaria de jales filtrados | 2,925 tpd | CMC |
| 5 | Proporción de jales enviados al depósito de jales secos | 70% | CMC |
| 6 | Proporción de jales a ser utilizados en la planta de pasta | 30% | CMC |
| 7 | Jales filtrados a disponer en el depósito de jales secos | 2,048 tpd | CMC |
| 8 | Máxima densidad seca de jales según ensayo Proctor modificado | 1.918 | Laboratorio |
| 9 | Densidad seca mínima de jales filtrados compactados (95% Proctor) | 1.82 t/m ³ (95%) | Laboratorio |
| 10 | Densidad seca promedio (operación actual) | 1.85 t/m ³ (prom.) | Laboratorio |
| 11 | Jales filtrados a disponer en el depósito (en volumen) | 1,107 m ³ /día | CMC |
| 12 | Periodo anual de operación de la planta concentradora | 355 días | CMC |
| 13 | Capacidad de almacenamiento autorizada | 1'086,000 m ³ | CMC |
| 14 | Capacidad de almacenamiento de la actual ampliación del DJS | 500,000 m ³ | CMC |
| 15 | Capacidad de almacenamiento acumulada con ampliación | 1'586,000 m ³ | CMC |

Compañía Minera Cuzcatlán S. A. de C. V., ha seleccionado el sitio, diseño y criterios operativos en base al cumplimiento de premisas concretas de:

- Responsabilidad y protección a sus trabajadores, comunidades y medio ambiente
- Mejoramiento de proceso y recuperación de agua para proceso
- Gestión eficiente y ambientalmente segura de los jales secos provenientes de mina
- Prevención de falla del depósito, evitando vertimiento de sedimentos a terreno natural y cauces
- Prevención de arrastres y erosión por efecto de lluvias y tormentas
- Prevención de filtración de aguas que han estado en contacto con jales y segregación de escurrimientos pluviales (canal de derivación de agua puvial y dique perimetral de coronación)
- Manejo y mitigación de polvos así como eliminación de arrastre de material particulado por acción del viento

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

La unidad minera San José se ubica al sur de México, dentro de los límites del municipio de San José del Progreso, en la zona central del estado de Oaxaca, a una distancia aproximada de 47 km por carretera al sur de la ciudad de Oaxaca. El centro del área estudiada se ubica en las coordenadas 16.7° latitud norte y 96.7° longitud oeste, a una altitud promedio de 1,550 msnm. La ubicación de terrenos, infraestructura de mina, poligonales, depósitos de jales y ampliación propuesta, se muestra en el Anexo 2.3.

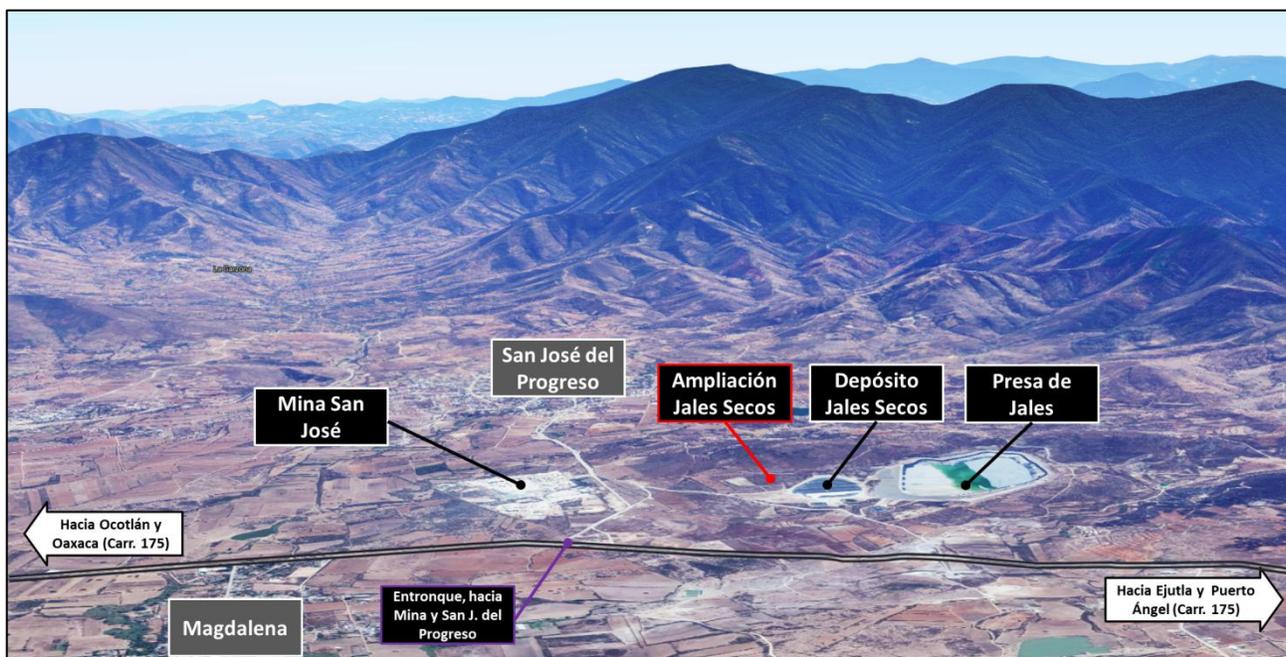


Figura 2. 2. Localización de mina y Proyecto respecto a sitios de interés cercanos

El acceso a la zona del proyecto se efectúa desde la ciudad de México a la ciudad de Oaxaca, tanto por vía aérea como terrestre; luego se continúa a través de la carretera federal N° 175 Oaxaca–Puerto Ángel, pasando por la ciudad de Ocotlán de Morelos hasta el desvío al pueblo de San José del Progreso, donde a 870 m de distancia se encuentra el ingreso al área de Mina San José, con dos poligonales principales de actividades y obras:

- Polígono Norte, correspondiente a mina, acceso a subterráneo, planta de beneficio, planta de filtrado, áreas de contratistas, talleres, servicios, oficinas y obras asociadas
- Polígono Sur, correspondiente a zona de disposición de jales, en presa de jales y depósito actual de jales secos (objeto de la ampliación propuesta en la presente MIA-P)

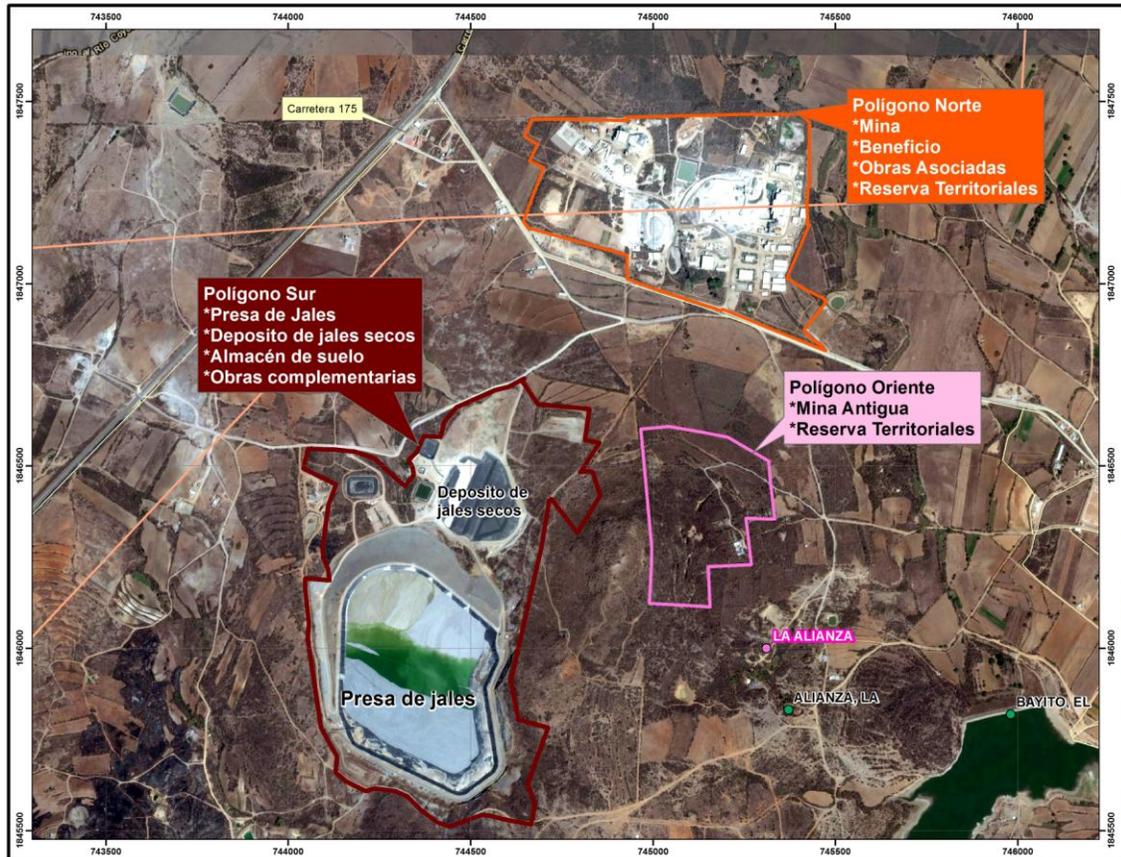


Figura 2. 3. Principales poligonales de Mina San José

El polígono Sur de Mina San José corresponde al área destinada para manejo y disposición final de jales derivados del beneficio de mineral. El manejo de jales se lleva por medio de tres métodos: disposición convencional de presa de jales, aprovechamiento de jal en forma de pasta para relleno de mina subterránea y depósito de jales secos (a ser ampliado).

El depósito actual de jales secos se localiza en la porción Norte del polígono Sur y la fracción a ser ocupada por la ampliación propuesta se localiza inmediatamente al Este del depósito actual (Figura 2. 4), el cual permanecerá operando como una sola unidad:

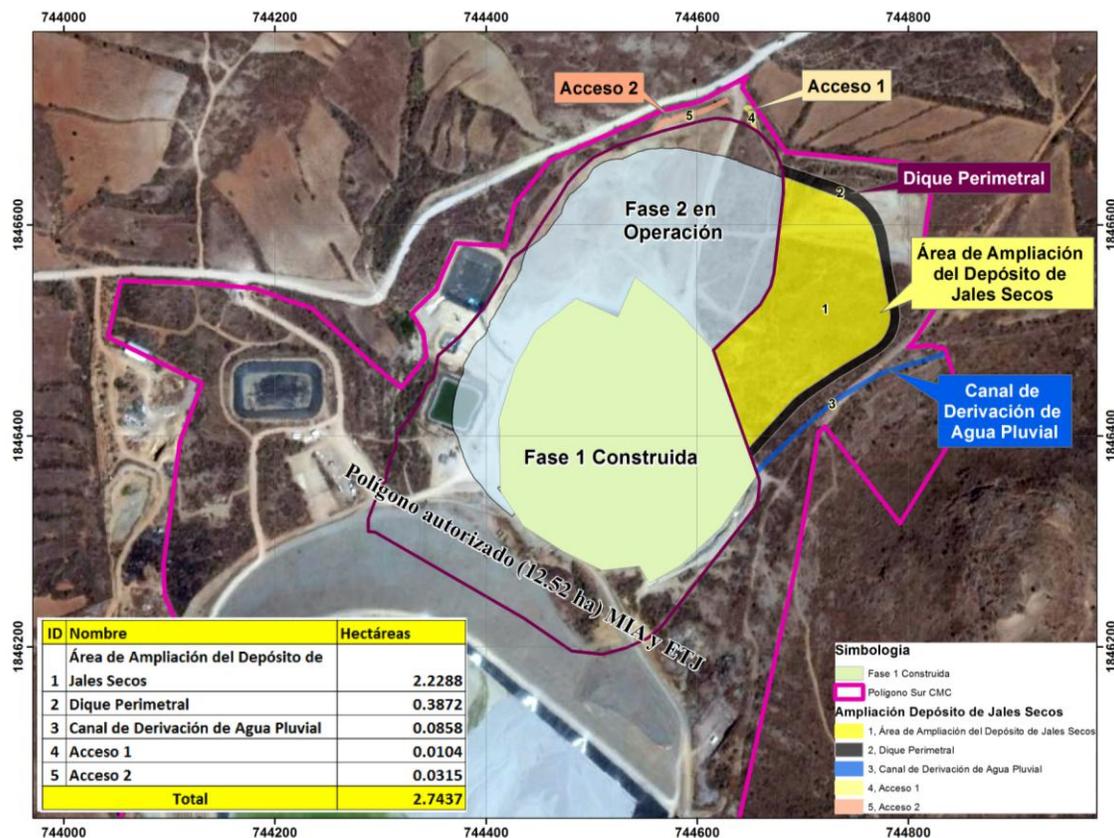


Figura 2. 4. Distribución de fases del Depósito de Jales Seco, incluyendo Ampliación

A continuación, se presentan las coordenadas generales de la envolvente de la totalidad de las obras propuestas para la Ampliación del Depósito de Jales Secos y en el Anexo 2.4, se presenta la memoria detallada (vértices en formato Excel y Shapefile) de coordenadas de proyecto y obras.

Tabla 2.3. Coordenadas de poligonal envolvente de obras de proyecto (UTM, WGS84)

| Ampliación del depósito de jal seco | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|---------|----|--------|---------|----|--------|---------|
| Id | X | Y | Id | X | Y | Id | X | Y |
| 1 | 744648 | 1846388 | 14 | 744736 | 1846612 | 27 | 744770 | 1846489 |
| 2 | 744615 | 1846482 | 15 | 744738 | 1846611 | 28 | 744764 | 1846480 |
| 3 | 744660 | 1846524 | 16 | 744740 | 1846610 | 29 | 744756 | 1846474 |
| 4 | 744670 | 1846542 | 17 | 744745 | 1846605 | 30 | 744746 | 1846468 |
| 5 | 744673 | 1846554 | 18 | 744748 | 1846602 | 31 | 744735 | 1846461 |
| 6 | 744682 | 1846633 | 19 | 744755 | 1846594 | 32 | 744718 | 1846451 |
| 7 | 744683 | 1846633 | 20 | 744759 | 1846585 | 33 | 744708 | 1846444 |
| 8 | 744684 | 1846633 | 21 | 744768 | 1846543 | 34 | 744700 | 1846438 |
| 9 | 744684 | 1846632 | 22 | 744769 | 1846536 | 35 | 744684 | 1846427 |
| 10 | 744685 | 1846632 | 23 | 744771 | 1846525 | 36 | 744672 | 1846414 |
| 11 | 744709 | 1846623 | 24 | 744774 | 1846508 | 37 | 744664 | 1846405 |
| 12 | 744723 | 1846618 | 25 | 744774 | 1846502 | 38 | 744648 | 1846388 |
| 13 | 744731 | 1846615 | 26 | 744773 | 1846495 | | | |

| Canal de derivación de agua pluvial | | | | | | | | |
|--|------------|------------|----|------------|------------|----|------------|------------|
| Id | X | Y | Id | X | Y | Id | X | Y |
| 1 | 744732.562 | 1846420.47 | 7 | 744656.307 | 1846370.23 | 13 | 744836.238 | 1846462.16 |
| 2 | 744697.52 | 1846398.04 | 8 | 744656.457 | 1846370.4 | 14 | 744834.779 | 1846465.77 |
| 3 | 744659.328 | 1846367.74 | 9 | 744656.625 | 1846370.56 | 15 | 744836.238 | 1846462.16 |
| 4 | 744657.015 | 1846363.91 | 10 | 744695.111 | 1846401.09 | 16 | 744836.238 | 1846462.16 |
| 5 | 744655.354 | 1846368.68 | 11 | 744730.937 | 1846424 | 17 | 744834.779 | 1846465.77 |
| 6 | 744656.179 | 1846370.05 | 12 | 744731.061 | 1846424.05 | | | |
| Dique perimetral (berma de seguridad) | | | | | | | | |
| Id | X | Y | Id | X | Y | Id | X | Y |
| 1 | 744648 | 1846388 | 18 | 744710 | 1846623 | 35 | 744756 | 1846611 |
| 2 | 744660 | 1846401 | 19 | 744685 | 1846632 | 36 | 744761 | 1846605 |
| 3 | 744682 | 1846425 | 20 | 744685 | 1846632 | 37 | 744765 | 1846597 |
| 4 | 744692 | 1846433 | 21 | 744684 | 1846632 | 38 | 744773 | 1846574 |
| 5 | 744706 | 1846443 | 22 | 744684 | 1846633 | 39 | 744775 | 1846557 |
| 6 | 744712 | 1846447 | 23 | 744684 | 1846633 | 40 | 744780 | 1846530 |
| 7 | 744730 | 1846458 | 24 | 744683 | 1846633 | 41 | 744783 | 1846502 |
| 8 | 744761 | 1846477 | 25 | 744683 | 1846633 | 42 | 744775 | 1846479 |
| 9 | 744765 | 1846481 | 26 | 744683 | 1846633 | 43 | 744765 | 1846470 |
| 10 | 744773 | 1846497 | 27 | 744682 | 1846633 | 44 | 744740 | 1846454 |
| 11 | 744774 | 1846506 | 28 | 744682 | 1846633 | 45 | 744720 | 1846442 |
| 12 | 744772 | 1846522 | 29 | 744682 | 1846645 | 46 | 744692 | 1846422 |
| 13 | 744765 | 1846555 | 30 | 744682 | 1846645 | 47 | 744684 | 1846414 |
| 14 | 744760 | 1846582 | 31 | 744683 | 1846644 | 48 | 744671 | 1846399 |
| 15 | 744749 | 1846601 | 32 | 744684 | 1846644 | 49 | 744660 | 1846388 |
| 16 | 744745 | 1846606 | 33 | 744722 | 1846632 | 50 | 744652 | 1846379 |
| 17 | 744740 | 1846610 | 34 | 744737 | 1846626 | | | |
| Acceso 1 | | | | | | | | |
| Id | X | Y | Id | X | Y | Id | X | Y |
| 1 | 744658.757 | 1846684.25 | 5 | 744657.28 | 1846706.08 | 9 | 744663.625 | 1846680.7 |
| 2 | 744653.649 | 1846704.69 | 6 | 744657.378 | 1846705.79 | 10 | 744661.114 | 1846682.75 |
| 3 | 744643.836 | 1846717.36 | 7 | 744657.407 | 1846705.69 | 11 | 744658.757 | 1846684.25 |
| 4 | 744642.249 | 1846722.12 | 8 | 744662.802 | 1846684 | | | |
| Acceso 2 | | | | | | | | |
| Id | X | Y | Id | X | Y | Id | X | Y |
| 1 | 744562.442 | 1846685.66 | 5 | 744593.468 | 1846700.06 | 9 | 744561.058 | 1846683.42 |
| 2 | 744592.009 | 1846703.67 | 6 | 744593.112 | 1846699.94 | 10 | 744562.442 | 1846685.66 |
| 3 | 744632.891 | 1846718.86 | 7 | 744592.915 | 1846699.88 | | | |
| 4 | 744633.418 | 1846715.01 | 8 | 744569.533 | 1846685.88 | | | |

II.1.4 Inversión requerida

La estimación preliminar de la inversión requerida para la ejecución del Proyecto de Ampliación del Depósito de Jales Secos, sin integrar aspectos de ingeniería básica (inversión

actualmente en proceso y con presupuesto independiente), consta de 3 bloques generales: materiales y equipos, personal y maquinaria y estimación de aspectos de control ambiental y seguridad:

Tabla 2.4. Estimación de inversión para Ampliación del Depósito de Jales Secos

| Bloque de presupuesto | Descripción | Monto (M.N.) |
|-------------------------------|--|---------------------|
| Materiales | Material de construcción, geotextil, geosintético HDPE, concreto. No incluye suministro de agua ni compra de material de relleno (se asume que es suministrado por parte de Mina). | \$6'025,000 |
| Personal y maquinaria | Ingeniería detallada, equipo, maquinaria, personal, maniobras de tierras, relleno, compactación. | \$9'950,000 |
| Control ambiental y seguridad | Supervisión ambiental, implementación de medidas preventivas, mitigación y control. | \$399,375 |
| Total estimado | Ampliación del Depósito de Jales Secos | \$16'374,375 |

II.1.5 Dimensiones del Proyecto

La obra actual y autorizada, consta de una huella total de 12.92 ha, correspondientes al depósito de jal seco (12.52 ha), pileta de monitoreo (0.15 ha) y pileta de colección (0.25).

El Proyecto propuesto (Anexo 2.5 Plan Maestro de Ampliación del Depósito de Jales Secos), corresponde a la ampliación de la obra autorizada, cuya extensión abarca un total de 2.7437 hectáreas adicionales (Tabla 2.5 y Figura 2. 5):

Tabla 2.5. Componentes y dimensiones de obras de Ampliación del Depósito de Jales Secos

| Id | Nombre | Descripción | Ha |
|-------------------------|-------------------------------------|--|---------------|
| 1 | Depósito de Jales Secos | Corresponde a la superficie de ampliación del depósito de jale seco y que aprovecha infraestructura de apoyo existente (piletas de monitoreo, colección, pozos de monitoreo y servicios de mina) | 2.2288 |
| 2 | Dique de coronación | Berma perimetral de contención, protección, aislamiento y como acceso perimetral de operación, mantenimiento y seguridad | 0.3872 |
| 3 | Canal de derivación de agua pluvial | Ampliación del canal existente de derivación para control y direccionamiento de escurrimientos naturales, tanto como medida de protección a la obra como para mantener flujos hacia cauces naturales aguas abajo | 0.0858 |
| 4 | Acceso 1 | Acceso existente que requiere ser ampliado para permitir el apropiado y seguro paso de vehículos de acarreo | 0.0104 |
| 5 | Acceso 2 | Acceso existente que requiere ser ampliado para permitir el apropiado y seguro paso de vehículos de acarreo | 0.0315 |
| Superficie total | | | 2.7437 |

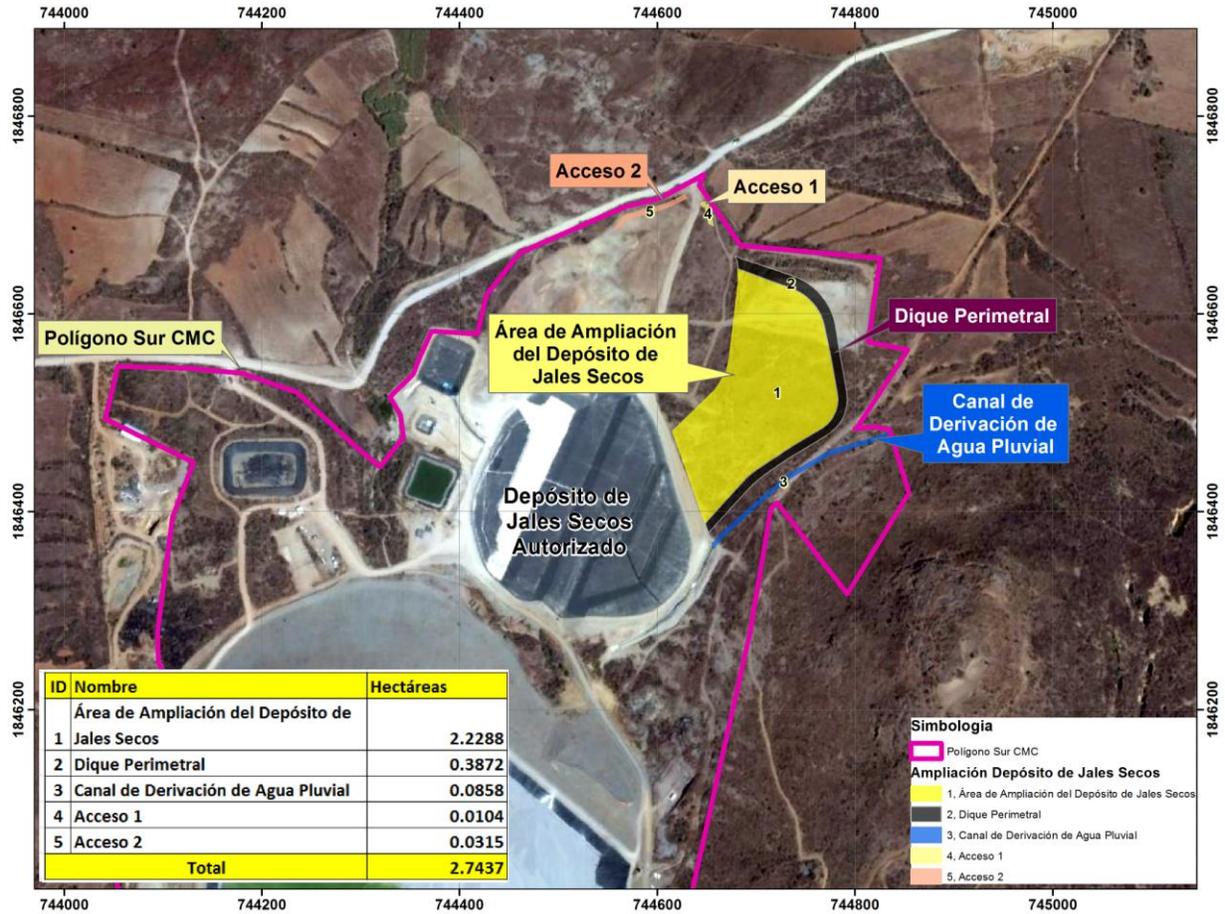


Figura 2. 5. Obras correspondientes al Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

El uso de suelo oficial de la zona y sitio (Anexo 2.6), corresponde a terrenos de aprovechamiento para agricultura de temporal y uso potencial pecuario (tradicionalmente en la zona, se maneja ganado caprino).

La superficie de ampliación, en la actualidad, corresponde a terrenos con vegetación de pastizal inducido y relictos (arbustivos) de matorrales de selva baja caducifolia. En el Anexo 2.7, se presenta una descripción fotográfica de la infraestructura existente, obras a ser ampliadas y condiciones del terreno propuesto para la Ampliación del Depósito de Jales Secos.

El sitio y terreno en general, no cuenta con cuerpos de agua más allá de escorrentías intermitentes y efímeras de temporal. El cuerpo de agua de mayor relevancia, corresponde a la presa “El Bayito” perteneciente a San José del Progreso, localizada a 1,400 metros.



Figura 2. 6. Cuerpos de agua y la Ampliación del Depósito de Jales Secos (1.4 Km al SE)

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El Proyecto de Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José no requiere de instalación de infraestructura adicional de urbanización, siendo parte de la justificación técnica del uso más eficiente posible de terreno, recursos e infraestructura:

- Rutas de comunicación y transporte: El acceso al predio de la Mina San José y propiamente al Depósito de Jales, desde la ciudad de Oaxaca se realiza a través de la carretera 175, la cual se encuentra pavimentada y en buenas condiciones, es de dos carriles. La mina está ubicada aproximadamente a 700 metros al este de la carretera 175, contigua a una carretera revestida por concreto que conduce hacia la cabecera municipal de San José del Progreso. Las localidades más cercanas se localizan en dirección Noreste, San José del Progreso; al Noroeste, Magdalena de Ocotlán; hacia el Suroeste, San Martín de Los Cansecos y hacia el Oeste se localiza Ejutla de Crespo y La Noria de Ortiz. La capital del estado se localiza aproximadamente a 47 kilómetros.
- Obras de manejo y disposición de residuos peligrosos: El desarrollo del Proyecto no requiere de instalación de almacén temporal de residuos peligrosos. Todo aquel material peligroso generado, se almacena de forma temporal en el almacén existente, localizado en polígono Norte de Mina San José.
- Obras de manejo de residuos sólidos: Se continuará aplicando el programa de acopio, clasificación, reciclado y disposición de residuos, tanto por Compañía Minera Cuzcatlán

como por los contratistas de apoyo para ejecución de proyecto. La disposición de basuras, será por parte de un tercero para disponer en basurero municipal de San José del Progreso.

- Manejo de efluentes y drenaje: El Proyecto corresponde a una obra con criterio de cero descargas, con drenado de soluciones para su total reciclado a proceso. El sitio no requiere instalaciones de drenaje para descargas.
- Oficinas y edificaciones: El proyecto utilizará las estructuras y oficinas actuales del depósito de jales en operación (instalaciones móviles) y almacenes de materiales (estructuras desmontables) que albergan materiales de la actual operación. Las edificaciones, oficinas, almacenes y bodegas requeridas, serán aquellas ya establecidas en Mina San José.
- Manejo y almacenamiento de hidrocarburos: Los combustibles requeridos para la ampliación, serán suministrados de forma diaria por personal y/o contratistas, sin requerir la instalación de tanques de almacenamiento (solo se tendrán tambos y/o bidones de consumo diario). Las grasas y aceites son suministradas por el contratistas y operador para maniobras sencillas y todo mantenimiento y/o reparación mayor, se lleva a cabo dentro de las áreas designadas y autorizadas dentro de la actual operación de Mina San José.
- Electricidad: El polígono Sur ya cuenta con suministro de energía eléctrica para la operación de líneas de recuperación de soluciones y agua de presa de jales así como para luminarias del sitio. No es necesaria la instalación de nuevas líneas de suministro de electricidad al considerar que la obra es una ampliación del depósito existente y la pileta de colección ya cuenta con sistema en operación de bombeo hacia pileta de bombeo de agua recuperada de presa de jales para su reciclaje a proceso. Las áreas de trabajo que requieran acceso a electricidad para operación de herramienta (termo fusión de geosintético, luminarias de área de trabajo, pruebas, etc.) contarán con generadores de electricidad portátiles.
- Accesos internos: El sitio cuenta con accesos al área de trabajo, solo será necesario llevar a cabo una ampliación de acceso de 8 metros para permitir el seguro tránsito de camiones de acarreo en doble sentido (denominados como Acceso 1 y Acceso 2, en Anexo 2.5).

La infraestructura de apoyo existente (talleres, bodegas, almacenes, líneas de conducción y transmisión, piletas, depósito actual, etc.) se presentan en detalle en el Anexo 2.8.

II.2 Características particulares del proyecto

El Proyecto de Ampliación del Depósito de Jales Secos, corresponde al incremento en superficie y capacidad de almacenamiento del actual depósito de jal seco de Mina San José.

La superficie actual autorizada asciende a 12.92, con una capacidad de 1.086 millones de metros cúbicos de jal seco, y la huella específica de ampliación para depositar jal seco, corresponde a una superficie de 2.2288 y 0.5148 ha de obras complementarias para una ampliación total de 2.7437 ha del Proyecto de Ampliación del Depósito de Jales Secos. La capacidad de almacenamiento adicional por la ampliación, será de 500,000 metros cúbicos adicionales de jales secos para una

capacidad conjunta de 1.586 millones de metros cúbicos de jal seco proveniente de planta de filtrado de jales de proceso en Mina San José.

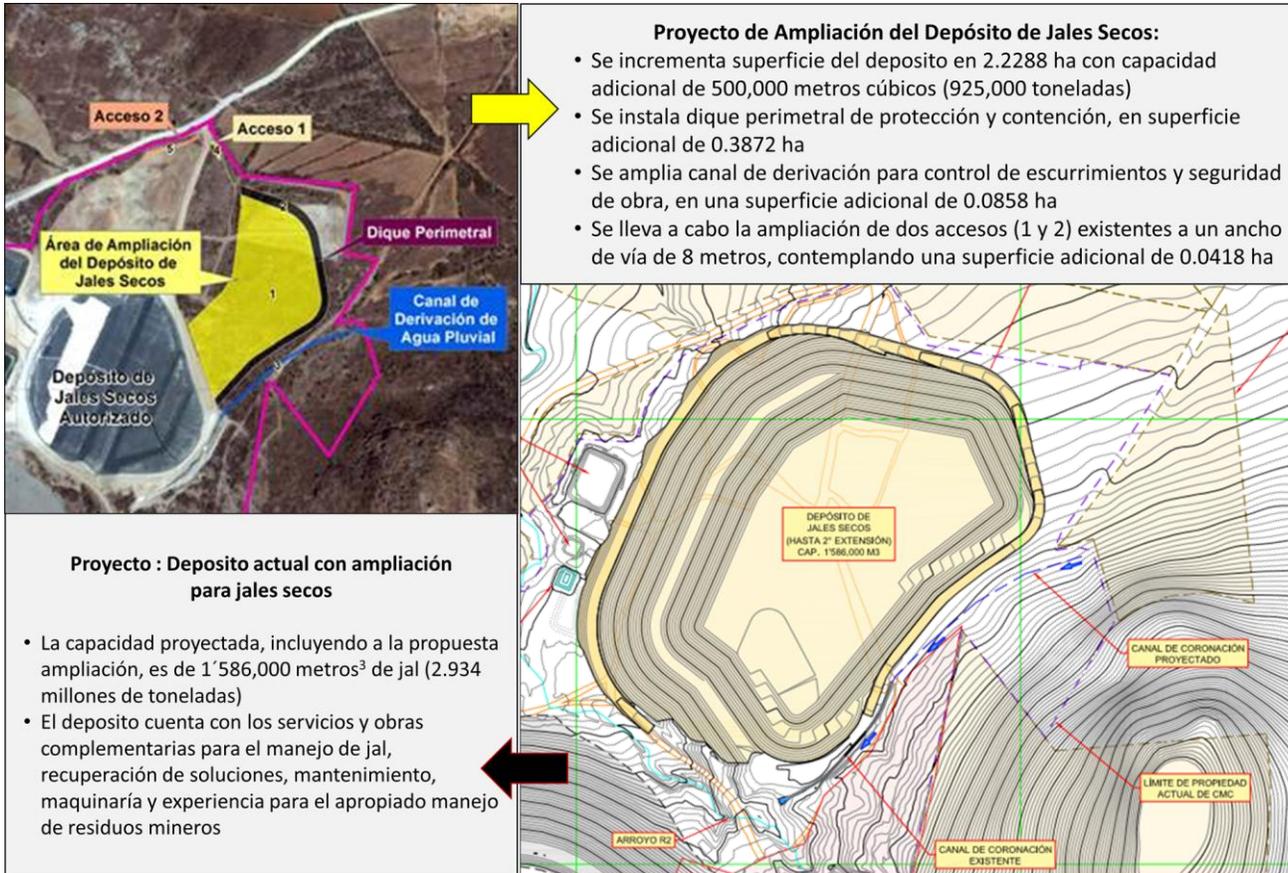


Figura 2. 7. Ampliación y proyección del depósito de jales secos

Depósito de jal seco

El depósito de jales secos (actual y ampliación), contempla un diseño para disposición de jales filtrados con bajas humedades (secos, correspondientes a jales con humedad en el rango de 15%), colocados en un vaso con las siguientes características:

- Vaso excavado, preparado y reparado (imperfecciones naturales de terreno son corregidas) para establecer terrazas dentro del depósito
- Establecimiento de red interna de drenaje para el eficiente drenado de soluciones y humedad dentro del depósito
- Instalación de geotextil y geomembrana para impermeabilizar el vaso para evitar filtraciones y lograr recuperación adicional de humedad remanente y meteórica
- Delimitación de vaso por medio de dique perimetral (berma de contención y coronación de vaso contenedor)

El actual depósito cuenta con una capacidad de diseño de 1'086,000 m³ de jal seco, que será incrementado por medio de la Ampliación del Depósito, a 1'586,000 m³ por la superficie adicional de 2.2288 ha.



Figura 2. 8. Ejemplo de instalación y conformación del depósito de jal (área aprobada MIA según Figura 2.5)

En el Anexo 2.9, se presenta la ingeniería de detalle de la totalidad del depósito de jales secos, estudio que abarca al depósito actual e integra la ampliación propuesta.

Dique perimetral

El dique perimetral o berma de seguridad y delimitación física del vaso contenedor, corresponde a la estructura de contención del depósito de jal seco. Este dique es construido con material seleccionado derivado de las excavaciones proyectadas como parte de la preparación del vaso contenedor. El dique rodeará por completo a la parte exterior de la ampliación, conectándose a dique perimetral de tal forma que el vaso final este delimitado y contenido.

El dique consta de secciones variables dependiendo de la conformación del terreno, sin embargo, la totalidad del dique contará con una corona de 6 metros de ancho con una capa de 10 cm de material compactado y preparado para rodamiento. La altura máxima de cualquier sección de dique no rebasará los 5 metros de altura y el talud externo e interno tendrán una pendiente de 2.0H:1V, estando el dique enrocado en terreno natural para mayor grado de estabilidad.

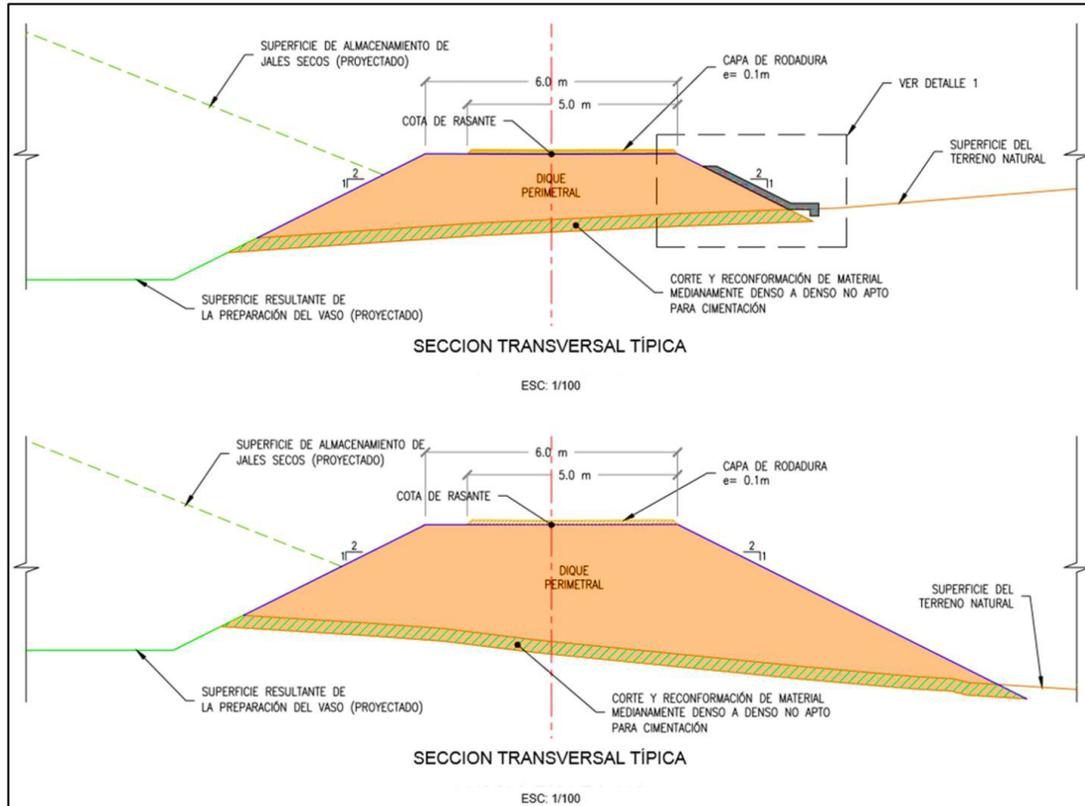


Figura 2. 9. Esquemático de secciones de dique perimetral del depósito de jales secos

A manera de ejemplo, se presenta la siguiente imagen de la instalación de dique de coronación del depósito actual:



Figura 2. 10. Ejemplo de berma o dique perimetral del actual depósito de jal seco

Canal de derivación de agua pluvial

La fracción de terreno aguas arriba de la Ampliación del Depósito de Jal Seco y que actualmente recibe aportes de aguas pluviales en eventos de lluvias, contará con una nueva extensión de canal de derivación como medida de control y seguridad.

El canal consta de una nueva sección de 214 metros, proyectada desde el límite de terreno hasta conexión con el canal existente y en operación (el cual deriva agua hacia una cañada natural). La superficie requerida para la nueva sección de canal, es de 858 m².

El diseño, en base a un tiempo de retorno de 1,000 años, corresponde a una estructura de 1.4 metros a cada lado, de sección cuadrada y pendiente mínima del 2%. El canal, a fin de evitar inestabilidad, fallas, colapso, etc. Será revestido con concreto armado de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, de 0.20 m de espesor y doble malla de acero de 3/8" @ 0.20 m.

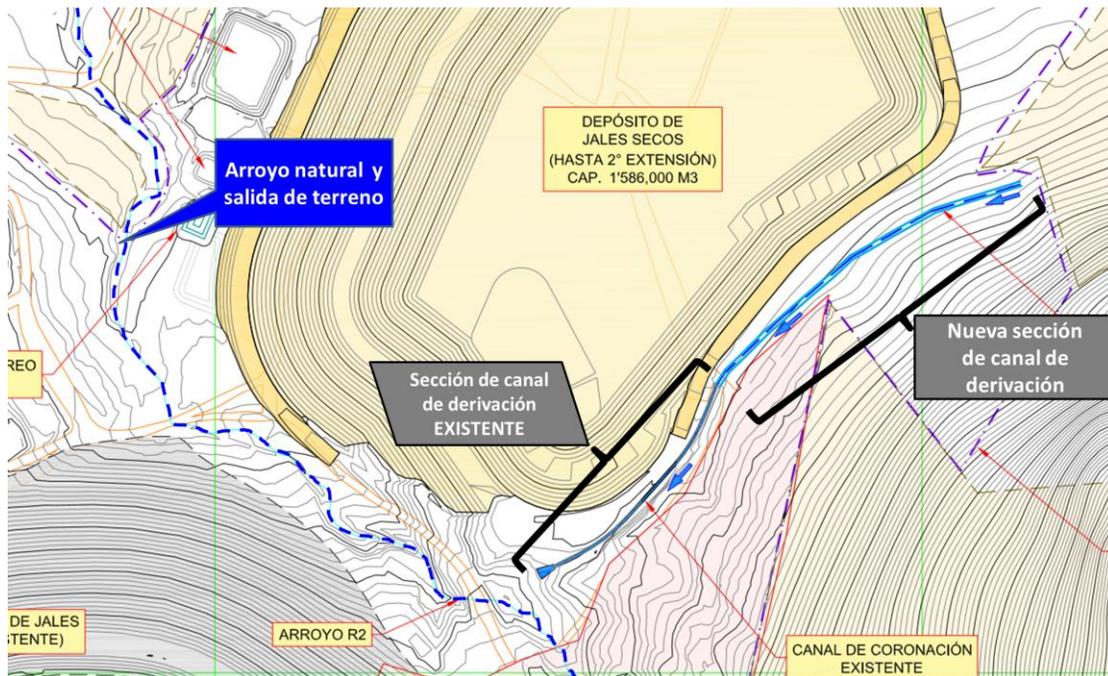


Figura 2. 11. Canal de derivación de agua pluvial en ladera baja cerril (al Sureste de ampliación)

Accesos 1 y 2

El polígono Sur, de zona de manejo y disposición de jales, cuenta con accesos en buen estado de mantenimiento, correspondientes a terracería estabilizada y compactada. Se propone que dos tramos de acceso, denominados 1 y 2 serán ampliados:

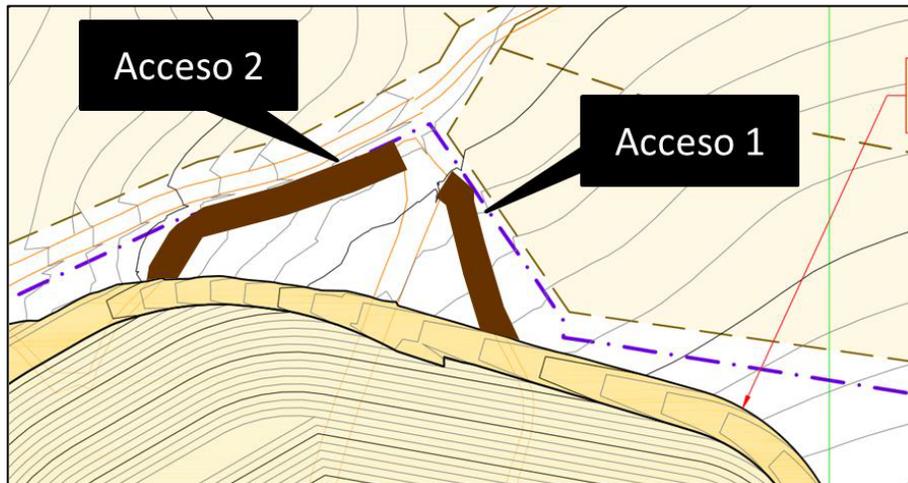


Figura 2. 12. Ampliación de Acceso 1 y 2 (de 4 a 8 metros)

El acceso 1, en un tramo de 26 metros lineales será ampliado en 104 m² para alcanzar en toda su extensión un ancho de vía de 8 metros. El acceso 2, en un tramo de 79 metros lineales, será ampliado en 315 m² para alcanzar en toda su extensión un ancho de vía de 8 metros.



Figura 2. 13. Ampliación de accesos existentes

II.2.1 Programa general de trabajo

El Proyecto de Ampliación del Depósito de Jales Secos requiere de 14 años para completar su ciclo:

- Se estima que el arranque, preparación y construcción, requiere de 1 año
- Se estima una vida útil de 7 años y 2 meses, tomando en cuenta la capacidad de diseño y ritmo de producción; sin embargo, en caso de un incremento en la generación de jal se acortaría la vida de la obra y de forma inversa, en caso de reducir producción y/o destinar jales para aprovechamiento como material de relleno, se podrá incrementar la vida útil de la ampliación
- Se estima un periodo de 6 años para el cierre (drenado, cubierta, reforestación y monitoreo)

Tabla 2.6. Cronograma de desarrollo y operación de la Ampliación del Depósito de Jal Seco

| Ampliación del Deposito de Jales Secos | Arranque e instalacion (bimestres) | | | | | | Operación de Ampliación de Deposito de Jal Seco (Años) | | | | | | | Cierre y Abandono (Años) | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Etapa de Proyecto | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
| Arranque de obra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adquisición de materiales, transporte y movilización a sitio | [Barra gris] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reparación y mantenimiento de accesos | [Barra gris] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trazo y delimitación de obras | [Barra gris] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación del sitio y construcción de obra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reubicación de suelo orgánico | [Barra naranja] | | | | | | <div style="border: 1px solid green; padding: 5px;"> Las actividades y maniobras de mayor tiempo corresponden al movimiento de tierras y roca, excavación, seguidos por la instalación de sistema impermeable de protección (implica avance lento por necesidad de llevar a cabo termo fusión de geosintético y pruebas de control y aseguramiento de calidad). La obra en si, puede llegar a ser ejecutada en un periodo menor a un año </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Excavación de zanja (suelo/roca) de derivacion | [Barra azul] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rescate de vegetacion y suelo orgánico | [Barra verde] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descapote de terreno natural por medios mecánicos | [Barra morada] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fragmentado de roca por voladuras | [Barra marrón] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reparación de terreno | [Barra amarilla] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conformación de base nivelada de terreno | [Barra verde] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de cama de arena | [Barra azul] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de sistema de impermeabilizado | [Barra marrón] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de sistema de subdrenaje y material filtro | [Barra naranja] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de dique perimetral de coronación | [Barra azul] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de instrumentación adicional de monitoreo | [Barra verde] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operación y mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acarreo de jal seco y disposición en depósito | La colocación de jales (disposición) corresponde a la conformación de la obra (permanente) y que conlleva en realidad una construcción constante durante la vida útil del proyecto (acarreo, colocación, compactado por capas). | | | | | | [Barra gris] | | | | | | | La vida útil (en base a su capacidad de diseño) podrá ser incrementada en caso de establecer uso/beneficio de jales para fines de estabilización de mina, relleno de obras mineras o nivelación de vaso interno de presa de jales. | | | | | | | | | | | |
| Compactación de material depositado | | | | | | | [Barra gris] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Analisis, control y aseguramiento de calidad | | | | | | | [Barra verde] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Supervisión y monitoreo ambiental | | | | | | | [Barra verde] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cierre de obra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actualización y plan definitivo de cierre | | | | | | | | | | | | | | [Barra amarilla] | | | | | | | | | | | |
| Drenado de soluciones | | | | | | | | | | | | | | [Barra rosa] | | | | | | | | | | | |
| Verificación geotécnica | | | | | | | | | | | | | | [Barra morada] | | | | | | | | | | | |
| Soporte de material | | | | | | | | | | | | | | [Barra marrón] | | | | | | | | | | | |
| Instalación de cubierta de suelo orgánico | | | | | | | | | | | | | | [Barra verde] | | | | | | | | | | | |
| Reforestación | | | | | | | | | | | | | | [Barra verde] | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento y monitoreo de cierre | | | | | | | | | | | | | | [Barra verde] | | | | | | | | | | | |

II.2.2 Preparación del sitio

Preparación del vaso del depósito de jal seco

- Previamente al inicio de las obras en la zona del depósito de jales secos se deberán retirar cuidadosamente todas las especies vegetales protegidas, las que serán resembradas en lugares apropiados a ser designados oportunamente.
- Previamente a la conformación y nivelación de las plataformas en la zona de cimentación del depósito se retira la capa superficial de suelos orgánicos (Top Soil) y transportarlas a una zona de acopio adecuada.
- La huella de la ampliación del depósito de jal seco, presenta traslape sobre el actual polígono de resguardo de suelo orgánico por lo cual será necesario reubicarlo al polígono Norte. La porción Suroeste de mina, cuenta con un área designada y utilizada actualmente para almacenamiento de suelo rescatado con espacio para el apropiado resguardo de suelo a ser rescatado y/o reubicado.

Reparación y mejoramiento del terreno

- Se elimina la capa de suelos que presentan densidades relativas medias a bajas, con la finalidad de cimentar el depósito directamente sobre el basamento rocoso de andesita o sobre el depósito residual que presenta una alta densidad relativa. Para tal fin, se ha estimado que la profundidad promedio de corte de la capa de Top Soil será de 0.3 m con respecto a la superficie natural del terreno, en tanto que para los suelos que presenten densidades relativas medias a bajas la profundidad promedio de corte estimada será de 0.6 a 0.8 m.
- Simultáneamente a la eliminación de los suelos orgánicos y los de baja competencia geotécnica, así como a la nivelación de las plataformas en la zona de cimentación del depósito, se deberá construir el sistema de subdrenaje dispuesto a lo largo de los principales cursos de agua presentes en la zona de cimentación del depósito, para evacuar las aguas de filtraciones y de escorrentía durante la ejecución de las obras de preparación de la superficie del vaso del depósito. Posteriormente, este sistema de subdrenaje permitirá evacuar el agua proveniente del subsuelo y/o las filtraciones naturales, conduciéndolas hacia la nueva poza de colección y monitoreo proyectada, la cual estará ubicada aguas abajo del depósito, para luego ser descargadas en un cauce natural.
- La estructura proyectada para este sistema de subdrenaje será del tipo francés, conformado por un filtro de piedra seleccionada de 3/4" de tamaño promedio y una tubería perforada de HDPE de 12" de diámetro, corrugada en el exterior y lisa en el interior, que formará parte del sistema colector principal. Los colectores secundarios estarán conformados por tuberías perforadas de HDPE de 6" de diámetro, corrugada en el exterior y lisa en el interior.
- Con la finalidad de evitar la migración de finos hacia las tuberías colectoras, en todos los casos estas estarán cubiertas por un manto de geotextil no tejido de 300 g/m² a manera de

filtro y serán instaladas en zanjas de superficie uniforme, con una pendiente mínima de - 0.2%.

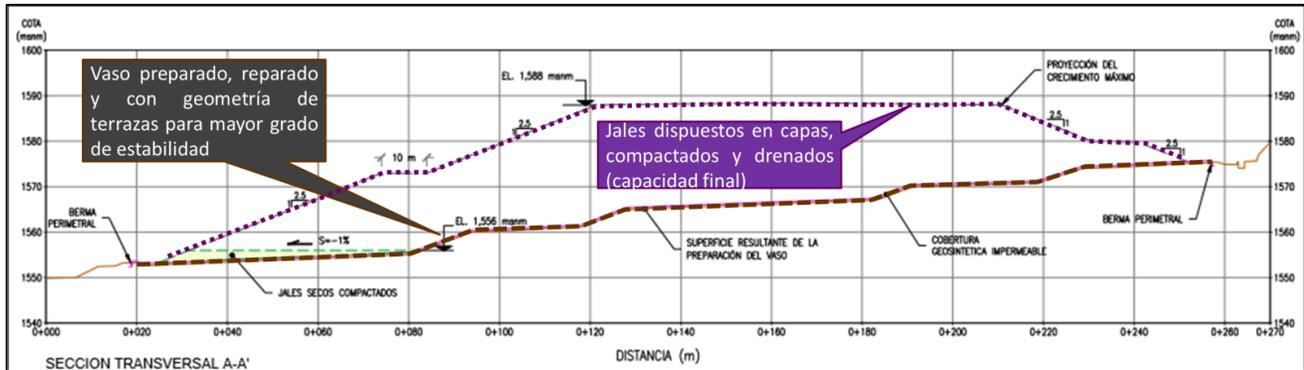


Figura 2. 14. Esquemático de vaso preparado y relleno del depósito de jal seco

La construcción de las plataformas en el fondo del vaso a fin de favorecer la instalación de la cobertura impermeable, contempla el corte sobre material suelto y roca, en algunos sectores, y en otros, un relleno con material propio seleccionado, colocado en capas de 0.3 m de espesor y compactado hasta alcanzar el 95% de la máxima densidad seca según el ensayo de compactación Proctor modificado.

II.2.3 Etapa de construcción

Canal de derivación

- Como medida de protección y manejo de las aguas de escorrentía superficial que pueda presentar flujo hacia el depósito de jales secos, se integra la ampliación del canal de derivación de agua pluvial, considerando en el diseño de este una precipitación máxima correspondiente a un periodo de retorno de 1,000 años.
- El canal de derivación tiene su inicio en el límite Este del terreno, con dirección hacia el suroeste, conectándose al canal de derivación de agua pluvial existente y finalmente descargando en una quebrada natural (arroyo), fuera del límite de terreno. Este canal tendrá una sección cuadrada de 1.4 m de ancho y una pendiente mínima de 2.0%. Asimismo, cuenta con un revestimiento de concreto armado de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, de 0.20 m de espesor y doble malla de acero de $3/8'' @ 0.20 \text{ m}$. El concreto será suministrado por medio de camión de concreto y vertido directo en estructura armada (el concreto es suministrado por parte del contratista, localizado en polígono Norte).

Dique perimetral

- En el diseño de la ampliación del depósito de jales secos se ha considerado la construcción de un dique perimetral, conformado con material seleccionado proveniente de las excavaciones proyectadas para la habilitación del vaso del depósito.
- Este dique tendrá una cobertura de la totalidad del perímetro exterior del depósito, con un ancho de 6 m y una altura máxima desde el pie a la cresta de 5 m.

- Las inclinaciones de los taludes de aguas abajo y aguas arriba serán de 2.0H:1V en ambos lados.
- La construcción del dique perimetral se efectuará con un relleno de enrocado, conformado en capas horizontales de espesor no mayor a 0.6 m y conteniendo fragmentos de roca de hasta 0.4 m de tamaño máximo; este material se deberá acomodar y compactar hasta alcanzar una densidad mínima de 2.1 t/m³.
- Sobre la cresta del dique perimetral se colocará una capa de rodadura de 0.1 m de espesor, con una pendiente de -1.5% hacia aguas arriba, la misma que servirá para protegerla del tránsito vehicular y la erosión.

Impermeabilización del Depósito

El depósito (actual y ampliación) se basan en un diseño de total aislamiento por medio de materiales impermeables que: incrementar estabilidad del depósito, impidan migración de soluciones a subsuelo y que permitan la mayor recuperación posible de soluciones y humedad remanente:

- La habilitación de plataformas en el fondo del vaso se realizó con la finalidad de favorecer la instalación de la cobertura impermeable. Estas plataformas fueron construidas mediante corte de material suelto y/o roca en algunos sectores, mientras que en otros se realizaron rellenos con material propio seleccionado, conformado en capas horizontales de espesor no mayor a 0.6 m y compactado hasta alcanzar valores de densidad superiores a la mínima especificada.
- La totalidad del vaso interior del depósito de jales secos será impermeabilizada mediante la instalación de una geomembrana impermeable de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), de 1.5 mm de espesor y texturizada por ambas caras, la misma que se fijará en un tramo mediante zanjas de anclaje en la cresta del dique perimetral proyectado, y en otro tramo se empalmará con la geomembrana existente en el depósito de jales secos en operación.
- Previamente a la instalación de la geomembrana se deberá efectuar una regularización de la superficie a ser impermeabilizada, a fin de minimizar la generación de esfuerzos de tracción que podrían comprometer la integridad física de la geomembrana.
- Asimismo, con el propósito de brindar protección adicional a la geomembrana contra el daño por clastos angulosos del terreno, se ha previsto que previamente a la instalación de esta cobertura impermeable se instale sobre el terreno una manta de geotextil no tejido de 300 g/m², la misma que tendría igual extensión y sistema de anclaje que la geomembrana de LLDPE.
- Se considera dos tipos de instalación de capas impermeables: impermeabilizado con frontera en dique de coronación, anclado y protegido y la instalación de impermeabilizado traslapado y soldado a la cubierta impermeable existente del actual depósito de jal seco.

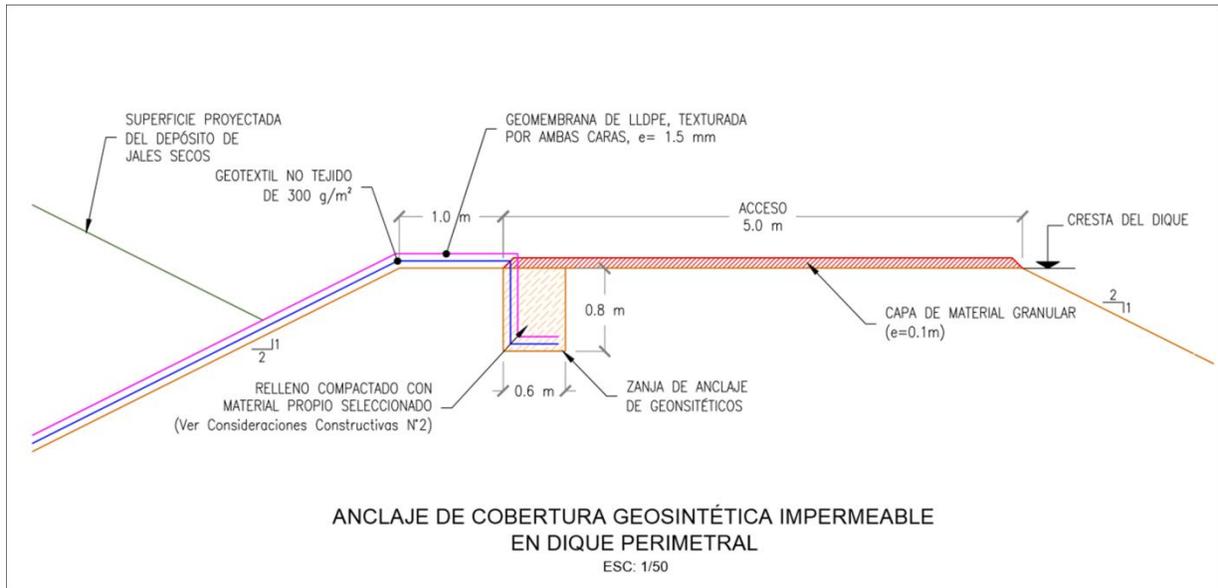


Figura 2. 15. Impermeabilizado y anclaje a dique perimetral

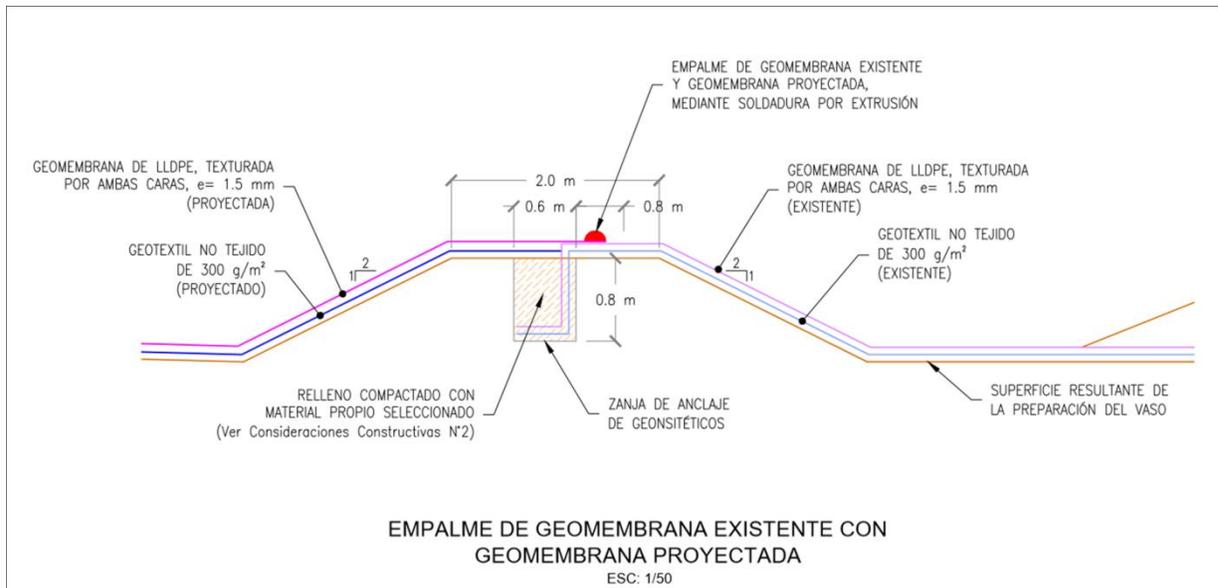


Figura 2. 16. Impermeabilizado con fusión a cubierta existente

Las especificaciones técnicas de geomembrana sintética HDPE (lisa y texturizada), geotextil y cubierta, se presentan en el Anexo 2.10.

Drenaje interno (colección de humedad residual)

- Simultáneamente a la instalación de la cobertura impermeable, se deberá construir el sistema de drenaje interno del depósito, que permitirá drenar el agua atrapada en los poros del jal almacenado, conduciéndola por los drenes hacia una pileta (actual y en operación) de colección y monitoreo ubicada aguas abajo del depósito. El agua retenida en esta poza será monitoreada y podrá ser reintegrada a proceso como parte del reciclaje y manejo integral de

agua. Sin embargo, se espera que esta agua sea recirculada mediante bombeo para su uso en la planta de beneficio como parte de la recirculación total de soluciones y uso eficiente de agua:

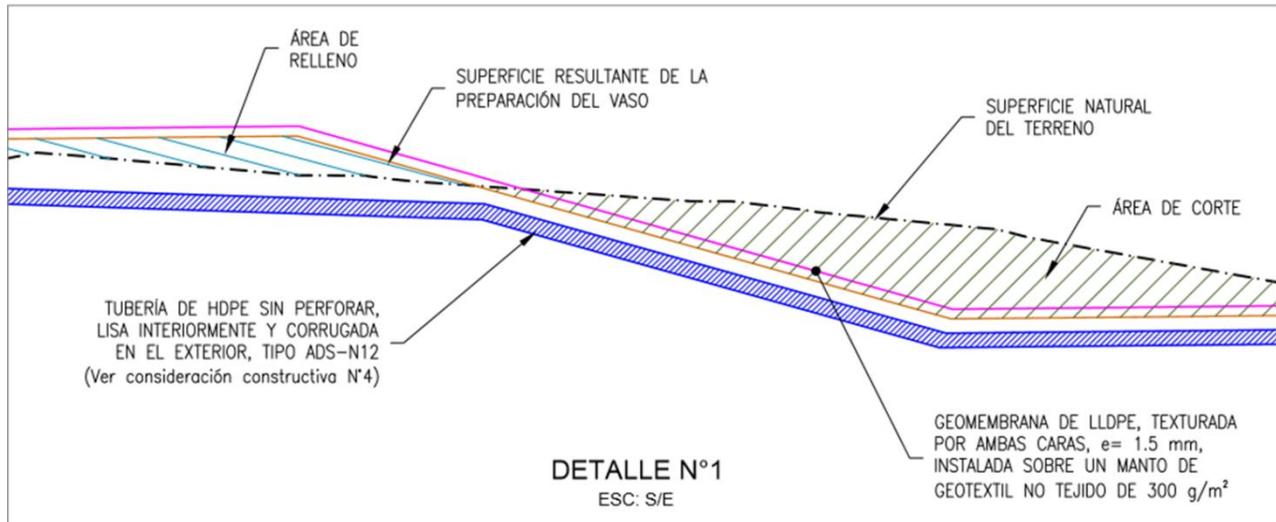


Figura 2. 17. Cubierta impermeable y sistema de drenaje interno

- La estructura del sistema de drenaje interno estará conformada por un filtro de piedra seleccionada de 3/4" de tamaño promedio y una tubería perforada de HDPE de 12" de diámetro, corrugada en el exterior y lisa en el interior, que formarán parte del sistema colector principal. Los colectores secundarios estarán conformados por tuberías perforadas de HDPE de 6" de diámetro, corrugada en el exterior y lisa en el interior. En ambos casos, toda la estructura estará envuelta por un manto de geotextil no tejido de 300 g/m² con la finalidad de evitar la migración de finos hacia el dren colector, y serán instaladas en zanjas de superficie uniforme, con una pendiente mínima de -0.2%.
- La estructura del sistema de subdrenaje es del tipo francés, conformado por un filtro de piedra seleccionada de 3/4" de tamaño promedio y una tubería perforada de HDPE de 12" de diámetro, corrugada en el exterior y lisa en el interior, que forman parte del sistema colector principal. Los colectores secundarios están conformados por tuberías perforadas de HDPE de 6" de diámetro, corrugada en el exterior y lisa en el interior.
- Con la finalidad de evitar la migración de finos hacia las tuberías colectoras, en todos los casos serán cubiertas por un manto de geotextil no tejido de 300 g/m² a manera de filtro, instaladas en zanjas de superficie uniforme, con una pendiente mínima de -0.2%.
- Las tuberías que conforman el sistema de drenado interno para eliminación y recuperación de humedad residual y/o meteórica que pueda entrar en contacto, así como para evitar saturación hidráulica del depósito, corresponde a tres tipos: Tubería menor de drenado, tubería mayor de colección y tubería de conexión a sistema existente de salida para reciclado de soluciones:

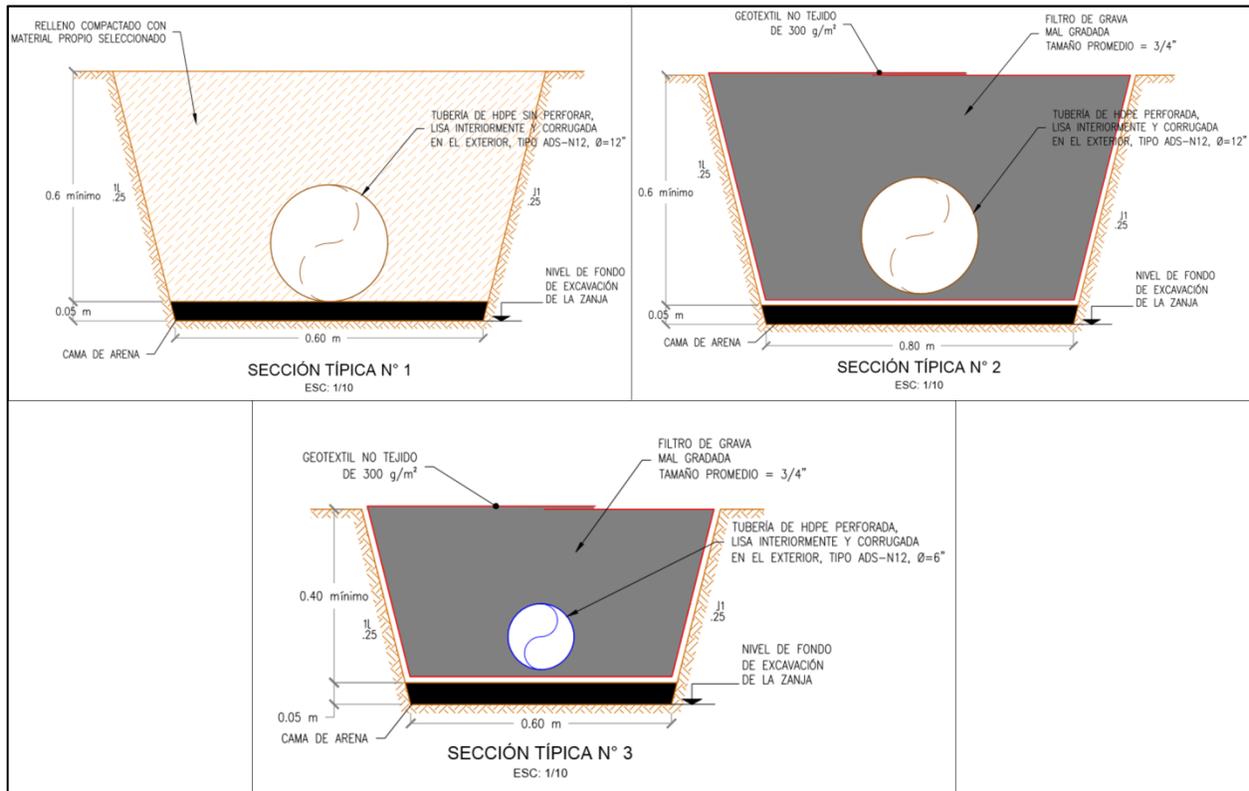


Figura 2. 18. Esquemático de secciones de sistema de drenaje interno

II.2.4 Construcción de obras asociadas y actividades provisionales del proyecto

El Proyecto de Ampliación del Depósito de Jales Secos, solo requiere la ampliación del ancho de vía de dos accesos existentes y que permanecerán por la totalidad de la operación. El resto de las obras complementarias, asociadas ya se encuentran en el sitio y/o emplearán la misma huella del depósito.

- Construcción de caminos de acceso y vialidades

Los accesos 1 y 2, serán ampliados de un ancho actual de 4 metros a 8 metros para facilitar el acarreo de jal seco desde planta de filtrado y evitar conflictos entre vehículos de acarreo, transporte de personal y vehículos de operación y seguridad.

El depósito en sí, requiere de diferentes accesos para descarga de jal seco dentro del vaso, los cuales serán establecidos estrictamente en la huella del depósito y serán habilitados en las secciones que vayan siendo requeridas para el eficiente ingreso, descarga y esparcido de capas de jales dentro del depósito.

- Servicio médico y respuesta a emergencias

La Mina San José ya cuenta con un área equipada para servicio médico, emergencias, primeros auxilios y ambulancia para trabajadores y contratistas.

- **Almacenes, recipientes, bodegas y talleres**

La operación ya cuenta con almacenes, bodegas y talleres de servicio y mantenimiento como parte de la operación de mina, planta, presa y depósito actual de jales secos.

La ampliación del depósito de jal seco, implica la necesidad de contar con espacio de recepción de materiales (rollos de geosintético, geotextil, herramientas de uso constante, generadores portátiles, etc.). Para este fin, se continuará utilizando el almacén del depósito actual:



Figura 2. 19. Almacén de materiales y equipos para depósito de jal seco

- **Oficinas, campamentos, dormitorios, comedores**

El Proyecto no requiere infraestructura adicional a la actual: las oficinas de construcción y supervisión de obra corresponden a oficinas móviles (trailas), actualmente utilizadas para depósito existente.

La unidad minera cuenta con las edificaciones necesarias para oficinas, comedores, servicios, pueblos, etc., de personal y contratistas en Mina San José.

- **Abastecimiento de energía eléctrica**

El sitio cuenta con suministro de energía eléctrica. Las herramientas de instalación y reparaciones que sean necesarios dentro de la obra, serán operadas con generadores portátiles de electricidad.

- **Sistema de abastecimiento de agua**

El Proyecto de ampliación no requiere de instalación de línea de agua fresca. El agua requerida para construcción y mantenimiento de caminos y terreno, será suministrada por mina desde la planta de pulido de aguas residuales provenientes de Ocotlán de Morelos.

La operación del depósito no requiere de agua para compactación de capas, el jal es suministrado con humedad suficiente para lograr compactación máxima (95%).

- **Instalaciones sanitarias temporales**

El Proyecto no requiere de instalaciones sanitarias adicionales a las que actualmente se disponen para trabajadores, personal y contratistas de presa de jales y depósito de jal seco (área de almacén de materiales). Se utilizarán letrinas portátiles para mayor comodidad de personal, siempre dentro de la huella de proyecto y en áreas autorizadas.

- **Plataformas para maniobras**

Se requieren de dos tipos de “plataformas” o áreas de maniobras, sin embargo, la totalidad de las maniobras se desarrollan dentro de la huella de ampliación y/o en áreas autorizadas del depósito actual:

- Maniobras de preparación, contemplando movimiento de tierra y roca dentro de la misma huella de proyecto y área de preparación
- Durante la operación, el mismo depósito podrá funcionar en las terrazas superiores como área de acopio de jal seco con humedad mayor a la requerida para su apropiada compactación. Estas porciones permitirán un secado y/o drenado de posibles excedentes de humedad, antes de que los jales sean colocados y compactados en capas de acuerdo al diseño de operación

- **Obras temporales**

No es necesario llevar a cabo la instalación de obras adicionales y/o temporales en virtud de que ya se cuentan con espacios apropiados para su reutilización dentro del polígono Sur, depósito existente y obras de presa de jales.

- **Maniobras temporales**

Durante la operación del depósito de jales secos, y con anterioridad al inicio de cada periodo estacional de lluvias, se instalará un recubrimiento impermeable de avance progresivo sobre los taludes y superficies semi horizontales del depósito. Esta cobertura asegurará que las precipitaciones pluviales sobre el depósito no se infiltren y puedan discurrir hacia las canaletas de drenaje ubicadas a los costados y al pie de cada banco, o hacia las tuberías del sistema de drenaje interno, para luego ser dirigidos hacia las pozas de colección de la escorrentía superficial y drenaje interno.

La cobertura impermeable a ser utilizada para el recubrimiento progresivo del depósito estará constituida por una geomembrana de polietileno Enviro Liner de 1 mm de espesor, a ser instalada directamente sobre la superficie del depósito y fijada en los extremos del talud mediante zanjales de anclaje convencionales.

Adicionalmente, durante todo el periodo de operación, sobre la plataforma superior del depósito a manera de contingencia, deberá preverse la disponibilidad de una cobertura sintética impermeable (rapid cover), la misma que deberá ser oportunamente extendida temporalmente en caso de ocurrencia de precipitaciones, evitando de esta manera el humedecimiento de los jales y la infiltración de agua hacia el interior del depósito. Esta cobertura podrá ser retirada y reubicada, de acuerdo a los requerimientos de disposición y conformación de los jales, así como por la inspección del supervisor de obra.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Proceso generador de jales

La Mina San José lleva a cabo explotación subterránea de minerales (plata y oro), mineral extraído a superficie para su beneficio en planta de proceso. El beneficio de mineral se logra por medio de una flotación intensiva que permita la mayor recuperación posible de leyes económicas.

Inicialmente, la Planta de Beneficio generó jales húmedos que fueron depositados en la Presa de Jales ubicada en el Polígono Sur de la Unidad Minera. Actualmente la Planta de Beneficio, genera un promedio de 2,925 tpd (toneladas por día) de jales secos, que son depositados en el Depósito de Jales Secos, optimizando el uso del agua ya que actualmente no se generan jales húmedos.

El proceso de generación de jales secos, corresponde al espesado, filtrado y acopio de material para su disposición en depósito de jal seco. El concentrado secundario es manejado en un tanque espesador, empleado agentes floculantes que permitan la aglomeración de partículas y generación de sedimentos:

- Se lleva a cabo una separación de sólidos y líquidos
- Se lleva a cabo una recuperación de solución para recirculado en proceso
- Se generan jales gruesos para ser bombeados a planta de filtrado
- Se filtran sedimentos para generar un concentrado secundario que se almacena en área de concentrados para su envío y transporte
- El bajo flujo del tanque (segunda flotación de tipo agotativa) es enviado al tanque espesador para la separación de fase líquida y sólida
- Las partículas finas se aglomeran en forma de sedimentos y el agua es recirculada
- Las pulpas remanentes corresponden a jales, los cuales se envían a planta de filtrado / relleno hidráulico y en caso de emergencia se bombea a la presa

Generación y manejo de jales

El proceso de flotación genera jales mineros, los cuales se manejan de forma estratégica para la mayor recuperación posible de agua para el proceso. Los jales generados se manejan para ser empleados en planta de relleno hidráulico de mina (reutilización de material en relleno y estabilización de mina).

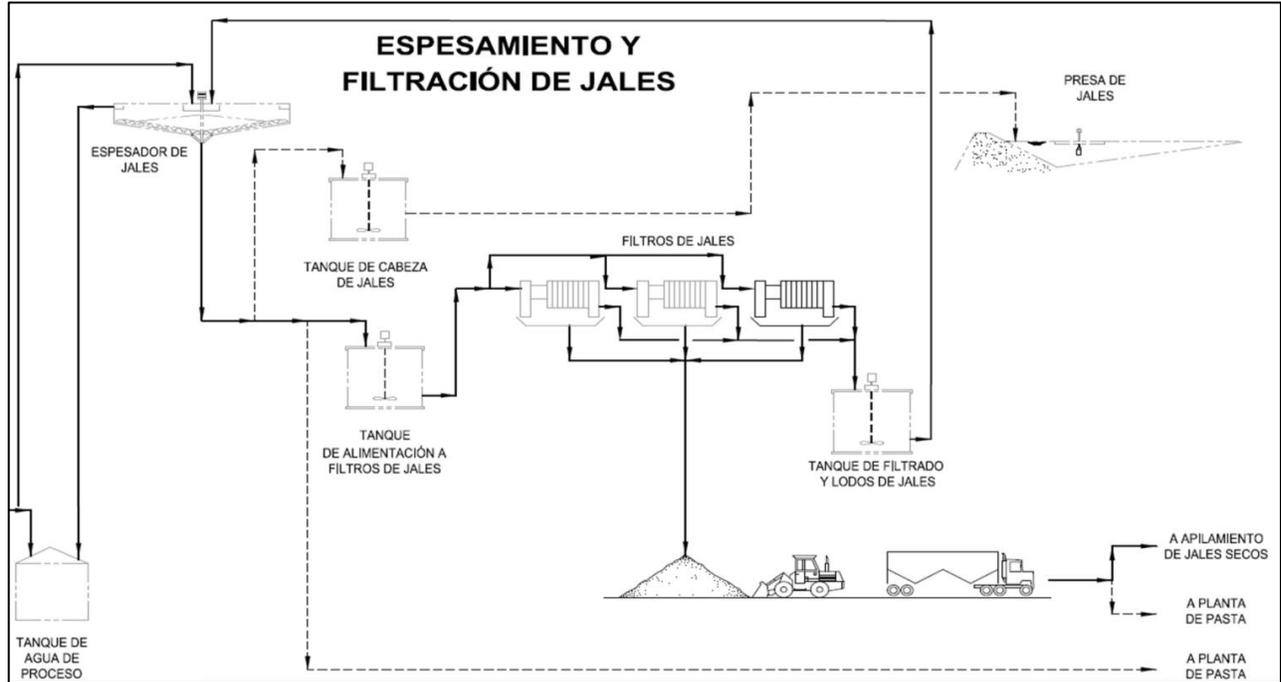


Figura 2. 20. Esquemático de proceso de espesamiento y filtrado de jales

Los jales obtenidos del proceso de flotación de la planta concentradora son conducidos a los espesadores y posteriormente a la planta de filtrado ubicada en el polígono norte, cerca de la planta concentradora. El jal resultante del filtrado será descargado mediante un stacker, en una plataforma de concreto para su almacenamiento temporal, y desde ahí será transportado mediante camiones y descargado sobre la superficie del depósito y extendido con equipos de arrastre.

Luego de que los jales sean esparcidos y en caso se requiera un tiempo de desecado, estos permanecerán en la plataforma de operación o en el área de contingencia habilitada (dependiendo del grado de humedad), en porción superior del área de depósito de jal seco, hasta alcanzar el óptimo contenido de humedad ($\pm 2\%$ de tolerancia), luego serán compactados en capas de 0.3 m de espesor máximo mediante un rodillo (pata de cabra) de 10 toneladas como mínimo (Anexo 2.11 Secuencia de disposición de jal seco), hasta alcanzar una densidad mínima de 95% de la máxima densidad seca obtenida con el ensayo de compactación Proctor modificado.

La superficie del depósito de jales será construida con una pendiente de -2% hacia las estructuras de drenaje superficial y drenaje interno, de manera que las aguas de lluvia escurran rápidamente fuera del área del depósito de jales.

El procedimiento antes descrito se seguirá durante toda la operación del depósito de jales secos hasta conformar la geometría indicada en los planos del proyecto.

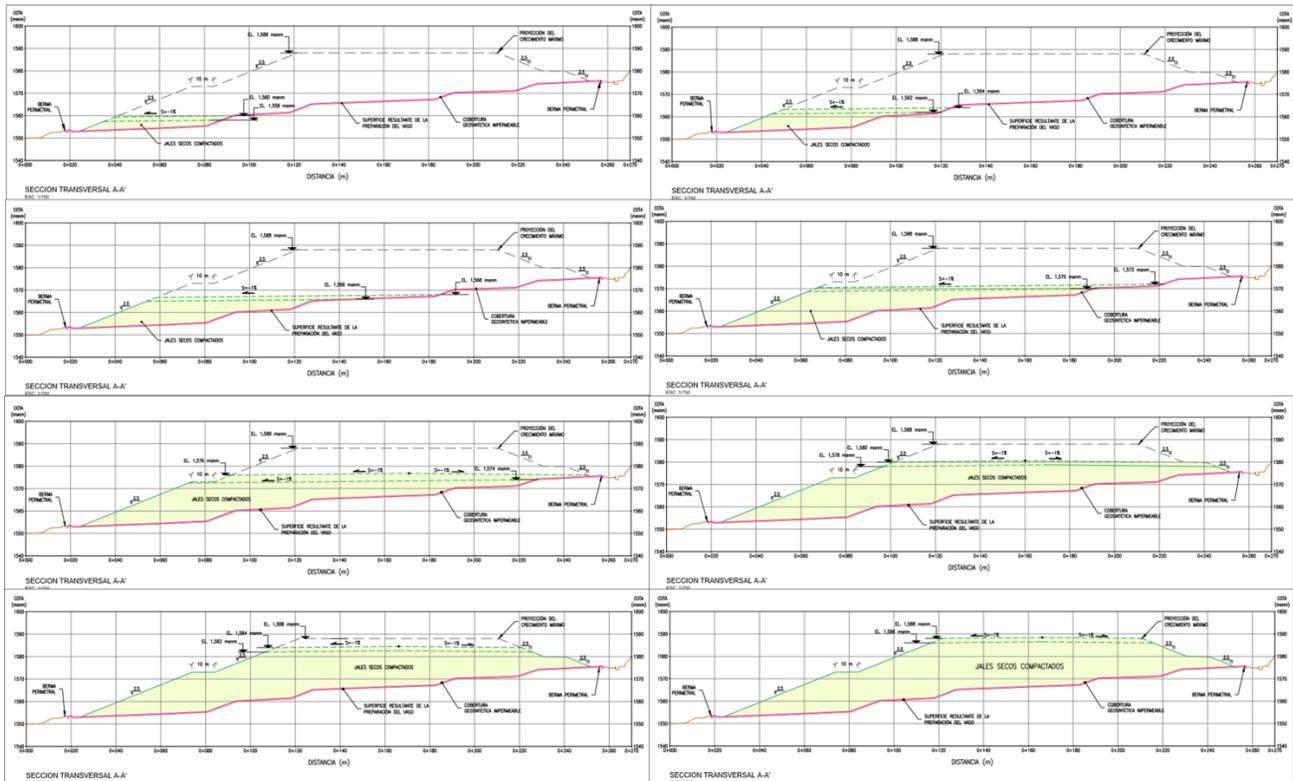


Figura 2. 21. Esquemático de crecimiento en capas del depósito de jal seco

Los jales secos y compactados serán monitoreados geotécnicamente, controlándose la densidad, la humedad de compactación y espesor de cada capa. Además, se monitorearán las filtraciones captadas por el sistema de subdrenaje y drenaje interno del depósito de jales. Para el control de la presión de poros y de los desplazamientos se instalarán piezómetros e hitos de control topográfico en las bermas del depósito. El diseño operativo y directriz de ejecución para el cumplimiento de seguridad ambiental, estabilidad y mejor práctica, se fundamente en:

- Mantenimiento de controles estrictos de los lineamientos geométricos de ingeniería civil establecidos para el depósito y su ampliación
- Control permanente de los porcentajes de compactación y contenido de humedad fijados para la conformación de los jales secos en el depósito
- Llevar un estricto control de la instrumentación instalada
- No se permitirá la formación de nivel freático al interior del cuerpo del depósito de jales ni en el cuerpo de la berma o dique perimetral
- Inspecciones rutinarias de obra y condiciones e inspecciones detalladas inmediatamente a eventos sísmicos de 6° Richter o mayor (implicando la ejecución de monitoreo de seguridad), así como durante y después de eventos de lluvia torrencial
- Realizar el mantenimiento, limpieza y reparación de las estructuras de drenaje dispuestas en el depósito de jales secos.
- Conjuntamente con la conformación de los jales y antes de cada periodo de lluvias, se debe realizar la impermeabilización de la cara del talud construido, y durante el periodo de lluvias se deberá contar con una cubierta de protección (rapid cover), que será desplegado

temporalmente sobre toda la superficie y plataformas del depósito de jales secos con la finalidad de evitar erosión y condiciones de saturación hidráulica dentro de jales depositados

- Las plataformas deben tener una pendiente uniforme de -2% como mínimo hacia las cunetas de drenaje superficial.

Sobreelevación con jales secos compactados

La ampliación del depósito de jal seco tendrá una capacidad de almacenamiento de jales secos de 500,000 m³, que para una densidad del jal seco y compactado de 1.85 t/m³, le corresponde una vida útil de 1.4 años. La geometría prevista para la disposición de jales secos comprende bancos con taludes de 2.5H:1V; alcanzando una altura de 35 metros en referencia al terreno natural y finalizando en una plataforma semi-horizontal.

La conformación de jales secos en el depósito se efectuará en capas de 0.3 m de espesor máximo, cada una de las cuales será compactada hasta alcanzar como mínimo el 95% de la máxima densidad seca del ensayo de compactación Proctor modificado y manteniendo una inclinación de su superficie de -2% como mínimo, con direccionamiento hacia las estructuras de drenaje superficial y drenaje interno ubicadas en los extremos del depósito y al pie de cada plataforma.

El control y verificación de la conformación de la obra, se llevará a cabo por medio de:

- Hitos de control topográfico. Terminada la obra se instalarán hitos de control topográfico a lo largo de la cresta del depósito, estos hitos servirán para monitorear el comportamiento de la presa ante eventuales desplazamientos. Los hitos están conformados por una varilla de acero corrugado de 1/2" de diámetro con 0.5 m de largo empotrada en una base de concreto de 0.3 x 0.3 m. El extremo de la varilla sobresale 0.1 m de la superficie del hito
- Pozos piezómetros. Con la finalidad de monitorear el nivel de agua subterránea y posibles afectaciones al manto acuífero, se instalarán piezómetros en la parte Norte y Sur, del Depósito de Jales, estos pozos piezómetros estarán a diferentes profundidades de acuerdo a la pendiente del terreno y ubicación del manto.

Cobertura Progresiva del Depósito de Jales Secos

Durante la operación del depósito de jales secos, y con anterioridad al inicio de cada periodo estacional de lluvias, se instalará un recubrimiento progresivo sobre los taludes y superficies semi horizontales del depósito. Esta cobertura asegurará que los aportes estacionales de aguas pluviales que discurren sobre estas superficies sean captados por los canales de drenaje apostados a los costados y al pie de cada banco, para luego ser dirigidos hasta la poza de colección de escorrentía superficial. Esta rápida evacuación de las aguas de lluvia minimizará las posibles infiltraciones al interior del depósito.

La cobertura utilizada para el recubrimiento progresivo estará constituida por una geomembrana de polietileno Enviro Liner de 1 mm de espesor, apoyada directamente sobre la superficie del depósito y fijada en los extremos laterales del talud mediante zanjas de anclaje convencionales.

Manejo de agua pluvial dentro del vaso

Como medida de protección contra la infiltración de las aguas de precipitación directa sobre el depósito de jales secos durante su operación, se ha previsto la construcción de una red de canales que colecten las aguas de escorrentía. Estos canales estarán ubicados a los costados y al pie de cada banco y tendrán una sección variable revestida con geomembrana de polietileno Enviro Liner de 1 mm de espesor.

Estos canales deberán construirse simultáneamente con la instalación del recubrimiento impermeable progresivo de los taludes del depósito, conforme se incremente el nivel de almacenamiento de los jales secos, y con anterioridad al inicio de cada periodo estacional de lluvias. De esta manera se minimizarán las posibles infiltraciones al interior del depósito. Las aguas drenadas serán conducidas hasta una poza de colección de escorrentía superficial ubicada aguas abajo del depósito.

Equipos de operación

El equipo mínimo recomendado para la disposición de jales secos en el depósito es el que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.7. Equipo y maquinaria de operación del proyecto

| Equipo y maquinaria de operación | Cantidad estimada |
|--|-----------------------------|
| Cargador frontal en área de planta de filtrado | 1 |
| Bulldócer D6K o similar sin oruga | 1 |
| Compactador de rodillo de 10 toneladas (pata de cabra) | |
| Flotilla sindicalizada de camiones de acarreo (7 o 14 m ³) | Variable (10 a 20 camiones) |
| Camión cisterna (10 m ³) | 1 |
| Tractor agrícola (escarificador) | 1 |
| Luminarias móviles | 2 |
| Generador portátil | 2 |
| Camioneta de transporte de personal | 1 |
| Camioneta de personal de supervisión | 2 |
| Moto conformadora (uso esporádico) | 1 |

Programa de mantenimiento

El Depósito de jal seco a ser ampliado, establece los procesos, maniobras y actividades programadas para la operación, mantenimiento y manejo de contingencias en el documento de “Manual de Operaciones y manejo de Contingencias del Nuevo Depósito de Jales Secos” (Anexo 2.12), el cual abarca:

- Funciones y responsabilidades del personal involucrado en la operación y mantenimiento
- Definición de componentes, equipos y materiales
- Procedimientos de operación, control y mantenimiento para asegurar operación de acuerdo a diseño y parámetros de seguridad

- Ejecución y control de comisionamiento de obra
- Establecimiento de parámetros operacionales y características de jal
- Crecimiento y conformación de capas, taludes, obra final
- Pautas de seguridad en la operación
- Procedimiento de operación normal
- Procedimiento de operación eventual (sismos, precipitación extrema, problemas de transporte)
- Controles e instrumentación de la operación
- Control y supervisión ambiental
- Procedimiento de contingencias y respuesta

Recursos Humanos para el proyecto

El Proyecto de Ampliación, una vez que inicie operaciones, requiere de personal mínimo para fines de operación y mantenimiento:

Tabla 2.8. Estimación de requerimientos de personal para la operación

| Personal estimado | Operario | Supervisores |
|-------------------------|----------|--------------|
| Muestreadores | 3 | 1 |
| Seguridad | 2 | 1 |
| Medio ambiente | 2 | 1 |
| Geotecnia | 2 | 1 |
| Ejecución de obra | 4 | 1 |
| Laboratorio de material | 2 | 1 |
| Topografía | 1 | 1 |
| Transporte y acarreo | 15 | 1 |

Una parte del personal requerido, será facilitado por la finalización de obra actual y liberación de operarios, resultando en la permanencia y aprovechamiento de personal calificado y con experiencia en instalación y operación de depósito de jales secos.

II.2.6 Etapa de abandono del sitio

Cuando la vida útil del depósito llegue a su fin en función de las operaciones mineras, o en el evento de que se encuentre al límite de su capacidad, se procederá a su cierre definitivo, con el objetivo principal de asegurar su estabilidad física y química en el largo plazo; es decir, evitar su falla ante un evento natural extremo y la infiltración de agua de lluvia. Para lograr dicho objetivo, la Mina deberá contar con un plan de cierre a nivel de detalle, lo cual requerirá efectuar un planeamiento de cierre a lo largo de la vida del depósito a fin de lograr una estrategia óptima (Anexo 2.13, Esquema conceptual de cierre de depósito de jales secos).

La construcción del depósito de jales secos constituirá una obra permanente que ha sido diseñada para mantener su estabilidad a largo plazo, resistiendo los efectos del Temblor Máximo de Diseño (aceleración máxima = 0.31 g) correspondiente a un periodo de retorno de aproximadamente 475 años, donde los resultados anticipan que el depósito permanecerá estable luego del cese del proyecto.

Dado que se ha previsto la instalación de una cobertura impermeable con geosintético en la totalidad de la superficie inferior del vaso del depósito, el objetivo principal del diseño conceptual del cierre de dicha estructura se orientará a prevenir la erosión de los jales por efecto del viento y las precipitaciones, y los subsecuentes daños al medio ambiente debido a la dispersión de jales.

El Plan de cierre de las instalaciones será diseñado de acuerdo a los requerimientos de las normas ambientales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se presentará con anticipación a que esto ocurra y consistirá básicamente en una cubierta seca, debidamente nivelada y adicionalmente sobrecubierta mediante revegetación. En general, y basándose en los datos de campo y los criterios de diseño asumidos, el plan de cierre incluirá los siguientes aspectos:

- A) Nivelación de la superficie del depósito para direccionar las escorrentías hacia los canales de drenaje apostados a los costados y al pie de cada banco, evitando la acumulación de agua durante la época de lluvias
- B) Colocación de una cubierta de suelos sobre los jales
- C) Revegetación de la superficie con especies típicas del área
- D) Monitoreo post cierre.

Medidas de control a largo plazo:

- Estructuras Hidráulicas para el Manejo de Aguas: Para la etapa de cierre del depósito de jales secos se prevé la construcción de nuevos canales y/o la validación de los canales proyectados para la fase de operación, los cuales deberán cumplir con la función de derivación de las aguas de precipitación directa sobre el depósito. Dichos canales serán ubicados a los costados y al pie de cada banco para su posterior derivación hacia un cauce natural. Asimismo, para la derivación de la escorrentía superficial alrededor del depósito de jales secos, se evaluarán y validarán las condiciones del canal de coronación proyectado al inicio de operación del depósito
- Perfil de cubierta: Sobre la cobertura protectora de la superficie del depósito de jales secos en la fase de operación (geomembrana de polietileno Enviro Liner de 1 mm de espesor), se colocará una capa de suelo natural o desmonte inerte de 0.4 m de espesor como mínimo, que deberá ser nivelada adecuadamente para permitir el escurrimiento de la mayor escorrentía posible. Se recomienda colocar una cobertura vegetal, la misma que deberá ser adecuadamente diseñada a fin de prevenir su extinción y la consiguiente erosión del suelo de cobertura. La cobertura vegetal deberá ser resistente en el tiempo, a los agentes atmosféricos y climáticos.

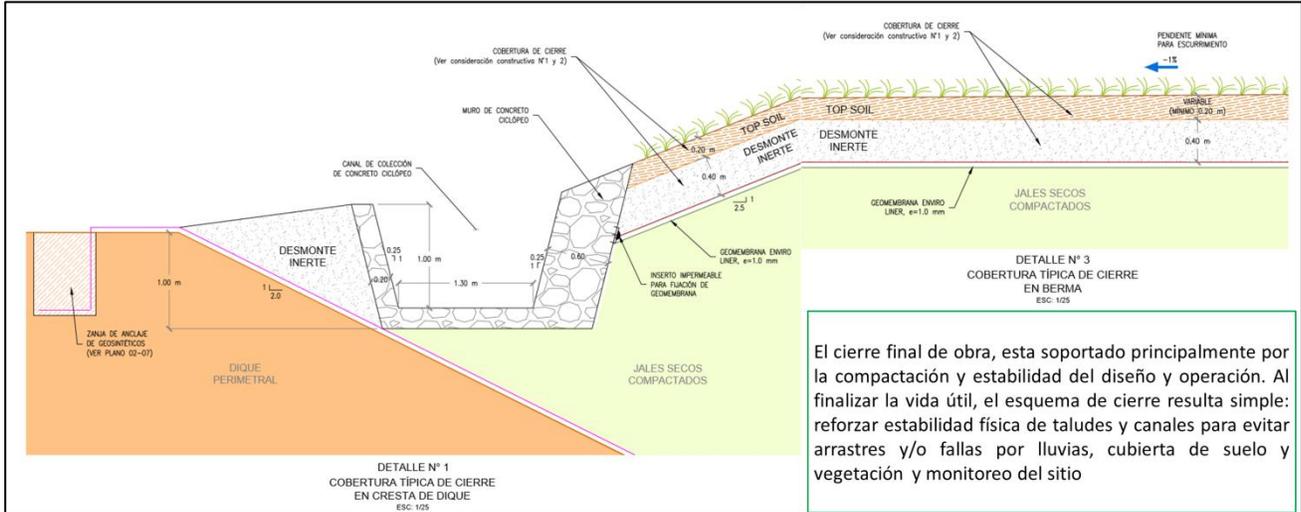


Figura 2. 22. Esquemático de cierre del depósito de jales secos

- La cubierta final del depósito de jal seco corresponde al tipo compuesto, correspondiente a capas estratégicas de: jal compactado, geomembrana, capa de suelo natural, suelo fértil y establecimiento de vegetación apropiada:

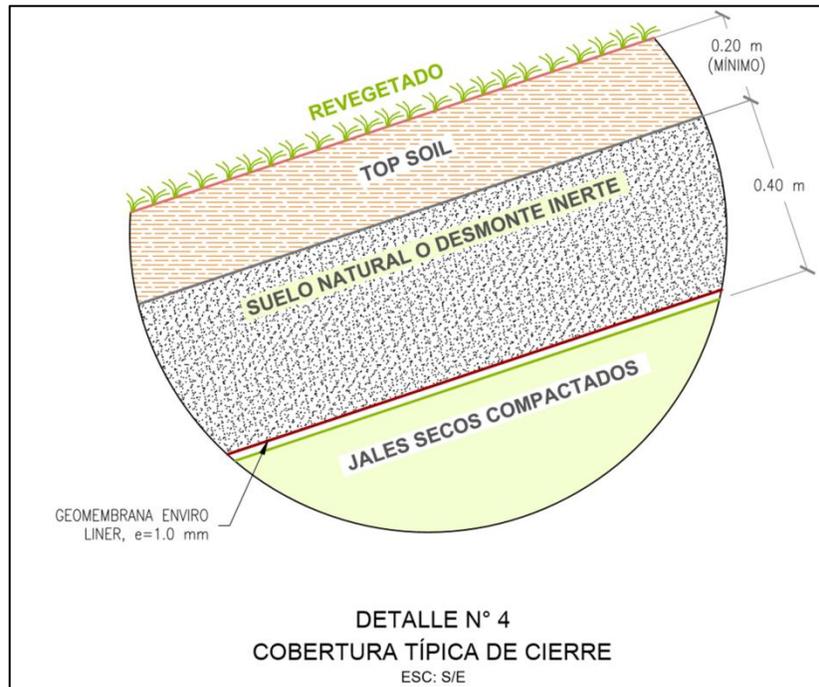


Figura 2. 23. Esquemático de cubierta final de jales secos

- Mantenimiento y Monitoreo Post Cierre en concordancia con lo estipulado en el Plan de cierre, después de concluidos los trabajos de cierre proyectados para el depósito de jales secos, CMC llevará a cabo labores de mantenimiento y monitoreo hasta que se demuestre que se cumple con los objetivos de cierre sin necesidad de actividades de mantenimiento. Estas labores de mantenimiento y monitoreo post cierre tendrán por objeto evaluar la efectividad de

las medidas de rehabilitación del lugar y reparar o mitigar cualquier problema que se identifique. Además, es preciso asegurar que dichas labores de mantenimiento y monitoreo post cierre estén incluidas dentro de los programas productivos de la mina, para que no sea una actividad ajena a las labores cotidianas.

Estas actividades están referidas al funcionamiento y manejo de los sistemas operativos que permanecerán aún después del cierre del depósito de jales secos, como por ejemplo el canal de coronación, los canales de drenaje de escorrentía superficial sobre el depósito, el estado de los suelos revegetados, etc.

- Monitoreo de Estabilidad Física: El depósito de jales secos será una estructura permanente, por lo que deberá estar instrumentado a fin de monitorear su estabilidad física. Se propone la colocación de piezómetros e hitos de control topográfico en puntos clave del área rehabilitada. A partir de las mediciones obtenidas con estos instrumentos de monitoreo se deberá registrar la siguiente información:
 - Lectura del nivel de agua en el piezómetro, a fin de compararlo con el nivel freático propuesto en el diseño.
 - Lectura topográfica de la ubicación de cada uno de los hitos de control topográfico, llevando un registro de lecturas que permitan detectar oportunamente posibles desplazamientos en el cuerpo del depósito a fin de tomar las medidas correctivas del caso.
- Monitoreo de Estabilidad Química: Durante la etapa de post cierre se realizarán inspecciones para verificar el estado de las coberturas del depósito y constatar que estén cumpliendo con las medidas de protección para las que fueron concebidas. Se plantea también el monitoreo visual de la estabilidad geoquímica a través de la observación de alteraciones que pudieran presentarse en las zonas adyacentes al depósito, como por ejemplo cambio de coloración de las áreas revegetadas, desertificación de sectores puntuales, etc.
- Monitoreo de Estabilidad Hidrológica: Será evaluado con más énfasis en la temporada de lluvias, a fin de verificar que la capacidad hidráulica de los componentes del sistema de drenaje cumpla con los objetivos de funcionalidad propuestos en el diseño. De colapsar algún componente del sistema de drenaje se deberán tomar las medidas correctivas a fin de revertir el problema. Entre las posibles medidas correctivas a ser tomadas en cuenta, se sugieren las siguientes: Ampliación de la sección hidráulica de los canales. Construcción de nuevos canales que se integren al sistema de drenaje proyectado.

II.2.7 Utilización de explosivos

Se anticipa la posibilidad de emplear voladuras estratégicas para fragmenta porciones de roca que presenten dificultad para la conformación del vaso. Las voladuras que puedan ser requeridas son diurnas para desprender y fragmentar macizos rocosos y permitir la remoción de material por medios mecánicos, sin implicar conflictos y/o riesgos a comunidades de la región.

II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Residuos mineros

Los jales (tanto históricos como actuales) están clasificados como No Peligrosos:

- Para la caracterización geoquímica de los jales en términos de su potencial de corrosividad, reactividad, inflamabilidad y toxicidad (CRIT), conforme a los procedimientos y parámetros considerados en las normas NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-053-SEMARNAT-1993, se contó con los resultados de los ensayos analíticos proporcionados por CMC, efectuados con muestras de jales obtenidas del depósito de jales secos en operación, por un laboratorio debidamente acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).
- Los jales han sido caracterizados conforme a NOM-141-SEMRNAT-2003, siendo clasificados como No Peligrosos al no presentar potencial de drenaje ácido ni rebasar valores de metales en pruebas de extracción de constituyentes tóxicos.

Los informes de laboratorio (recientes e históricos de caracterización de jales), correspondientes a 2016, se presentan en el Anexo 2.14 (2011 al 2016).

El jal está compuesto predominantemente por limo y arcilla. Según los ensayos realizados de granulometría y límites de Atterberg a muestras de jales, obtenidos durante el Comisionamiento del Depósito, este tiene una distribución granulométrica compuesta por 28% de arena y 72% de finos ligeramente plásticos. De este último, el 14% es del tamaño de las arcillas y el 58% son limos. La arena que forma parte del jal es arena fina con tamaño máximo de 0.3 mm.

Con los ensayos de compactación Proctor modificado, realizados durante el Comisionamiento del Depósito, se obtuvo que la máxima densidad seca del jal es igual a 1.929 t/m³, en tanto que el óptimo contenido de humedad es de 10.2%. Los jales secos en el depósito tendrán una humedad equivalente al óptimo contenido de humedad ($\pm 2\%$ de tolerancia) y compactados al 95% de la máxima densidad seca según el ensayo de compactación Proctor modificado.

Residuos peligrosos

El desarrollo del Proyecto y operación, podrá generar residuos peligrosos (estopas, grasas, aceites), siendo estos retirados del área de trabajo conforme se generan sin permitir el almacenamiento en el Proyecto.

Los residuos peligrosos generados, deberán ser almacenados en el Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP), instalación actual localizada en Mina San José.



Figura 2. 24. Almacén temporal de residuos peligrosos (Mina San José)

Residuos sólidos urbanos

Estos residuos serán clasificados de acuerdo a sus características físico-químicas (orgánicas e inorgánicas) y cada trabajador se asegurará que al término de sus labores diarias deje su área de trabajo en buenas condiciones de orden y limpieza. La basura generada se depositará en recipientes de plástico debidamente ubicados y señalados en el área de trabajo, al final de la etapa de construcción la empresa, hará la disposición final en el basurero municipal de San José del Progreso. Tomando en consideración que la Compañía Minera Cuzcatlán S.A. de C.V., cuenta con un programa de manejo aplicable para cada uno de los trabajadores y contratistas, no existirá contaminación directa al ambiente y estética del paisaje.

Residuos líquidos (aguas residuales)

El desarrollo, operación y mantenimiento del proyecto no genera aguas residuales. El proyecto corresponde a la reutilización y máximo reciclaje posible de soluciones.

En materia de servicios sanitarios, no se contará con servicios permanentes sino portátiles proporcionados por la actual operación y con servicio de mantenimiento rutinario por parte del proveedor.

Emisiones a la atmósfera

Como consecuencia de las actividades constructivas y operacionales en la zona del Proyecto, puede verse afectado la calidad de aire. A continuación, se resumen algunas de las fuentes de polvo y gases en la zona del Proyecto:

- Desbroce y retiro de suelos orgánicos.
- Movimiento de tierras y transporte de jales secos.
- Disposición temporal de jales secos en plataformas.
- Disposición de jales en el depósito.
- Transporte de equipo, maquinaria, insumos y personal a la zona del proyecto.
- Transporte dentro de la zona del proyecto.
- Operación de motores de combustión, maquinarias y vehículos.

Con la finalidad de no afectar la calidad de aire en el área del Proyecto durante las etapas de construcción y operación del depósito de jales secos, se debe implementar una serie de controles y medidas de mitigación, los cuales se indican a continuación.

- Se debe controlar las emisiones de gases de combustión de los motores diésel, principalmente monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx), mediante un programa de mantenimiento regular de los motores, vehículos y maquinarias, lo que permitirá que operen adecuadamente y dentro de los límites establecidos por la normativa
- Se debe llevar el registro de las emisiones de la maquinaria mayor utilizada.
- Se debe controlar las emisiones de polvo en las vías más transitadas al interior y fuera de las instalaciones de la mina, mediante el riego con camiones cisterna. Asimismo, de acuerdo con los resultados del monitoreo de calidad de aire, se evaluará el tratamiento de los caminos con un químico higroscópico mitigador de polvo que ayude a retener la humedad en los suelos. Cabe precisar que estos productos son ambientalmente inocuos
- Se debe controlar la velocidad de los vehículos en los caminos internos y externos de mayor relevancia, los que son compartidos con las comunidades aledañas
- Se debe restringir la circulación fuera de los caminos establecidos para el transporte de jales.
- Los camiones que transporten jales secos podrán ser equipados con coberturas de lona para disminuir las emisiones de polvo o la caída de materiales durante el traslado.

Se considera que las medidas planteadas anteriormente son conservadoras y pueden ser mejoradas durante la operación según lo indique los resultados de los monitoreos a realizarse, así como a las condiciones de dirección y velocidad del viento, topografía y posición del área de operaciones en relación a las zonas pobladas más cercanas. El alcance geográfico de las emisiones debe ser escaso y restringido a las inmediaciones de la huella del Proyecto.

Las variaciones en los niveles de ruido durante la construcción y operación del depósito de jales secos, pueden ser consecuencia de los siguientes trabajos: transporte de jales secos; disposición, conformación y compactación de jales secos; traslado de personal, equipos y maquinaria; generadores eléctricos y bombas de agua, entre otros.

Para prevenir y mitigar estos impactos se deben implementar las siguientes medidas:

- Se realizará el mantenimiento técnico periódico de las maquinarias a utilizar y se revisará la información de cada uno de los equipos
- En la medida de lo posible, las bombas de agua y generadores eléctricos a ser usados estarán dentro de ambientes acústicos, que mitiguen la generación de ruidos en el ambiente

- Minimizar las actividades a realizar durante el turno nocturno.

Durante la etapa de operación del depósito, se debe realizar el monitoreo de ruidos en los centros poblados aledaños, tanto para el turno diurno como para el turno nocturno. De esta manera verificar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental.

Una vez realizado el monitoreo de ruidos, y en el caso de exceder los límites permitidos según los estándares de calidad ambiental, se debe contemplar medidas adicionales a las contempladas líneas arriba.

II.2.9 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Compañía Minera Cuzcatlán S. A. de C. V. cuenta con la infraestructura apropiada para el manejo y disposición de la totalidad de los residuos generados. El actual depósito y la presente Ampliación del depósito de jales secos, corresponden a una mejora importante en materia de eficiencia de manejo de residuos mineros y reciclaje de agua. El proyecto se encuentra plenamente soportado por las condiciones de la zona, desde la localización, diseño, operación, controles y esquema general de cierre final:



Figura 2. 25. Soporte técnico de manejo y disposición de residuos mineros

II.2.10 Otras fuentes de daños

a) Contaminación por vibraciones, radiactividad, térmica o luminosa

Las vibraciones de mayor relevancia por la preparación del Proyecto, corresponden a la puntual y fugaz utilización (en caso de ser absolutamente necesario) de voladura para fragmentación de roca de forma que permita el retiro de material para conformación de vaso receptor de jales.

El Proyecto, no implica emisiones de radioactividad y/o térmica. Las emisiones lumínicas serán puntuales para áreas de trabajo y para fines de vigilancia y seguridad.

b) Liberación de jales por camiones de acarreo

Para evitar la contaminación del medio ambiente durante el manejo y traslado de los jales secos se deberá tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

- Verificar que el ancho de la tolva de los camiones sea mayor al ancho de la cuchara del cargador, a fin de que no hay derrames al momento del carguío
- Para evitar el derrame de jales durante el transporte, los camiones deberán contar con un cierre hermético de su compuerta
- El nivel de llenado de los camiones deberá estar al nivel o por debajo de la altura de la tolva
- La descarga se debe realizar directamente sobre el sector de trabajo o el área de contingencia del depósito de jales secos
- Las llantas de los camiones que salgan del depósito, no deberán contener restos de jales y de considerarse necesario, serán previamente limpiadas antes de regresar a la planta de filtrado

c) Posibles accidentes

El procedimiento de transporte de jal seco implica el uso de una flotilla de aproximadamente 15 camiones con un promedio de 21 viajes diarios, lo cual incrementa la posibilidad de conflictos y potencial liberación de carga de jales. Para evitar posibles conflictos y afectaciones, se contempla:

- Se evita tránsito sobre caminos pavimentados con tránsito local (solo un cruce)
- Se lleva a cabo la ampliación de Acceso 1 y 2 para evitar accidentes
- Se mantiene un stock de jal seco dentro del área de colocación para permitir paro de acarreo en situaciones que requieran minimizar tránsito de vehículos sin parar operaciones

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO.

En el presente Capítulo se presenta un análisis de los diferentes ordenamientos jurídicos en materia ambiental que se vinculan al desarrollo del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México. Para la elaboración del presente capítulo se han revisado los documentos relativos a las Leyes y Reglamentos, Federales y Estatales, en materia de regulación de equilibrio ecológico y protección al ambiente, así como los planes federales, estatal y municipal de desarrollo urbano, ordenamiento ecológico territorial y demás instrumentos de política ambiental aplicables o de interés para la región de estudio.

III.1 Información sectorial

Durante casi una década, la minería mexicana fue protagonista de crecimientos altos y sostenidos, pero la caída en el precio de los metales y una mayor carga fiscal han originado una tendencia negativa a partir del año 2013 y en especial en el año 2014. La participación del sector minero-metalúrgico representó 8.9% del PIB Industrial y 3% del Producto Nacional, de acuerdo con datos del Sistema de Cuentas Nacionales 2008 del INEGI.

En el año 2014 la cotización del oro disminuyó 10% respecto a 2013; la de la plata se redujo 20%; el plomo 2.2%, el cobre cayó 6.4% y el fierro 28.5%. Las empresas mineras en el mundo respondieron a las desfavorables condiciones del mercado con una reducción en 2014 de 26% en el presupuesto de exploración de metales no ferrosos, en comparación con el año anterior y 48% abajo en comparación con el año 2012.

En México, el entorno global adverso se conjugó negativamente con una mayor carga fiscal derivada de la reforma que entró en vigor en 2014 y que incorporó nuevos derechos a la minería, lo que restó competitividad al sector y redujo inversiones, principalmente en el rubro de la exploración minera.

El valor de la producción minero-metalúrgica descendió por segundo año consecutivo, al alcanzar 196 mil 967 millones de pesos (Figura 3.1), un retroceso de 2%, de acuerdo con datos anualizados del INEGI. Esta baja se debe principalmente a la reducción en la producción del grupo de metales preciosos y al menor precio internacional de los metales. Este valor complementado con datos de los minerales no metálicos (no concesibles), alcanzó los 18 mil 684 millones de dólares, cifra inferior en 12.9% a la de 2013.

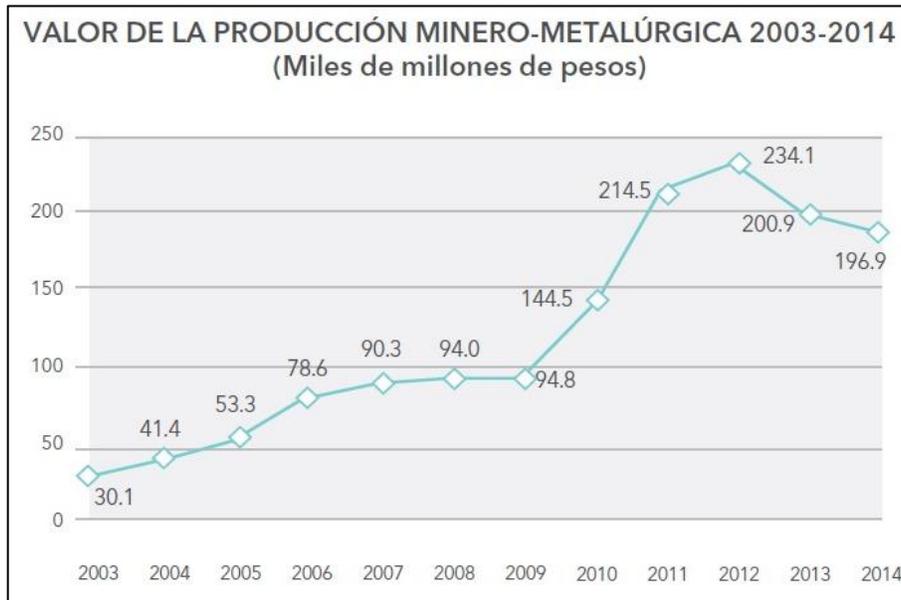


Figura 3.1. Valor de la producción minero-metalúrgica 2003-2014 (INEGI)

La industria minera mexicana se ha consolidado como uno de los sectores industriales que más divisas genera al país, durante 2014 alcanzó 17 mil 53 millones de dólares, ocupando la cuarta posición, sólo por debajo del sector automotriz, el electrónico y el petrolero.

Los volúmenes de producción de 15 productos minero-metalúrgicos disminuyeron, mientras 14 aumentaron. Pese a la caída en la producción, durante 2014 el oro se ubicó como el de mayor aportación al valor de la producción minero-metalúrgica (Figura 3.2) con 27% seguido del cobre, con 20.9%; la plata, con 19.5%, y el zinc, con 6.6%.

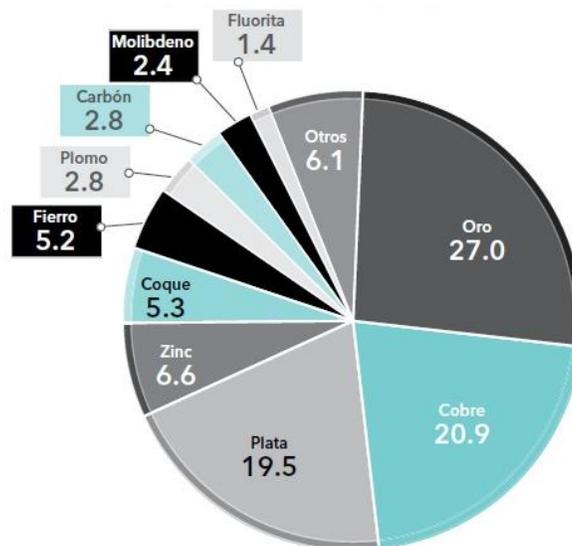


Figura 3.2. Participación de los metales y minerales en el valor de la producción minero-metalúrgica 2014 (196,967 millones de pesos). Fuente: INEGI

La inversión en exploración disminuyó por segundo año consecutivo para ubicarse en 856.4 millones de dólares, no obstante ser uno de los eslabones más importantes en la cadena de valor de la minería. De acuerdo con la Secretaría de Economía, de 803 proyectos mineros, 129 postergaron oficialmente sus planes de negocio.

Las cifras del empleo en el sector minero volvieron a mostrar desaceleración ya que apenas crecieron 2.5% en relación con 2013, es decir se crearon 8 mil 316 puestos nuevos en 2014 para alcanzar un total de 340 mil 817 plazas directas. Un número positivo pero menor al alcanzado en 2012 cuando se crearon 18 mil 833 nuevos empleos.

Las remuneraciones que perciben los empleados de la industria minera son 41% superiores al promedio nacional.

En el ámbito internacional nuestro país siguió perdiendo posiciones. El Fraser Institute de Canadá reportó que México cayó dos peldaños y fue sustituido por Perú como el segundo lugar más atractivo para las inversiones mineras en América Latina. El primer lugar lo ocupa Chile.

Aunque la minería se distingue por ser una de las industrias más intensivas en inversión, el año pasado las compañías del sector operando en México destinaron 4 mil 948 millones de dólares en inversión total según la CAMIMEX (Figura 3.3), por debajo de los 6 mil 576 millones de dólares invertidos en 2013 y los 8 mil 43 millones de dólares de 2012.

| Empresas afiliadas a Camimex | 2014* | 2015** |
|---------------------------------|----------------|----------------|
| Exploración | 513.1 | 493.4 |
| Expansión de proyectos | 339.5 | 459.9 |
| Nuevos proyectos | 1,360.4 | 1,516.0 |
| Capacitación y productividad | 75.7 | 95.3 |
| Adquisición de equipo | 622.7 | 669.7 |
| Medio ambiente | 88.1 | 236.1 |
| Seguridad y salud en el trabajo | 70.9 | 73.9 |
| Seguridad Patrimonial | 57.5 | 47.2 |
| Desarrollo comunitario | 41.9 | 41.5 |
| Energías limpias | 18.9 | 40.7 |
| Apoyo a comunidades | 39.9 | 44.1 |
| Mantenimiento | 444.9 | 571.9 |
| Otros | 492.8 | 538.0 |
| Subtotal | 4,166.3 | 4,827.7 |
| No socios | | |
| Exploración | 343.3 | 180.0 |
| Activos | 438.1 | 450.0 |
| Subtotal | 781.4 | 630.0 |
| Total Minería | 4,947.7 | 5,457.7 |

*Cifras en millones de USD *Cifras reales **Cifras proyectadas*

Figura 3.3. Inversión para el sector minero 2014-2015

La Inversión Extranjera Directa en minería en México, de acuerdo con datos de la Secretaría de Economía, de enero a diciembre de 2014 ascendió a 2 mil 117 millones de dólares, una baja de 59% respecto a 2013.

En el Indicador de Régimen Fiscal del Fraser Institute, el retroceso en 2014 fue de 32 posiciones que junto con el retroceso de 50 posiciones del 2013 lo coloca en la posición 103 de 122 jurisdicciones y consecuentemente como uno de los países menos atractivos para invertir en minería. La Encuesta sobre Expectativas Económicas que realiza el Banco de México mostró la preocupación generalizada por la inseguridad, uno de los factores que frenan el crecimiento del sector.

Al cierre de 2014, la minería pagó por concepto de Impuesto Sobre la Renta 33 mil 826 millones de pesos, cifra 34.8% superior a la de 2013.

III.2 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo es el documento donde se manifiesta de forma general y coordinada, metas, estrategias, objetivos y líneas de acción. El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2013, se basa en cinco metas nacionales, las cuales son:

- I. México en paz;
- II. México incluyente;
- III. México con educación de calidad;
- IV. México próspero; y
- V. México con responsabilidad global.

El resultado de estas cinco metas tiene como fin lograr el objetivo principal de llevar a México a su máximo potencial.

El proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, se encuentra aún con las metas México incluyente y México Próspero cuyos objetivos/estrategias son los siguientes:

- Estrategia 4.2.5. Promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura, articulando la participación de los gobiernos estatales y municipales para impulsar proyectos de alto beneficio social, que contribuyan a incrementar la cobertura y calidad de la infraestructura necesaria para elevar la productividad de la economía.
- Estrategia 4.2.5. Promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura, articulando la participación de los gobiernos estatales y municipales para impulsar proyectos de alto beneficio social, que contribuyan a incrementar la cobertura y calidad de la infraestructura necesaria para elevar la productividad de la economía.
- Objetivo 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.

- Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.
- Estrategia 4.8.1. Reactivar una política de fomento económico enfocada en incrementar la productividad de los sectores dinámicos y tradicionales de la economía mexicana, de manera regional y sectorialmente equilibrada.
- Estrategia 4.8.2. Promover mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero.

Es importante aclarar que el PND no es un instrumento vinculante que restrinja la actividad pretendida, sin embargo, aun cuando el Proyecto no incrementará por sí mismo la infraestructura existente en el municipio de San José del Progreso, si será un proyecto de alto beneficio social, ya que contribuirá a dar continuidad a las operaciones de minado que se llevan a cabo en la mina, alargando así su vida productiva y manteniendo una gran cantidad de empleos directos existentes. Todo esto se desarrollará dentro de los lineamientos y políticas de sustentabilidad de Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C. V., con las que todo el personal, desde la alta gerencia, está comprometido.

Además, el Proyecto no contraviene con los objetivos y/o estrategias presentados anteriormente, por el contrario, contribuye directamente a la estrategia 4.8.2 ya que representa un incremento en la inversión del sector minero, y aunque se pretende la ampliación de un Depósito de Jales secos y no a la apertura de una nueva mina como tal, esto contribuirá y se fundamentará en la sustentabilidad ambiental con beneficios económicos y sociales.

III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016 del Estado de Oaxaca (PED)

El Plan Estatal es un documento rector donde manifiesta de forma general y coordinada, lineamientos, prioridades, objetivos, estrategias de acción y financiamiento. El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2011-2016 se basa en 4 temas fundamentales para el desarrollo del estado, Derechos Humanos, Equidad de Género, Pueblos Indígenas y Sustentabilidad.

El Proyecto se encuentra afín con el eje correspondiente en al desarrollo económico de la región, cuyo objetivo principal es Incrementar la inserción laboral de la población económicamente activa en actividades formales y mejorar las condiciones de ocupación en los distintos sectores productivos, mediante la vigilancia de la aplicación de la justicia laboral, el fortalecimiento de la formación y profesionalización de los trabajadores, pero también, la potenciación laboral de las inversiones productivas y cadenas de valor, para generar empleos dignos y mejor remunerados que brinden mayores oportunidades de bienestar.

Respecto al sector minero, Línea de acción 1: Promover el desarrollo sustentable de la minería en Oaxaca, con la participación de instituciones y empresas que generen proyectos de mediana y gran escala, consultando y generando beneficios a las comunidades y minimizando o compensando el impacto ecológico, para convertir a la minería en un sector estratégico para el desarrollo económico de la entidad.

Líneas de acción 2: Elaboración de acuerdos entre inversionistas del sector minero, organizaciones y comunidades, para dar certidumbre al inversionista e impulsar la actividad minera

en el estado. Marco normativo y regulatorio efectivamente aplicado, para garantizar las condiciones laborales, ambientales y de seguridad aplicables a la explotación minera.

Compañía Minera Cuzcatlán se ha caracterizado por la incorporación de mejores prácticas de responsabilidad social; para el Proyecto ya que se pretende la continuación de la producción, manteniendo los empleos existentes en la Mina San José, además de la generación directa de empleos, así como los beneficios hacia la comunidad y el uso sustentable de los recursos naturales, lo cual va acorde al PED 2011-2016.

De igual manera, se considera la normatividad ambiental vigente que garantice la estabilidad del ecosistema, la seguridad de los trabajadores y el uso eficiente del agua, así como del manejo y conservación de recursos naturales, garantizando la sana convivencia del hombre con la naturaleza.

III.2.3 Plan de Desarrollo Municipal 2014-2016 del Municipio de San José del Progreso (PDM)

El Plan de Desarrollo Municipal 2014-2016, “habrá de ser el instrumento que oriente los esfuerzos del gobierno municipal para enfrentar los retos de manera proactiva y aprovechar el gran potencial para trabajar juntos, sociedad y gobierno”.

El Consejo municipal de Desarrollo Rural Sustentable, establece como propósito, principal del plan, el fomentar el desarrollo sustentable reflejado a través de la visión integral de los procesos productivos, lo cual requiere una relación muy estrecha entre las autoridades municipales y la sociedad, que permitan llevar una administración adecuada de los recursos financieros y naturales con el objetivo de impulsar el progreso en cada una de las comunidades que integran el municipio de San José del Progreso. En este contexto, establecen como principal problema: la pérdida de los recursos naturales debido a la deforestación del territorio, la tala inmoderada de árboles ubicados en las faldas de los cerros de comunidades aledañas al municipio, causando daños irreversibles si no se toman las medidas preventivas correspondientes. Al respecto, es importante señalar que durante la construcción de la obra se plantea el rescate y reubicación de especies de importancia ecológica, así como el programa de reforestación utilizando especies nativas de la región.

En lo que respecta al potencial de aprovechamiento sustentable de los recursos minerales, en la región es posible encontrar minerales metálicos, depósitos de oro, plata, hierro, carbón, plomo, cobre, zinc, antimonio, titanio, asbesto, feldespato, fosforita, cuarzo, yeso, mica, ónix, mármol, caliza y sal.

III.2.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (PORTEO)

Este instrumento de planeación ambiental divide al estado de Oaxaca en 8 regiones dentro de las que se encuentran 55 Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) de acuerdo con el uso de suelo predominante.

En un análisis del PORTEO, se determinó que el proyecto se encuentra localizado dentro de la región Sierra Sur, específicamente dentro de la UGA 005, la cual está regida por una política de Aprovechamiento sustentable.

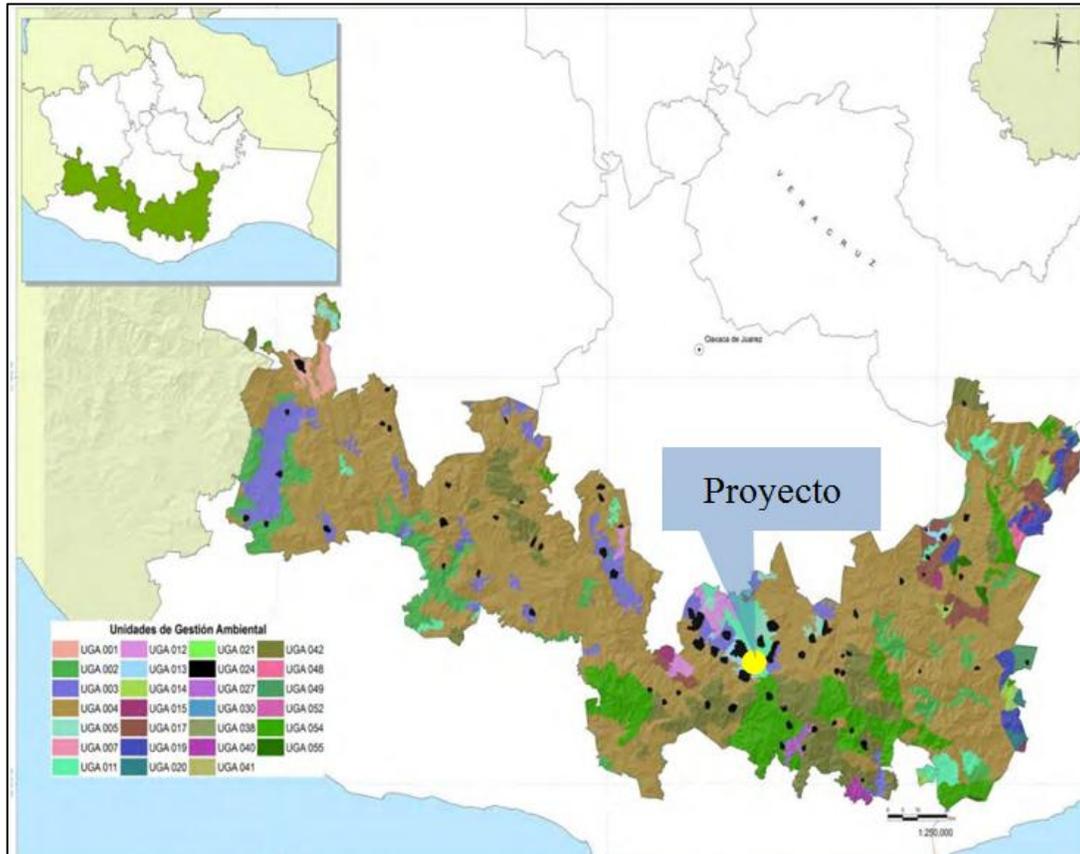


Figura 3.4 Localización del proyecto respecto a la región Sierra Sur

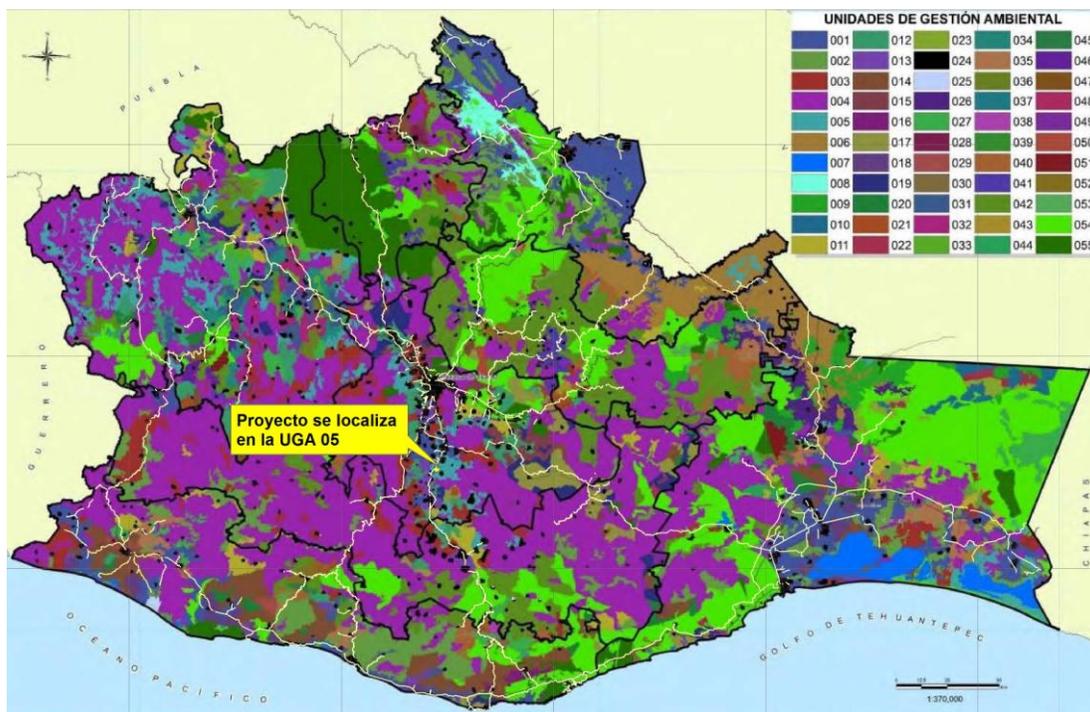


Figura 3.5 Localización del proyecto respecto al PORTEO

A continuación se presentan los lineamientos ecológicos aplicables para la UGA 005

Tabla 3.1. Lineamientos aplicables a la UGA 005

| Uga | Política | Uso recomendado | Usos condicionados | Usos NO recomendados | Sin aptitud | Tipos de cobertura a 2011 | Lineamiento a 2025 |
|-----|-----------------------------|--------------------------------|--|------------------------------|-------------|---|--|
| 5 | Aprovechamiento Sustentable | Asentamientos humanos, minería | Agrícola, ganadería, forestal, industria, industria eólica | Apícola, ecoturismo, turismo | Acuícola | Agr 37.23%; AH 0.00%; BCon 0.68%; BCyL 6.66%; BEn 2.21%; BMM 0.69%; CA 0.49%; MX 0.42%; Pzl 41.31%; SCyS 2.40%; SPyS 1.19%; Sinvg 3.60%; VA 3.11% | Aprovechar las 213,228 ha para el desarrollo de asentamientos humanos y del sector secundario, así como las áreas altamente productivas en que se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas, mejorando los procesos de producción; y llevar a cabo un manejo forestal integral de las 35,901 ha de bosques y selvas, buscando mantener un equilibrio entre desarrollo y conservación del área. |

Por lo antes expuesto, y considerando que el Programa de Ordenamiento (PORTEO) es un instrumento regulador de la política ambiental que asegura el desarrollo sustentable en la entidad mediante la implementación de políticas, criterios y/o lineamientos ambientales, así como restricciones en la realización de diferentes actividades, mismas que son de observancia general y obligatorio para todos los particulares, se concluye que las obras y/o actividades correspondientes al Proyecto no contravienen la política ni los criterios antes citados ni limitan su desarrollo, por el contrario, el proyecto se vincula an encontrarse acorde con los usos recomendados de la UGA.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. No obstante, por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales.

El sitio del proyecto se localiza en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 74, denominada Sierras y valles de Oaxaca (Figura 3.4) en la Región Ecológica con clave 18.17, que indica que tiene por política ambiental el Aprovechamiento Sustentables y Restauración y que el sector rector es el desarrollo es forestal, mientras que la agricultura, el desarrollo social, minería, poblacional, turismo aparecen como coadyuvante y asociados del desarrollo. La información de la UAB se presenta en la Tabla 3.2.

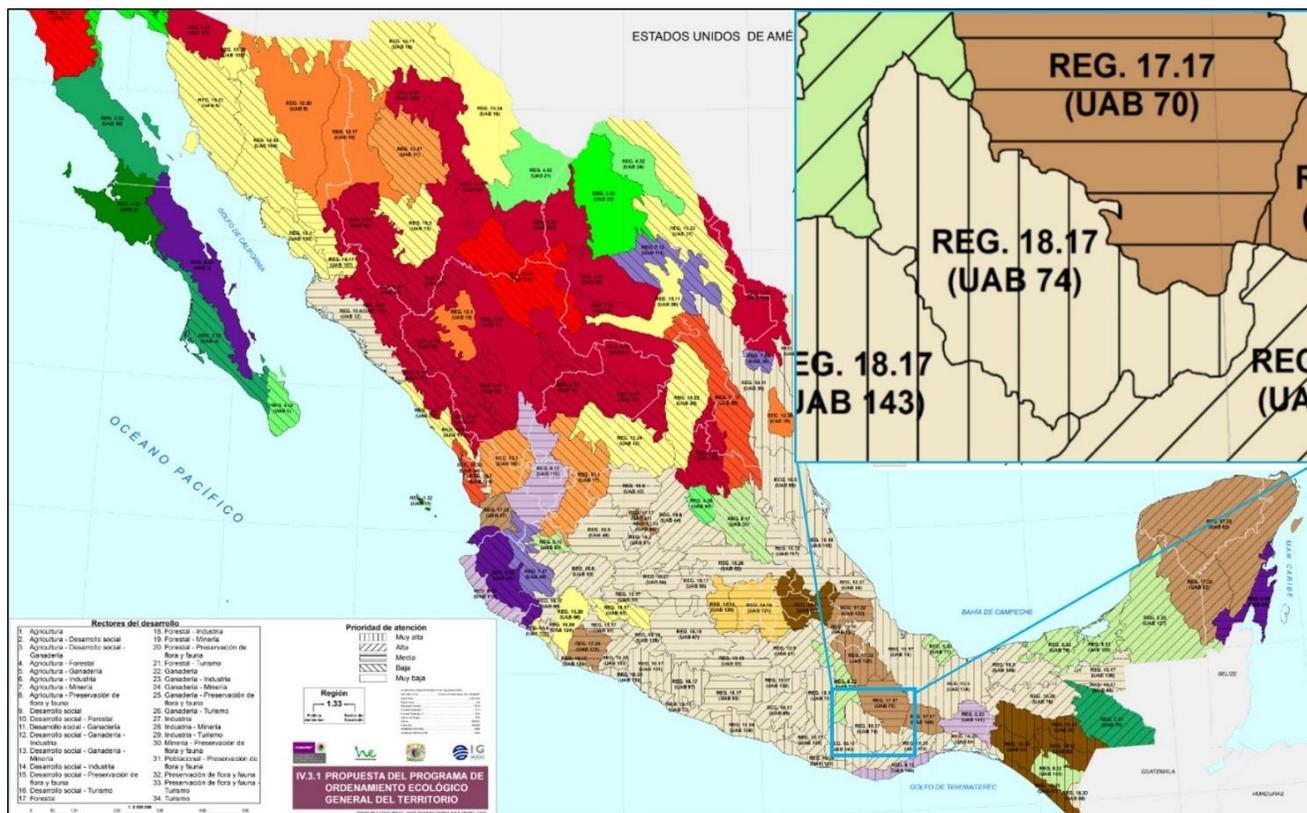


Figura 3.6. Proyecto dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (MOEGT)

Tabla 3.2. Localización del proyecto dentro del POEGT

| | |
|---|---|
| Unidad Ambiental Biofísica | 74. Sierras y valles de Oaxaca |
| Política Ambiental | Aprovechamiento Sustentable y Restauración |
| Estado del Medio Ambiente (2008) | Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Medio. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km ²): Media. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 49.4. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera. |
| Escenario al 2033 | Inestable a Crítico |
| Prioridad de atención | Muy Alta |
| Rectores del desarrollo | Forestal |
| Coadyuvantes de desarrollo | Agricultura |
| Asociados del desarrollo | Desarrollo Social, Minería, poblacional, turismo |
| Otros sectores de interés | Ganadería, Industria |

| Estrategias | |
|--|---|
| Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio | |
| B) Aprovechamiento sustentable | <p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p> |
| C) Protección de los recursos naturales | <p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p> |
| D) Restauración | <p>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</p> |
| E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios | <p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p>15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> <p>16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.</p> <p>17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (Automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).</p> <p>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</p> <p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p> <p>23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores Relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).</p> |
| Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana | |
| A) Suelo Urbano y Vivienda | <p>24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</p> |
| B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias | <p>25. Prevenir / atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.</p> <p>26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.</p> |
| C) Agua y Saneamiento | <p>27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</p> |
| D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional | <p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p> <p>32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p> |
| E) Desarrollo Social | <p>33. 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.</p> <p>34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.</p> <p>35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</p> <p>36. Promover la diversificación de 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.</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas para personas en condición pobreza.</p> <p>40. 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.</p> <p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p> |
| Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional | |
| A) Marco Jurídico | 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. |
| B) Planeación del Ordenamiento Territorial | <p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>44. 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.</p> |

Como se indicó anteriormente, el POEGT no es un instrumento vinculante con el cual se pueda regular, autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales; sin embargo, el proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, no se contrapone a la política ambiental decretada para el sitio; por el contrario, es una actividad propia de uno de los asociados del desarrollo en la Unidad Ambiental Biofísica en el que se encuentra inmerso, dentro del marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras.

III.2.5 Áreas de protección y conservación de recursos

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas. Por tal razón, se realizó una consulta al listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas para confirmar que dentro de la zona donde pretende realizarse el proyecto, así como su área de influencia, no tuviera incidencia sobre alguna área Federal, Estatal o Municipal dentro de dicho listado. Asimismo, se realizó un análisis espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), de la SEMARNAT, para corroborar que el área donde se pretenden realizar las actividades del Proyecto tampoco se encuentra total o parcialmente dentro de una región prioritaria para la conservación de recursos, ya fuese esta; Terrestre (RTP), Hidrológica (RHP) o Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

Áreas Naturales Protegidas

En una revisión de la información digital (*shapes*) de la CONANP, se pudo determinar que el proyecto y su Área de Influencia, no se localiza en ningún Área Natural Protegida Municipal, Estatal o Federal; entre las ANP's más cercanas se identifica el Parque Nacional Benito Juárez y la Reserva de la Biosfera Tehuacan- Cuicatlan, la cual se localiza en dirección Norte del Sistema Ambiental y el proyecto (siguiente figura).

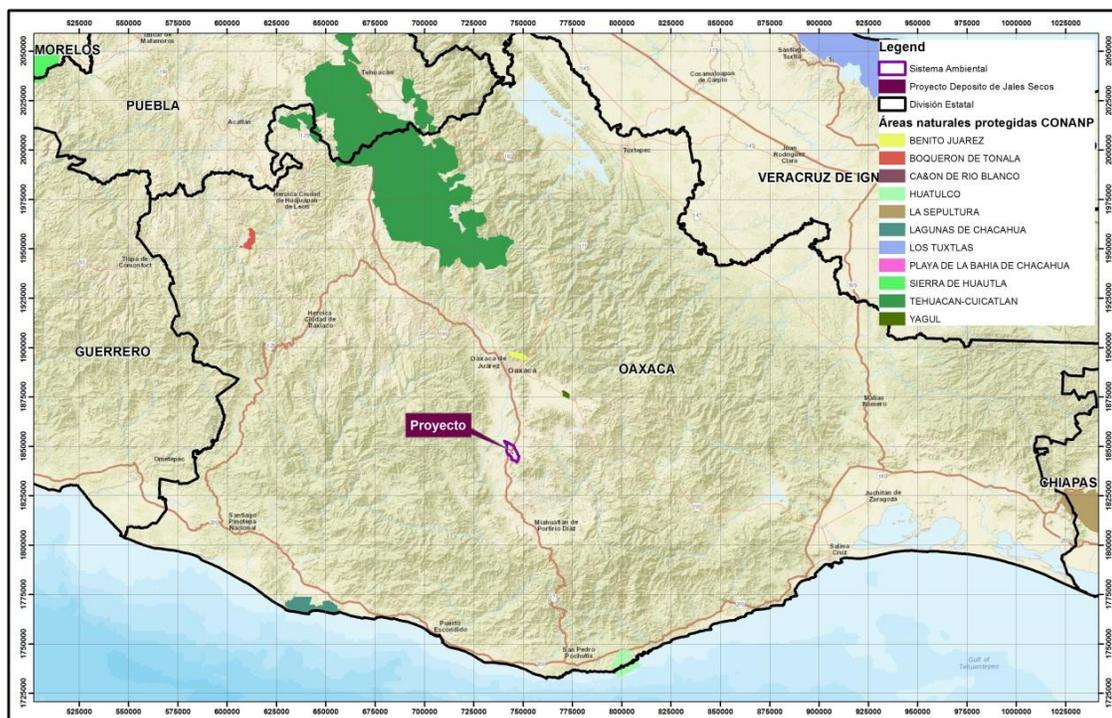


Figura 3.7. Sistema Ambiental del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas, (CONANP)

Regiones Prioritarias (CONABIO)

Tal como es descrito por la propia Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se impulsó un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestres (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), con el fin de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México. Para ello, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a riqueza de especies, presencia de organismos endémicos, y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquellas con mayores posibilidades de conservación en función de aspectos sociales, económicos y ecológicos. A través de este marco de planeación regional, la CONABIO pretende orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México (Portal CONABIO, Regionalización 2008).

En este contexto, las regiones prioritarias no son ordenamientos vinculatorios con base en los cuales se pueda restringir o negar un proyecto en materia de impacto ambiental. Sin embargo, como referencia para la descripción del entorno ambiental que envuelve al proyecto, se presentan a continuación las áreas prioritarias más cercanas al Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto.

El Sistema Ambiental del Proyecto no se localiza sobre ninguna Región Terrestre Prioritaria, la más cercana es la RTP Sierra sur y costa de Oaxaca, ubicada a poco menos de 30 km en línea recta y en dirección al Sur (Figura 3.7).

Debido a la distancia que existe entre el proyecto y la región terrestre prioritaria más cercana, no se estima que la integridad de ninguno de los componentes de esta y ningún otra RTP pueda verse comprometida o amenazada por el desarrollo de las obras y actividades que se plantean.

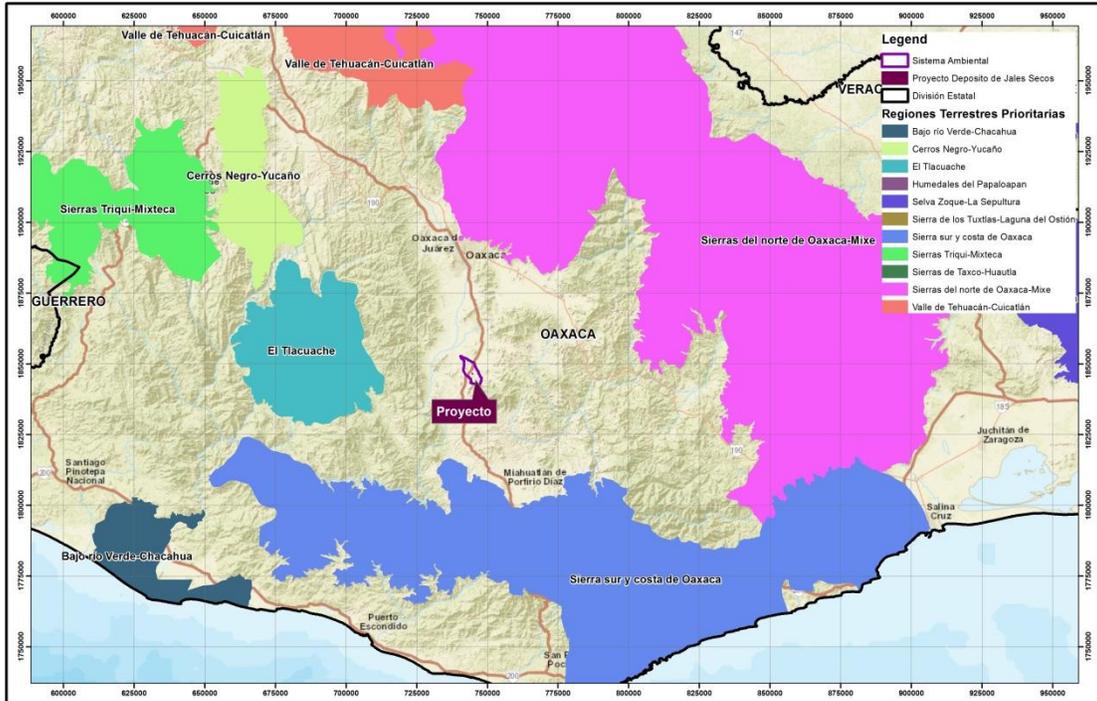


Figura 3.8. Localización del proyecto respecto a las RTP

En lo que respecta a las Regiones Hidrológicas Prioritarias, ocurre el mismo caso que con las RTP's. El Sistema Ambiental no se localiza sobre ninguna RHP, las más cercana es la denominada Río Verde- Laguna de Chachahua ubicada aproximadamente a 20 km en línea recta y dirección Sur, por lo tanto, no se considera que el desarrollo del Proyecto pueda poner en riesgo la integridad de estas regiones prioritarias. Enseguida se presenta la Figura 3.8 donde se aprecia de manera gráfica y a escala adecuada una imagen que representa el polígono que representa al SA delimitado para el proyecto, así como las RHP más cercanas a este.

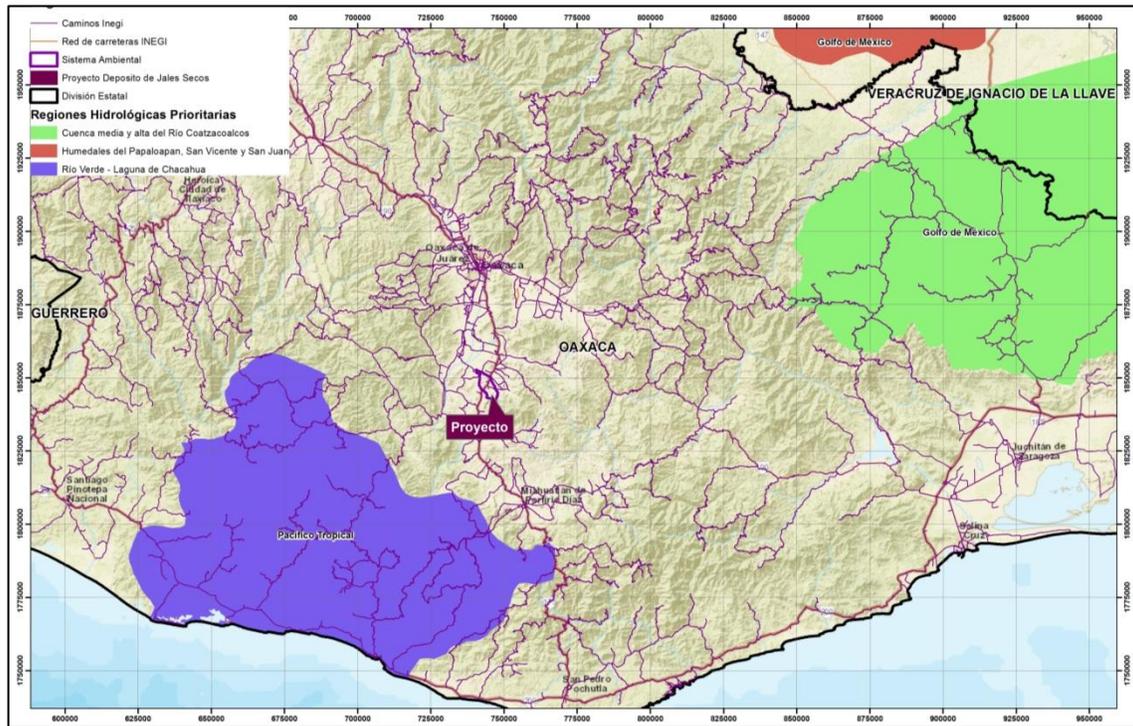


Figura 3.9. Localización del proyecto respecto a las RHP

Además de las Áreas Naturales Protegidas, existen también las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). 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. 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.

Al igual que las Regiones Prioritarias, las AICAS corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental y se localizan en la parte continental o marina del territorio nacional, destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica específica, e importante presencia de un número considerable de especies endémicas y/o contar con poblaciones o formar parte del rango de distribución natural de una o más especies de aves comprometidas en cuanto a su conservación, así como por guardar una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

En la Figura 3.9 se observa que el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto no se traslapa a ninguna AICA siendo la más cercana la llamada Sierra Norte, localizada al Noreste del SA.

No se estima que ninguna de estas AICAS pueda verse afectada por el desarrollo de actividades y obras, aun así, será imprescindible que el proyecto haga observancia de todas las medidas preventivas, de mitigación y de compensación que se presenten en el capítulo VI de este documento.

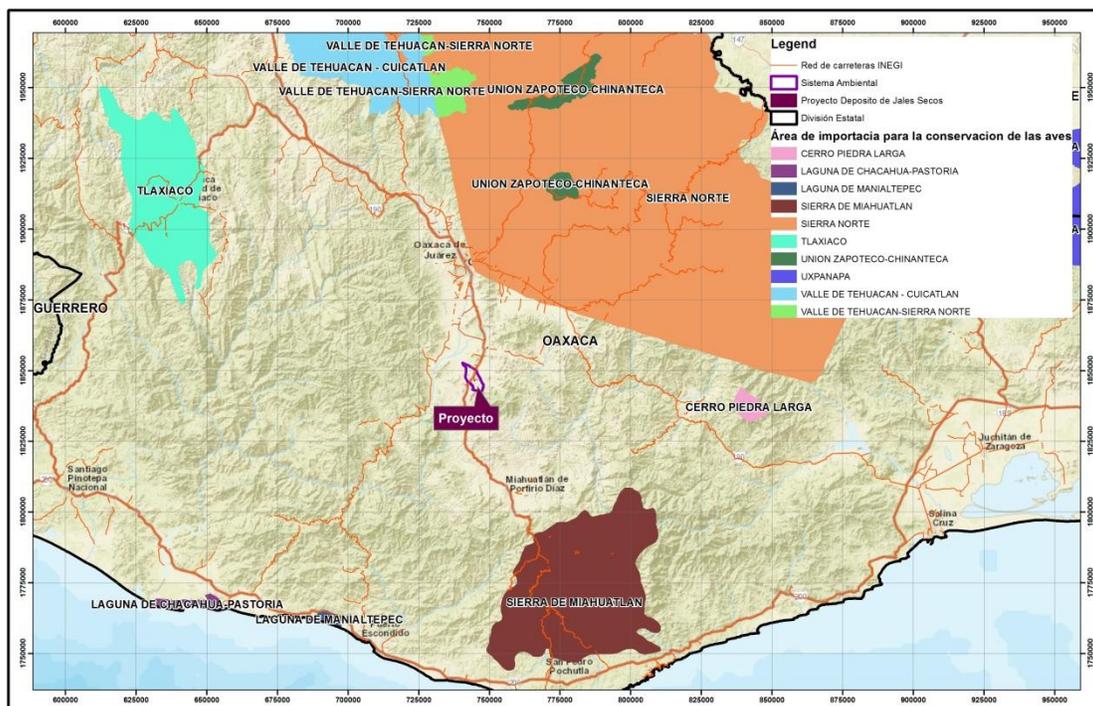


Figura 3.10. Localización del proyecto respecto a las AICA

III.3 Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental

En la Tabla 3.2 se presenta un extracto de los ordenamientos jurídicos que fundamentan la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental para evaluación del proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México.

Tabla 3.3. Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental

| Criterio | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) | |
| <p>Art. 15, IV.- que quien realice obras o actividades que afecten o dañen el ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha alteración involucre. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales</p> | <p>Se pretende el aprovechamiento sustentable de los recursos minerales en el sitio del proyecto, para lo cual se aplicarán las medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental propuestas en el cap. VI, para minimizar los impactos que de él deriven</p> |
| <p>Art. 28.- (...) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear</p> | <p>Las actividades del proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, entran en los supuestos de la fracción III del artículo 28, en cuanto a que pretenden la construcción de un depósito de jales secos para el beneficio de minerales. Es así que requiere autorización previa en materia de impacto ambiental para su ejecución, misma que se tramita a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental</p> |

| Criterio | Vinculación con el proyecto |
|--|---|
| <p>Art. 110.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico</p> | <p>Durante las diferentes etapas del proyecto en donde se utilicen fuentes fijas o móviles que puedan emitir contaminantes a la atmósfera, se implementarán medidas de prevención y mitigación para dicho impacto; como el riego de caminos o áreas de tránsito, por ejemplo.</p> |
| <p>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA-EIA)</p> | |
| <p>Art. 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN: ...III. Beneficio de minerales y disposición final de sus residuos en presas de jales, excluyendo las plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas como peligrosas y el relleno hidráulico de obras mineras subterráneas.</p> | <p>El proyecto es acerca de la construcción de un depósito de jales secos serán utilizados ya sea en el relleno hidráulico o bien como material de construcción para desarrollo de proyectos sociales. En caso de que al final de la operación minera existan remanentes de jales secos en el depósito autorizado, se procería a su disposición final, lo cual es totalmente vinculante con este artículo y por lo tanto se requiere la elaboración y presentación de la manifestación de impacto ambiental presente.</p> |
| <p>Art. 9.- La Información que contenga la MIA deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto. La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo.</p> | <p>La presente manifestación de impacto ambiental identifica los aspectos más relevantes del proyecto y su vinculación con los componentes ambientales en el sitio donde pretende desarrollarse. Asimismo, fue elaborada conforme a la guía para la presentación de la MIA modalidad particular del sector minero, que incluye la información requerida en el Artículo 12 del RLGEEPA-EIA</p> |
| <p>Los artículos 19 al 22, 24, y 26 al 28, detallan el procedimiento de evaluación de los proyectos en materia de impacto ambiental, descrito de forma general en la LGEEPA. Para la emisión del resolutivo correspondiente, los artículos 44 al 50 exponen las consideraciones que deberán seguirse por parte de la SEMARNAT y por parte de la promovente.</p> | <p>Tanto Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V. como Natural Environment S.C. observarán y seguirán el proceso de evaluación de la MIA para su resolución conforme a lo establecido en la LGEEPA y su reglamento</p> |
| <p>Art. 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Los artículos 52 y 53 también hacen referencia a los seguros y garantías.</p> | <p>En caso de que SEMARNAT solicite una fianza o contratación de un seguro ambiental, Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V. realizará las garantías que procedan</p> |

En virtud de que la SEMARNAT ejerce las atribuciones que le otorgan diversas disposiciones legales, además de la LGEEPA y su reglamento, como referencia en la Tabla 3.3 se presenta una lista de otros ordenamientos aplicables al proyecto, que no necesariamente motivan o fundamentan la evaluación de impacto ambiental.

Tabla 3.4. Vinculación con Ordenamientos Jurídicos

| Otras Leyes que rigen al Proyecto |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento • Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento • Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su Reglamento • Ley Minera • Ley General de Vida Silvestre • Diversos Reglamentos de la LGEEPA |

Al Proyecto, por situarse en territorio nacional, le rigen todas las Leyes vigentes, sin importar el rubro o sector al que se refieran; sin exclusión de alguna de ella, se deberá cumplir con los lineamientos estipulas aplicables al Proyecto.

No es objetivo de este trabajo hacer una recapitulación puntual de la vinculación de cada una de ellas, cumpliendo con el alcance de este documento el listarlas y reconocerlas como vinculantes al Proyecto.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas que se relacionan con el desarrollo del proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, y cuya aplicación compete a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se presentan en la Tabla 3.4, donde se pone en manifiesto su objetivo y la manera en que se vinculan.

Tabla 3.5. Normatividad Ambiental aplicable

| Aspecto Ambiental | NOM | ¿Qué establece? | Vinculación con el proyecto |
|-------------------|-----------------------|--|---|
| Agua | NOM-001-SEMARNAT-1996 | Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales | El Proyecto por sí mismo no generará aguas residuales. Durante la preparación del sitio y construcción se colocarán letrinas portátiles. De acuerdo a la NOM-141 los muestreos de calidad del agua superficial serán comparados con los LMP de esta NOM-001. Se tomará como base la calidad del agua que sea monitoreada aguas arriba de la presa de jales secos. |
| Residuos | NOM-052-SEMARNAT-2005 | Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente | Durante las diferentes etapas del proyecto se generarán diversos tipos de residuos que se deberán identificar y clasificar por sus características de peligrosidad de acuerdo a esta Norma |

| Aspecto Ambiental | NOM | ¿Qué establece? | Vinculación con el proyecto |
|---------------------------|--------------------------|---|---|
| | NOM-054-SEMARNAT-1993 | Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005 | Se deberá atender el procedimiento descrito en esta Norma cuando no se tengan completamente identificadas las características de los residuos generados, para determinar si son incompatibles, en cuyo caso deberán manejarse con especial cuidado |
| Contaminación Atmosférica | NOM-041-SEMARNAT-1999 | Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible | Aun cuando el campo de aplicación de la NOM excluye a la maquinaria dedicada a la industria minera, aplica para la flotilla de vehículos del personal que laborará en el proyecto. Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se aplicará a los vehículos se deberá cumplir con los niveles establecidos |
| | NOM-045-SEMARNAT-2006 | Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición | Aun cuando el campo de aplicación de la NOM excluye a la maquinaria dedicada a la industria minera, aplica en caso de que alguno de los vehículos del personal utilice diésel, o en caso de utilizar pipas para el riego de accesos. Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se les aplicará, se cumplirá con los niveles establecidos |
| Ruido | NOM-080-SEMARNAT-1994 | Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición | No se espera rebasar ninguno de estos límites, sin embargo, los vehículos y maquinaria de obra deberán estar sometidos a un mantenimiento que asegure su correcto funcionamiento y evite que los niveles de ruido excedan el máximo permisible |
| Flora y Fauna | 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 | El proyecto tomará mayores medidas de prevención de daños sobre los recursos naturales de las especies enlistadas en esta Norma, identificadas en el Capítulo IV del presente documento. Estas medidas están descritas en el Capítulo VI |
| Suelo | NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 | Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación | Se tomarán medidas para prevenir derrames de hidrocarburos, pero si se presenta un derrame que exceda los límites de la NOM, se seguirá un proceso de remediación de suelos conforme a esta, que evite poner en peligro la integridad del ecosistema |

| Aspecto Ambiental | NOM | ¿Qué establece? | Vinculación con el proyecto |
|-------------------|-----------------------|--|--|
| Minería | NOM-141-SEMARNAT-2003 | Establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y post-operación de presas de jales | <p>El proyecto se trata de la construcción de un Depósito de Jales, secos cuyo estudio de factibilidad y diseño fue desarrollado con base en los criterios establecidos en esta Norma.</p> <p>El depósito de jal seco corresponde al tipo de “con concentración de sólidos”, caracterizados como No Peligrosos y con protección de subsuelo por geosintético impermeable de polietileno de alta densidad.</p> <p>Más detalles de la vinculación con esta Norma se presentan en el apartado III.5 así como en Anexo 3.1</p> |

III.5 Vinculación del Proyecto con la NOM-141-SEMARNAT-2003 y cumplimiento a criterios de diseño y seguridad

El diseño y la ingeniería de detalle del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, se desarrollaron con base en los diseños presentados en la MIA correspondiente al proyecto Construcción del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, proyecto que el 13 de julio del 2015, mediante el oficio SEMARNAT-SGPA-UGA-1067-2015, Bitácora 20/MP-0190/01/15, la SEMARNAT autorizó de manera condicionada y cuyo diseño se realizó acorde a los lineamientos plasmados en la NOM-141-SEMARNAT-2003 (NOM-141), que además establece el procedimiento para caracterizar los jales, dicta especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, construcción, operación y postoperación de presas de jales.

En el Anexo 3.1 de la presente MIA se presentan los anexos técnicos de la MIA correspondiente al proyecto Construcción del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso cuyos resultados vinculan al Proyecto con la NOM-141-SEMARNAT-2003.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL

IV.1 Delimitación del Área de Influencia (AI) del Proyecto

El Área de Influencia (AI) del Proyecto, que si bien es abarcada por el polígono del Sistema Ambiental definido en la Sección IV.2, su delimitación está función a la presión que ejercerán las actividades y obras del Proyecto sobre los componentes ambientales, y a la extensión de dicha presión; por lo que el AI se determina con base en la evaluación e identificación de los impactos potenciales, lo que está plenamente desarrollado en el capítulo siguiente.

Para fines de identificación de la problemática ambiental, que conciernen al presente capítulo, se asume que el Área de Influencia es la superficie donde se resentirán los efectos de los impactos del Proyecto, considerando tanto los efectos directos como indirectos, es decir, considerando no solamente los elementos que pretenden ser objeto de aprovechamiento o afectación puntual, sino todo el conjunto de elementos que se interrelacionan e interactúan con los elementos directamente afectados para conformar el ecosistema.

En concreto, el Área de Influencia considera las interacciones del Proyecto y su alcance sobre los componentes ambientales, mientras que para el Sistema Ambiental se analizó las interacciones que habrá desde los componentes ambientales hacia el Proyecto

La delimitación del AI fue diseñada tomando en cuenta principalmente dos factores. El primero de ellos corresponde a la porción Norte, Oeste y Suroeste, las cuales se delimitaron conforme a los límites de propiedad de Minera Cuzcatlán ya que como se mencionó anteriormente, el Proyecto se considera como una obra complementaria a la operación de la unidad minera.

El segundo de los factores utilizados para la delimitación del AI corresponde a la barrera física compuesta por la Carretera número 75 Oaxaca-Puerto Ángel, localizada al Noroeste del AI; y para finalizar la delimitación del sector Sur y Sureste se tomaron los modelos de topo formas, rumbo de pendientes y las curvas de nivel.

En la siguiente figura se muestra el Área de Influencia, delimitada para el proyecto.

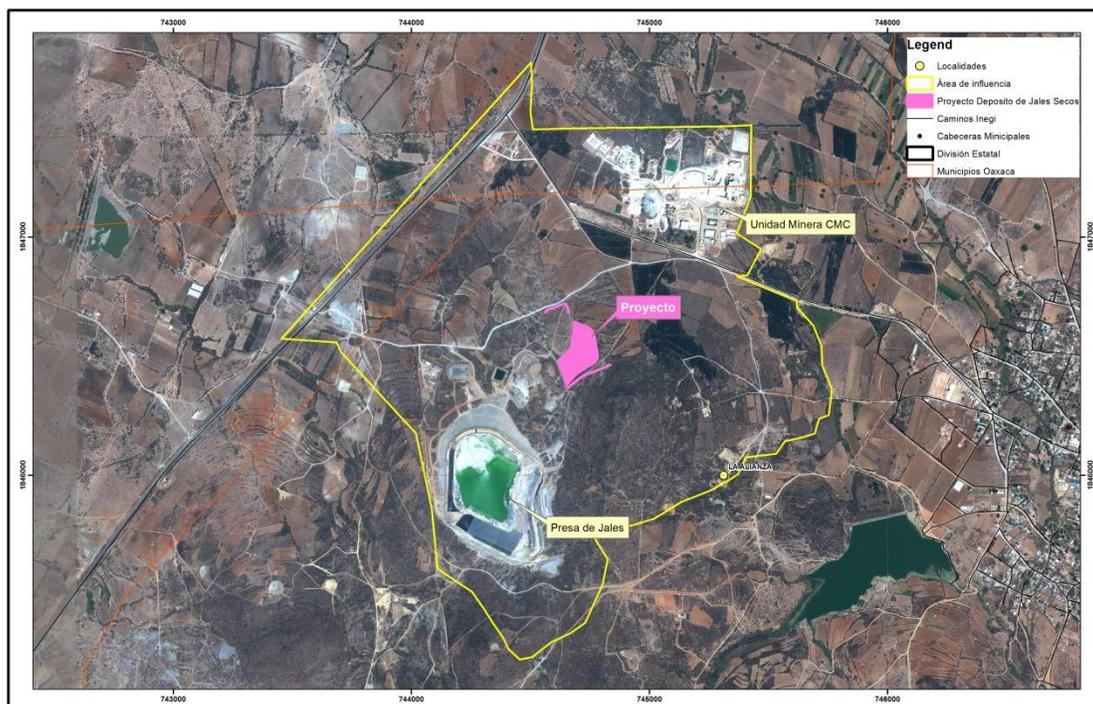


Figura 4. 1. Área de Influencia del Proyecto

La superficie total del Área de Influencia del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos, es de 298.525 ha. En el Anexo 4.1 se adjunta un plano georreferenciado con el AI, y sus coordenadas se presentan en formato electrónico (Excel) dentro del CD anexo a la MIA (Anexo Digital B), así como también se incluye el archivo en formato “shape” con el polígono delimitado (Anexo Digital C).

IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental (SA) del proyecto

Para el Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos, se delimitó un área de estudio o Sistema Ambiental (SA), definido a partir del análisis de información geográfica y ambiental, de fuentes oficiales, y la generada para la zona mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG), y con base en los siguientes criterios:

1. El SA considera los principales elementos bióticos y abióticos que pudieran llegar a tener alguna relación con el proyecto, por lo que permite una comprensión de las relaciones e interacciones entre el Proyecto y los elementos ambientales del entorno.
2. Los elementos ambientales considerados para la delimitación del SA pueden ser considerados como indicadores, por ejemplo, agua, suelo y biota, y constituyen la base para el mantenimiento de procesos biológicos, físicos y químicos de la naturaleza.
3. Las características de los elementos ambientales dentro del SA, son homogéneas o sostienen una relación/influencia cercana.

Tomando en cuenta las condiciones anteriormente mencionadas, el Sistema Ambiental ha sido delimitado con un polígono que envuelve a todas las obras consideradas en el Proyecto y la infraestructura de la unidad minera a la que pertenece el Proyecto. Los criterios para establecer las fronteras de dicho polígono se argumentan en las condiciones naturales y antrópicas de la zona, específicamente en la hidrología superficial, topografía, usos de suelo actuales, presencia de barreras físicas artificiales y aspectos socioeconómicos del sitio sobre el que se pretende desarrollar el Proyecto.

La base de la delimitación del SA fue la hidrología y la topografía de la zona, debido a que estos componentes en general pueden ser utilizados como unidades ambientales que engloban características similares de factores bióticos y abióticos (vegetación-ambiente físico). A partir del análisis del régimen hidrológico que comprende el entorno sub-regional, y con base en las curvas de nivel del INEGI (escala 1:50,000) a cada 10 metros (Figura 4.2), se generó un modelo de hidrología superficial con corrientes de orden 3, con las que se determinaron las subunidades de captura y contribución hidrológica dentro de la microcuenca, sobre las que tendría incidencia el Proyecto y a las que se les ha denominado nanocuenas.

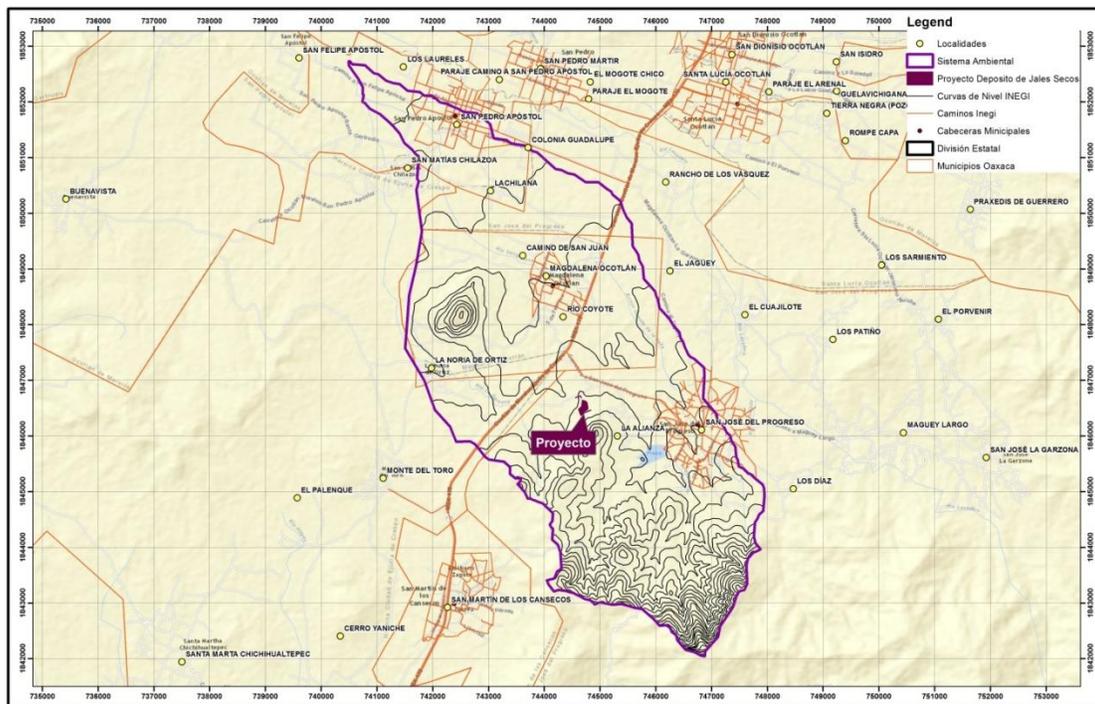


Figura 4.2. Curvas de nivel, INEGI

Las microcuencas seleccionadas incluyeron aquellas que cumplen los criterios de incidencia directa para el Proyecto (aquellas que se interceptan); y que cubran los predios, parcelas o terrenos cercanos al Proyecto y sujetos a las mismas presiones actuales en la zona, presentando así características similares en cuestión de pendiente, uso de suelo, vegetación, fauna, etc. Resultó entonces que el Sistema Ambiental del Proyecto se encuentra sobre el parteaguas de 6 microcuencas, aunque el polígono del proyecto solo incide directamente sobre 1 de ellas, como se aprecia en la Figura 4.3.

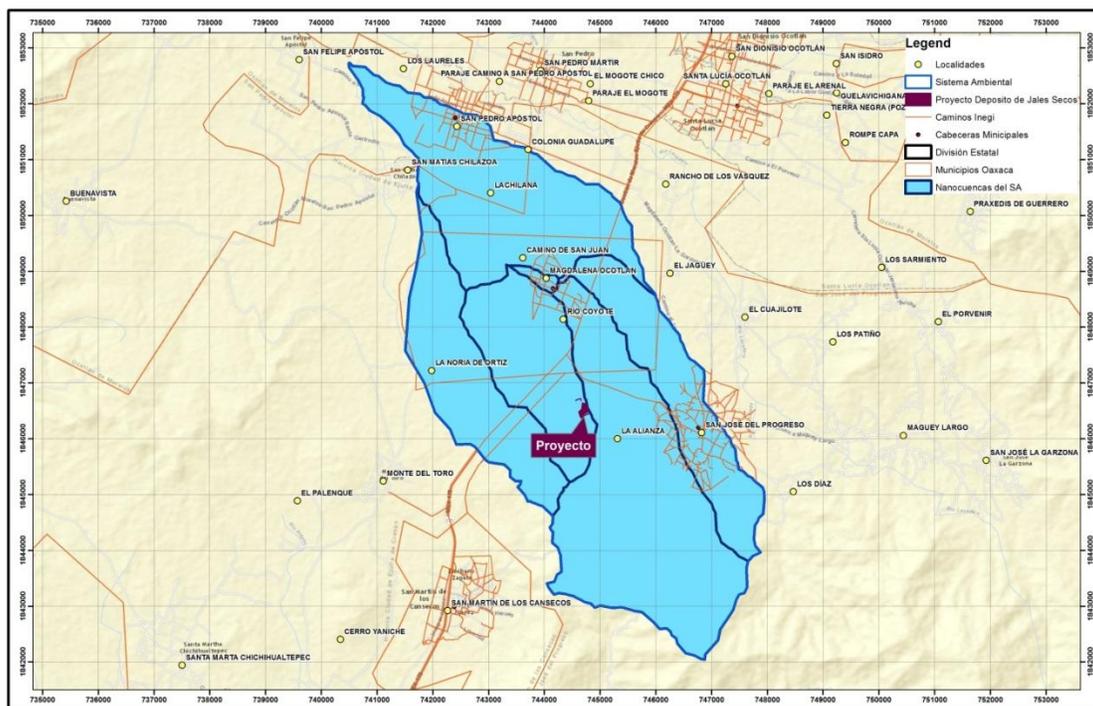


Figura 4.3. Microcuencas que componen al Sistema Ambiental del proyecto

A grandes rasgos, la delimitación del SA supone pues, que se incluyen para su estudio los principales elementos bióticos, abióticos y sociales que pudieran llegar a tener alguna relación con el Proyecto; que éstos componentes ambientales son en buen grado homogéneos o sostienen una relación/influencia cercana, en los sitios donde habrá infraestructura involucrada con el Proyecto; y que los impactos generados a partir de la ejecución planeada de cada una de sus etapas (preparación del sitio, construcción y operación) serán amortiguados y dentro de la superficie que abarca el polígono del SA.

La superficie total del Sistema Ambiental del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos, delimitado para su estudio y caracterización, es de 3,604.213 ha. En el Anexo 4.2 se adjunta un plano georreferenciado con el SA, y sus coordenadas se presentan en formato electrónico (Excel) dentro del CD anexo a la MIA (Anexo Digital D), así como también se incluye el archivo en formato “shape” con el polígono delimitado (Anexo Digital E).

IV.3 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

En este apartado se describen las condiciones de los elementos bióticos, abióticos y sociales que componen al Sistema Ambiental delimitado específicamente para el Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos. Para la identificación de esas condiciones, se realizaron trabajos de investigación bibliográfica, recopilación de información oficial, además de la generación de información en las diferentes áreas del conocimiento, mediante recorridos de campo y muestreos.

IV.3.1 Aspectos abióticos

a) Atmósfera

Para el apartado de Atmósfera, se utilizó en general información oficial de INEGI y CONABIO, además se analizaron como complemento las bases de datos de diferentes estaciones meteorológicas cercanas (fuera) al Sistema Ambiental del Proyecto, mediante las cuales se realizaron modelaciones de temperatura mínima, media y máxima, así como precipitación media anual y evaporación total anual.

Enseguida se presenta la relación de las estaciones meteorológicas que fueron utilizadas para complementar el análisis de las condiciones atmosféricas dentro del SA.

Tabla 4.1. Relación de estaciones meteorológicas cercanas al SA

| Número ID | Nombre ID | Coordenadas (UTM) | | Altura |
|-----------|----------------------|-------------------|-------------|--------|
| | | X | Y | |
| 20313 | Tlazoyaltepec | 713093.7917 | 1884148.894 | 2,500 |
| 20507 | Diaz Ordas | 773373.4104 | 1881039.13 | 1,713 |
| 20354 | Zaachila | 736182.0155 | 1875110.895 | 1,550 |
| 20022 | Coyotepec | 744871.4122 | 1876194.92 | 1,533 |
| 20209 | Zimatlan | 736048.353 | 1865945.287 | 2,879 |
| 20153 | Teojomulco | 692026.2272 | 1836167.839 | 1,255 |
| 20266 | San Pablo Huixtepec | 736510.1668 | 1861737.464 | 1,499 |
| 20080 | Ocotlan de Morelos | 748687.1265 | 1858894.438 | 1,522 |
| 20202 | Santa Ana Tlapacoyan | 732766.7776 | 1852039.993 | 1,525 |
| 20118 | San Miguel Ejutla | 741441.0214 | 1834392.953 | 1,446 |
| 20085 | Paso Ancho (CFE) | 726121.1178 | 1810672.18 | 1,361 |
| 20070 | Miahuatlan (SMN) | 757071.6073 | 1806895.534 | 1,559 |
| 20191 | Zoquitlan | 781044.3009 | 1831615.514 | 1,037 |

Climatología

Entre los componentes del clima destacan la temperatura, presión atmosférica, humedad, viento y precipitación; por su parte, los factores que lo modifican son la latitud, altitud, el relieve, e incluso las corrientes oceánicas, que en conjunto caracterizan las condiciones atmosféricas de una región.

Las variables ambientales hacen muy complejo establecer una clasificación de los climas del mundo. México utiliza un sistema de climas basado en la clasificación de Kôppen, con las modificaciones que realizó E. García en 1964 para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional, y posteriormente para el INEGI en 1980.

Con base en esta clasificación los climas se dividen en seis grandes grupos, basados en los niveles de temperatura y aridez. Para la clasificación se utilizan cuatro grupos o unidades: clima cálido, clima frío, clima seco y clima templado. Los subgrupos de humedad pueden ser clasificados en forma general en húmedo, subhúmedo, semiseco y seco.

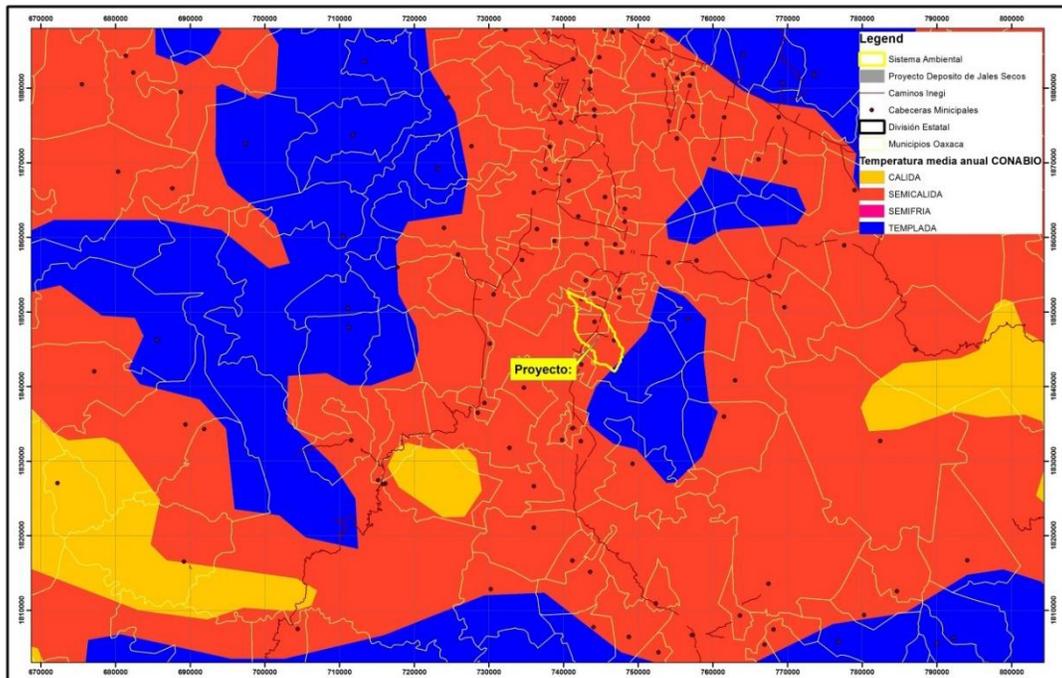


Figura 4.5. Temperatura media anual en el SA, CONABIO

En este apartado de climatología, además de presentar información de CONABIO se consideró como complemento de la caracterización meteorológica de la zona, la base de datos (1951-2010) de 13 estaciones meteorológicas administradas por el Servicio Meteorológico Nacional (Tabla 4.1) que se localizan cerca del SA, ello sirvió para generar modelos climáticos de temperatura y precipitación media anual. La ubicación de las estaciones se muestra en la Figura 4.6 y el Anexo 4.3.

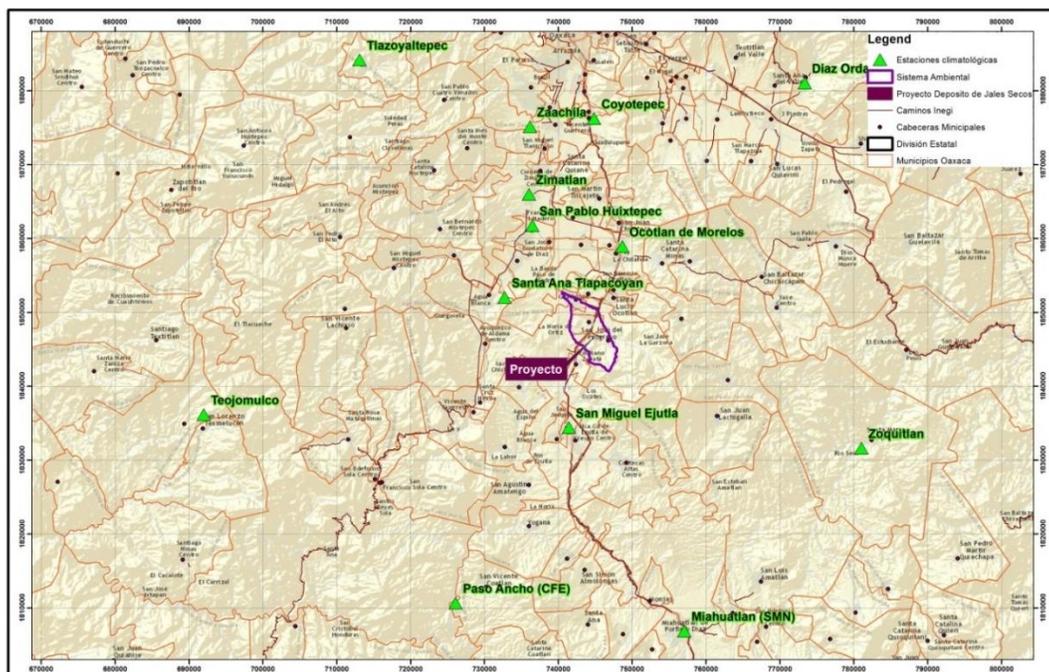


Figura 4.6. Estaciones Meteorológicas cercanas al SA, SMN

Con la base de datos creada y cargada en el Sistema de Información Geográfica, se utilizó la herramienta de *ArcGIS Spatial Analyst* para efectuar un análisis y modelado espacial con los datos estadísticos recuperados, realizando una interpolación a ráster a través del método *Spline*. La interpolación predice valores para las celdas de un ráster a partir de una cantidad limitada de puntos de datos de muestra. La herramienta *Spline* utiliza un método de interpolación que estima valores usando una función matemática que minimiza la curvatura general de la superficie, lo que resulta en una superficie suave que pasa exactamente por los puntos de entrada.

Temperatura mínima

Una vez elaborado el modelo de temperaturas mínimas (Figura 4. 7), podemos observar que la superficie del SA se establece sobre un rango de temperatura mínima de entre 12.6°C y 15°C. El área de influencia presenta el mismo rango de temperatura mínima que el polígono ambiental.

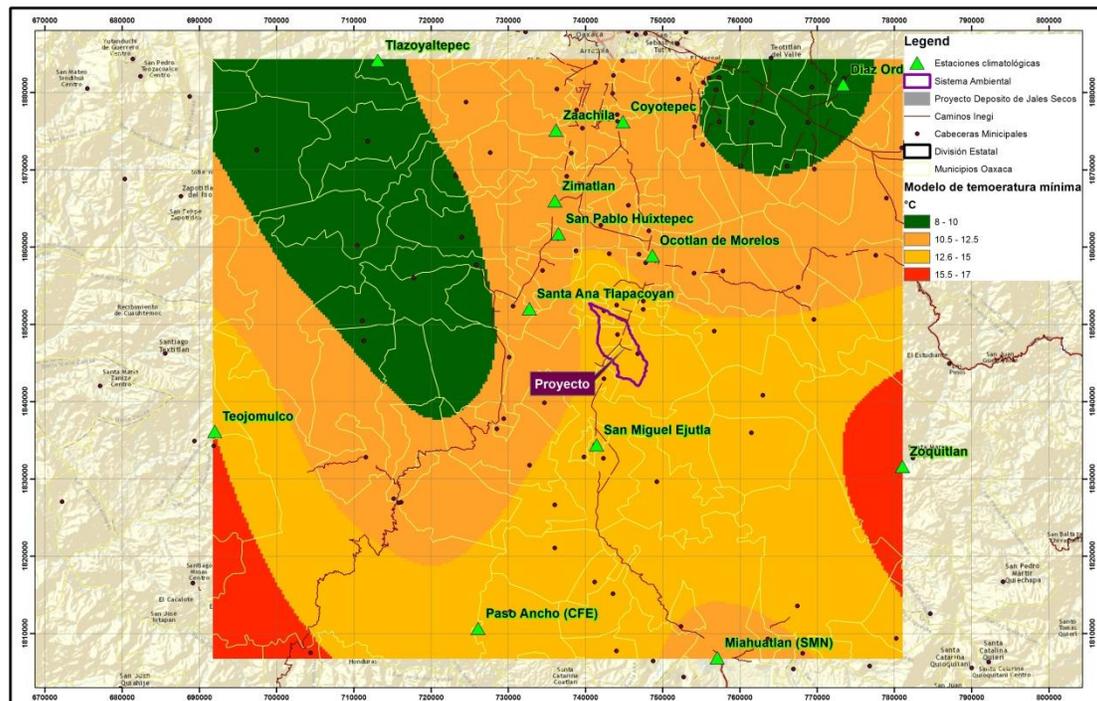


Figura 4. 7. Modelo de Temperatura Mínima en la región

Temperatura media

El modelo de temperatura media (Figura 4. 8) muestra que en el SA se identifican dos rangos de temperatura, el sector Noreste presenta un rango de entre 17.6°C – 20°C y el sector Suroeste de 22.6 °C a 23.6°C; así mismo, el área de influencia presenta los mismos rangos de temperatura media anual.

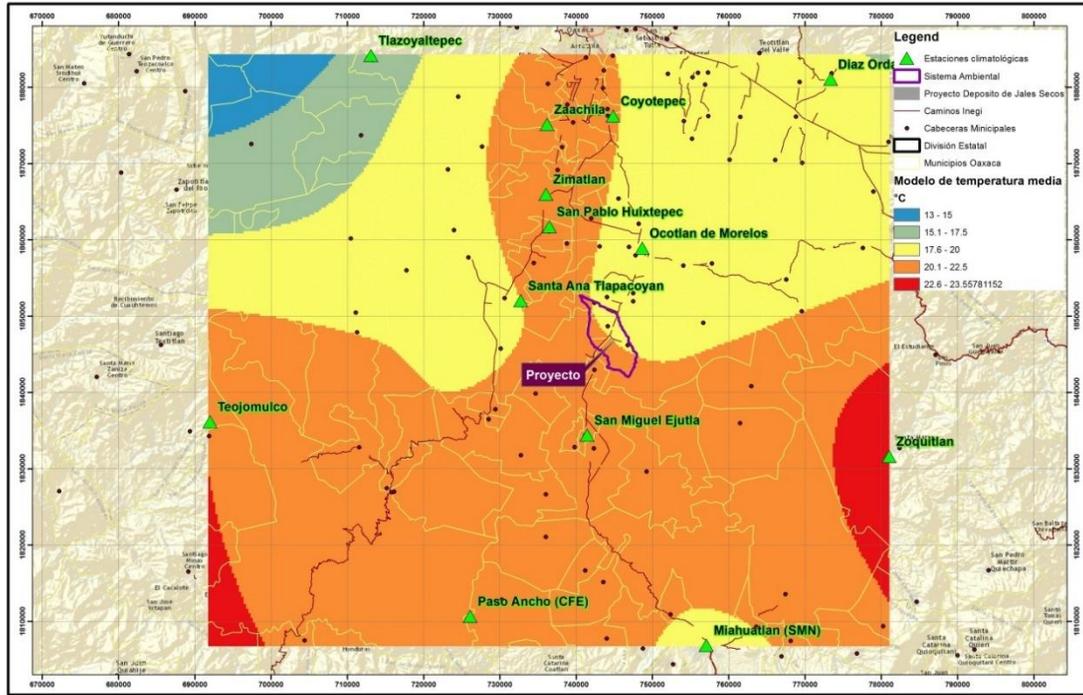


Figura 4. 8. Modelo de Temperatura Media en la región

Temperatura máxima

El Sistema Ambiental presenta un rango de temperatura máxima, el cual va de los 25.5°C a los 27.5°C, así mismo, el área de influencia presenta los mismos rangos de temperatura media.

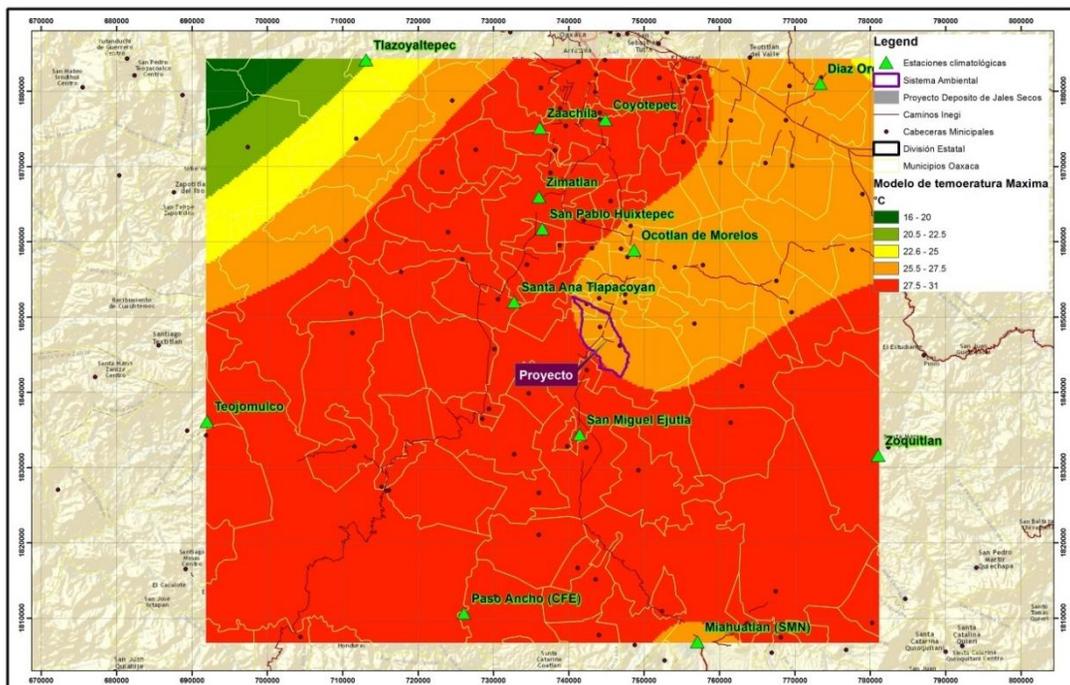


Figura 4. 9. Modelo de Temperatura Máxima en la región

Precipitación

Para la descripción de las condiciones de precipitación dentro del SA se utilizó información de la CONABIO y además se analizaron los datos de las 13 estaciones meteorológicas, cargados en el Sistema de Información Geográfica para generar modelos.

Con base en los datos que ofrece la CONABIO, se obtiene que dentro del Sistema Ambiental se registra únicamente un rango de precipitación media anual, el cual es de entre 600 y 800mm. Lo anterior se aprecia claramente en la Figura 4.10.

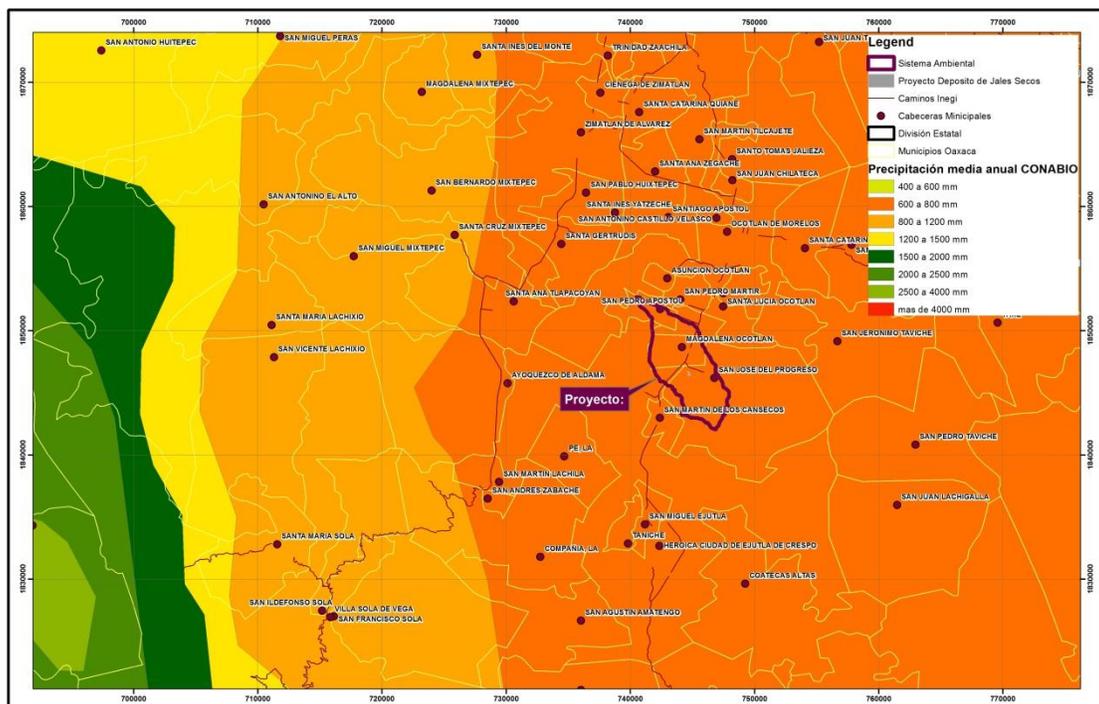


Figura 4.10. Rangos de precipitación media anual dentro del SA, CONABIO

Para profundizar en lo expuesto por CONABIO, se realizó un Modelo de Precipitación Media Anual para la región donde se ubica el Sistema Ambiental (FIGURA); al igual que los modelos de temperatura, para el de precipitación se utilizó la herramienta *Spline* con los datos generados entre 1951-2010 por las 13 estaciones meteorológicas más cercanas. Dentro del SA se registran dos rangos de precipitación, al Sur del polígono ambiental 501mm–1,000mm y al Norte 1,000mm -1,500mm.

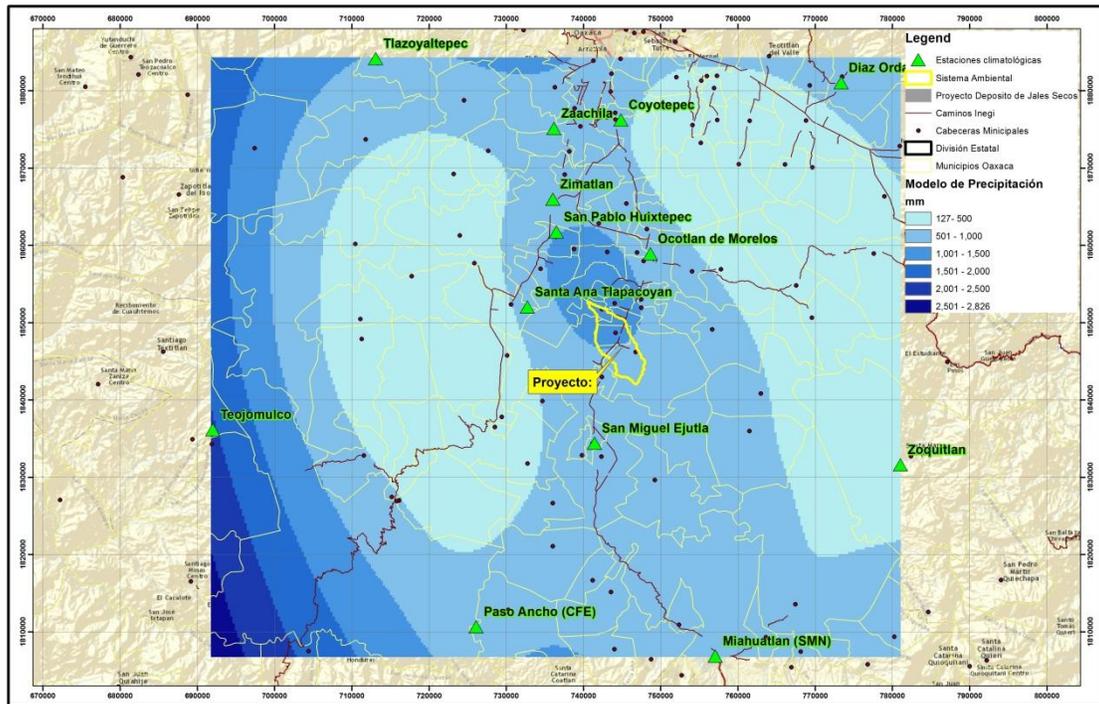


Figura 4.11. Modelo de precipitación media anual en la región

Evaporación

La evaporación constituye un importante componente del ciclo y balance del agua. Se estima que un 70% del total de agua recibida por una zona (precipitación) es devuelto a la atmósfera a través del proceso, mientras que el 30% restante constituye la escorrentía superficial y subterránea. El conocimiento de las pérdidas de agua mediante el proceso permite tener un acercamiento a las disponibilidades del recurso y consecuentemente puede realizarse una mejor distribución y manejo del mismo.

En términos aplicados, quizás una de las más conocidas referencias al fenómeno de evaporación venga de la climatología y de la consideración y utilidad de la evaporación como un indicador de aridez de las distintas zonas, basado en un largo registro de observaciones de distintos elementos climáticos en un número suficiente de años.

El SA se establece en una zona con un rango de Evaporación total anual de entre 1,210mm y 1,808mm anuales. Tal como se muestra en la Figura 4.12.

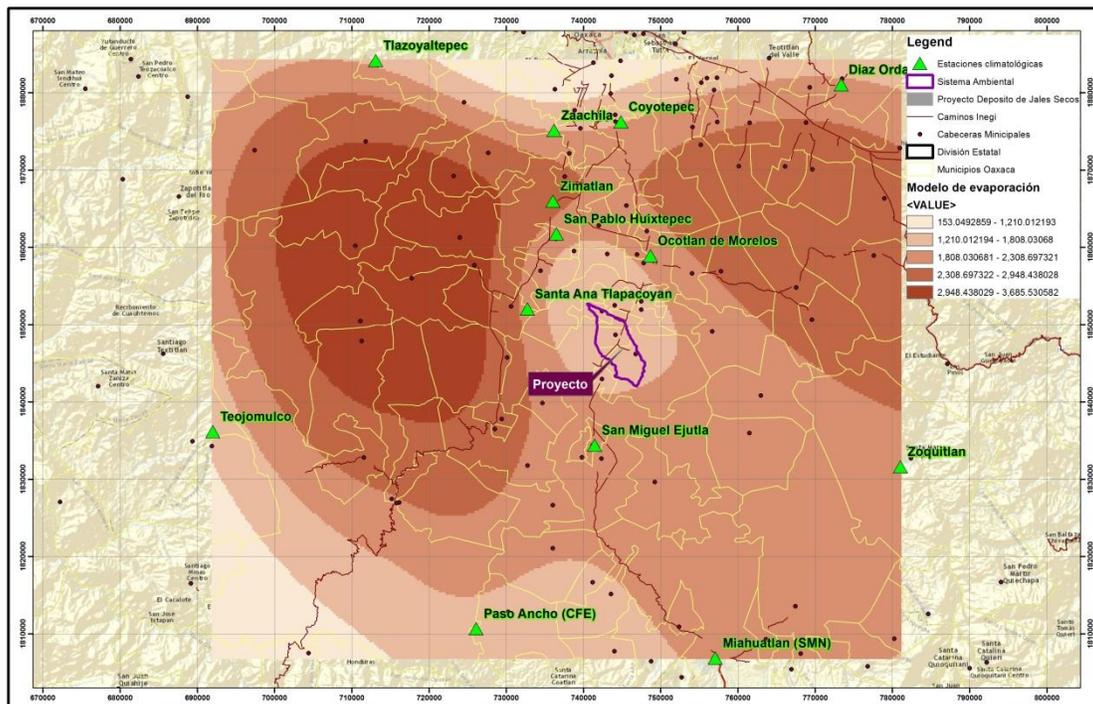


Figura 4.12. Modelo de Evaporación total anual en la región

Fenómenos meteorológicos

Los fenómenos meteorológicos de relevancia en el SA, se identificaron con la información del Atlas Nacional de Riesgos (Hidrometeorológicos), del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). A continuación, se describen cinco fenómenos meteorológicos en donde el SA se ve inmerso en grado de riesgo y valores hidrometeorológicos.

1. *Índice de peligro por inundación:* Por inundación se entiende al evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre de agua, generando invasión o penetración del agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente causa daños a la población, agricultura, ganadería e infraestructura. De acuerdo al CENAPRED el SA tiene un índice “Bajo” de vulnerabilidad por inundación.
2. *Peligro de días con heladas:* Se puede decir que una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0° o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0 °C. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella. Conforme a la información tomada del CENAPRED, la región que comprende el SA presenta un grado “Bajo” de peligro de días con heladas.

3. *Grado de riesgo por ciclones tropicales:* Un ciclón tropical es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, esto es, en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur. Los ciclones tropicales son las tormentas más violentas que se pueden experimentar, sus aspectos destructivos que marcan su intensidad son debido principalmente a cuatro aspectos: viento, oleaje, marea de tormenta y lluvia. Con base a la información de CENAPRED se generó la Figura 4. 13 donde se observa que el SA del proyecto presenta un grado de riesgo “Muy bajo” por ciclones tropicales.

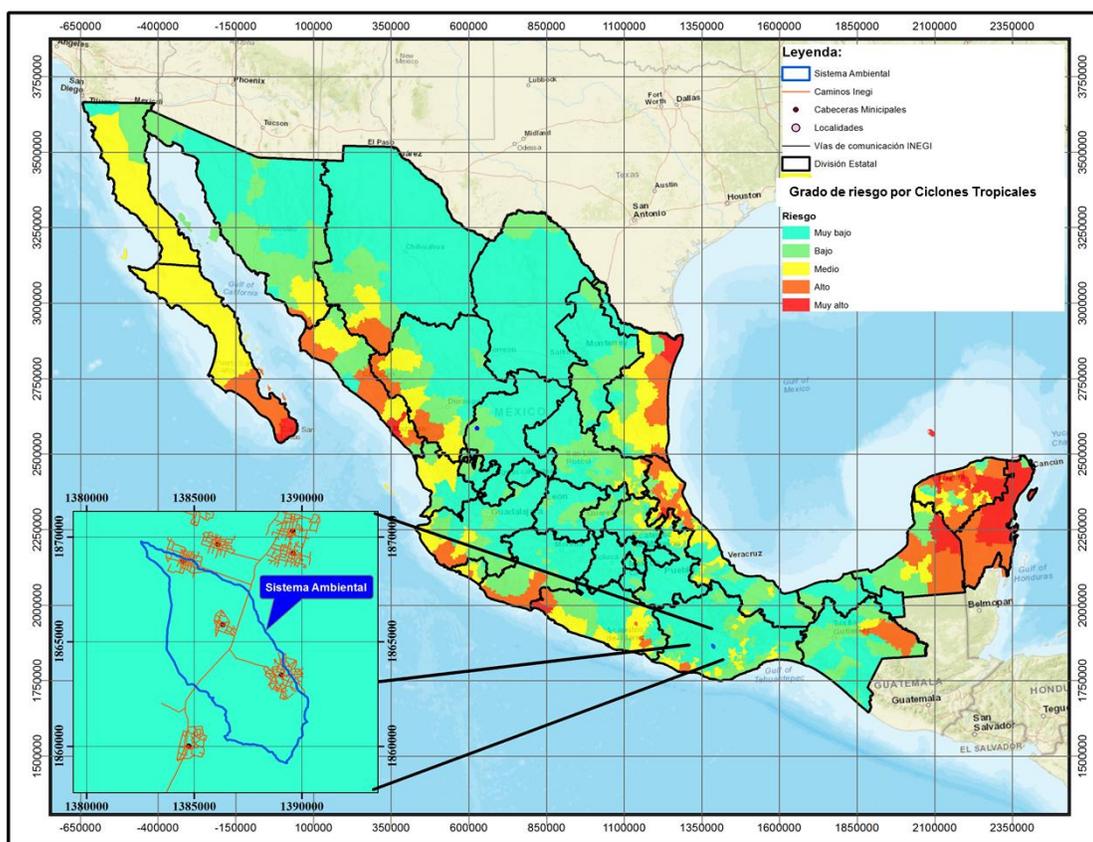


Figura 4. 13. Grado de riesgo por ciclones tropicales, CENAPRED

4. *Grado de riesgo por bajas temperaturas:* Los fenómenos sinópticos en el clima invernal de México son decisivos, así como los frentes fríos son los más importantes debido a su influencia en la variabilidad de la temperatura. Los frentes fríos corresponden a la porción delantera de una masa polar, transportan aire frío que a su avance hacia el Sur interacciona con aire caliente, se caracterizan por fuertes vientos, nublados y precipitaciones si la humedad es suficiente. El grado de riesgo por bajas temperaturas para la región que comprende el SA es “Bajo”.
5. *Grado de riesgo por tormentas eléctricas:* Las tormentas eléctricas se asocian directamente con lluvias intensas, siendo los meses entre mayo y octubre los que registran la mayor cantidad de descargas, las cuales pueden ser de tipo nube-aire, nube-nube o nube-suelo. El ciclo de duración de una tormenta es de sólo una o dos horas y se produce cuando una

porción de aire está más caliente que la de su entorno, o bien, cuando el aire más frío penetra por debajo de ella. El grado de riesgo por tormentas eléctricas en el SA es catalogado por la CENAPRED como “Medio”.

6. *Grado de riesgo por presencia de tornados:* Los eventos de tornados pueden suceder a la par de tormentas atípicas e intensas acompañados con tormentas eléctricas, granizo y ráfagas de viento violentas; se origina en la base de una nube de tormenta cuando dos masas de aire de diferente temperatura, humedad y velocidad chocan entre sí formando un embudo que llega a la tierra, alcanzando velocidades de entre 100 y 450km/hr. El grado de riesgo por eventos de tornado para el municipio de San José del Progreso se expresa gráficamente en la Figura 4. 14, donde se observa que es catalogado por la CENAPRED como “Muy Bajo”.

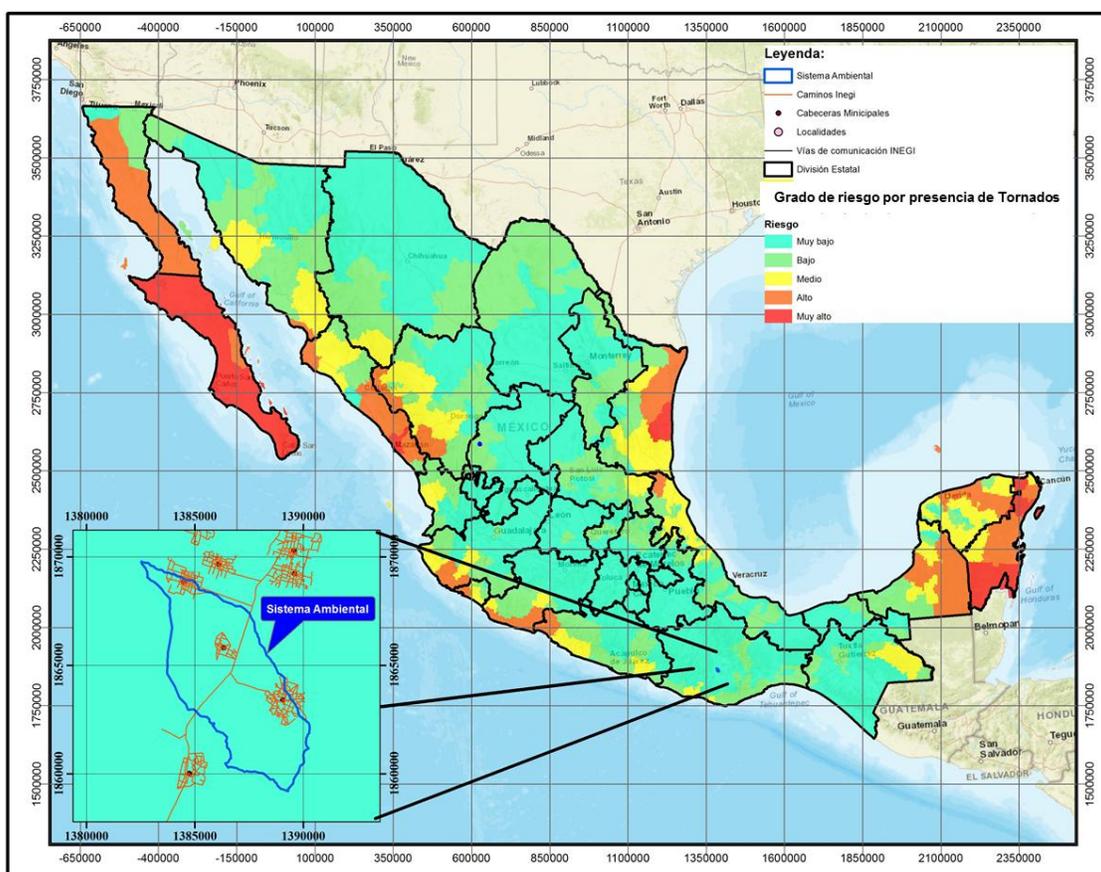


Figura 4. 14. Grado de riesgo por presencia de tornados, CENAPRED

7. *Zonificación eólica:* Los vientos de mayor intensidad en México son los que se producen durante los huracanes, sin embargo, otros fenómenos atmosféricos son capaces de producir fuertes vientos. El país se divide en cuatro zonas que representan bandas de velocidad máxima de viento que ocurren en promedio una vez cada 50 años. De acuerdo a la zonificación eólica de la CFE, el SA pertenece a la zona de 100 a 130 km/h.

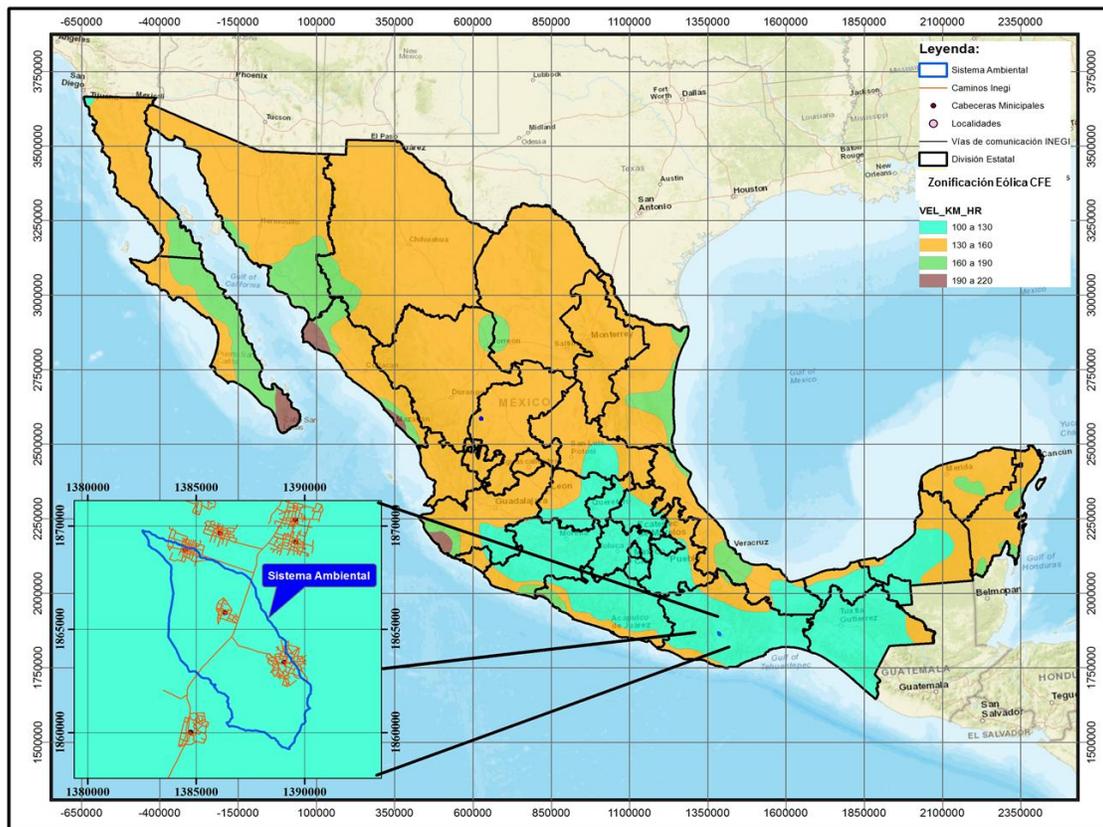


Figura 4. 15. Zonificación Eólica, CFE

Velocidad y dirección del viento

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Estado de Oaxaca cuenta con una Red de Monitoreo Agroclimático la cual se compone de 50 estaciones meteorológicas automáticas equipadas con sensores para medir (entre otras cosas) la dirección y velocidad del viento.

Se tomó como referencia los datos generados en el presente año 2016 (Enero al 24 Agosto) por las estaciones Sta. M. Chichihualtepec y San Antonino Castillo Velasco, dentro de los municipios de Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo y San Antonino Castillo Velasco respectivamente. En la siguiente Figura 4.16 se muestra la ubicación de las estaciones en referencia al Sistema Ambiental del proyecto.

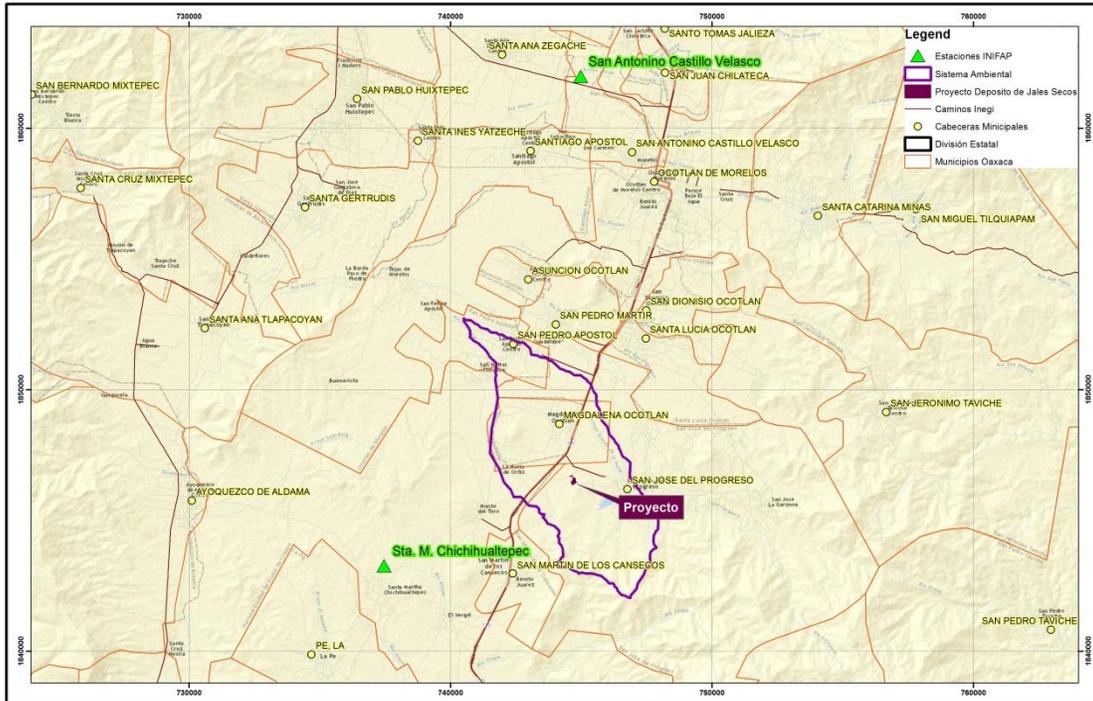


Figura 4.16. Estaciones metrológicas automáticas cercanas al Sistema Ambiental, INIFAP

En la siguiente Tabla 4.2, para la estación Santa Marta Chichihualtepec (Distrito de Ejutla de Crespo) se observa que la velocidad promedio del viento hasta el mes de Agosto del 2016 fue de 6.37 km/hr. De igual manera, se registró la velocidad máxima durante el mes de julio con ráfagas de hasta 38.2km/hr con dirección predominante al Oeste.

Tabla 4.2. Velocidad del viento (Santa Marta Chichihualtepec)

| Mes (2016) | Velocidad (km/hr) | |
|----------------|-------------------|-------------------|
| | Máxima | Media |
| Enero | 21.6 | 5.74 |
| Febrero | 29.1 | 7.6 |
| Marzo | 30.7 | 7.04 |
| Abril | 34.5 | 7.14 |
| Mayo | 37.5 | 6.74 |
| Junio | 34.2 | 5.44 |
| Julio | 38.2 | 5.94 |
| Agosto | 30.2 | 5.56 |
| Promedio anual | | 6,37 km/hr |

De igual manera, en la Tabla 4.3 se puede observar que la dirección predominante del viento que mayor frecuencia tuvo durante los 236 días del año 2016 es la que lleva el rumbo Sur (S), mientras que en el caso contrario el rumbo Este (E) el que menor frecuencia presenta con un día únicamente.

Tabla 4.3. Dirección predominante del viento (Santa Marta Chichihualtepec)

| Rumbo | Frecuencia (Días) |
|---|-------------------|
| S | 83 |
| SO | 32 |
| SE | 7 |
| N | 36 |
| NO | 36 |
| NE | 13 |
| E | 1 |
| O | 28 |
| Total de días (Enero – 24 Agosto 2016) | 236 |

Ahora bien, la EMA denominada San Antonino Castillo Velasco (Distrito de Ocotlán) arrojó los siguientes datos en relación a velocidad del viento (Tabla 4.4), durante el periodo Enero – Agosto 2016. Se puede observar la velocidad máxima 29.2 km/hr registrada en marzo, mientras la promedio fue 4.97 km/hr.

Tabla 4.4. Velocidad del viento (San Antonino Castillo Velasco)

| Mes (2016) | Velocidad (km/hr) | |
|----------------|-------------------|-------------------|
| | Máxima | Media |
| Enero | 23.7 | 4.61 |
| Febrero | 19.2 | 5.67 |
| Marzo | 29.2 | 6.18 |
| Abril | 26.2 | 6.3 |
| Mayo | 22.5 | 5.54 |
| Junio | 24.9 | 3.93 |
| Julio | 26.4 | 3.71 |
| Agosto | 19.5 | 3.78 |
| Promedio anual | | 4.97 km/hr |

De acuerdo a la información considerada por las estaciones que componen la Red de Monitoreo Agroclimático más cercanas al Proyecto, la velocidad del viento en la región presenta dirección predominante al Suroeste (SO) y como se observa en la Figura 4.17, se presentan dos velocidades promedio de viento en el SA, en el extremo Este el rango es de entre 0.01 y 5.34 km/hr mientras las áreas al Norte, Centro, Sur y Oeste la velocidad promedio ronda entre 5.35 y 5.89 km/hr.

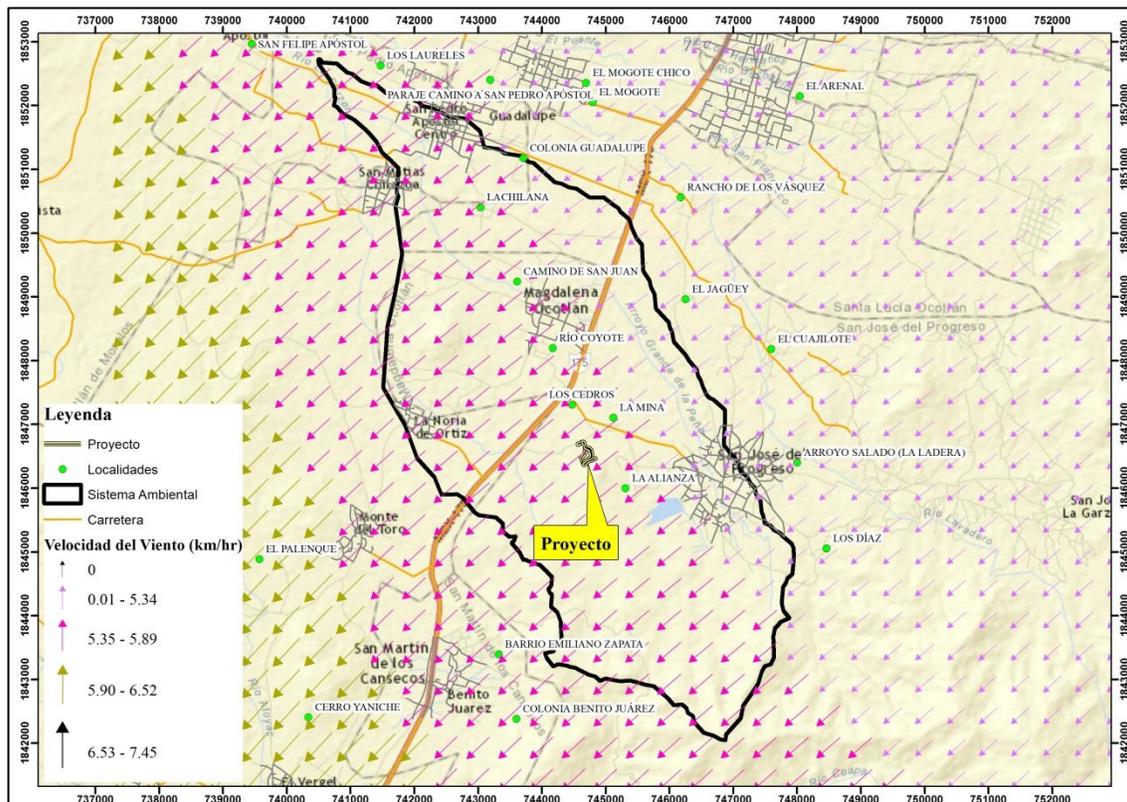


Figura 4.17. Velocidad promedio, rumbo y frecuencia de los vientos en el SA

b) Geología y geomorfología

Ubicación del SA dentro de las Provincias Fisiográficas

Con fines metodológicos, el territorio nacional puede subdividirse agrupando regiones que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geformas similares. Las zonas así diferenciadas se les reconoce como provincias fisiográficas, en México se han reconocido 15.

El Sistema Ambiental, como se muestra en la Figura 4.18, se ubica fisiográficamente dentro de la Provincia Sierra Madre del Sur, específicamente sobre la Subprovincia Sierras y Valles de Oaxaca.

La Provincia de la Sierra Madre del Sur, ubicada precisamente en la porción sur del territorio mexicano, limita al Norte con la Provincia del Eje Neovolcánico; al Este, tiene límites con la Provincia de la Llanura Costera del Golfo del Sur, la Provincia de las Sierras de Chiapas y la Provincia de la Llanura Costera Centroamericana del Océano Pacífico; en la porción Sur, limita con el Océano Pacífico, además, en sus 143,447km² de superficie abarca parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y la totalidad de Guerrero.

Por su historial geológico la Provincia Sierra del Sur presenta alta complejidad geológica, ya que formaba parte del suelo marino durante el periodo Jurásico – Cretácico hasta la Orogénesis

Laramide, donde sucede el choque entre las placas tectónicas de Cocos y Norteamericana emergiendo la provincia en cuestión, dándole su altitud promedio de 2,000 m.s.n.m., llegando hasta un máximo de 3,700 m.s.n.m.

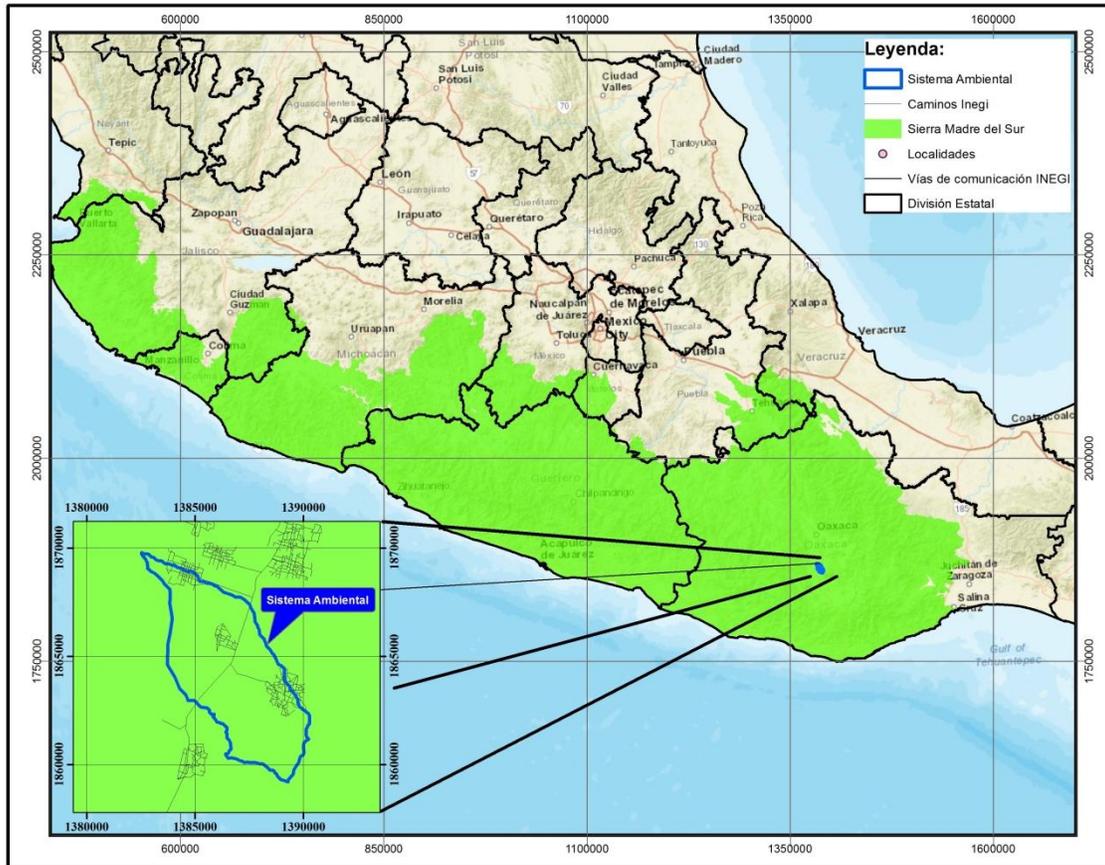


Figura 4.18. Provincias Fisiográficas, INEGI

La Subprovincia Sierras y Valles de Oaxaca se localiza en la parte central del estado de Oaxaca, incluyendo la región sociocultural de los Valles Centrales. Con una extensión territorial de 11,987.58 km², la región representa 17% de la superficie estatal. Presenta una topografía irregular con pequeñas planicies, lomeríos y sierras intermedias con altitudes de 1,010 hasta los 2,600 msnm y presenta pendientes de 10 hasta el 65%. En conjunto abarca 121 municipios agrupados en 7 distritos rentísticos: Ejutla, Etlá, Ocotlán, Tlacolula, Zaachila, Zimatlán y Centro.

Geología

La composición geológica en la Sierra Madre del Sur es variada y compleja, los tipos de roca abarcan el espectro lítico con rocas sedimentarias (marina, en zonas de baja profundidad, en la zona costera y continental), volcánica (continental o marina), intrusiva (superficial y subvolcánica), y metamórfica (actividad termal regional o local). Lo anterior debido a su pasado marino y a la interacción de las placas de Norteamérica, el Caribe y Farallón, esta última placa evoluciono hacia las placas de Guadalupe, Cocos y Rivera como resultado de la fragmentación gradual.

La subprovincia de Sierras y Valles de Oaxaca (referente a la provincia Sierra Madre del Sur), afloran rocas volcánicas de edad correspondiente al Cenozoico, que corresponde con derrames lávicos y depósitos piroclásticos asociados.

De acuerdo al INEGI, dentro de la superficie definida como SA se presenta una conformación de roca tipo ígnea extrusiva básica al Sur y roca gneis en la parte Norte y Centro - Oeste del polígono ambiental, además como puede apreciarse en la Figura 4.19, al Norte existe suelo perteneciente al Cuaternario, los cuales se aprecian con la leyenda Q (s) N/A.

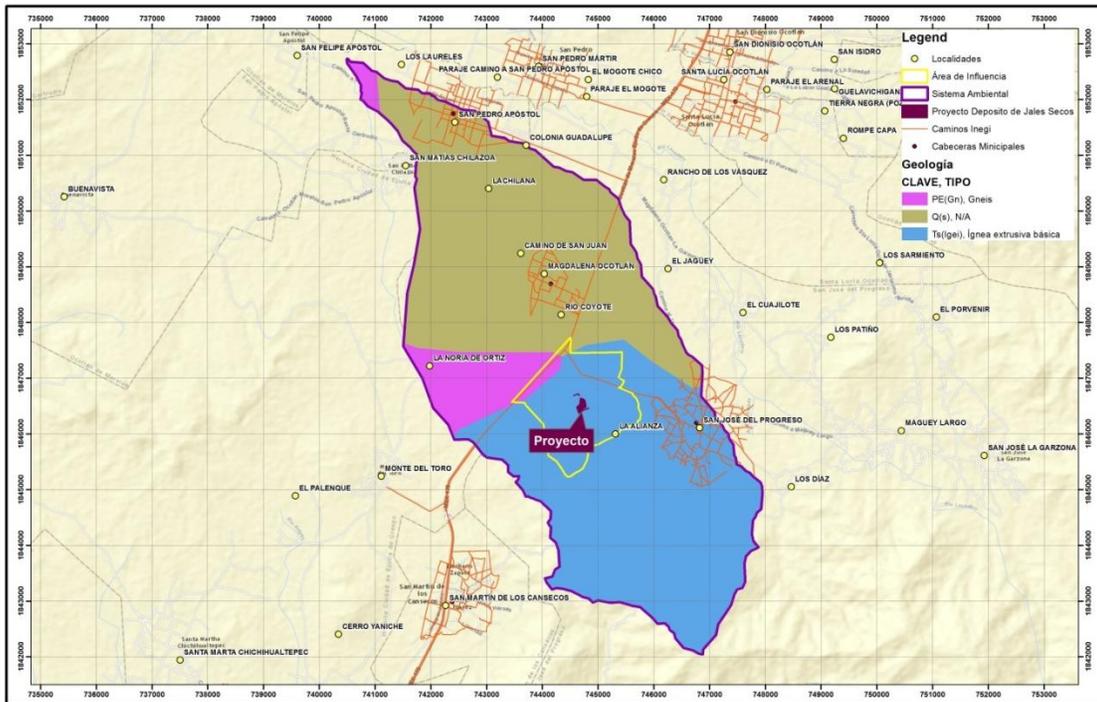


Figura 4.19. Geología en el Sistema Ambiental, INEGI

Así mismo la roca ígnea extrusiva básica incide sobre la mayoría de la superficie del AI, mientras la roca tipo Gneis y del Cuaternario se expresan mínimamente al Noroeste y Norte respectivamente.

La Guía para la Interpretación de Cartografía Geológica de INEGI (2005) describe los compuestos geológicos del SA de la siguiente manera:

Roca ígnea extrusiva básica Tg(Igei): son formadas una vez que el magma es expulsado mediante aparatos volcánicos, provocando el enfriamiento del magma por la temperatura ambiental y del sustrato en la superficie. Una vez que el magma se enfría, se desarrollan pequeños cristales que forman rocas de grano fino, además, presentan baja cantidad de sílice, menor al 45% de su peso (sección Sur del SA).

Gneis PE(Gn): Roca originada por el metamorfismo regional de grado medio-alto de rocas pelíticas (paragneis) o por el metamorfismo de rocas ígneas graníticas (ortogneis), de grano grueso a

medio, con textura planar grosera (textura gnéisica), que origina un bandeado composicional alternante de capas de minerales claros (feldespato potásico mayor del 20%, albita, cuarzo y moscovita) y capas de minerales oscuros (biotita, anfíboles, turmalina, andalucita, sillimanita, cordierita, granate, etc.). A simple vista, se reconoce relativamente bien por la alternancia de bandas claras y oscuras o por la presencia de los denominados "ojos de sapo", cristales de sección ojival de feldespato potásico. Suelen ser mucho más compactos y resistentes a la erosión que los esquistos (secciones Norte y Centro – Oeste del SA).

Geomorfología

El Sistema Ambiental se encuentra inmerso en la Provincia Sierra Madre del Sur específicamente en la subprovincia Sierras y Valles Centrales de Oaxaca. Las topofomas más representativas de esta subprovincia son: valles intermontanos y sierra.

Como se observa en la Figura 4.20 la expresión topográfica principal del Sistema Ambiental se presenta al Centro y Norte, compuesto por Valle, con la inserción de una pequeña loma denominada como "Pueblo Viejo" al Oeste del polígono ambiental. El sector Sur se encuentra compuesto por Sierra, proveniente de la cordillera del "Labrador". Así mismo, la superficie del área de influencia se establece sobre valle estable y loma.

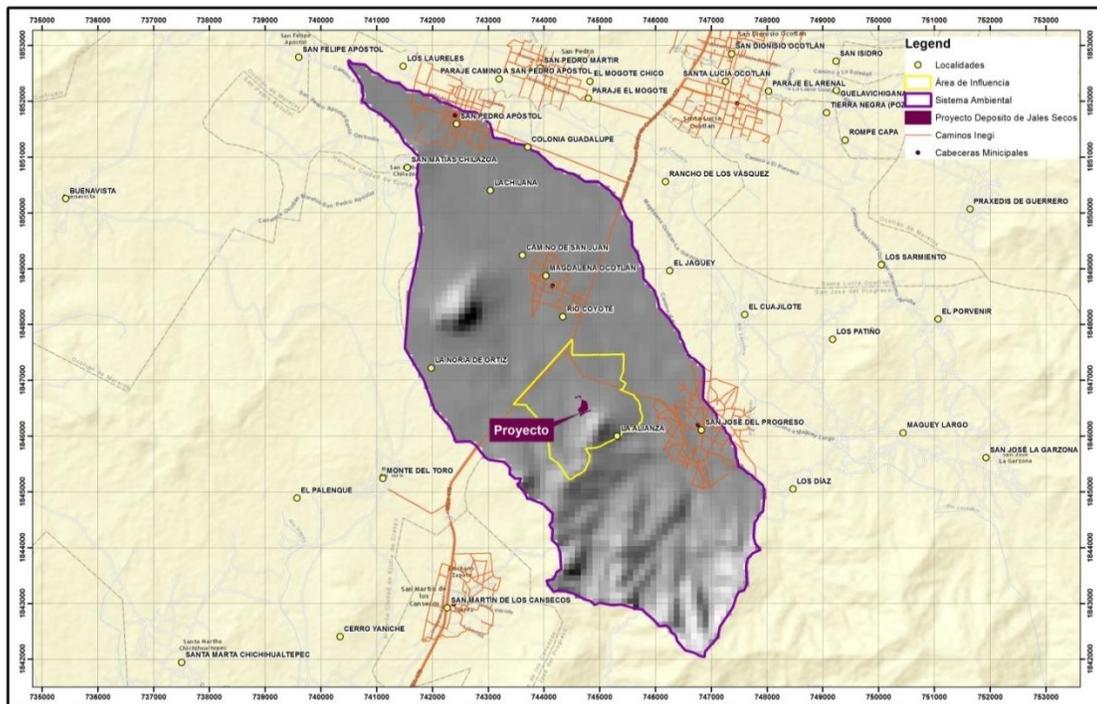


Figura 4.20. Modelo de relieve en el SA

En la Figura 4.21 se presenta el modelo digital de elevación (MDE) elaborado para el Sistema Ambiental, en dicha figura se puede observar como la porción Norte es básicamente una planicie estable de 1,400 m.s.n.m. con una pequeña elevación de 1,600 m.s.n.m. aislada en la parte Oeste denominado como loma "Pueblo Viejo". En la porción centro - sur del SA comienza la Sierra a elevarse desde los 1,700 m.s.n.m. hasta alcanzar su máxima altura a 2,000 m.s.n.m. en la porción más

Sureña del polígono ambiental. El área de influencia presenta elevaciones desde los 1,400 m.s.n.m. hasta 1,700 m.s.n.m.

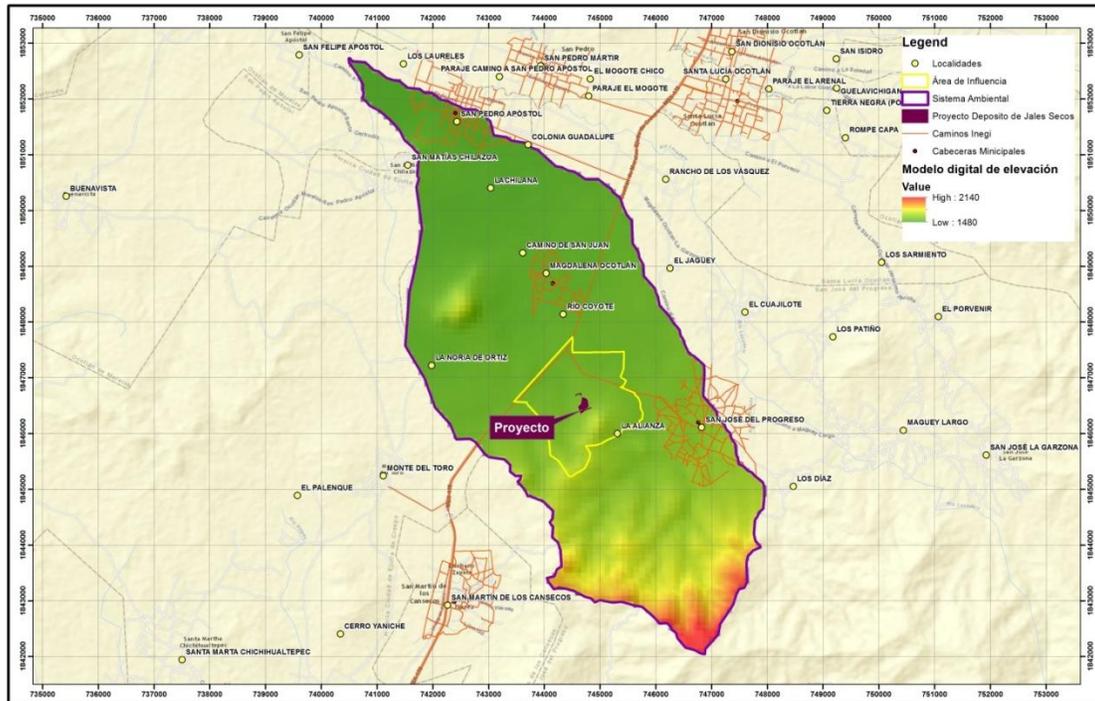


Figura 4.21. Modelo Digital de Elevación para el SA

Por su parte y para complementar la descripción del relieve, se realizó un Modelo de pendientes en Grados como unidad de medida. Mediante este modelo se puede observar que el Norte del SA presenta de manera general pendientes muy ligeras menores a 5° , con excepción de la loma “Pueblo Viejo” que presenta pendientes desde los 10° hasta los 30° , además, la sección sur que corresponde a sierra, presenta pendientes desde los 10° hasta los 50° , aumentando conforme se adentra a la sierra. Lo que respecta al área de influencia, esta superficie presenta pendientes desde los 0° hasta los 30° . Tal como se observa en la Figura 4.22.

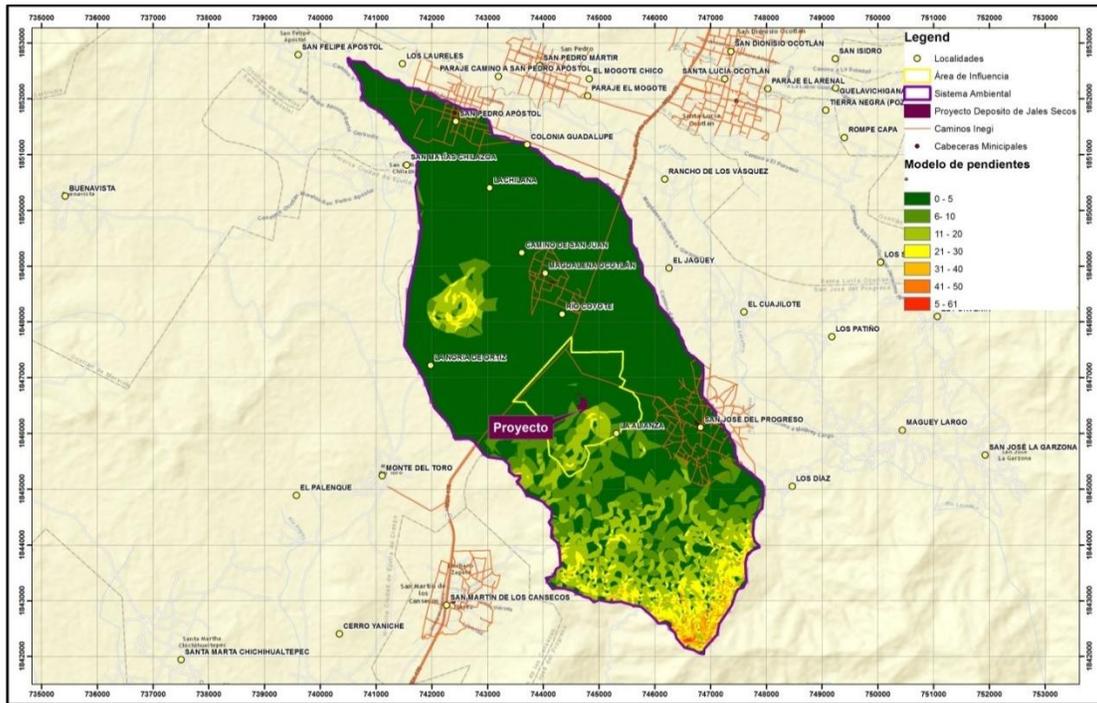


Figura 4.22. Modelo de Pendientes para el SA

Fallas y fracturas

Dentro del SA delimitado para el Proyecto no se encuentran fallas y fracturas según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Figura 4. 23).

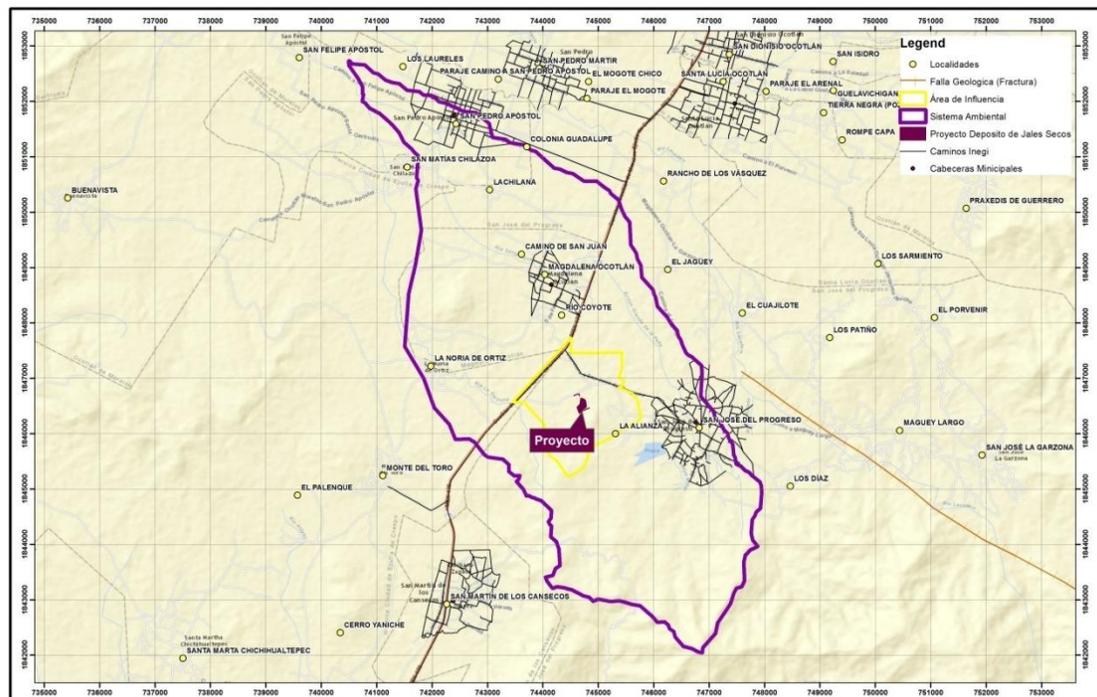


Figura 4. 23. Fallas y fracturas en el SA, INEGI

Riesgos geológicos

El área de estudio del Proyecto se ubica dentro de la zona de riesgo sísmico “D”, ello según la Figura 4.24 la cual se basa en una ilustración del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad.

La zona considerada como Zona D, se caracteriza por ser una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

En la Figura 4.24, se muestra el mapa de riesgos sísmicos de la República Mexicana, en donde se observa la localización del área de estudio dentro de la zona “D”.



Figura 4.24. Regiones Sísmicas de México, CFE

Realizando una investigación exhaustiva de los fenómenos sísmicos acontecidos en los últimos 40 años, se identificaron cuatro eventos cercanos al Proyecto. A continuación, se describen en la Tabla 4. 5 junto con su respectiva ubicación en la Figura 4. 25.

Tabla 4. 5. Sismos cercanos al Sistema Ambiental del Proyecto Presa de Jales Secos

| Año | Magnitud | Profundidad (Km) | Distancia del Proyecto (Km) | Coordenadas (UTM zona14) | |
|------|----------|------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------|
| | | | | X | Y |
| 1973 | 4.2 | 33 | 13 | 734709.8066 | 1854290.229 |
| 1978 | 4.3 | 33 | 23 | 727924.7477 | 1830528.585 |
| 1978 | 4.5 | 137 | 3.8 | 748899.3486 | 1844931.451 |
| 1979 | 4.8 | 47 | 26 | 745143.5415 | 1818762.532 |
| 1981 | 4.1 | 62.4 | 19 | 728510.0609 | 1855550.763 |
| 1982 | 4.4 | 87.4 | 16 | 737091.8417 | 1860626.538 |
| 1986 | 4 | 33 | 27 | 743762.2621 | 1818082.742 |
| 1986 | 4.6 | 50.6 | 25 | 752771.8803 | 1869111.783 |
| 1999 | 4 | 41.6 | 21 | 766308.9905 | 1835287.994 |
| 1999 | 3.8 | 62.1 | 22 | 767534.6674 | 1839732.026 |
| 1999 | 3.9 | 41.6 | 28 | 772693.6642 | 1837029.134 |
| 2001 | 3.8 | 20 | 12 | 735110.3948 | 1837358.312 |
| 2002 | 3.8 | 67.7 | 33 | 719744.5147 | 1867744.175 |
| 2002 | 4.1 | 150.7 | 3.5 | 748653.5585 | 1847696.213 |
| 2004 | 3.9 | 26.9 | 10 | 744951.5189 | 1835586.761 |
| 2006 | 3.8 | 61.8 | 18 | 761242.0513 | 1856593.646 |
| 2008 | 3.6 | 59.9 | 25 | 768998.9476 | 1833660.79 |
| 2008 | 3.8 | 64.3 | 21 | 755956.3255 | 1863518.448 |
| 2010 | 4.2 | 44.1 | 20 | 763765.824 | 1833706.524 |

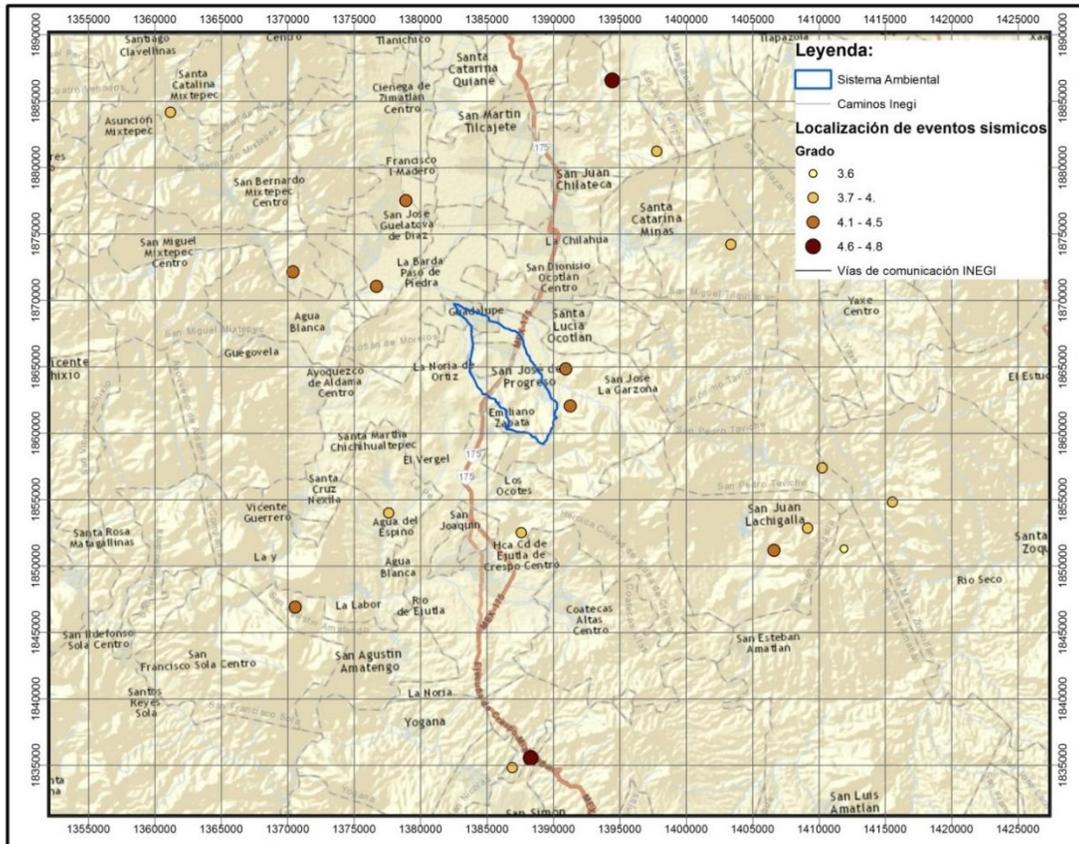


Figura 4. 25. Eventos sísmicos con epicentro cercano al Sistema Ambiental (USGS 1973-2010)

c) Suelos

Introducción

Para la clasificación de suelos se utiliza como base el sistema WRB 2000 a fin de lograr una mejor definición y clasificación de este recurso, puesto que ayuda a detallar aún más las características propias de los suelos. El sistema de clasificación de la WRB cuenta con el respaldo científico de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (hoy IUSS) y del Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos (ISRIC), así como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Dada la importancia que tiene de este recurso para asuntos ambientales, más específicamente en temas de identificación y control de erosión, se consideró la implementación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS) para la identificación de sitios en proceso de degradación.

Metodología para clasificación de suelos

Uno de los requerimientos primordiales para la adecuada clasificación del suelo, recomendada por el sistema de clasificación mundial empleado, radica en la necesidad de elaborar puntos de control en campo, con la finalidad de extraer las características morfológicas que presentan los suelos.

En edafología, el muestreo se efectúa de manera dirigida, en aquellos lugares que sean más representativos de los edafopaisajes, pasando de lado los exhaustivos muestreos estadísticos de otras disciplinas.

A continuación, se describe la metodología utilizada para la evaluación del suelo.

Compilación de información

Cartografía Ambiental.- Información temática de INEGI con escala 1:250 000 con los siguiente temas: uso del suelo y vegetación, hidrográficas (subterráneas y superficial); en tanto que a escala 1:1 000 000 se consulta la carta fisiográfica, de climas, geología, precipitación y temperatura media anual.

Carta Edafológica.- Serie II de la carta edafológica del INEGI, a escala 1:250 000.

Trabajo de campo

Elección del sitio de muestreo. Consiste en la selección del lugar más adecuado para llevar a cabo la apertura del pozo de estudio edafológico. Algunas consideraciones para la elección del sitio no dependen de la variabilidad edafológica, sino de factores humanos como la accesibilidad, caminos en mal estado, vías obstruidas, zonas de acceso restringidos y permiso de los propietarios de los terrenos, etc.; pues no se efectúa estudio edafológico alguno sin el permiso respectivo.

Apertura del pozo. Una vez determinado el sitio de apertura, se delimita el área a excavar. Las proporciones del pozo edafológico deben permitir la observación de la cara principal o perfil del suelo lo mejor posible, la longitud del pozo está sujeta a la profundidad y a la pendiente del terreno. La profundidad se relaciona con la proximidad a la que se encuentre alguna limitante física como roca, cementación o nivel freático que impida continuar con el excavado.

Esculpido. Con el pozo edafológico terminado se prosigue al esculpido del perfil, actividad que consiste en quitarle a la cara principal del pozo las marcas hechas por la herramienta empleada para la apertura del mismo.

Toma de fotografías. Se tomaron fotografías de cada perfil de suelo o cara representativa además del paisaje adyacente al perfil y una imagen de la superficie del suelo con algún objeto de referencia, así como de algún detalle particular que se requiera resaltar del mismo.

Descripción del perfil de suelo. Actividad referente al registro de datos sobre lo observado en el perfil de suelo, es decir, recolecta de la descripción morfológica que presente el perfil, describiéndose cada una de las capas u horizontes encontrados en su interior.

Muestreo. Para efectos de una clasificación definitiva del perfil, se colectan muestras. La finalidad es la de contar con datos analíticos mediante pruebas efectuadas en laboratorio que permitan conocer las características químicas del horizonte en cuestión.

Cierre del pozo. Acción encaminada a proteger al suelo de sufrir erosión si se deja descubierto.

Clasificación de tipos de suelos

Clasificación definitiva de perfiles, con los resultados de laboratorio y las observaciones morfológicas realizadas en campo se prosigue a la clasificación definitiva de cada uno de los perfiles de suelos realizados de acuerdo a la clasificación de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB).

Descripción de los tipos de suelo

De manera general y en consideración a información de INEGI, en la Figura 4. 26 se presentan los tipos de suelos (serie II) que se distribuyen en el Sistema Ambiental. Los tipos de suelos dominantes son, Cambisoles, Lepsoles y Luvisoles (ver Anexo 4.4).

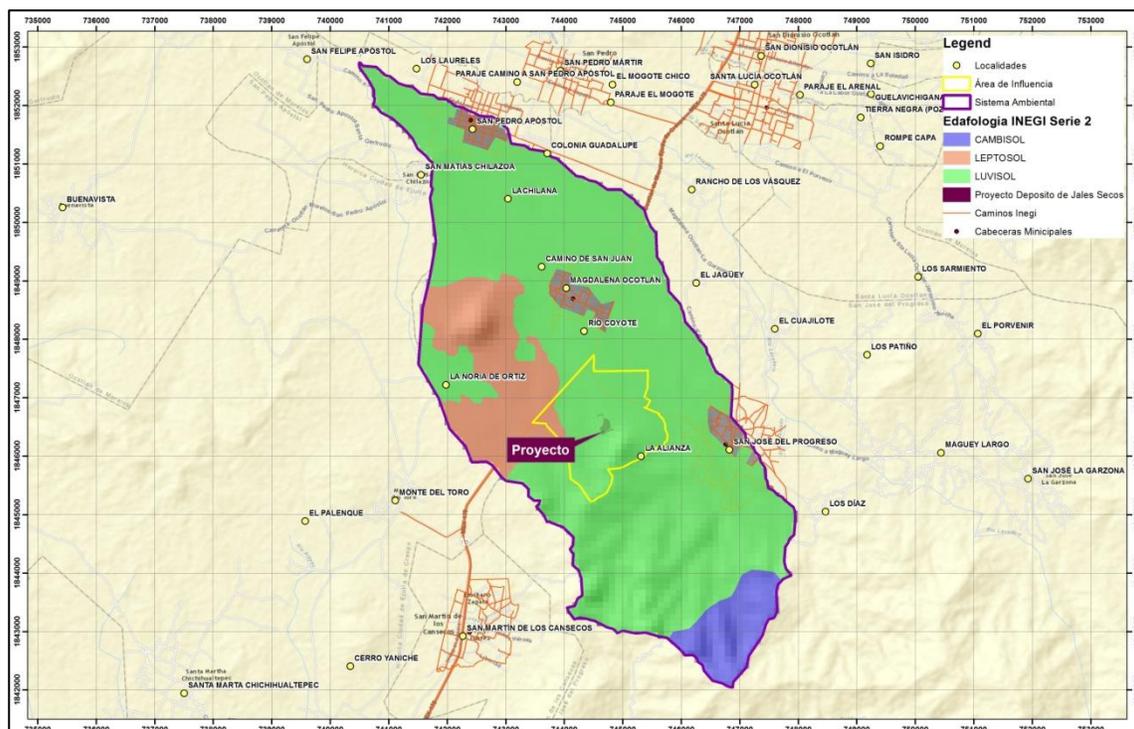


Figura 4. 26. Edafología en el SA, serie II INEGI

En el área de influencia el tipo de suelo dominante es el Luvisol seguido de Leptosol, el cual se localiza en una pequeña parte del extremo Noroeste del polígono de influencia.

A continuación, se presenta a mayor detalle el análisis realizado al recurso suelo en la superficie del Sistema Ambiental. En la siguiente Tabla 4. 6 se presenta los puntos de suelo muestreados y en consideración a la clasificación del sistema WRB 2000 los tipos de suelo que se cataloga en cada sitio.

Tabla 4. 6. Clasificación de suelos de acuerdo a WRB 2000

| ID Punto muestreo | Tipo de verificación | Muestras | Clasificación de suelos WRB 2000 | | Textura del suelo |
|-------------------|----------------------|----------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| | | | Clave | Nombre de suelo | |
| 3-I | Observación | 0 | LPeuli/2R | Leptosol eútrico lítico | Media |
| 4-I | Pozo a cielo abierto | 1 | PHlep/1 | Phaeozem léptico | Gruesa |
| 1-II | Observación | 0 | PHlvlep(sk)/1 | Phaeozem lúvico léptico (esquelético) | Gruesa |
| 2-II | Observación | 0 | RGlep/1 | Regosol léptico | Gruesa |
| 3-II | Observación | 0 | RGsklep/1 | Regosol esquelético léptico | Gruesa |
| 5-II | Observación | 0 | LPeuli/1 | Leptosol eútrico lítico | Gruesa |
| 6-II | Observación | 0 | PHlep/2 | Phaeozem leptico | Media |
| 8-II | Observación | 0 | LPeuli/1 | Leptosol eútrico lítico | Gruesa |
| 1-III | Pozo a cielo abierto | 2 | RGeulep/1 | Regosol eútrico léptico | Gruesa |
| 3-III | Pozo a cielo abierto | 1 | RGeulep/2 | Regosol eútrico léptico | Media |
| 4-III | Pozo a cielo abierto | 1 | LPeu/1 | Leptosol eútrico | Gruesa |
| 5-III | Pozo a cielo abierto | 1 | PHlvlep/1 | Phaeozem lúvico leptico | Gruesa |

La textura que se presenta en forma dominante es textura gruesa, siendo suelos arenosos con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas, el siguiente tipo de textura que se presenta es la textura media, siendo comúnmente llamados suelos con textura franca, equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo.

A continuación, se presenta la descripción de los suelos encontrado en el Sistema Ambiental de acuerdo a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB 2000).

Leptosoles (LP)

Son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas.

Phaeozem (PH)

Suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego phaios, oscuro, y ruso zemlja, tierra. Tienen un horizonte mólico (más fino y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre horizonte subsuperficial cámbico o árgico.

Regosoles (RG)

Los Regosoles son todos aquellos suelos que por tener poco desarrollo edáfico por lo que no fueron clasificados en algún grupo de suelo, por lo que se clasifican en este grupo, siendo el grupo residual del sistema de clasificación WRB, por lo tanto, no tiene características relevantes para su diagnóstico.

Calificadores

A continuación, se presentan los calificadores que detallan las propiedades de los tipos de suelos encontrados en el sistema ambiental.

Esquelético (sk): con más de 40% del volumen de la matriz del suelo de fragmentos gruesos (<2 mm): gravas, guijarros o piedras.

Húmico (hu): suelos que contienen un alto porcentaje de Carbón Orgánico, para los Leptosoles mayor del 2% en todo su espesor, para el resto de grupos de suelos, más de 1% en los primeros 50 cm desde la superficie del suelo.

Lúvico (lv): con horizonte subsuperficial de acumulación de arcilla.

Léptico (le): se tiene roca continua que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

Eútrico (eu): que tiene una saturación con bases (por NH₄OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.

Lítico (li): que tiene roca continua que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo (sólo en Leptosoles).

Características físicas y químicas de los tipos de suelos

Para conocer las características físicas y químicas de los distintos tipos de suelos que se encontraron en el muestreo realizado, a continuación se presenta los diferentes suelos encontrados en el SA (para mayor detalle de todos los puntos analizados consultar Anexo 4.5).

Leptosol

Tabla 4. 7. Información general del perfil de suelo

| | | |
|------------------------------|---------------------------------|--|
| Perfil N° | 4-III |  |
| Clasificación del perfil WRB | LPeu/1 | |
| Grupo de suelo | Leptosol eútrico textura gruesa | |
| Coordenadas X | 744902 | |
| Coordenadas Y | 1844978 | |
| Altitud msnm | 1,612 | |

Tabla 4. 8. Descripción morfológica del perfil de suelo

| Horizonte | Profundidad (cm) | Descripción |
|-----------|------------------|---|
| A | 0-18 | <p>Se haya carente de humedad y el agregado presenta una estructura con forma de bloques subangulares, de tamaño muy fino y desarrollo débil. El color en seco con apoyo de la tabla Munsell es 10YR5/4 pardo amarillento, y en húmedo 10YR 3/4 pardo amarillento.</p> <p>El suelo carece de adhesividad y plasticidad debido a que la textura estimada al tacto revela que las partículas gruesas son dominantes en él, por lo que se designa como arenoso-franco o, gruesa. Aunado a eso, en el horizonte se aprecian gravas de formas subangulares y en abundantes cantidades, estimándose que ocupan un volumen del 60% del suelo.</p> <p>Se observan raíces finas de manera frecuente en el estrato, ocasionados por la fuerte presencia de pastizal en la superficie.</p> |
| C | 18-22 | <p>Capa conformada por material de roca intemperizada con espesor que oscila en el rango de 18-22 cm. Por su naturaleza, carece de los rasgos que identifican a los suelos propiamente dichos, por lo tanto, se omiten los datos correspondientes. La nomenclatura correspondiente a la capa en cuestión es la de Cr, donde el subfijo 'r' es indicativo del proceso de descomposición del material parental.</p> |
| R | >22 | Roca |

Tabla 4. 9. Determinaciones del perfil del suelo

| Análisis de Laboratorio de Suelos | | Perfil: 4-III |
|--|--|----------------------|
| Parámetro | | Horizonte A |
| Materia orgánica % | | 3.18 |
| Textura | | |
| Arena | | 85.08 |
| Limo | | 11.64 |
| Arcilla | | 3.28 |
| Clase Textural | | Franco arenoso |
| Iones Solubles | | |
| Conductividad Electrica | | 0.14 |
| Calcio Soluble | | 0.6 |
| Magnesio Soluble | | 0.4 |
| Sodio Soluble | | 0.4 |
| PSI | | 0.1 |
| Carbonatos Solubles | | 0 |
| Bicarbonatos Solubles | | 0.5 |
| Cloruros Solubles | | 0.6 |
| Sulfatos Solubles | | 0.3 |
| Clasificación por Salinidad y Sodicidad | | Normal |
| Nutrientes | | |
| Calcio | | 1100 |
| Potasio | | 230 |
| Magnesio | | 50 |
| Manganeso | | 5 |
| Fósforo | | 25 |
| Nitrogeno Nítrico | | 6 |
| Nitrogeno Amoniacal | | 12 |
| pH 1:2 en Agua | | 6.3 |

Phaeozem

Tabla 4. 10. Información general del perfil de suelo

| | | |
|------------------------------|-------------------------|--|
| Perfil N° | 5-III |  |
| Clasificación del perfil WRB | PHlvlep/1 | |
| Grupo de suelo | Phaeozem lúvico léptico | |
| Coordenadas X | 744340 | |
| Coordenadas Y | 1845313 | |
| Altitud msnm | 1,671 | |

Tabla 4. 11. Descripción morfológica del perfil de suelo

| Horizonte | Profundidad (cm) | Descripción |
|-----------|------------------|--|
| A | 0-25 | <p>Muestra una clara diferencia que permite la separación y demarcación del límite con respecto a la capa que le precede; éste último resulta ondulado en su trazo. Sin humedad aparente alguna, el agregado presenta una estructura con forma de bloques subangulares, de tamaño medio y desarrollo fuerte, además de reportar un color en seco de 10YR3/2 pardo grisáceo muy oscuro y en húmedo de 10YR2/2 pardo muy oscuro.</p> <p>La consistencia tanto en seco como en húmedo resulta semejante al catalogarse como extremadamente dura o firme; para el caso del valor en húmedo, cabe indicar que el agregado muestra fuerte cohesión y baja porosidad, de manera tal que el agua aplicada no logra penetrar con facilidad al interior del agregado, dato que explica la firmeza del terrón en esta prueba.</p> <p>En el horizonte se aprecian gravillas con forma subangular y en cantidades frecuentes; en tanto que, resultan frecuentes las raíces finas y escasas las de tipo medio y grandes.</p> |
| C | 26-38 | <p>Cabe destacar que a esta profundidad el material se siente ligeramente húmedo, síntoma de la fuerte retención de agua que puede explicarse por la arcilla presente, la condición de profundidad, la cubierta vegetal y la protección de especies arbustivas que proyectan su sombra sobre la zona en la que se practicó la verificación. Considérese también la posibilidad de que la humedad no se encuentre fácilmente disponible para la vegetación del lugar, lo cual resalta durante su revisión.</p> |
| R | >38 | Roca |

Tabla 4. 12. Determinaciones del perfil del suelo

| Análisis de Laboratorio de Suelos | | Perfil: 5-III |
|---|---|----------------|
| Parámetro | | Horizonte A |
| Materia orgánica | % | 4.6 |
| Textura | | |
| Arena | | 75.08 |
| Limo | | 9.64 |
| Arcilla | | 15.28 |
| Clase Textural | | Franco arenoso |
| Iones Solubles | | |
| Conductividad Electrica | | 0.12 |
| Calcio Soluble | | 0.4 |
| Magnesio Soluble | | 0.6 |
| Sodio Soluble | | 0.2 |
| PSI | | 0.1 |
| Carbonatos Solubles | | 0 |
| Bicarbonatos Solubles | | 0.6 |
| Cloruros Solubles | | 0.5 |
| Sulfatos Solubles | | 0.1 |
| Clasificación por Salinidad y Sodicidad | | Normal |

| Nutrientes | |
|---------------------|------|
| Calcio | 1100 |
| Potasio | 170 |
| Magnesio | 50 |
| Manganeso | 5 |
| Fósforo | 25 |
| Nitrógeno Nítrico | 6 |
| Nitrógeno Amoniacal | 12 |
| pH 1:2 en Agua | 5.87 |

Regosol

Tabla 4. 13. Información general del perfil de suelo

| | | |
|------------------------------|-------------------------|---|
| Perfil N° | 1-III |  |
| Clasificación del perfil WRB | RGeulep/1 | |
| Grupo de suelo | Regosol eútrico léptico | |
| Coordenadas X | 745674 | |
| Coordenadas Y | 1846311 | |
| Altitud msnm | 1,571 | |

Tabla 4. 14. Descripción morfológica del perfil de suelo

| Horizonte | Profundidad (cm) | Descripción |
|-----------|------------------|-------------|
|-----------|------------------|-------------|

| | | |
|----|-------|--|
| A | 0-26 | <p>Logra diferenciarse con claridad con respecto al segundo horizonte, adoptando una forma ondulada en la división, entre los límites de uno y otro estrato.</p> <p>La estructura del agregado muestra la forma de bloques subangulares, de tamaño fino y desarrollo débil. El color del suelo en seco comprende el valor de 10YR4/6 pardo amarillento oscuro, en tanto que en húmedo, se consigue la clave 10YR3/4, que, de acuerdo a la tabla de colores Munsell, arroja el mismo tono que en seco, con la diferencia de que se haya en los límites con el pardo muy oscuro, esto por la diferencia de value y chroma entre ambos.</p> <p>En este horizonte, se presentan fragmentos de roca con las dimensiones propias de las gravas; este material se haya en abundantes cantidades, aproximadamente un 50% del volumen del suelo, y con formas subangulares. El material se haya sano y con origen en la andesita.</p> <p>Las raíces finas son frecuentes, considerando que este valor representa cantidades entre 20-100 ejemplares por horizonte.</p> <p>La superficie del terreno se haya cubierta por guijarros, gravilla y ejemplares de maguey criollo, además de una cubierta de pasto de diferente altura. Se estima que los guijarros cubren un 70% del área observada.</p> |
| AC | 27-42 | <p>El horizonte se haya carente de humedad y manifiesta una estructura del agregado con forma de bloques subangulares, de tamaño fino y desarrollo débil.</p> <p>De color con la tabla Munsell indica la clave 10YR4/6 pardo amarillento oscuro, en seco y con el agregado humedecido se tiene el valor 10YR3/4 pardo amarillento oscuro, siendo este dato semejante a lo reportado en el horizonte superficial con respecto al límite del tono en húmedo con el valor que le antecede; sin embargo, a pesar que por colores de suelo ambos estratos son semejantes, la diferencia estriba en las características adicionales que presenta este horizonte, como lo es el cinturón de gravas y guijarros que se hayan en él.</p> <p>Se observa material grueso en el horizonte, conformado por fragmentos de rocas considerados como gravas y guijarros, por las dimensiones que presentan. Con respecto a las primeras, muestran formas subangulares y en cantidades que se consideran como dominantes, entre el rango de 70-80% en el volumen de suelo; los guijarros son subredondeados y su presencia es escasa en el horizonte, entre 5-15% en volumen. Los fragmentos se encuentran sanos y presumiblemente conformados por andesita.</p> |
| C | >42 | <p>Presenta características parecidas a la roca madre, material parental intemperizado que se encuentra en condición de regolita.</p> |

Tabla 4. 15. Determinaciones del perfil del suelo

| Análisis de Laboratorio de Suelos | Perfil: 1-III | Perfil: 1-III |
|-----------------------------------|---------------|---------------|
| Parámetro | Horizonte A | Horizonte AC |
| Materia orgánica % | 1.52 | 1.19 |
| Textura | | |
| Arena | 73.08 | 71.08 |

| | | |
|---|----------------|------------------------|
| Limo | 11.64 | 7.64 |
| Arcilla | 15.28 | 21.28 |
| Clase Textural | Franco arenoso | Franco arcillo arenoso |
| Iones Solubles | | |
| Conductividad Electrica | 0.16 | 0.15 |
| Calcio Soluble | 1.2 | 0.8 |
| Magnesio Soluble | 0.2 | 0.2 |
| Sodio Soluble | 0.2 | 0.5 |
| PSI | 0.1 | 0.1 |
| Carbonatos Solubles | 0 | 0 |
| Bicarbonatos Solubles | 1.2 | 1 |
| Cloruros Solubles | 0.3 | 0.4 |
| Sulfatos Solubles | 0.1 | 0.1 |
| Clasificación por Salinidad y Sodicidad | Normal | Normal |
| Nutrientes | | |
| Calcio | 2200 | 2200 |
| Potasio | 230 | 170 |
| Magnesio | 25 | 25 |
| Manganeso | 5 | 5 |
| Fósforo | 50 | 50 |
| Nitrógeno Nítrico | 12 | 6 |
| Nitrógeno Amoniacal | 35 | 12 |
| pH 1:2 en Agua | 7.64 | 7.96 |

Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS)

Para conocer con mayor detalle el grado de erosión que se presenta en la superficie del Sistema Ambiental se ha aplicado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), a dicha superficie:

$$E = R \times K \times LS \times C \times P$$

Donde:

E = erosión del suelo t/ha año

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

K = erosionabilidad del suelo

LS = longitud y grado de pendiente

C = factor de vegetación

P = factor de prácticas mecánicas

Para utilizar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que ha permitido a nivel nacional hacer un uso adecuado de este modelo predictivo. La erosión potencial (sin vegetación) se estima como:

$$Ep = R \times K \times LS$$

El cálculo de erosión se realizó mediante la técnica de álgebra de mapas en Arcgis 9.3 A continuación se presentan los mapas raster para cada uno de los componentes de la EUPS, que una vez creados, se realiza una multiplicación entre ellos.

Erosividad de la lluvia R

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación de la energía cinética:

$$Ec = mv^2/2$$

Dónde: m es la masa de lluvia y velocidad de caída de las gotas de lluvia. Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería $\sum EI_{30}$ o sea el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento se estima por evento como $Ec = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I$ donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de Ec y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. La suma de estos valores de EI_{30} en un año da el valor de R.

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

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país como se muestra en la Figura 4. 27.

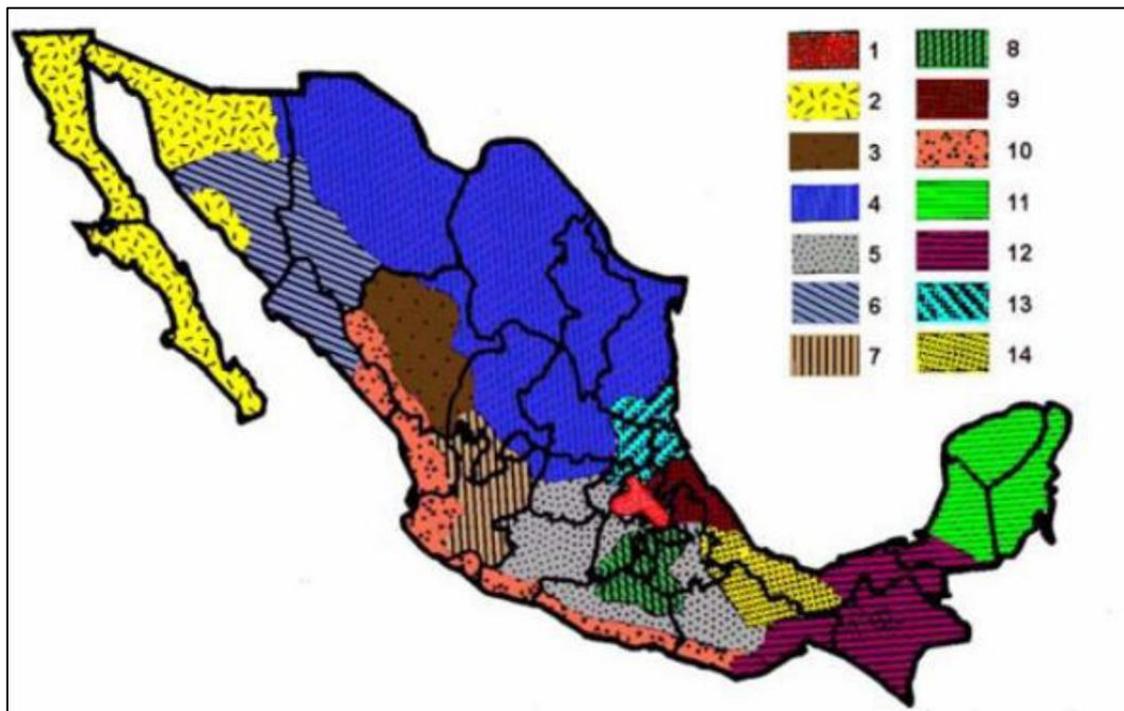


Figura 4. 27. Regiones con igual erosividad en la República Mexicana

Tabla 4. 16. Ecuaciones para obtener el factor (R)

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

El dato de precipitación se obtuvo de diferentes estaciones climatológicas cercanas al SA, a las cuales se aplicó la ecuación para la obtención del factor “R”, una vez obtenido este valor se aplicó el método de interpolación.

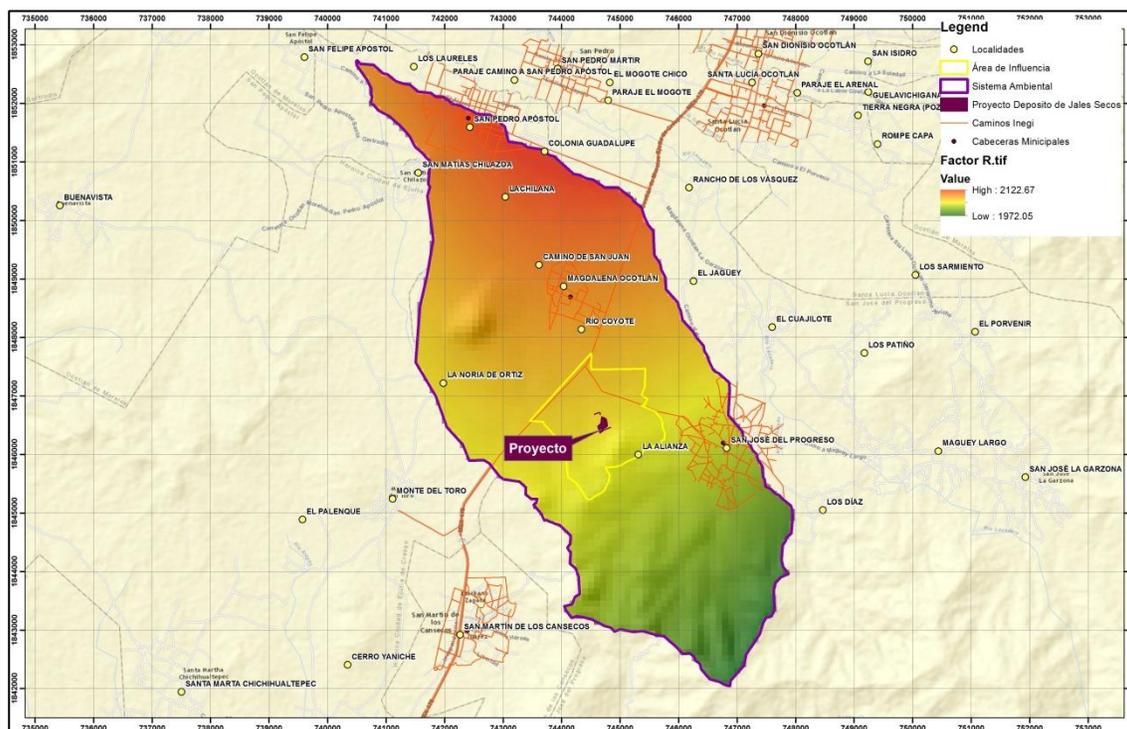


Figura 4. 28. Factor R en el Sistema Ambiental

Factor K

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

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso de la Tabla 4. 17 para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K).

Tabla 4. 17. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica

| Textura | % de Materia Orgánica | | |
|-------------------------|-----------------------|---------|---------|
| | 0.0-0.5 | 0.5-2.0 | 2.0-4.0 |
| Arcillo arenosa | 0.014 | 0.013 | 0.012 |
| Arcillo limosa | 0.025 | 0.023 | 0.019 |
| Arena | 0.005 | 0.003 | 0.002 |
| Arena fina | 0.016 | 0.014 | 0.010 |
| Arena fina migajosa | 0.024 | 0.020 | 0.016 |
| Arena migajosa | 0.012 | 0.010 | 0.008 |
| Arena muy fina | 0.042 | 0.036 | 0.028 |
| Arena muy fina migajosa | 0.044 | 0.038 | 0.030 |
| Limo | 0.060 | 0.052 | 0.042 |

| | | | |
|--------------------------|------------|-------|-------|
| Migajón | 0.038 | 0.034 | 0.029 |
| Migajón arcillo arenosa | 0.027 | 0.025 | 0.021 |
| Migajón arcillo limosa | 0.037 | 0.032 | 0.026 |
| Migajón arcillosa | 0.028 | 0.025 | 0.021 |
| Migajón arenosa | 0.027 | 0.024 | 0.019 |
| Migajón arenosa fina | 0.035 | 0.030 | 0.024 |
| Migajón arenosa muy fina | 0.047 | 0.041 | 0.033 |
| Migajón limosa | 0.048 | 0.042 | 0.033 |
| Arcilla | 0.013-.029 | | |

Para conocer la distribución espacial del factor “K” en el SA, se consideró información de INEGI con escala 1:250 000, además, para detallar más en la información se realizaron visitas al sitio y se tomaron muestras de suelo para su posterior análisis. A continuación, se presenta la interpolación de los datos arrojados de las muestras analizadas (Materia orgánica, Arena, Limo y Arcilla).

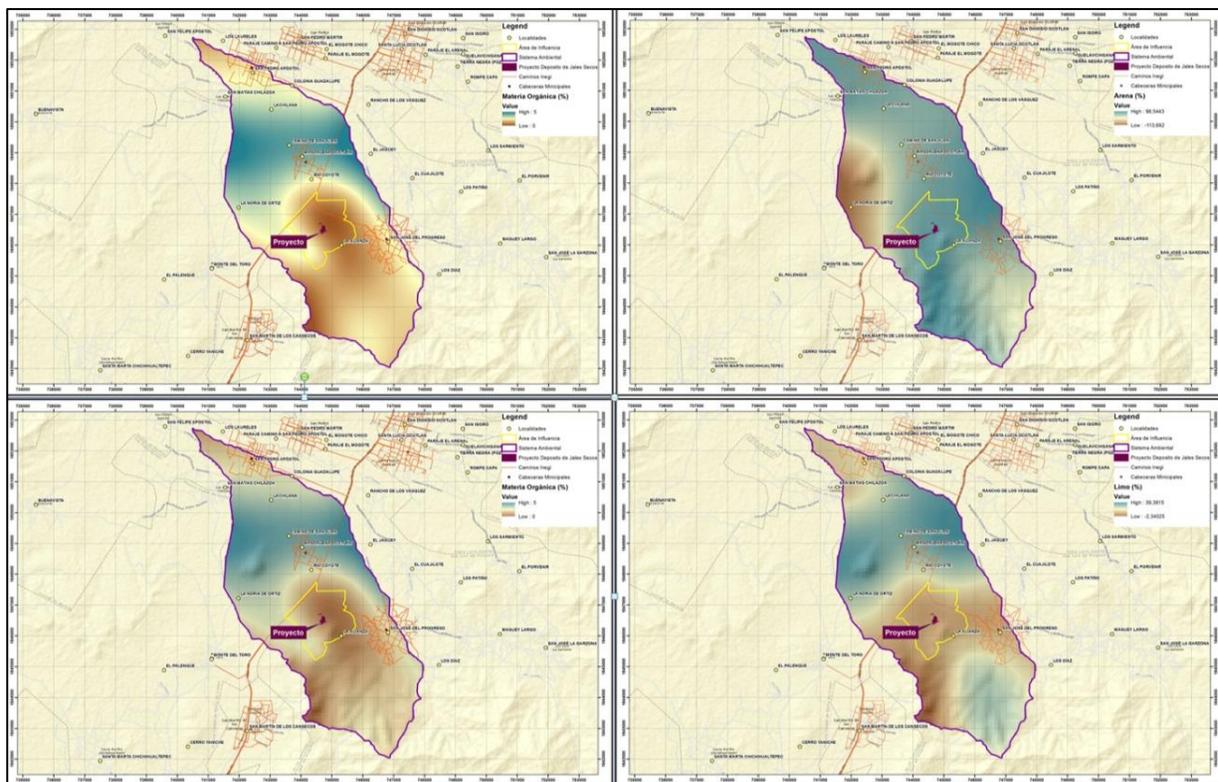


Figura 4. 29. Interpolación de los datos arrojados de las muestras analizadas (Materia orgánica, Arena, Limo y Arcilla)

Al conocer la materia orgánica y textura de los puntos muestreados, se estimó el valor “K” y posteriormente se interpolaron los datos obteniendo la erosionabilidad del suelo en el SA.

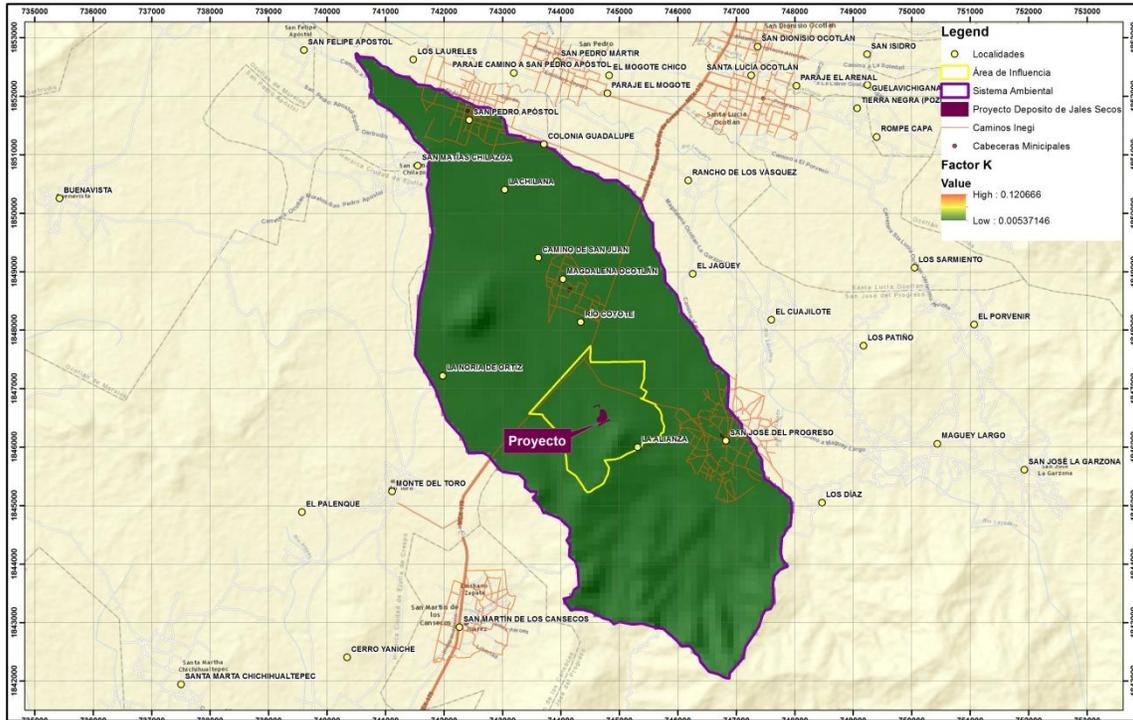


Figura 4. 30. Distribución espacial del Factor K en el Sistema Ambiental

Factor de longitud – inclinación “LS”

El efecto de la topografía en la erosión de suelos en la EUPS tiene dos componentes; el factor de longitud de la pendiente (L) y el factor de inclinación de la pendiente (S).

El factor L: Donde λ es la longitud de la pendiente (m), m es el exponente de la longitud de la pendiente y β es el ángulo de la pendiente. La longitud de la pendiente se define como la distancia horizontal desde donde se origina el flujo superficial al punto donde comienza la deposición o donde la escorrentía fluye a un canal definido.

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13} \right)^m \quad m = \frac{F}{(1 + F)} \quad F = \frac{\sin\beta/0.0896}{3(\sin\beta)^{0.8} + .056}$$

El factor L con el área de drenaje aportadora:

$$L_{(i,j)} = \frac{(A_{(i,j)} + D^2)^{m+1} - A_{(i,j)}^{m+1}}{x^m \cdot D^{m+2} \cdot (22.13)^m}$$

Donde $A_{(i,j)}$ (m) es el área aportadora unitaria a la entrada de un pixel (celda), D es el pixel y x es el factor de corrección de forma.

El factor S: El ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente.

$$S_{(i,j)} = \begin{cases} 10.38\sin\beta + 0.03 & \tan\beta_{(i,j)} < 0.09 \\ 16.8\sin\beta - 0.5 & \tan\beta_{(i,j)} \geq 0.09 \end{cases}$$

A partir de las fórmulas anteriormente mencionadas y aplicadas a información topográfica del SA se genera el siguiente mapa del factor LS.

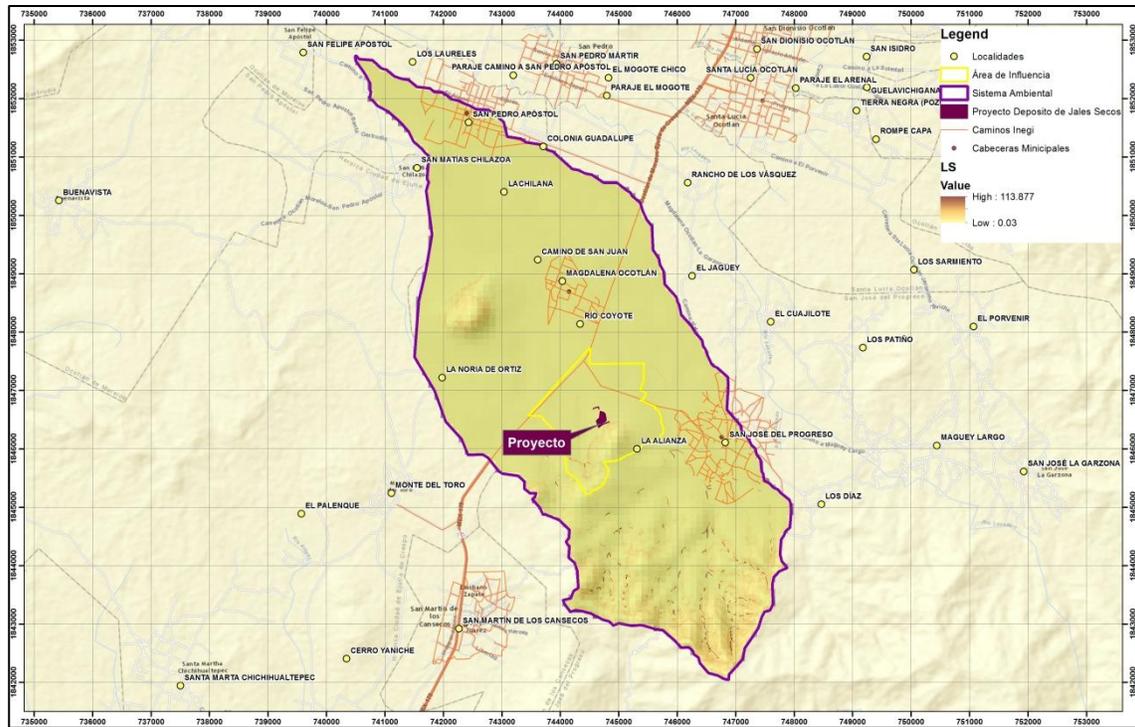


Figura 4. 31. Factor LS en el Sistema Ambiental

Factor por la cubierta vegetal “C”

El factor de manejo de cultivos representa la relación de pérdida del suelo a partir de una condición específica de cultivo o cobertura. Para conocer el factor “C” que se presenta en la superficie del SA se consultó la siguiente Tabla 4. 18 de SAGARPA.

Tabla 4. 18. Valores de C que se utilizan para estimar pérdidas de suelo

| Cultivo | Nivel de productividad | | |
|--------------------|------------------------|----------|------|
| | Alto | Moderado | Bajo |
| Maíz | 0.54 | 0.60 | 0.80 |
| Maíz labranza cero | 0.05 | 0.10 | 0.15 |
| Maíz rastrojo | 0.10 | 0.15 | 0.20 |
| Algodón | 0.30 | 0.42 | 0.49 |
| Pastizal | 0.004 | 0.01 | 0.10 |
| Alfalfa | 0.020 | 0.50 | 0.10 |
| Trébol | 0.025 | 0.050 | 0.10 |

| | | | |
|-----------------------------------|-----------|------|------|
| Sorgo grano | 0.43 | 0.55 | 0.70 |
| Sorgo grano rastrojo | 0.11 | 0.18 | 0.70 |
| Soya | 0.48 | | |
| Soya después de maíz con rastrojo | 0.18 | | |
| Trigo | 0.15 | 0.38 | 0.53 |
| Trigo Rastrojo | 0.10 | 0.18 | 0.25 |
| Bosque natural | 0.001 | 0.01 | 0.10 |
| Sabana en buenas condiciones | 0.01 | 0.54 | |
| Sabana sobrepastoreada | 0.1 | 0.22 | |
| Maíz-sorgo, mijo | 0.4 a 0.9 | | |
| Arroz | 0.1 a 0.2 | | |
| Algodón, tabaco | 0.5 a 0.7 | | |
| Cacahuate | 0.4 a 0.8 | | |
| Palma, cacao, café | 0.1 a 0.3 | | |
| Piña | 0.1 a 0.3 | | |

A continuación, se presenta el factor “C” el cual varía de 0.001 a 1, esto en relación a la cobertura vegetal y tipo de uso de suelo (clasificación de INEGI serie V) presente en el SA.

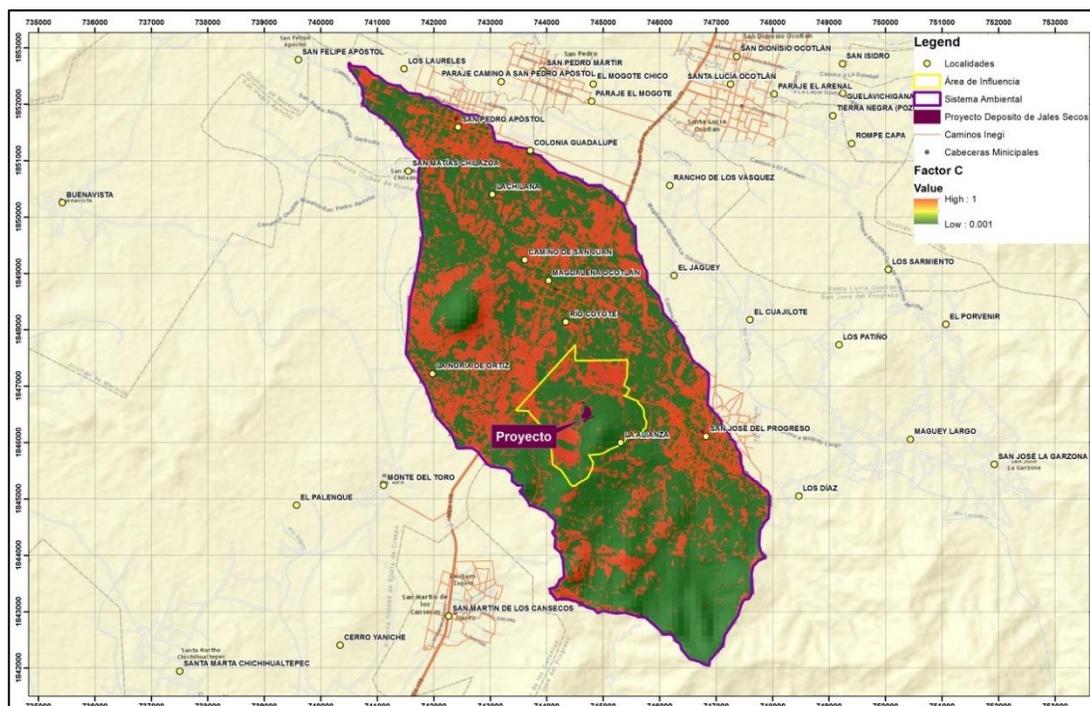


Figura 4. 32. Factor C en el Sistema Ambiental

Factor por prácticas de conservación “P”

Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para que se puedan alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles.

El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión.

Factor P: Igual a 1, ya que no se identificó medida alguna en la superficie del Sistema Ambiental.

Erosión actual

Sustituyendo todos los valores en la fórmula EUPS podemos obtener la pérdida de suelo con cobertura forestal, ver Figura 4. 33 y Anexo 4.6.

$$E = R \times K \times LS \times C \times P$$

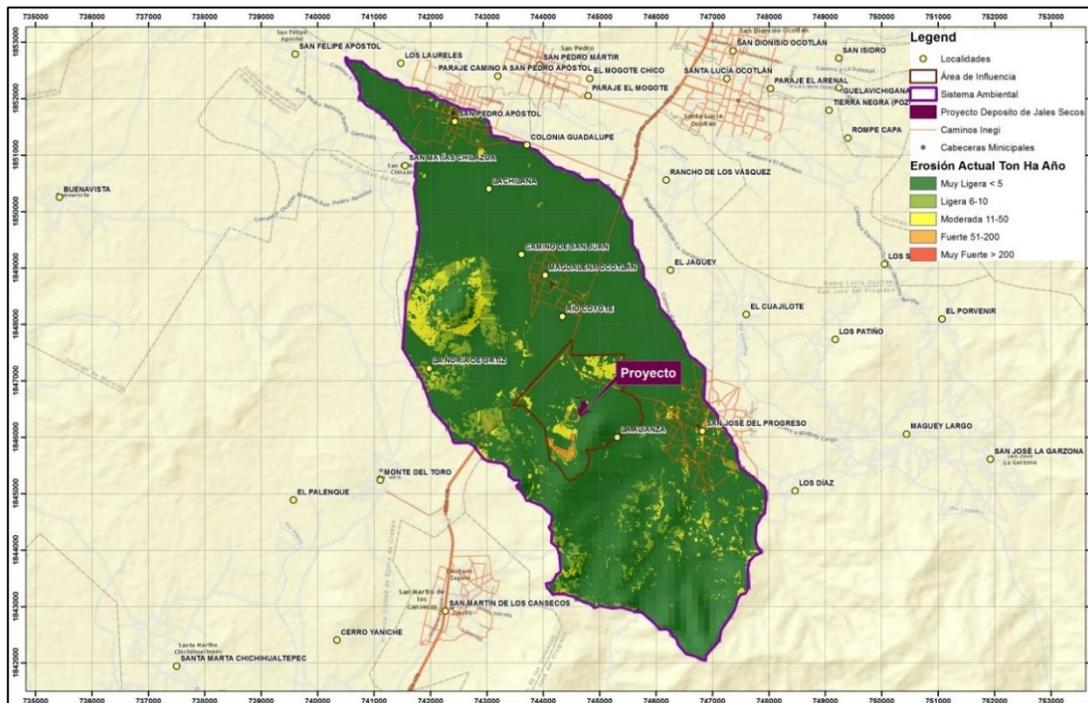


Figura 4. 33. Modelo de erosión actual en el Sistema Ambiental

Tabla 4. 19. Erosión actual en el Sistema Ambiental

| Grado de erosión | Toneladas / Hectárea / Año | Superficie del Sistema Ambiental (HA) | Superficie del Sistema Ambiental (%) |
|------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Muy baja | <5 | 3269.1121 | 90.70 |
| Baja | 6-10 | 170.6365 | 4.73 |
| Media | 11-50 | 141.8588 | 3.93 |
| Fuerte | 51-200 | 14.9138 | 0.41 |
| Muy Fuerte | >200 | 1.41 | 0.039 |

Erosión Potencial

La erosión potencial es el pronóstico de pérdida de material en el suelo como consecuencia de la influencia del relieve, supone el territorio desprovisto de cubierta vegetal protectora homogénea. Al conocer los factores (R, K y LS) se calcula la erosión potencial en el SA.

En consideración al análisis realizado se observó que en el Sistema Ambiental se presentan valores que favorecen a la erosión hídrica, en la Figura 4. 34 (ver Anexo 4.7) se observa que aumentan considerablemente los sitios con erosión fuerte y muy fuerte, de acuerdo y en consideración a lo anteriormente manifestado, el Sistema Ambiental tendría un potencial de erosión muy alto si se eliminará la vegetación que se encuentra actualmente.

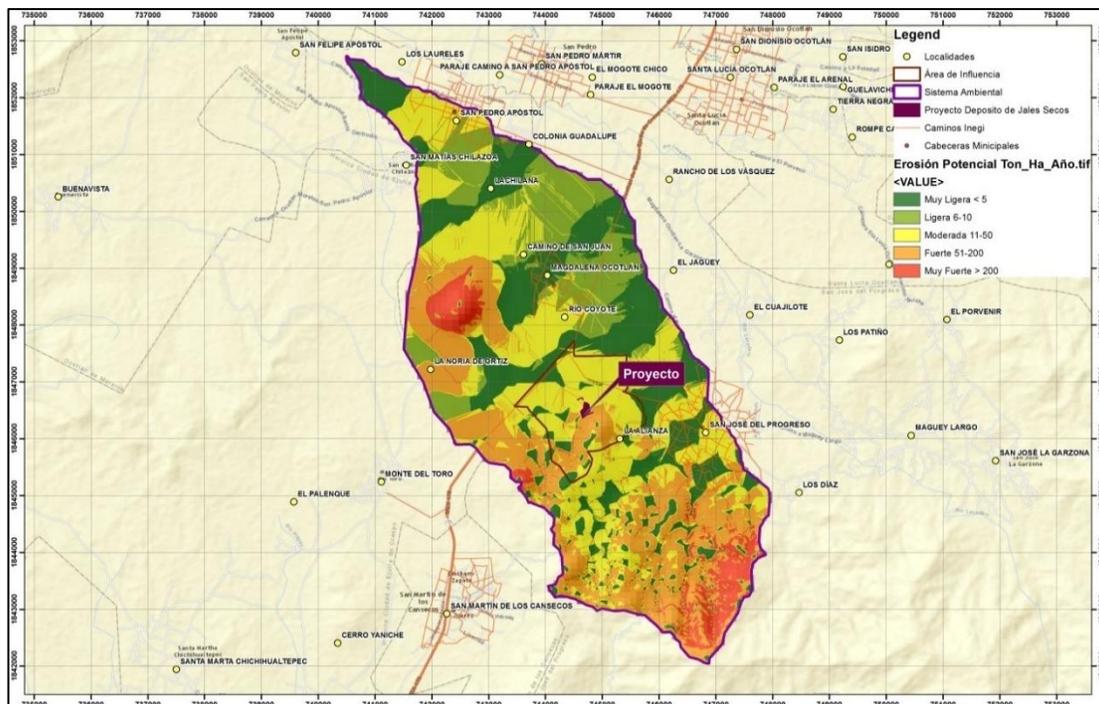


Figura 4. 34. Modelo de erosión potencial (sin cobertura vegetal ni prácticas de conservación de suelo)

Los resultados alcanzados permiten obtener una visión global a gran escala de las áreas más susceptibles a la erosión hídrica en el Sistema Ambiental, y orientan en la toma de decisiones para la conservación y desarrollo sustentable del recurso suelo.

Degradación del suelo y las causas que la originan

En consideración a información de INEGI, los tipos de degradación que se presenta en la superficie del SA (ver Tabla 4. 20) son, degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica y erosión hídrica con pérdida del suelo superficial, siendo las principales causas que lo provocan; sobrepastoreo, deforestación y remoción de la vegetación (ver Figura 4. 35).

Tabla 4. 20. Tipos de degradación del suelo y las causas que la originan en el Sistema Ambiental

| Tipo de degradación | Causas que lo originan | Grado de erosión | Superficie (Ha) en el SA | Porcentaje (%) en el SA |
|--|---|------------------|--------------------------|-------------------------|
| Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica | Deforestación y remoción de la vegetación | Ligero | 200.746607 | 5.57000207 |
| Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial | Sobrepastoreo | Ligero | 3403.3204 | 94.4299979 |

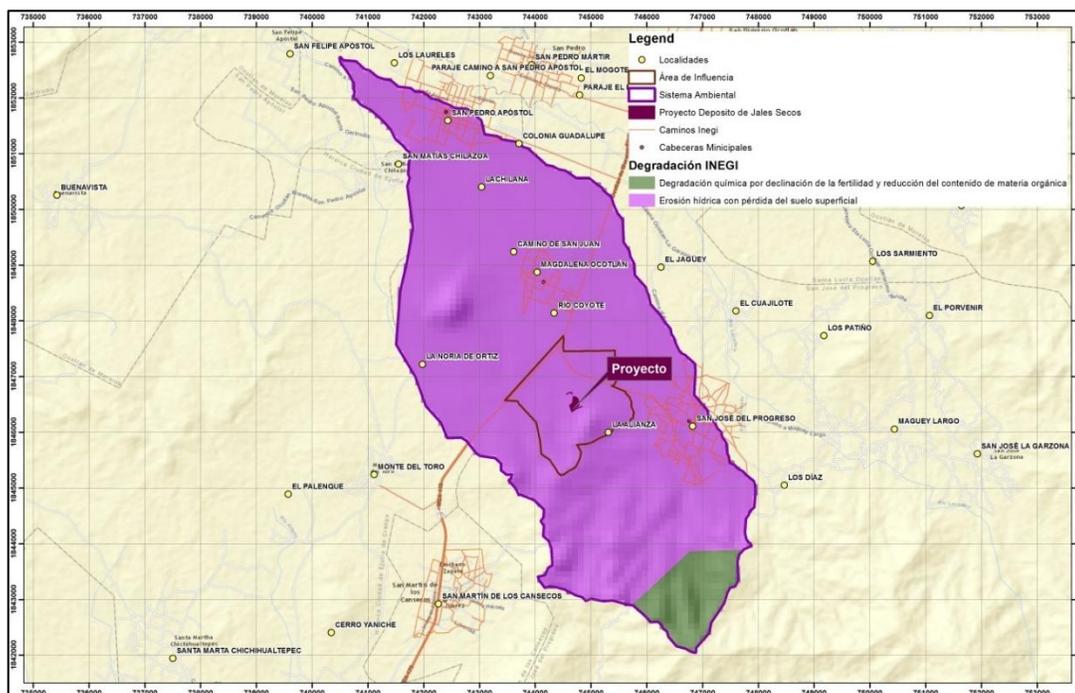


Figura 4. 35. Degradación del suelo en el Sistema Ambiental, INEGI

d) Hidrología y calidad del agua

Hidrología superficial

De acuerdo a trabajos realizados por la CONAGUA, INEGI e INECC (antes INE), se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas en el país, las cuales se han agrupado y/o subdividido en cuencas hidrológicas. Dichas cuencas del país se encuentran organizadas en 37 Regiones Hidrológicas, que a su vez se agrupan en 13 Regiones Hidrológicas-Administrativas (RHA). El proyecto se encuentra ubicado dentro de la RHA N° V denominada Pacífico Sur.

Ahora bien, según información del Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL) que depende de la CONAGUA, el Sistema Ambiental se localiza sobre la Región Hidrológica N° 20 Costa Chica – Río Verde, que como se muestra en Figura 4.36, se ubica entre los límites estatales de Guerrero y Oaxaca, abarcando aproximadamente 27% de la superficie de Oaxaca.

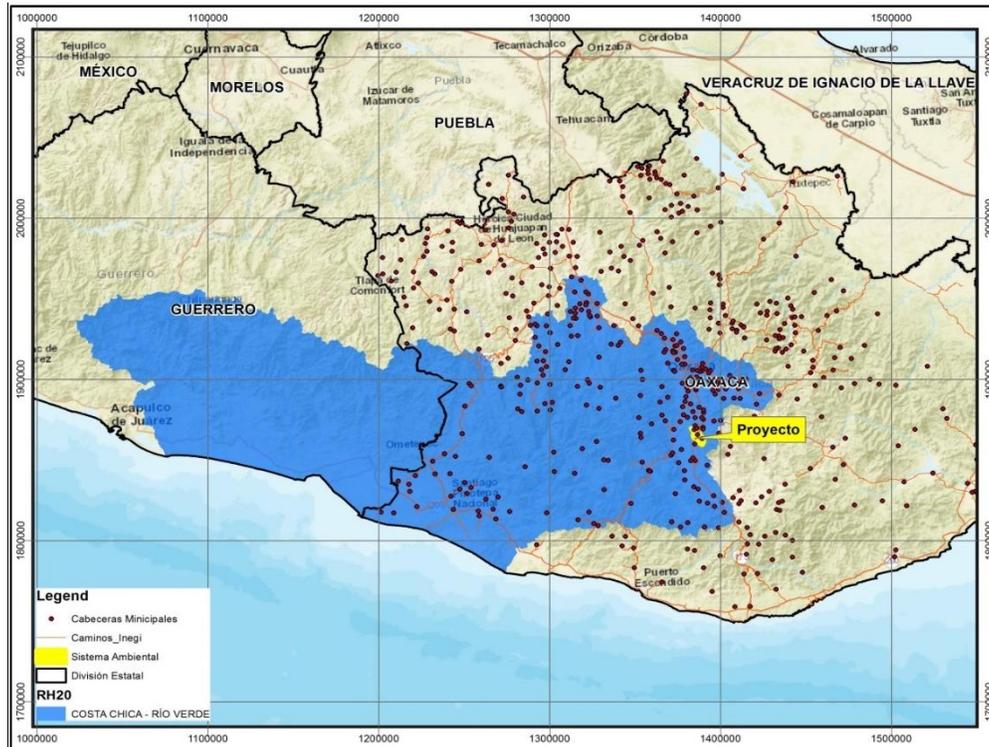


Figura 4.36. Ubicación del SA dentro de la RH 20 Costa Chica – Río Verde, SIATL

Específicamente el SA se establece sobre una de las cinco cuencas que componen la RH20, la denominada Cuenca Río Atoyac (Figura 4. 37), la cual tiene una extensión territorial de 18,258km².

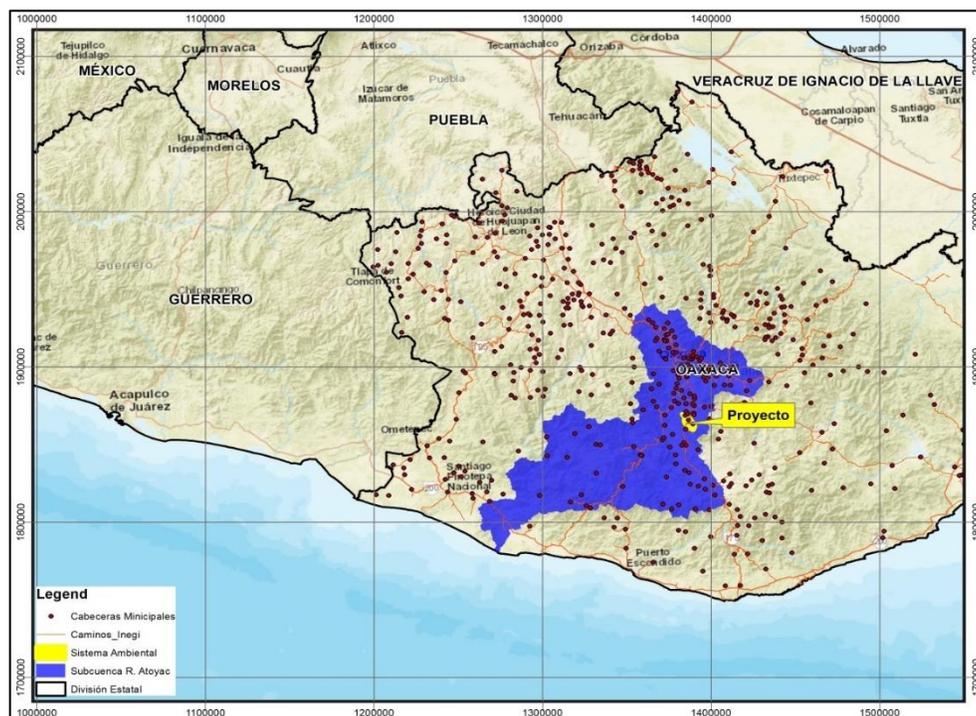


Figura 4. 37. Ubicación del SA dentro de la Cuenca Río Atoyac (RH20A)

A su vez, la Cuenca Río Atoyac se conforma por 5 subcuencas: río Sordo, río Yolatepec, río Atoyac-San Pedro Juchatengo, río Atoyac-Paso de la Reina y Río Atoyac-Oaxaca de Juárez, en esta última subcuenca se establece el SA del Proyecto, misma que tiene una superficie de 5863.47 km² (32.1 % de la cuenca); la subcuenca se haya medianamente drenada por una densidad de drenaje de 1.8 km/km², con un bajo coeficiente de escurrimiento (0-5%).

El Sistema Ambiental presenta únicamente escorrentías intermitentes superficiales, mismas que como se observa en la Figura 4. 38, nacen al Sur del polígono ambiental a una altura aproximada de 2,060 m.s.n.m. y drenan con dirección al Norte conforme descende la altitud del terreno; estas escorrentías intermitentes aportan recurso hídrico al Río Atoyac durante la época húmeda del año, su confluencia sucede fuera del SA en las cercanías de la población de Santa Gertrudis a una altitud aprox. de 1,400 m.s.n.m.

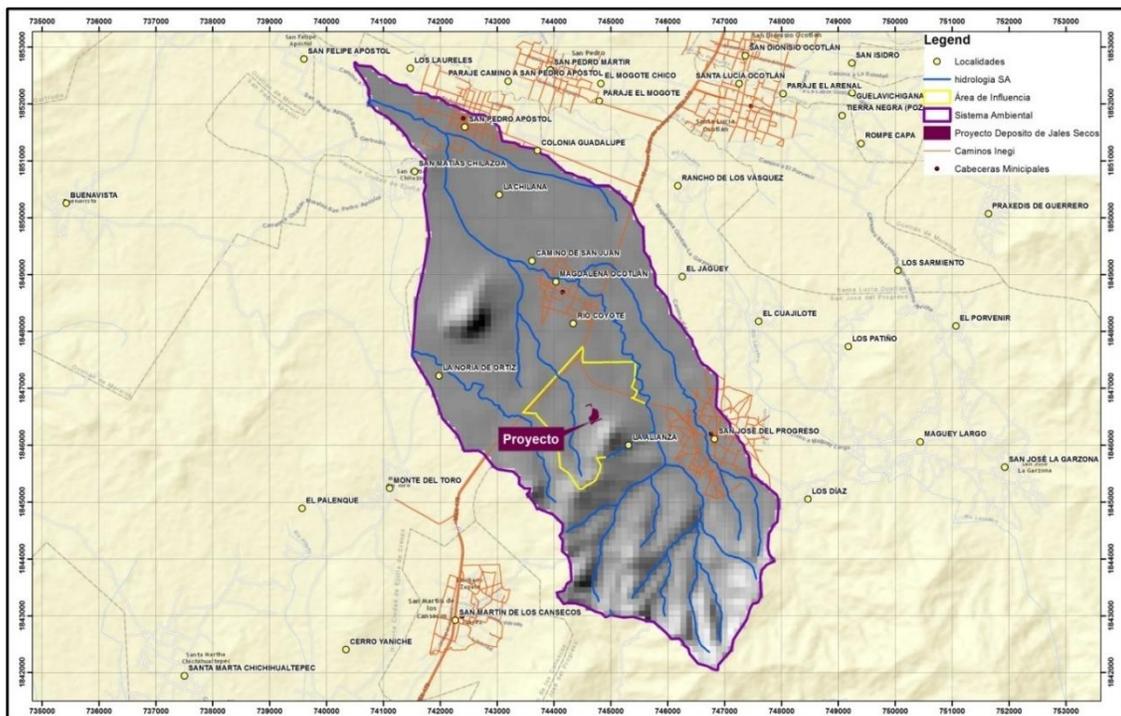


Figura 4. 38. Hidrología Superficial en el Sistema Ambiental

En base en el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) el conjunto de escorrentías intermitentes del SA presentan una longitud total de 14km, pendiente media de 3.85% y drenan una superficie aproximada de 31.11 km².

La escorrentía presente en el polígono de influencia (amarillo Figura 4. 38) cuenta con 4.2 km de longitud total, de los cuales 2km se encuentran dentro del área de influencia; se origina al Sur a 1,622 m.s.n.m. y descende con dirección Norte hasta llegar a los 1,500 m.s.n.m., para posteriormente unirse a otra escorrentía previo a la loma Pueblo Viejo.

Además, como se muestra en la Figura 4. 39, dentro del Sistema Ambiental existen dos cuerpos de agua formados por bordos, con fines agropecuarios; al Sureste se encuentra el cuerpo de agua denominado Benito Juárez (en las cercanías de la población de San José del Progreso) y al Noroeste se ubica otro cuerpo de agua denominado El Cabrito. No existen cuerpos de agua incluidos en la superficie del polígono del área de Influencia.

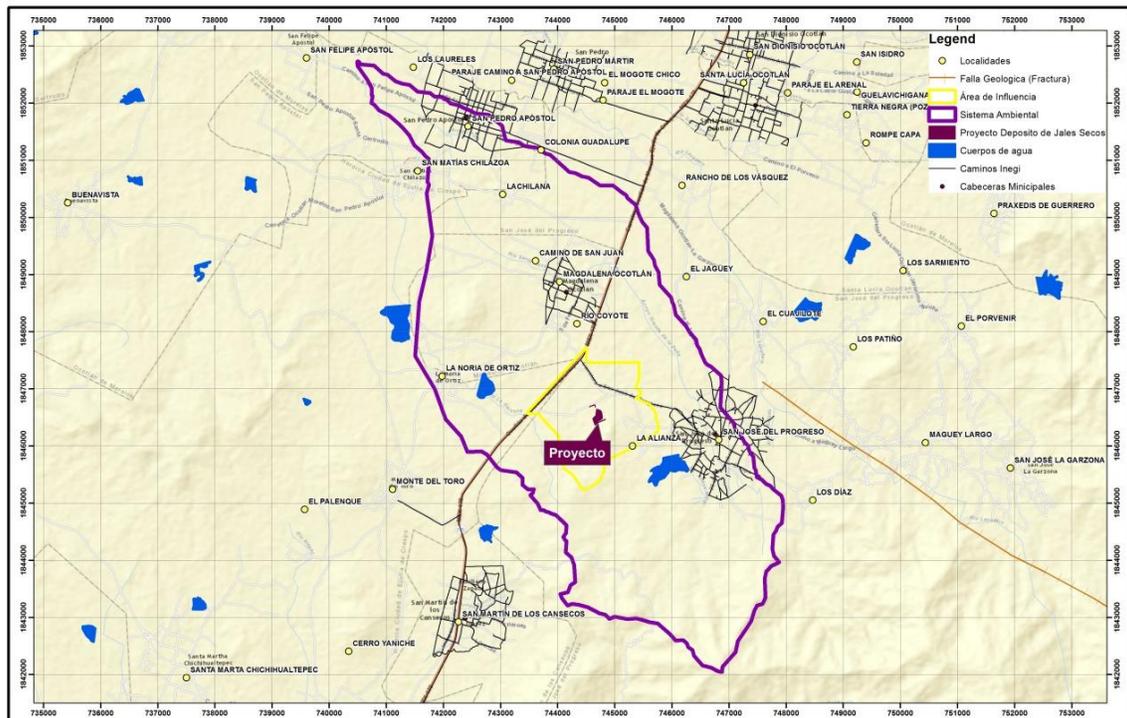


Figura 4. 39. Cuerpos de agua presentes en el Sistema Ambiental

Para mayor detalle de los rasgos hidrográficos de la región se realizó el Anexo 4.8, donde se aprecian tanto los loticos como los lenticos.

Hidrología subterránea

Para fines de administración del agua subterránea, el país se ha dividido en 653 acuíferos cuyos nombres oficiales fueron publicados en el Diario Oficial de la Federación el 05 de Diciembre de 2001.

El Sistema Ambiental del Proyecto se encuentra en la porción Sur del Acuífero denominado Valles Centrales con clave 2025 (Figura 4.40).

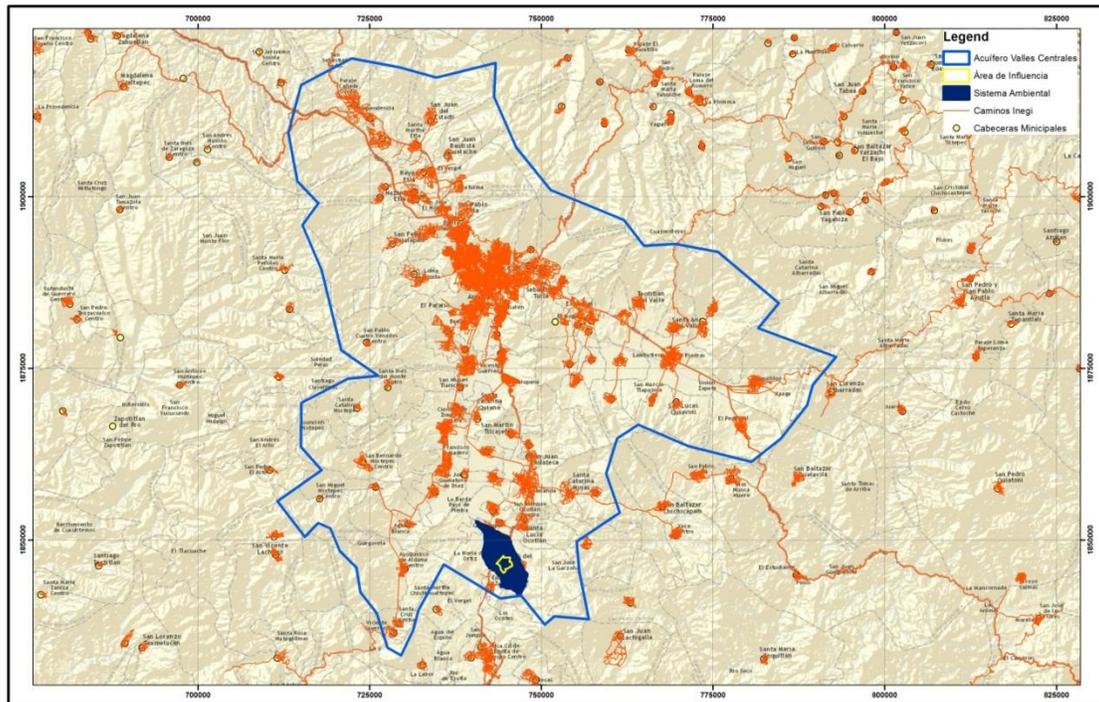


Figura 4.40. SA dentro del Acuífero Valles Centrales

Acuífero Valles Centrales

Se localiza en la porción centro del Estado de Oaxaca y está constituido por tres zonas que son Etlá, Tlacolula y Zimatlán, convergiendo en el área donde se ubica la Ciudad de Oaxaca. Comprende una extensión de 5,940 km² de los cuales aproximadamente 11,30km² conforman la zona de extracción.

El basamento del acuífero en cuestión está constituido por rocas metamórficas y en algunas zonas se ha llegado a cortar calizas y riolita. Sobre esta base se encuentra un área de alteración proveniente del mismo basamento. Lateralmente el acuífero está delimitado por material impermeable constituido por Rocas metamórficas (Gneiss y Esquistos) y rocas volcánicas extrusivas, que circundan el valle y que por su grado de fracturamiento se consideran aportadoras de agua subterránea al acuífero.

No obstante, la unidad hidrogeológica más importante con fines de explotación en el acuífero es el material aluvial, que da propiedades de acuífero libre, constituido por arenas y sedimentos no consolidados tales como cantos rodados, gravas, arenas, arcillas y limos; formando una mezcla heterogénea, manifestándose en mayor proporción hacia la porción central de los valles, en donde varía de 10 a 100 m, adelgazándose hacia los bordes. El espesor saturado varía de unos 15 m a 100 m aproximadamente.

Para 1984 se registraron 283 captaciones significativas de agua en el acuífero, las profundidades de los niveles estáticos varían de 1.0 a 10.0m, las más someras al centro del valle y las

mayores hacia las márgenes de las sierras que rodean al mismo y que el flujo subterráneo principal muestra dirección predominante de noroeste a sureste.

En la Tabla 4.21 se muestra la actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea para el acuífero Valles Centrales, publicada en el Registro Público de Derechos del Agua.

Tabla 4.21. Características de disponibilidad de agua subterránea, Acuífero Valles Centrales.

| Clave | Acuífero | R | DNCOM | VCAS | VEXTET | DAS | DÉFICIT |
|-------|------------------|-------------------------------------|-------|------------|--------|-----------|---------|
| | | Cifras en millones de metro cúbicos | | | | | |
| 2025 | Valles Centrales | 153.6 | 18.4 | 119.102992 | 88 | 16.072008 | 0.0000 |

R=recarga media anual. DNCOM=disponibilidad natural comprometida. VCAS=volumen concesionado de agua subterránea. VEXTET=volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos. DAS=disponibilidad media anual de agua subterránea.

Hidrogeología

Las unidades hidrogeológicas se refieren a un grupo de rocas o material granular, cuyas características físicas potenciales le permiten funcionar como una sola desde el punto de vista hidrológico, puede ser productora, de recarga o impermeable o sin posibilidades de contener agua subterránea.

Las unidades se dividen en dos grandes grupos en función del tipo de material:

1. Material consolidado: corresponde a rocas masivas, coherentes y duras
2. Material No consolidado: corresponde a los diferentes tipos de suelo o bien a roca, disgregada de consistencia blanca

El SA presenta dos tipos de unidades hidrogeológicas, las cuales se distribuyen en relación a la topografía del lugar, corresponden a Material no consolidado con rendimiento alto bajo el valle y Material consolidado con posibilidades bajas sobre sierras y lomas, siendo más dominante el primero sobre el segundo. Tal como se muestra en la Figura 4.41.

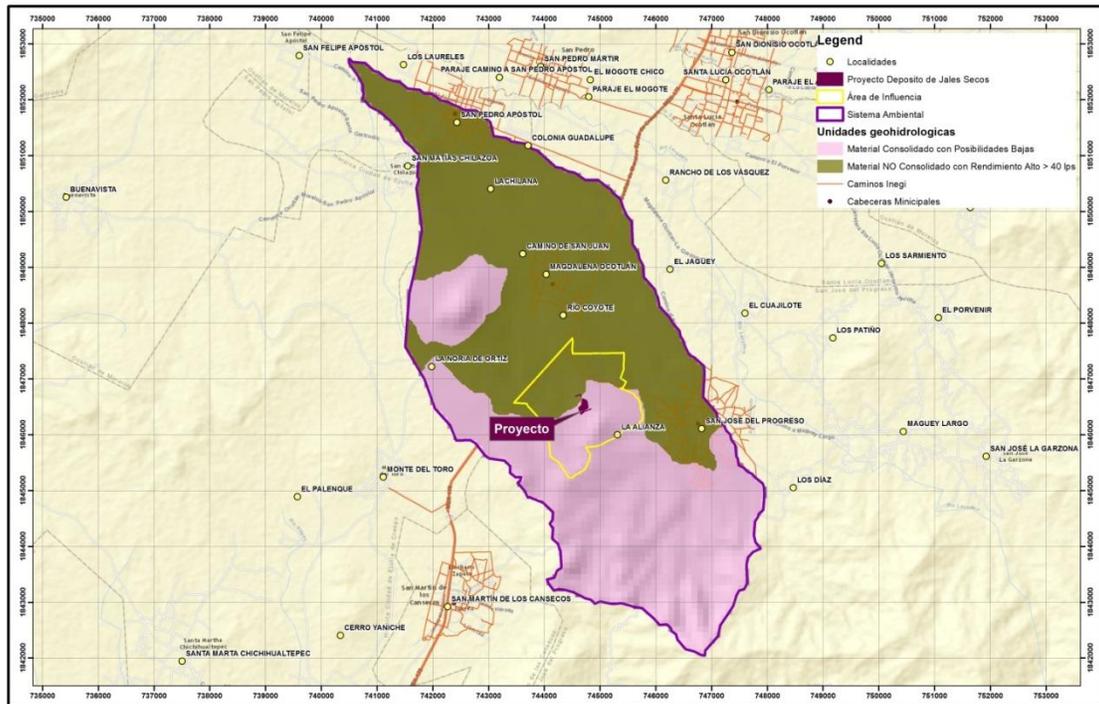


Figura 4.41. Unidades hidrogeológicas del SA

A continuación, se presenta la descripción de cada una de las unidades hidrogeológicas presentes en el SA; de acuerdo a la Guía para la interpretación de cartografía hidrológica serie II de INEGI (2012).

Material consolidado con posibilidades bajas: Unidad constituida por uno o varios tipos de roca sólida que por su origen y formación presentan baja permeabilidad, tanto primaria como secundaria, las condiciones hidrogeológicas para contener agua económicamente explotable resultan desfavorables, por lo que se consideran con posibilidades bajas.

Material no consolidado con rendimiento alto > 40 lps: Unidad constituida por suelos, arenas, gravas, conglomerados y/o tobas arenosas mal compactadas que presentan alta permeabilidad y capacidad de almacenar agua debido a su porosidad, bajo grado de cementación. Las obras de explotación existentes en esta unidad tienen rendimiento promedio superior a 40 litros por segundo.

El área de influencia se encuentra dividida por las dos unidades hidrogeológicas, pero a diferencia del polígono ambiental, la unidad de Material consolidado con posibilidades bajas es la más abundante, absorbiendo así mismo, la superficie del Proyecto.

IV.3.2 Aspectos bióticos

a) Vegetación

Introducción

El Estado de Oaxaca se puede distinguir por concentrar gran parte de la biodiversidad del país. La riqueza florística de esta entidad es de la misma magnitud que la de algunos países centroamericanos que tradicionalmente se han destacado por la diversidad de su flora. Aunado a esto la flora de Oaxaca destaca por el gran número de especies endémicas ya sean de México o incluso a nivel estatal (Pérez García, 2011).

A pesar de la diversidad y complejidad en la riqueza natural de Oaxaca al igual que otras zonas del país, esta entidad presenta serios problemas ambientales entre las que destacan la deforestación (Amoroz, Solaegui, 2011).

El Sistema Ambiental del Proyecto “Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso” se ubica en el Estado de Oaxaca en la Región Valles Centrales, en el Distrito de Ocotlán, Municipio de San José del Progreso. Debido a las actividades de cultivo y pastoreo ejercidas durante miles de años en esta región, existen variaciones climatológicas regionales como pérdida de humedad, desertificación y la irregularidad del periodo de lluvias. A causa de estos cambios la vegetación nativa también ha sufrido modificaciones y ha sido remplazada por vegetación secundaria con afinidad xerofita, dominada por especies como Huizache (*Acacia spp.*), Mezquite (*Prosopis spp.*), Maguey (*Agave spp.*) y Pastos (Amoroz, Solaegui, 2011).

Metodología

Para la caracterización de la vegetación dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, se realizó primeramente la búsqueda y recopilación de bibliografía de contenido florístico, ecológico y geográfico tanto de la Provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur como de la Subprovincia Sierras y Valles de Oaxaca, en las cuales se encuentra el Sistema Ambiental del Proyecto.

Así mismo, se consultó información de las páginas oficiales de INEGI y CONABIO, la cual se descargó en formatos vectoriales para su uso en un Sistema de Información Geográfica (SIG), se utilizó el software ArcGIS versión 10.2.

Posterior a la búsqueda de información, se realizó el trabajo de campo durante los días del 15 al 19 de Agosto del 2016, el cual consistió en el levantamiento de 14 sitios de muestreo de vegetación. La información obtenida se complementó a los datos de campo recabados en trabajos realizados en años anteriores, para los estudios de Línea Base Ambiental del Proyecto San José y la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del Proyecto Denominado “Construcción del Depósitos de Jales Secos en La Mina San José”, de acuerdo a lo anterior, el total de sitios de muestreo fue de 41 de 100 m² de superficie cada uno; en el Anexo 4.11 se presenta la localización de puntos de muestreo de vegetación del Sistema Ambiental.

Considerando las características del sitio se definió que los muestreos serían dirigidos para la cuantificación de variables ecológicas; se usó el Método de los Cuadrantes Centrados en un Punto de Mueller-Dombois y Ellenberg 1974, el cual consiste en trazar un cuadrante y dividirlo proporcionalmente en 4 partes determinando con ello el punto central del cuadrante, posteriormente se midió la distancia de cada especie localizada en el interior del mismo con respecto al punto central. Así como también se midieron los diámetros, alturas, números de ramas y área de los troncos, principalmente de los individuos presentes en el estrato arbóreo y arbustivo, para el registro de las especies del estrato herbáceo se procedió a delimitar una parcela de 1 m x 1m y se contabilizaron cada una de las especies. Con este método se pueden conocer los parámetros de disposición espacial horizontal y de abundancia.

Las coordenadas correspondientes a cada sitio de muestreo fueron cargadas a un aparato de Geoposicionamiento Satelital (GPS), así mismo se realizó cartografía con el fin de llegar a la ubicación exacta de los sitios de muestreo en campo.

El material utilizado en el levantamiento de la información en campo fue un GPS “Garmin eTrex10”, Clinómetro “Brunton” mediante el cual se tomó la altura de los árboles y la pendiente cuando el sitio la presentaba, para medir la longitud del cuadrante a muestrear se utilizó una cinta métrica de 50 m, así mismo con la ayuda de una cinta diamétrica y flexómetro se tomaron los datos de diámetro y altura.

Todos los datos fueron registrados en formatos de campo previamente diseñados para los requerimientos del muestreo. La evidencia de los trabajos en campo, así como el método y el equipo utilizado se muestra en las siguientes figuras.



Figura 4. 42. Delimitación de los cuadrantes para el estrato arbóreo y arbustivo



Figura 4. 43. Delimitación de los cuadrantes para el estrato herbáceo



Figura 4. 44. Medición de especies y toma de datos

Tipo de vegetación

En el Estado de Oaxaca se presentan gran parte de los tipos de vegetación de México, los cuales están concentrados en vegetación nativa de Bosques y Selvas. Sin embargo, en los últimos años a causa de actividades como la agricultura y la ganadería extensiva, la cobertura de estas formaciones vegetales ha disminuido y ha dado paso a las vegetaciones secundarias y pastizales inducidos (Duran, y otros, 2007). El Sistema Ambiental del Proyecto presenta las condiciones anteriormente mencionadas ya que la vegetación original o nativa ha sido desplazada.

La clasificación de la vegetación propuesta por (Rzedowski J. , 2006) señala que la vegetación potencial que pudo existir en el Sistema Ambiental fue el Bosque Tropical Caducifolio (BTC), Figura 4. 45, clasificado también por otros autores como Selva Baja Caducifolia (SBC).

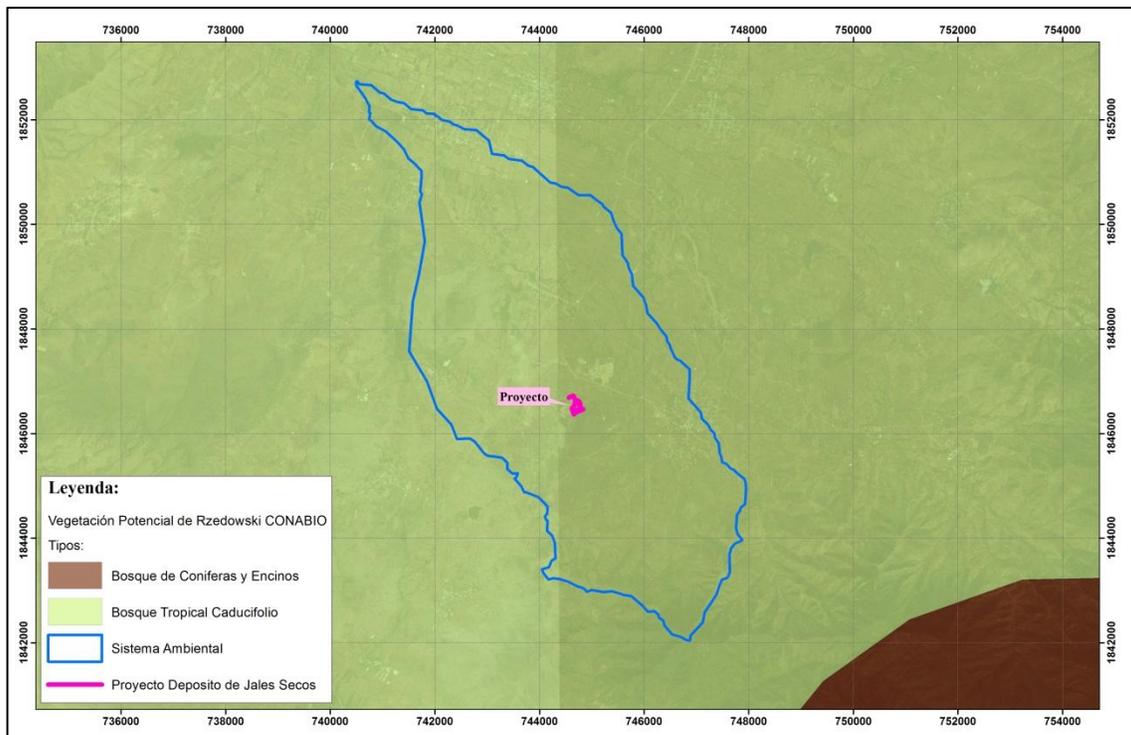


Figura 4. 45 Vegetación potencial por Rzedowski CONABIO

Sin embargo, los recorridos dentro del Sistema Ambiental, así como los muestreos de vegetación dentro del mismo, permiten descartar que actualmente el tipo de vegetación que se desarrolla dentro del Sistema Ambiental del Proyecto sea BTC. No obstante, dentro del SA se encuentran relictos de estas comunidades tal es el caso de algunas cactáceas arborescentes propias del BTC, como el *Stenocereus treleasei* y *Myrtillocactus schenckii* que permanecen aún por el aprovechamiento de sus frutos “Tunas y Pitayas”.

Las actividades agrícolas y ganaderas han contribuido a que la vegetación en el Sistema Ambiental sea escasa y se encuentre fragmentada. De acuerdo a la Clasificación del Uso de Suelo y vegetación Serie V de INEGI en el Sistema Ambiental (Figura 4. 46) se presentan 5 categorías, las

cuales a excepción de la Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino en la porción Sur del Sistema Ambiental, son de origen antrópico.

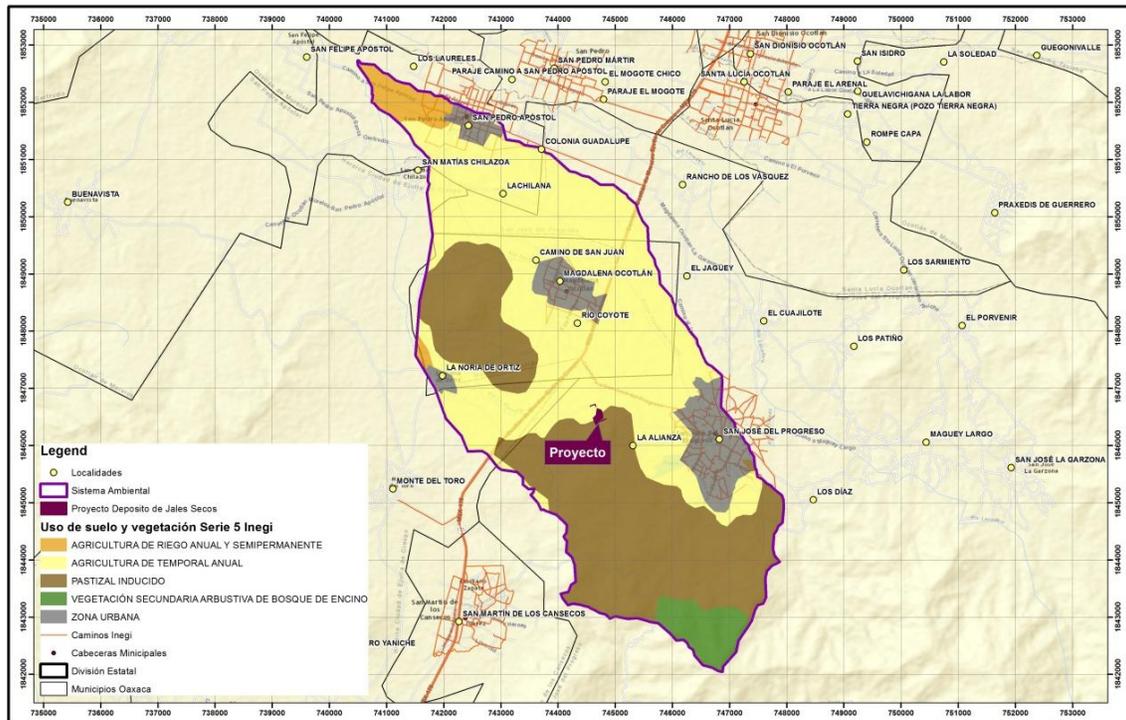


Figura 4. 46. Uso de suelo y vegetación INEGI

Para definir a mayor detalle los tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental se realizó una clasificación espectral supervisada, mediante los datos obtenidos en campo, a través de información de INEGI y CONABIO y por medio de Imágenes Satelitales del Área de Influencia, todo lo anterior tratado y procesado en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

La clasificación de la vegetación del Sistema Ambiental se presenta en la Figura 4. 47, al igual que en el Anexo 4.9 Modelo de uso de suelo y vegetación, en la cual se observa que las áreas con vegetación son escasas y algunas conforman pequeñas islas entre las parcelas de cultivo.

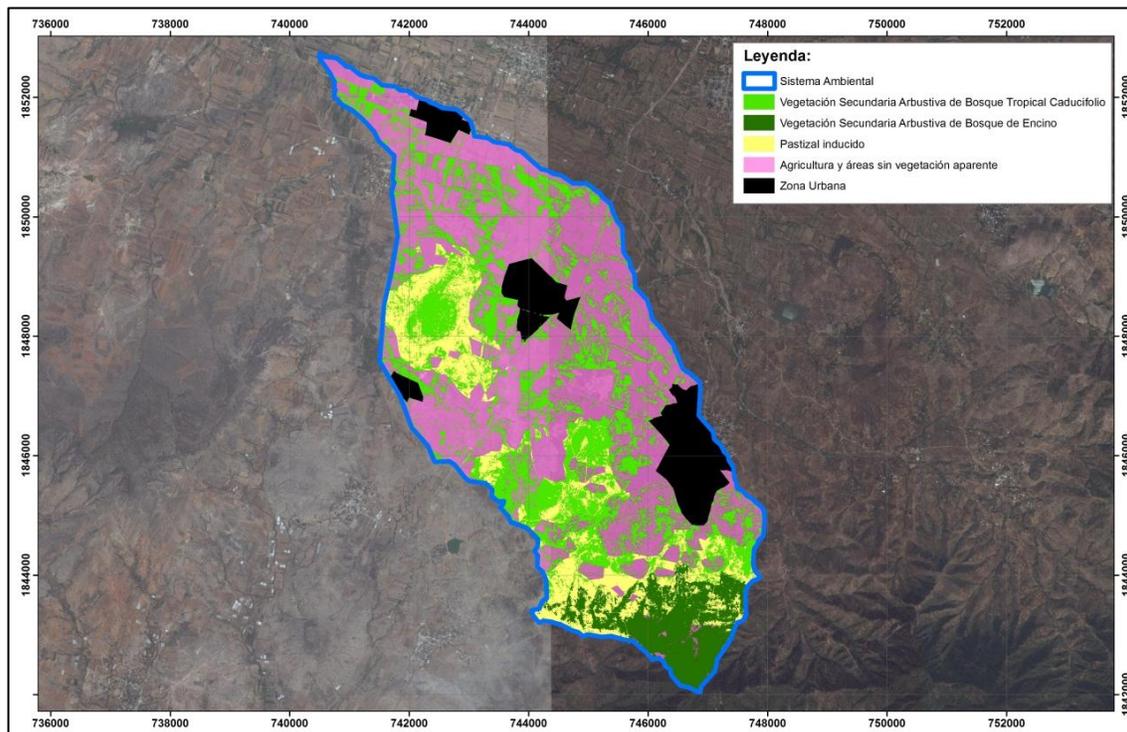


Figura 4. 47. Clasificación de la vegetación

Con base a todo lo anterior, se definió que la vegetación existente en el Sistema Ambiental es Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Tropical Caducifolio (VSBTC) o Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSSBC), la cual cubre la mayor parte de las zonas con vegetación dentro del Sistema Ambiental, le sigue en cobertura el Pastizal inducido (PI) y en menor porción la Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino (VSBQ). Anexo 4.10 Reporte fotográfico de los tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental.

La VSBTC o VSSBC la conforman elementos relictos de la vegetación primaria los cuales se pueden encontrar principalmente cerca de los arroyos y en algunos cerros que conforman el Sistema Ambiental, sin embargo los elementos dominantes son especies que se adaptan fácilmente a la presión antropogénica a la que están expuestos, por ejemplo el “Huizache” *Acacia farnesiana* y *Agave karwinskii* “Maguey”, estas especies forman algunos manchones de vegetación, de igual manera conforman cercos vivos de parcelas y bordean algunos caminos del Sistema Ambiental.

El Pastizal inducido del Sistema Ambiental deriva de la remoción original de la vegetación, para establecer cultivos. Estas herbáceas no sobrepasan alturas de 1.20 metros. Existen algunos manchones con coberturas de 60 a 80% de superficie. Las especies mayormente representadas son *Rhynchelytrum repens* y *Bouteloa sp.*

La VSBQ está conformada por especies de encino, que se encuentran en la parte alta de los lomeríos al sur del Sistema Ambiental en las exposiciones noreste y suroeste, sin embargo, la especie dominante de esta comunidad es la “Jarilla” *Dodonea viscosa* la cual es indicadora de la presencia de Bosque de Encino en el pasado.

Riqueza florística de la vegetación

Durante los recorridos en el Área de estudio fue necesario realizar colectas de especies vegetales para su identificación, acatando el método propuesto por (Lot & Chiang, 1986). Se recolectaron al menos 2 muestras por ejemplar botánico. Los especímenes se determinaron utilizando claves de identificación de distintas floras y trabajos florísticos. (McVaugh, 1984), (Rzedowski & G.C, de, J, Rzedowski, Flora fanerogámica del Valle de México, 2005), (Standley, 1920), (Rzedowski & C. de, J, Rzedowski, Flora del Bajío y de regiones adyacentes (Fasiculos)., 1990 - 2008), (Rzedowski J. , 2006), (Vibrans, 2009).

Dentro del Sistema Ambiental se obtuvo un listado que incluyen 28 familias, 61 géneros y 67 especies de plantas.

Las familias mejores representadas fueron las Asteráceas y Fabáceas con un 13% del total de las especies. Las Cactáceas presentan el 12 % de las especies totales. Los pastos representan el 10%, las especie totales dentro del Sistema Ambiental. El resto de las familias están conformadas por 1 hasta 3 especies las cuales en conjunto conforman el 65 % de las especies totales del Sistema Ambiental. A continuación, se muestran en la figura siguiente, las familias registradas en el Sistema Ambiental y el número de especies de cada una.

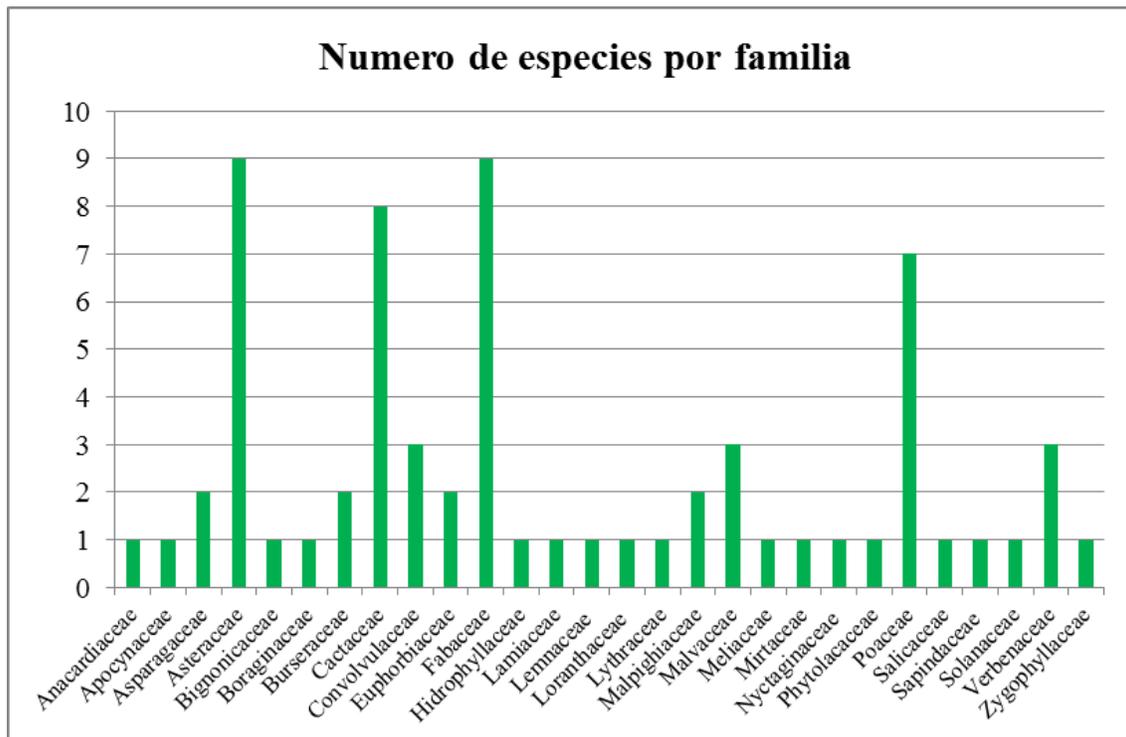


Figura 4. 48. Familias registradas en el Sistema Ambiental

El listado florístico de las especies registradas en el Sistema Ambiental se presenta en la siguiente Tabla 4. 22.

Tabla 4. 22 Listado Florístico del Sistema Ambiental

| Familia | Especie | Nombre común |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------|
| ANACARDIACEAE | <i>Rhus pachyrrhachis</i> | Agrito |
| APOCYNACEAE | <i>Marsdenia edulis</i> | Talayote |
| ASPARAGACEAE | <i>Agave karwinskii</i> | Magüey |
| | <i>Agave marmorata</i> | Magüey tepeztate |
| ASTERACEAE | <i>Acmella repens</i> | Boton amarillo |
| | <i>Brickellia pendula</i> | Pegajosa |
| | <i>Eupatorium odoratum</i> | Buena sana |
| | <i>Pinaropappus roseus</i> | - |
| | <i>Porophyllum linaria</i> | Chepiche |
| | <i>Taraxacum officinale</i> | Diente de león |
| | <i>Vernonia paniculata</i> | Pegajosa |
| | <i>Zinnia peruviana</i> | Gallitos |
| | <i>Sanvitalia procumbens</i> | Ojo de gallo |
| BIGNONIACEAE | <i>Jacaranda mimosifolia</i> | Jacaranda |
| BORAGINACEAE | <i>Cordia curassavica</i> | Escobo negro |
| BURSERACEAE | <i>Bursera bipinnata</i> | Copal |
| | <i>Bursera glabrifolia</i> | Copal |
| CACTACEAE | <i>Coryphantha retusa</i> | Chilillo blanco |
| | <i>Ferocactus recurvus</i> | Biznaga |
| | <i>Mammillaria carnea</i> | Chilillo rojo |
| | <i>Myrtillocactus schenckii</i> | Shishobo |
| | <i>Opuntia auberii</i> | Nopalillo |
| | <i>Opuntia pilifera</i> | Nopal |
| | <i>Opuntia pubescens</i> | Batibishio |
| | <i>Stenocereus treleasei</i> | Tunillo |
| CONVOLVULACEAE | <i>Dichondra argentea</i> | Oreja de ratón |
| | <i>Ipomoea murucoides</i> | Pajaro bobo |
| | <i>Ipomoea purpurea</i> | Trompetilla |
| EUPHORBIACEAE | <i>Croton ciliatoglandulifer</i> | Shanashe |
| | <i>Ricinus comunis</i> | Higuerilla |
| FABACEAE | <i>Chamaecrista nictitans</i> | Guajito |
| | <i>Leucaena leucocephala</i> | - |
| | <i>Prosopis juliflora</i> | Mezquite |
| | <i>Dalea foliolosa</i> | Limoncillo |
| | <i>Acacia farnesiana</i> | Huizache |
| | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquilla |
| | <i>Crotalaria incana</i> | - |

| | | |
|------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | Gatuño |
| | <i>Pithecellobium dulce</i> | Guamúchil |
| HIDROPHYLLACEAE | <i>Wigandia urens</i> | Ortiga |
| LAMIACEAE | <i>Asterohyptis mociniana</i> | - |
| LEMNACEAE | <i>Lemna aequinoctalis</i> | - |
| LORANTHACEAE | <i>Psittacanthus calyculatus</i> | - |
| LYTHRACEAE | <i>Cuphea wrightii</i> | - |
| MALPIGHIACEAE | <i>Bunchosia montana</i> | Maíz costeño |
| | <i>Malpighia mexicana</i> | Nanche de cerro |
| MALVACEAE | <i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> | Yagalas |
| | <i>Sida rhombifolia</i> | Malvabisco |
| | <i>Waltheria indica</i> | Malva |
| MELIACEAE | <i>Melia azedaracht</i> | Meliá |
| MIRTACEAE | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | Eucalipto |
| NYCTAGINACEAE | <i>Bougainvillea spectabilis</i> | Buganvilla |
| PHYTOLACACEAE | <i>Phytolacca icosandra</i> | - |
| POACEAE | <i>Arundinella hispida</i> | Pasto largo |
| | <i>Arundo donax</i> | Zacate |
| | <i>Bouteloua williamsii</i> | Pasto |
| | <i>Eragrostis intermedia</i> | Pasto |
| | <i>Paspalum notatum</i> | Pasto |
| | <i>Pennisetum nervosum</i> | Pasto |
| | <i>Rhynchelytrum repens</i> | Pasto rosado |
| SALICACEAE | <i>Salix humboldtiana</i> | Sauce |
| SAPINDACEAE | <i>Dodonaea viscosa</i> | Jarilla |
| SOLANACEAE | <i>Nicotiana glauca</i> | Tabaquillo |
| VERBENACEAE | <i>Lantana camara</i> | Zapotito |
| | <i>Lippia alba</i> | Salvia morada |
| | <i>Lippia graveolens</i> | - |
| ZYGOPHYLLACEAE | <i>Tribulus cistoides</i> | Abrojo amarillo |

Los nombres de las especies resaltadas con marca de agua de la tabla anterior son especies las cuales no están consideradas en los cálculos ecológicos ya que solamente fueron observadas a orillas de caminos, dentro de propiedad privada y en los límites de las parcelas. La mayoría de estas especies son consideradas como malezas, por ejemplo; *Nicotiana glauca*, *Wigandia urens*, *Phytolacca icosandra*, *Ricinus comunis* y *Taraxacum officinale*. Otras especies como el *Salix humboldtiana*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Melia azedaracht*, *Arundo donax*, *Bougainvillea spectabilis* y *Prosopis juliflora*, se encuentran dentro de corrales y patios. Sin embargo, aunque no están cumpliendo su función sinecológica forman parte de la vegetación del Sistema Ambiental.

De igual manera se observó dentro de cuerpos de agua la especie *Lemna aequinoctalis* o “Lentejilla”. Finalmente, en algunos árboles cercanos a los ranchos se observó la especie *Psittacanthus calyculatus* la cual es una planta parásita.

Florísticamente se puede concluir que las especies encontradas en el Sistema Ambiental representan la presión antrópica ejercida en la región, principalmente por actividades de agricultura y ganadería, las especies de afinidad xerofita son las que mejor se han adaptado y siguen ganado terreno frente a las especies nativas. Los relictos de vegetación nativa han permanecido ya que se encuentran en las zonas más altas del SA, esto inhabilita la posibilidad de acceder a ellos y ser utilizados para cultivo o pastoreo.

En el Anexo 4.12 se presentan las especies vegetales más comunes del Sistema Ambiental.

Especies registradas en los muestreos y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Del análisis de las 67 especies encontradas en el Sistema Ambiental, ninguna especie se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Con respecto a los apéndices del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Salvaje Amenazadas (CITES), ninguna de las especies se encuentra en alguno de estos.

Uso de las especies vegetales dentro del Sistema Ambiental

En el Sistema Ambiental y zonas aledañas impera la actividad ganadera, sin embargo existe un uso de los escasos recursos vegetales del área.

La especie *Agave karwinskii*; es utilizada para la construcción de cercos de las viviendas y en menor escala con uso artesanal alimenticio en la elaboración de mezcal.

Existen también algunas especies de cactáceas columnares (*Stenocereus treleasei* y *Myrtillocactus schenckii*) cuyos frutos son comestibles, las poseen en sus huertos familiares como complemento de cítricos y hortalizas que se ven en algunas casas.

Los nanches (*Malpighia mexicana*) son árboles bajos o arbustos cuyos frutos son comestibles o para hacer aguas frescas. Para la leña utilizan la especie *Heliocarpus terebinthinaceus*. También existe el uso de las plantas medicinales, de las especies del área de estudio la especie, *Eupatorium odoratum* está destinada para este fin.

Los copales (*Bursera glabrifolia*) son utilizadas para venderse en el cercano pueblo de San Martín Tilcajete para hacer figuras talladas y pintadas de colores muy brillantes llamadas “Alebrijes” también se utiliza por sus aceites y esencia.

La mayoría de las especies anteriormente mencionadas son de crecimiento lento y su porte no es muy alto, los microclimas locales permiten en algunos casos el desarrollo de estas especies.

Estructura de la vegetación en el Sistema Ambiental

El análisis de la estructura de la vegetación del Sistema Ambiental requirió calcular datos ecológicos como, dominancia, dominancia relativa, densidad, densidad relativa, frecuencia y frecuencia relativa, estos resultados a su vez permitieron obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI). El IVI propuesto por Cottam y Curtis en 1956, define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema.

Las fórmulas y parámetros utilizados en el análisis de la estructura de la vegetación del Sistema Ambiental se describen a continuación.

Densidad

Representa el número promedio de individuos por área o superficie de muestreo. El cálculo de la densidad se obtiene de la siguiente manera:

$$D = \frac{N}{A}$$

Dónde:

D = Densidad

N = Número total de individuos

A = Área muestreada

Densidad relativa

La densidad relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies, se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Dr = \frac{Di}{\sum Di} \times 100$$

Dónde:

Dr = Densidad relativa

Di = Densidad de la especie

$\sum Di$ = Sumatoria de las densidades todas las especies

Dominancia (Cobertura)

Es la superficie que cubre la proyección vertical del follaje de una planta. Para calcular la medida de dominancia se tomó como base la cobertura de los individuos de cada especie, de modo que la fórmula para calcularla será la siguiente:

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Cobertura total por especie}}{\text{Cobertura total de los individuos de todas las especies}}$$

Dominancia relativa

Es la proporción de la dominancia de una especie con respecto a la dominancia total de todas las especies del área muestreada y se calcula a través de la siguiente fórmula.

$$DR = \frac{D_i}{\sum D_i} \times 100$$

Dónde:

DR = Dominancia relativa

D_i = Dominancia de la especie

$\sum D_i$ = Sumatoria de todas las dominancias de todas las especies

Frecuencia

La frecuencia es el número de veces que una especie ocurre en las distintas unidades de muestreo y se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$F = \frac{J}{N}$$

Dónde:

F = Frecuencia de la especie

J = Número de ocurrencia de la especie

N = Número total de sitios muestreados

Frecuencia relativa

$$FR = \frac{F}{\sum F} \times 100$$

Dónde:

FR = Frecuencia relativa de la especie

F = Frecuencia de la especie

$\sum F$ = Sumatoria de todas las frecuencias de todas las especies

Índice de Valor de Importancia

Este índice es un resumen de los valores cuantificativos de cada especie, el cual jerarquiza la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

$$IVI = Dr + FR + DR$$

Dónde:

Dr = Densidad relativa

FR = Frecuencia relativa

DR = Dominancia relativa

Dentro del Sistema Ambiental del Proyecto se presentan tres estratos bien definidos, estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo, los cuales se describen a continuación.

Estrato arbóreo: El estrato arbóreo en el Sistema Ambiental es escaso, sin embargo las pocas especies que lo componen presentan alturas que van desde los 2 m hasta los 7.5 m, empero a lo anterior el promedio de altura de este estrato del SA es de 3 m de altura. Las especies características de esta categoría son *Agave karwinskii*, *Stenocereus treleasei*, *Myrtillocactus schenckii*, *Ipomoea murucoides*, *Acacia farnesiana* y *Heliocarpus terebinthinaceus*. Las especies dominantes en altura, frecuencia y cobertura de este estrato en el Sistema Ambiental son las Cactaceas *S. treleasei*, y *M. schenckii* han logrado permanecer y desarrollarse así debido al uso que le da la gente en esta región. De igual manera el “Pájaro bobo” *I. murucoides* se presenta en este estrato con árboles de hasta 5 m de altura, estos individuos han permanecido así debido al potencial ornamental que presentan. Las especies más inconspicuas en este estrato son los “Huizaches” *A. farnesiana* y “Yagalas” *H. terebinthinaceus*.

Estrato arbustivo: El estrato arbustivo es el más abundante en el Sistema Ambiental, es el que presenta mayor composición florística. Las alturas de este estrato van desde los 50 cm hasta los 3 m de altura. La familia que dominan en número de especies presentes en esta categoría son las Fabaceas, con las especies *Acacia farnesiana* “Huizache”, “Dalea o escobilla” *Dalea foliolosa*, “Charrasquilla” *Calliandra eriophylla*, y en algunos sitios la especie dominante en cobertura y frecuencia *Mimosa albida* “Vergonzosa”. Así mismo otra especie representante de este estrato es el *Agave karwinskii*, seguido en frecuencia por los arbustos de menor talla *Croton ciliatoglandulifer* “Shanashe”. En las zonas de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino está presente la especie característica *Dodonaea viscosa* “Jarilla” la cual se presenta dominante y en grandes densidades en algunos sitios. Las especies de la familia Verbenaceae por su parte se presentan en menor manera con alturas medias dentro del estrato, que van de 0.70m a 1.50 m *Lantana cámara*, *Lippia alba*, *Lippia graveolens*. De igual manera, pero en menor frecuencia se encuentra la especie *Cordia curassavica* o “Escobo negro”. Dentro de este estrato se categorizan algunas de las especies de cactáceas que, aunque su altura no rebasa en algunas los 50 cm, las características fisionómicas que presentan las hacen especies características de este estrato, estas son; *Coryphantha retusa*, *Ferocactus recurvus*, *Mammillaria carnea*, *Cylindropuntia imbricata* y *Opuntia spp.*

Estrato herbáceo: La altura de este estrato es menor o igual a 1m. La cobertura herbácea en algunos sitios del Sistema Ambiental llega a ser de hasta el 90% ya que abundan principalmente los pastos, de los cuales las especies más frecuentes son, *Rhynchelytrum repens* “Pasto rosado”, *Paspalum notatum*, y *Bouteloua williamsii*. Dentro de este estrato se encuentran también algunas especies de Asteraceas como *Zinnia peruviana* “Gallitos” y el llamado “Ojo de gallo” *Sanvitalia procumbens* las cuales son especies anuales. Otras especies frecuentes en este estrato son *Cuphea wrightii* y *Waltheria indica*, hierbas que no sobrepasan los 50 cm de altura.

Cabe resaltar que las especies que presentan mayor dominancia (basada en cobertura) dentro del Sistema Ambiental del proyecto son, *Acacia farnesiana* “Huizache”, la cual principalmente forman parte del estrato arbustivo.

En la siguiente tabla se observan las especies presentes en el Sistema Ambiental y sus valores de Densidad relativa, Dominancia relativa, Frecuencia relativa, así como el valor de importancia ecológica para cada especie.

Tabla 4. 23 Estructura de la vegetación del Sistema Ambiental del Proyecto.

| ID | Especie | Nombre común | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | Índice de valor de importancia I.V.I |
|----|-------------------------------------|------------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------|
| 1 | <i>Acacia farnesiana</i> | Huizache | 0.5737 | 39.3270 | 29.8595 | 69.7603 |
| 2 | <i>Acmella repens</i> | Botón amarillo | 0.4914 | 0.4914 | 0.1631 | 1.1460 |
| 3 | <i>Agave karwinskii</i> | Maguey | 0.2621 | 0.2621 | 2.8568 | 3.3810 |
| 4 | <i>Agave marmorata</i> | Maguey tepeztate | 0.0410 | 0.0410 | 0.6222 | 0.7041 |
| 5 | <i>Arundinella hispida</i> | Pasto largo | 3.4401 | 3.4401 | 0.3060 | 7.1862 |
| 6 | <i>Asterohyptis mociniana</i> | - | 0.0082 | 0.0082 | 0.1938 | 0.2102 |
| 7 | <i>Bouteloua williamsii</i> | Pasto navaja | 30.3547 | 30.3547 | 0.3264 | 61.0357 |
| 8 | <i>Brickellia pendula</i> | Pegajosa | 0.3604 | 0.3604 | 2.5499 | 3.2707 |
| 9 | <i>Bunchosia montana</i> | Maíz costeño | 0.2130 | 0.2130 | 5.9972 | 6.4232 |
| 10 | <i>Bursera glabrifolia</i> | Copal | 0.3835 | 8.7612 | 3.1306 | 12.2752 |
| 11 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Charrasquilla | 0.2785 | 0.2785 | 0.8313 | 1.3882 |
| 12 | <i>Chamaecrista nictitans</i> | - | 0.3358 | 0.3358 | 0.2397 | 0.9113 |
| 13 | <i>Cordia curassavica</i> | Escobo negro | 0.4095 | 0.4095 | 1.5035 | 2.3226 |
| 14 | <i>Coryphantha retusa</i> | Chilillo blanco | 0.0246 | 0.0246 | 0.1581 | 0.2072 |
| 15 | <i>Crotalaria incana</i> | - | 7.3716 | 7.3716 | 0.1182 | 14.8614 |
| 16 | <i>Croton ciliatoglandulifer</i> | Shanashe | 2.1623 | 2.1623 | 2.2231 | 6.5478 |
| 17 | <i>Cuphea wrightii</i> | Salvia morada | 3.7841 | 3.7841 | 0.2442 | 7.8123 |
| 18 | <i>Dalea foliolosa</i> | Limoncillo | 1.9330 | 1.9330 | 10.8725 | 14.7385 |
| 19 | <i>Dichondra argentea</i> | Oreja de ratón | 0.4505 | 0.4505 | 0.7018 | 1.6028 |
| 20 | <i>Dodonaea viscosa</i> | Jarilla | 0.2293 | 0.2293 | 2.5601 | 3.0188 |
| 21 | <i>Eragrostis intermedia</i> | Pasto | 4.0953 | 4.0953 | 0.0561 | 8.2468 |
| 22 | <i>Eupatorium odoratum</i> | Buenazana | 0.2949 | 0.2949 | 1.1423 | 1.7320 |
| 23 | <i>Ferocactus recurvus</i> | Biznaga | 0.0410 | 0.0410 | 0.2937 | 0.3757 |
| 24 | <i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> | Yagalas | 0.5094 | 13.1008 | 4.8140 | 18.4242 |
| 25 | <i>Ipomoea murucoides</i> | Pájaro bobo | 0.2929 | 10.9924 | 7.3940 | 18.6794 |
| 26 | <i>Ipomoea purpurea</i> | | 0.0082 | 0.0082 | 0.0102 | 0.0266 |
| 27 | <i>Jacaranda mimosifolia</i> | Jacaranda | 0.5435 | 2.1739 | 0.0408 | 2.7582 |
| 28 | <i>L. leucocephala</i> | Leucaena | 0.0908 | 2.1739 | 0.4491 | 2.7138 |
| 29 | <i>Lantana camara</i> | Zapotillo | 0.3768 | 0.3768 | 0.5813 | 1.3349 |
| 30 | <i>Lippia alba</i> | Salvia morada | 1.3269 | 1.3269 | 4.2100 | 6.8638 |
| 31 | <i>Lippia graveolens</i> | - | 0.0573 | 0.0573 | 0.3161 | 0.4308 |
| 32 | <i>Malpighia mexicana</i> | Nanche de cerro | 0.0082 | 0.0082 | 0.1326 | 0.1490 |
| 33 | <i>Mammillaria carnea</i> | Chilillo rojo | 0.0901 | 0.0901 | 0.2825 | 0.4627 |
| 34 | <i>Marsdenia edulis</i> | Talayote | 0.0082 | 0.0082 | 0.2040 | 0.2204 |
| 35 | <i>Mimosa aculeaticarpa</i> | Gatuño | 0.0819 | 0.0819 | 0.8058 | 0.9696 |
| 36 | <i>Mimosa albida</i> | Vergonzosa | 0.0655 | 0.0655 | 0.7344 | 0.8654 |

| | | | | | | |
|----|---------------------------------|-----------------|---------|---------|--------|---------|
| 37 | <i>Myrtillocactus schenckii</i> | Shishobo | 0.0573 | 0.0573 | 0.6222 | 0.7368 |
| 38 | <i>Opuntia auberii</i> | Nopalillo | 0.0481 | 2.1985 | 0.3875 | 2.6341 |
| 39 | <i>Opuntia pilifera</i> | Nopal | 0.0164 | 0.0164 | 0.5610 | 0.5937 |
| 40 | <i>Opuntia pubescens</i> | Batibishio | 0.3112 | 0.3112 | 4.2644 | 4.8869 |
| 41 | <i>Paspalum notatum</i> | Pasto | 14.4975 | 14.4975 | 0.2748 | 29.2698 |
| 42 | <i>Pennisetum nervosum</i> | Pasto | 2.6210 | 2.6210 | 0.0603 | 5.3023 |
| 43 | <i>Pinaropappus roseus</i> | - | 0.0082 | 0.0082 | 0.0612 | 0.0776 |
| 44 | <i>Pithecellobium dulce</i> | Guamúchil | 0.0082 | 0.0082 | 0.1428 | 0.1592 |
| 45 | <i>Porophyllum linaria</i> | Chepiche | 0.0410 | 0.0410 | 0.7547 | 0.8366 |
| 46 | <i>Rhus pachyrrhachis</i> | Rush | 0.0246 | 0.0246 | 0.6732 | 0.7223 |
| 47 | <i>Rhynchelytrum repens</i> | Pasto rosado | 5.9055 | 5.9055 | 0.3876 | 12.1985 |
| 48 | <i>Sanvitalia procumbens</i> | Ojo de gallo | 7.4781 | 7.4781 | 0.2254 | 15.1816 |
| 49 | <i>Sida rhombifolia</i> | Malvabisco | 0.0082 | 0.0082 | 0.1122 | 0.1286 |
| 50 | <i>Stenocereus treleasei</i> | Tunillo | 0.2071 | 6.6036 | 2.4520 | 9.2627 |
| 51 | <i>Tribulus cistoides</i> | Abrojo amarillo | 4.3411 | 4.3411 | 0.2275 | 8.9096 |
| 52 | <i>Waltheria indica</i> | Malva | 0.4177 | 0.4177 | 2.0450 | 2.8805 |
| 53 | <i>Zinnia peruviana</i> | Gallitos | 5.1110 | 5.1110 | 0.3131 | 10.5351 |

Como se aprecia en la tabla anterior la especie *Acacia farnesiana* “huizache” es la más frecuente de los 41 transectos establecidos, esta especie es pionera favorecida por los fenómenos de disturbio, como el pastoreo ya que el ganado y la avifauna al consumir los frutos, llevan a cabo el intenso proceso de dispersión de semilla por medio de su excreta, esto favorece a la pronta germinación de la semilla ya que al ser escarificada por los animales la cutícula de las semillas se hace frágil o se elimina, permitiendo así la alta probabilidad de germinación.

La alta agregación del huizache es un indicador evidente que décadas atrás hubo desmontes en una gran cantidad de hectáreas de BTC, para abrir paso al crecimiento de pastos para la ganadería y el establecimiento de cultivos de temporal para la subsistencia, haciendo evidentes procesos continuos de pérdida de suelo a través del tiempo lo que hace más fácil el establecimiento de especies de vegetación secundaria.

De igual manera la especies, que obtuvo el Valor de Importancia Relativo mayor fue el huizache (*Acacia farnesiana*) lo cual confirma que el área ha estado sujeta a un intenso disturbio por actividades antropogénicas, aunado a esto los pastos presentan también un alto Valor de Importancia Relativo dentro del Sistema Ambiental.

A lo anterior se puede concluir que la estructura de la vegetación del Sistema Ambiental está representada por arbustos de vegetación secundaria, ya que la intensa actividad agrícola y ganadera de la zona ha influido directamente en el cambio de la vegetación original. Sin embargo, las zonas más conservadas están representadas por elementos del BTC.

Diversidad de la vegetación en el área de estudio

La diversidad es el número de especies de en una unidad de área. Para medir la diversidad del área con reporte de incendio y el área testigo se utilizó el Índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y no tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

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

Dónde:

H: Índice de diversidad de Shannon

S: Número de especies (la riqueza de especies)

Pi: Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i/N

n_i : Número de individuos de la especie i

N: Número de todos los individuos de todas las especies

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

Para la interpretación del Índice de diversidad de Shannon-Wiener, los valores resultantes del índice que son inferiores a 1.5, se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores iguales o superiores a 3.1 se consideran como diversidad alta. Así mismo, el parámetro de la equidad o uniformidad considera que van de 0 a 1.

La diversidad del Sistema Ambiental del Proyecto de acuerdo a la metodología anteriormente descrita y en base a los muestreos de vegetación, posee una riqueza específica de 12, 212 especies, las cuales presenta una equidad calculada de 0.22, cuando estos valores son cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 representa la dominancia de una sola especie, de acuerdo a este resultado se confirma lo que anteriormente se había descrito, la vegetación del Sistema Ambiental está dominada por la especie *Acacia farnesiana* “Huizache”.

La diversidad calculada para el Sistema Ambiental de acuerdo al Índice de diversidad de Shannon-Wiener, es 2.04, esto representa una diversidad media. Este resultado hace notar las diferentes especies que se encuentran dentro del SA, sin embargo, las especies aisladas del Bosque Tropical Caducifolio que en tiempo anterior dominaba la zona son las que elevan la diversidad. Empero a lo anterior estas especies están como relictos en la vegetación del SA y la frecuencia y dominancia de estas es muy baja ya que como anteriormente se ha descrito la vegetación del Sistema Ambiental es vegetación secundaria de lo que alguna vez fue BTC, dominado principalmente por “Huizache”. Los datos de diversidad calculados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. 24 Índices de diversidad calculada dentro del Sistema Ambiental

| Cálculo | Valor |
|------------------------|-------|
| Riqueza S | 12212 |
| H' Calculada | 2.04 |
| H Máxima | 9.41 |
| Equidad | 0.22 |
| H Máxima - H Calculada | 7.37 |

Área de Influencia

La vegetación actual del Área de Influencia está compuesta por Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Tropical Caducifolio (VSBTC) o Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSSBC) la cual se encuentra en transición con el Pastizal inducido, debido a las actividades de agricultura y ganadería de la zona.

La VSBTC o VSSBC la conforman elementos relictos de la vegetación primaria los cuales se pueden encontrar principalmente en la parte cerril al Suroeste del Área de Influencia, sin embargo los elementos dominantes son especies que se adaptan fácilmente a la presión antropogénica a la que están expuestos, por ejemplo el “Huizache” *Acacia* sp. y “Maguey ” *Agave* sp., estas especies forman algunos manchones de vegetación, de igual manera conforman cercos vivos de parcelas y bordean algunos caminos del Área de Influencia.

El Pastizal inducido en el Área de Influencia no llega a establecerse por completo sin embargo existen indicios de un establecimiento potencial ya que esta vegetación deriva de la pérdida de cobertura vegetal, por la actividad agrícola y ganadera. Las especies de pastos presentes en el Área de influencia son *Rhynchelytrum repens* y *Bouteloua williamsii*. Lo anterior, se muestra en la siguiente Figura.

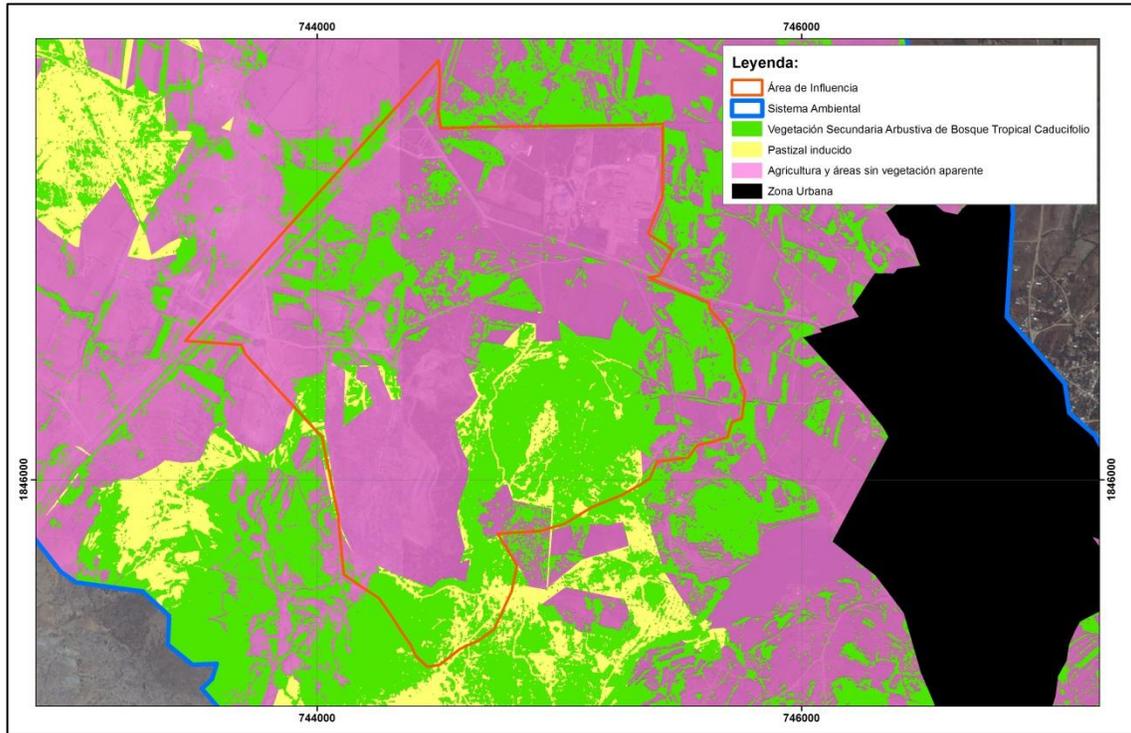


Figura 4. 49. Clasificación de la vegetación dentro del Área de Influencia

Condición de la vegetación actual

La vegetación actual del Sistema Ambiental y por tanto del Área de Influencia se encuentra fragmentada y en procesos de sucesión ecológica detenidos debido a los efectos que causan la agricultura y la ganadería principalmente. La vegetación nativa se encuentra representada solo con algunos individuos relictos de vegetación nativa en las partes menos accesibles y más altas del Sistema Ambiental del Proyecto, sin embargo, el resto de la vegetación está compuesta por elementos propios de la vegetación secundaria debido a que son especies que tienen una buena adaptabilidad a las condiciones de cambio en su entorno.

A pesar de la intensa perturbación de la cual ha sido objeto la vegetación del Sistema Ambiental se puede establecerse una recuperación de la vegetación. Los manchones de vegetación residuales pueden proveer de suficiente semilla y plántulas para comenzar una dinámica de recuperación más rápida. Esto será posible siempre que pueda hacerse un manejo planificado de las actividades ganaderas, ya que el pastoreo de ganado caprino es mucho más agresivo y dañino para las coberturas vegetales, por no ser selectivo dejando muy pocas especies para colonización afectando la diversidad a través del tiempo.

b) Fauna

La diversidad faunística dentro del SA delimitado exclusivamente para el Proyecto está interrelacionada estrictamente con la vegetación y determinada por la variedad de microambientes conformados por la combinación de factores bióticos y abióticos (vegetación-ambiente físico). Esto da como resultado una diversidad homogénea en toda la región, con ciertas variantes por aspectos físicos muy sutiles.

Como objetivo principal del muestreo se planteó realizar un listado para conocer la riqueza de especies presentes dentro del SA, así como identificar a las que pudiesen estar enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para así poder determinar las posibles afectaciones por el desarrollo de las actividades del Proyecto y proponer medidas de prevención, mitigación y/o compensación según se requiera. Se identificaron también a las especies que, por sus hábitos y biología pueden ser consideradas como de baja movilidad¹ y que eventualmente serían el objetivo de posibles trabajos (reubicación de fauna).

Metodología de muestreo

Métodos de detección en silencio

Consistió en la detección en silencio de las especies. Para lograr este tipo de registro es necesaria la cautela, ya que sólo de esa forma el observador puede lograr un mayor acercamiento a los animales. Las observaciones en puntos altos, en donde se procura hacer el mínimo de ruido y movimientos, hacen posible el registro de especies más esquivas. Para el caso de las aves esta es una de las mejores técnicas para realizar observaciones y determinar las especies en ese momento con ayuda de las guías de campo. Esta técnica resultó ser muy útil pues lo escaso de la vegetación permitió el registro de diferentes especies en un rango mucho mayor de lo que sería en un ambiente con vegetación más abundante.

Transectos aleatorios no restringidos

También en silencio se hicieron recorridos a pie con la disposición de equipo que incluía: binoculares, cámaras digitales, GPS, planos georeferenciados del SA, guías para la determinación de Anfibios, reptiles (Reyna *et. al.*, 2007; Lemos y Smith 2009, etc.) mamíferos (Aranda, 2000; Ceballos y Oliva, 2005; Reid, 2006, Medellín, 2008) y aves (Sibley 2000; Howell & Webb 1995, etc.).

Otra técnica “alternativa” utilizada fue la remoción de rocas y restos vegetales, como troncos, hojas y ramas, con el fin de encontrar especies de reptiles y anfibios que eventualmente utilizan esos sitios para resguardarse. En el Anexo 4.13, se presentan las Áreas de muestreo faunístico, dentro del Sistema Ambiental.

¹ Se consideran especies de baja movilidad a aquellas que por sus características físicas, motrices, conductuales o metabólicas no cuentan con una respuesta rápida o efectiva de desplazamiento ante cualquier disturbio o afectación, y que por consiguiente, hagan necesaria la aplicación de acciones para su rescate y reubicación.

Técnicas de observación indirecta

En esta técnica se consideraron las señales que los animales dejan de su presencia y actividades (huellas, excretas, marcas, cadáveres, mudas de piel, plumas, etc.). Los recorridos fueron realizados de forma aleatoria y no restringida.

Técnicas de captura

Estas técnicas dirigen su esfuerzo como su nombre lo indica, a la captura de los organismos, ya sea mediante trampas tipos Sherman, Tomahawk, etc. o redes de niebla para la captura de aves y murciélagos (Muñoz et al; 2009).

Para el caso del presente Proyecto no se utilizaron trampas, ya que el uso de las mismas obedece a objetivos más partículas, tal es el caso de describir la población de cierta especie mediante la toma de datos morfométricos.

Además de los métodos y técnicas empleadas en los muestreos de fauna, la determinación de especies se vale de la experiencia de los biólogos involucrados y de literatura disponible en internet y literatura como, The American Ornithologists Union (AOU), The Center for North American Herpetology (CNAH) y Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed), principalmente.

El muestreo fue realizado a lo largo y ancho del SA, sin embargo, este se intensificó en aquellas zonas que guardaban un mejor estado de conservación y en las que se incrementaba la posibilidad de registros faunísticos.

Composición faunística del área del Proyecto (Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos)

Durante los muestreos se lograron registrar 57 especies repartidas en los diferentes grupos de vertebrados terrestres; 2 anfibios, 3 reptiles, 44 aves y 8 especies de mamíferos. Una gran parte de las especies registradas son altamente tolerantes a los ambientes modificados (degradados etc.).

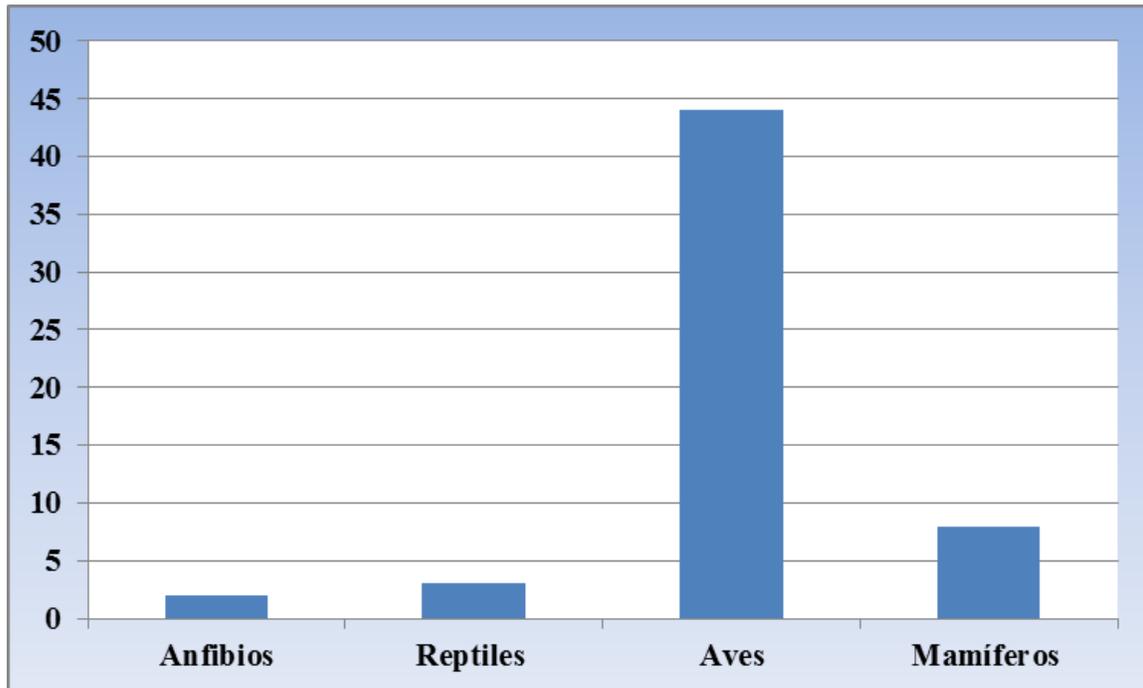


Figura 4. 50. Porcentajes de especies registradas para cada grupo zoológico

Enseguida se presentan las tablas de registros obtenidos durante los trabajos de campo, una tabla para cada grupo zoológico de igual manera en el Anexo 4.14 se presenta un reporte fotográfico con algunas de las especies de fauna registradas.

Anfibios

Durante el muestreo realizado solo se registraron 2 especies de anfibios dentro del Sistema Ambiental.

Tabla 4. 25. Anfibios registrados dentro del Sistema Ambiental

| Orden | FAMILIA | NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN | Tipo de registro ⁽¹⁾ |
|-------|---------|-------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Anura | Hylidae | <i>Hyla arenicolor</i> | Ranita de cañon | Od |
| | Ranidae | <i>Lithobates spectabilis</i> | Rana manchada | Od |

(1) Tipo de registro: Od = Observación directa; C= Cadáver; Ot= Otro

Reptiles

Para el caso en concreto de los reptiles, durante los trabajos en campo se logró el registro de 3 especies, pertenecientes a 3 familias. Las especies de este grupo serán consideradas como de baja movilidad y estarán sujetas a cualquier maniobra que deba ser llevada a cabo para salvaguardar su integridad durante la ejecución del Proyecto. Enseguida se presenta el listado de especies de reptiles que fueron registrados durante los muestreos (Tabla 4. 26).

Tabla 4. 26. Reptiles registrados dentro del Sistema Ambiental

| Orden | FAMILIA | NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN | Tipo de registro ⁽¹⁾ |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Squamata (Suborden lacertilia) | Phrynosomatidae | <i>Sceloporus spinosus</i> | Lagartija escamosa | Od |
| | Teiidae | <i>Aspidozelis sackii</i> | Lagartija | Od |
| Squamata (Suborden Serpentes) | Colubridae | <i>Lampropeltis triangulum</i> | Falso coralillo | Od |

(1) **Tipo de registro: Od = Observación directa; C= Cadáver; Ot= Otro**

Aves

Debido a sus hábitos y por consiguiente a la facilidad para su observación, las aves son uno de los grupos más ampliamente estudiados y que a su vez arrojan mayor cantidad de datos en corto plazo, lo que es de gran utilidad para el presente estudio, por esta razón son frecuentemente consideradas como un grupo indicador de la estabilidad o desequilibrio ambiental.

En relación a lo anterior, el grupo de las aves fue el mejor representado respecto a los 4 grupos de vertebrados terrestres muestreados durante los trabajos realizados en campo, se registraron un total de 44 especies representantes de 22 Familias y 10 Órdenes taxonómicos.

A continuación, en la siguiente tabla se presenta el listado de especies registradas dentro del Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto.

Tabla 4. 27. Aves registradas dentro del Sistema Ambiental

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Tipo de registro ⁽¹⁾ |
|------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Anseriformes | Anatidae | <i>Anas americana</i> | Pato chalcuan | Od |
| | | <i>Anas clypeata</i> | Pato cucharon norteño | Od |
| | | <i>Anas acuta</i> | Pato Golondrino | Od |
| | | <i>Oxyura jamaicensis</i> | Pato tepalcate | Od |
| Podicipediformes | Podicipedidae | <i>Podilymbus podiceps</i> | Zambullidor Pico Grueso | Od |
| Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Ardea herodias</i> | Garza morena | Od |
| | | <i>Ardea alba</i> | Garza blanca | Od |
| | | <i>Egretta thula</i> | Garceta pie dorado | Od |
| | | <i>Bubulcus ibis</i> | Garza ganadera | Od |
| | | <i>Nycticorax nycticorax</i> | Pedrete corona negra | Od |
| | Threskiornithidae | <i>Plegadis chihi</i> | Ibiz cara blanca | Od |
| Accipitriformes | Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote aura | Od |
| | Accipitridae | <i>Circus cyaneus</i> | Gavilán rastrero | Od |
| | | <i>Parabuteo unicinctus</i> | Aguililla de harris | Od |
| | | <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla cola roja | Od |
| Gruiformes | Rallidae | <i>Fulica americana</i> | Gallareta americana | Od |
| Columbiformes | Columbidae | <i>Columba livia</i> | Paloma domestica | Od |

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Tipo de registro ⁽¹⁾ |
|---------------|----------------|------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| | | <i>Columbina inca</i> | Tortola cola larga | Od |
| | | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma de alas blancas | Od |
| | | <i>Zenaida macroura</i> | Paloma huilota | Od |
| Cuculiformes | Cuculidae | <i>Geococcyx velox</i> | Correcaminos | Od |
| Piciformes | Picidae | <i>Picoides scalaris</i> | Carpintero mexicano | Od |
| Falconiformes | Falconidae | <i>Caracara cheriway</i> | Caracara común | Od |
| | | <i>Falco sparverius</i> | Halcón cernicalo | Od |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Empidonax wrightii</i> | Mosquero gris | Od |
| | | <i>Sayornis nigricans</i> | Papamoscas negro | Od |
| | | <i>Sayornis saya</i> | Papamoscas Llanero | Od |
| | | <i>Myiarchus cinerascens</i> | Papamoscas cenizo | Od |
| | | <i>Tyrannus vociferans</i> | Tirano gritón | Od |
| | | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | Mosquero Cardenal | Od |
| | Lanidae | <i>Lanius ludovicianus</i> | Alcaudón verdugo | Od |
| | Corvidae | <i>Corvus corax</i> | Cuervo común | Od |
| | Hirundinidae | <i>Hirundo rustica</i> | Golondrina tijereta | Od |
| | Aegithalidae | <i>Psaltriparus minimus</i> | Sastrecillo | Od |
| | Poliophtilidae | <i>Poliophtila caerulea</i> | Perlita azul gris | Od |
| | Mimidae | <i>Toxostoma curvirostre</i> | Cuítlacoche | Od |
| | | <i>Mimus polyglottos</i> | Cenzontle Norteño | Od |
| | Cardinalidae | <i>Passerina caerulea</i> | Picogordo azul | Od |
| | Icteridae | <i>Sturnella magna</i> | Tortilla con chile | Od |
| | | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate | Od |
| | | <i>Molothrus aeneus</i> | Tordo ojos rojos | Od |
| | Fringilidae | <i>Haemorhous mexicanus</i> | Gorrión mexicano | Od |
| | | <i>Spinus psaltria</i> | Dominico dorsioscuro | Od |
| | Passeridae | <i>Passer domesticus</i> | Gorrión casero | Od |

Tipo de registro: Od = Observación directa; C= Cadáver; Ot= Otro

La composición de las especies de aves se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones del hábitat en cuestión, por lo que unos de los factores que más influyen es la vegetación existente, ya que de esta van de la mano con los distintos nichos ecológicos que ocupan las distintas especies de aves.

Especies migratorias

Para el caso de las aves, numerosas son las especies que realizan migraciones, principalmente en la temporada invernal, aunque el muestreo no se realizó en época de migración, se logró el registro de algunas aves migratorias. Como se aprecia en la siguiente tabla, durante los muestreos

realizados en campo fue posible el registro de 8 especies de aves migratorias pertenecientes a 3 Ordenes y 4 Familias.

Tabla 4. 28. Listado de especies de aves registradas dentro del SA

| Orden | Familia | Especie | Nombre común |
|-----------------|----------------|------------------------------|-----------------------|
| Anseriformes | Anatidae | <i>Anas americana</i> | Pato chalcuan |
| | | <i>Anas clypeata</i> | Pato cucharon norteño |
| | | <i>Anas acuta</i> | Pato Golondrino |
| | | <i>Ardea herodias</i> | Garza morena |
| Accipitriformes | Accipitridae | <i>Circus cyaneus</i> | Gavilán rastrero |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Empidonax wrightii</i> | Mosquero gris |
| | | <i>Myiarchus cinerascens</i> | Papamoscas cenizo |
| | Poliioptilidae | <i>Poliioptila caerulea</i> | Perlita azul gris |

Mamíferos

Dentro del Sistema Ambiental se registró la presencia de 4 Órdenes de mamíferos, dentro de estos Órdenes el más abundante fue el orden Carnivora con 3 familias y 4 especies. A continuación, se presenta la Tabla 4. 29, donde se enlistan las especies de mastofauna registrada durante los muestreos dentro del SA.

Tabla 4. 29. Mamíferos registrados dentro del Sistema Ambiental

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Tipo de registro ⁽¹⁾ |
|-----------------|-------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Didelphimorphia | Didelphidae | <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache | Od |
| Carnivora | Mephitidae | <i>Mephitis macroura</i> | Zorrillo listado | Od |
| | Procyonidae | <i>Procyon lotor</i> | Mapache | H |
| | | <i>Canis latrans</i> | Coyote | Od, Ct |
| | Canidae | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | E |
| Artiodactyla | Cervidae | <i>Odocoileus virginianus</i> | Venado cola blanca | H |
| Lagomorpha | Leporidae | <i>Lepus callotis</i> | Liebre | Od |
| | | <i>Sylvilagus cunicularius</i> | Conejo | Od, Ct |

(1) Tipo de registro: Od = Observación directa; H= Huella, E= Excreta; C= Cadáver; Cap = Capturado, Ct = Cámara trampa; Ot= Otro

Especies endémicas y catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación

De las 57 especies de fauna registradas dentro del Sistema Ambiental, se registraron 2 especies enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT 2010

Enseguida se presenta la Tabla 4. 30, donde se muestran las especies con alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se registraron especies endémicas.

Tabla 4. 30. Especies endémicas y/o con alguna categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010

| Grupo zoológico | Nombre científico | Nombre común | E ⁽¹⁾ | Status dentro de la NOM-059 ⁽²⁾ |
|-----------------|--------------------------------|---------------------|------------------|--|
| Reptiles | <i>Lampropeltis triangulum</i> | Falso coralillo | - | A |
| Aves | <i>Parabuteo unicinctus</i> | Aguililla Rojinegra | - | Pr |

(1) E=Endemismo: E=Refiere que la especie es endémica o no al territorio mexicano.
 (2) 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 Pr=Sujeta a protección especial; A=Amenazada, P=Peligro de Extinción.

Cabe mencionar que no se descarta la presencia de especies en alguna de estas categorías que no hayan sido documentadas en el presente apartado de fauna el cual se basa en los resultados obtenidos de los trabajos de campo, por ende, durante la ejecución del Proyecto se deberá tener cuidado con aquellas especies consideradas de “baja movilidad” independientemente si presentan alguna categoría anteriormente mencionada.

Análisis de los resultados del muestreo de fauna dentro de los predios mediante el Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Una vez conformado el listado de especies presentes, se procedió a realizar los cálculos correspondientes al índice de Shannon-Wiener, para cada grupo taxonómico. En la Tabla 4. 31 se expresa la siguiente fórmula:

$$H = -\sum_{i=1}^s (P_i)(\log_2 P_i)$$

Dónde:

S – número de especies (la riqueza de especies)

P_i – proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*): $\frac{n_i}{N}$

n_i – número de individuos de la especie *i*

N – número de todos los individuos de todas las especies

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

Tabla 4. 31. Estimación de los parámetros de Shannon-Wiener para los distintos grupos zoológicos

| Grupo zoológico | Especie | Abundancia absoluta (N) | Abundancia relativa (Pi) | Logaritmo (Log) | (Pi)(Log) |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|---------------|
| Anfibios | <i>Hyla arenicolor</i> | 4 | 0.25 | 1.3863 | 0.3466 |
| | <i>Lithobates spectabilis</i> | 12 | 0.75 | 0.2877 | 0.2158 |
| Total | | 16 | H= | | 0.5623 |
| Reptiles | <i>Sceloporus spinosus</i> | 12 | 0.8 | 0.2231 | 0.1785 |
| | <i>Aspidoscelis sackii</i> | 2 | 0.133333333 | 2.0149 | 0.2687 |
| | <i>Lampropeltis triangulum</i> | 1 | 0.066666667 | 2.7081 | 0.1805 |
| Total | | 15 | H= | | 0.6277 |
| Aves | <i>Anas americana</i> | 13 | 0.0426 | 3.1554 | 0.1345 |
| | <i>Anas clypeata</i> | 3 | 0.0098 | 4.6217 | 0.0455 |
| | <i>Anas acuta</i> | 2 | 0.0066 | 5.0272 | 0.0330 |
| | <i>Oxyura jamaicensis</i> | 4 | 0.0131 | 4.3340 | 0.0568 |
| | <i>Podilymbus podiceps</i> | 2 | 0.0066 | 5.0272 | 0.0330 |
| | <i>Ardea herodias</i> | 1 | 0.0033 | 5.7203 | 0.0188 |
| | <i>Ardea alba</i> | 2 | 0.0066 | 5.0272 | 0.0330 |
| | <i>Egretta thula</i> | 1 | 0.0033 | 5.7203 | 0.0188 |
| | <i>Bubulcus ibis</i> | 8 | 0.0262 | 3.6409 | 0.0955 |
| | <i>Nycticorax nycticorax</i> | 1 | 0.0033 | 5.7203 | 0.0188 |
| | <i>Plegadis chihi</i> | 6 | 0.0197 | 3.9286 | 0.0773 |
| | <i>Cathartes aura</i> | 17 | 0.0557 | 2.8871 | 0.1609 |
| | <i>Circus cyaneus</i> | 1 | 0.0033 | 5.7203 | 0.0188 |
| | <i>Parabuteo unicinctus</i> | 1 | 0.0033 | 5.7203 | 0.0188 |
| | <i>Buteo jamaicensis</i> | 3 | 0.0098 | 4.6217 | 0.0455 |
| | <i>Fulica americana</i> | 11 | 0.0361 | 3.3224 | 0.1198 |
| | <i>Columba livia</i> | 9 | 0.0295 | 3.5231 | 0.1040 |
| | <i>Columbina inca</i> | 16 | 0.0525 | 2.9477 | 0.1546 |
| | <i>Zenaida asiatica</i> | 17 | 0.0557 | 2.8871 | 0.1609 |
| | <i>Zenaida macroura</i> | 14 | 0.0459 | 3.0813 | 0.1414 |
| | <i>Geococcyx velox</i> | 8 | 0.0262 | 3.6409 | 0.0955 |
| | <i>Picoides scalaris</i> | 3 | 0.0098 | 4.6217 | 0.0455 |
| | <i>Caracara cheriway</i> | 4 | 0.0131 | 4.3340 | 0.0568 |
| | <i>Falco sparverius</i> | 12 | 0.0393 | 3.2354 | 0.1273 |
| | <i>Empidonax wrightii</i> | 1 | 0.0033 | 5.7203 | 0.0188 |
| | <i>Sayornis nigricans</i> | 4 | 0.0131 | 4.3340 | 0.0568 |
| | <i>Sayornis saya</i> | 7 | 0.0230 | 3.7744 | 0.0866 |
| | <i>Myiarchus cinerascens</i> | 8 | 0.0262 | 3.6409 | 0.0955 |
| | <i>Tyrannus vociferans</i> | 15 | 0.0492 | 3.0123 | 0.1481 |
| | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | 10 | 0.0328 | 3.4177 | 0.1121 |
| | <i>Lanius ludovicianus</i> | 7 | 0.0230 | 3.7744 | 0.0866 |
| | <i>Corvus corax</i> | 16 | 0.0525 | 2.9477 | 0.1546 |
| | <i>Hirundo rustica</i> | 11 | 0.0361 | 3.3224 | 0.1198 |
| <i>Psaltriparus minimus</i> | 4 | 0.0131 | 4.3340 | 0.0568 | |
| <i>Polioptila caerulea</i> | 2 | 0.0066 | 5.0272 | 0.0330 | |
| <i>Toxostoma curvirostre</i> | 6 | 0.0197 | 3.9286 | 0.0773 | |
| <i>Mimus polyglottos</i> | 2 | 0.0066 | 5.0272 | 0.0330 | |
| <i>Passerina caerulea</i> | 4 | 0.0131 | 4.3340 | 0.0568 | |
| <i>Sturnella magna</i> | 1 | 0.0033 | 5.7203 | 0.0188 | |

| | | | | | |
|-----------|---------------------------------|------------|--------|-----------|---------------|
| | <i>Quiscalus mexicanus</i> | 17 | 0.0557 | 2.8871 | 0.1609 |
| | <i>Molothrus aeneus</i> | 6 | 0.0197 | 3.9286 | 0.0773 |
| | <i>Haemorrhous mexicanus</i> | 4 | 0.0131 | 4.3340 | 0.0568 |
| | <i>Spinus psaltria</i> | 8 | 0.0262 | 3.6409 | 0.0955 |
| | <i>Passer domesticus</i> | 13 | 0.0426 | 3.1554 | 0.1345 |
| | Total | 305 | | H= | 3.4942 |
| Mamíferos | <i>Didelphis virginiana</i> | 4 | 0.0702 | 2.6568 | 0.1864 |
| | <i>Mephitis macroura</i> | 2 | 0.0351 | 3.3499 | 0.1175 |
| | <i>Procyon lotor</i> | 6 | 0.1053 | 2.2513 | 0.2370 |
| | <i>Canis latrans</i> | 3 | 0.0526 | 2.9444 | 0.1550 |
| | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 8 | 0.1404 | 1.9636 | 0.2756 |
| | <i>Odocoileus virginianus</i> | 2 | 0.0351 | 3.3499 | 0.1175 |
| | <i>Lepus callotis</i> | 11 | 0.1930 | 1.6452 | 0.3175 |
| | <i>Sylvilagus cunicularius</i> | 21 | 0.3684 | 0.9985 | 0.3679 |
| | Total | 57 | | H= | 1.7744 |

Como se mencionó anteriormente, los valores resultantes del índice de Shannon-Wiener inferiores a 1.5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como diversidad media, y los valores iguales o superiores a 3.1 se consideran como diversidad alta (Magurran, 1988 en Titira y Boada, 2009).

En la Tabla 4. 32 se expone de manera resumida el número de especies registradas, así como el número de individuos y el valor del índice de Shannon-Wiener obtenido para cada grupo zoológico, finalmente una columna con la interpretación del índice de diversidad obtenido.

Tabla 4. 32. Índice de diversidad de Shannon-Wiener

| Grupo zoológico | Número de especies | Número de Individuos | Índice de Shannon-Wiener | Interpretación del Índice |
|-----------------|--------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|
| Anfibios | 2 | 16 | 0.5623 | Diversidad baja |
| Reptiles | 3 | 15 | 0.6277 | Diversidad baja |
| Aves | 44 | 305 | 3.4942 | Diversidad alta |
| Mamíferos | 8 | 57 | 1.7744 | Diversidad media |

Como se puede observar en la tabla anterior, y como resultado de los trabajos de campos, el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener refleja una “Diversidad baja” para el grupo de los anfibios y reptiles, mientras que el grupo de las aves se presentó una “Diversidad alta” por último el grupo de los mamíferos registro una “Diversidad media”.

Especies de valor ecológico.

Sobre los anfibios y reptiles, existe gran importancia en cuanto al grupo en general y en especies particulares, ya que algunas especies son muy susceptibles a cualquier cambio en su ecosistema y cadena trófica al cual están intrínsecamente vinculados. La importancia biológico-ecológica en este grupo recae principalmente en que son controladores biológicos de plagas e indicadores de la calidad del ecosistema ya que su dieta incluye insectos y en el caso de los reptiles pequeños mamíferos como roedores. De igual manera los reptiles son fuente de alimento para los carnívoros primarios, como por ejemplo los Coyotes y las aves de presa.

Las aves representan un alto valor ecológico-biológico intrínseco ya que son polinizadores de diversas plantas lo que apoya a dar continuidad a estas.

Algunas especies de aves son dispersoras de semillas, lo que apoya a la regeneración natural de los bosques selvas etc.; son controladores de plagas ya que gran cantidad de aves se alimentan de insectos y las aves rapaces de roedores.

A las aves se les atribuye además un valor económico ya que numerosas especies son comercializadas como animales de compañía u ornamentales por su canto y colorido.

Los mamíferos silvestres poseen una gran gama de características que los hacen ecológicamente imprescindibles en los ecosistemas. Los nichos ecológicos que ocupan este grupo como; herbívoros; dispersores y removedores de semillas; polinizadores; depredadores y carroñeros, afecta las interacciones de los ecosistemas donde habitan, modificándolos constantemente.

Estado de conservación de la zona para la fauna

Dentro del Sistema Ambiental ya existen impactos ambientales como lo es la presencia de monocultivos, esto ha modificado el componente vegetal, el cual funge como hábitat para la fauna silvestre, la mayor parte de las especies registradas durante los trabajos de campo, refieren a especies que han desarrollado tolerancia a la perturbación antrópica, sin dejar de lado que de igual manera aún siguen persistiendo especies menos tolerantes dentro de algunos de los parches de vegetación natural dentro del Sistema Ambiental y que aun brindan, sino es que las condiciones idóneas, si las condiciones para que la fauna siga persistiendo en estos hábitats.

Otro factor que afecta indirectamente y en demasía a la fauna silvestre presente dentro del Sistema Ambiental, corresponde a la presencia de ganado, que genera una fuerte presión sobre la vegetación presente en el Sistema Ambiental, compitiendo por el recurso con rumiantes y dañando el hábitat de la fauna nativa.

IV.3.3 Paisaje

La percepción del ambiente no solo interesa por ser el origen de los fenómenos culturales o en la interpretación del entorno, sino que además, es necesaria para comprender y gestionar mejor los recursos naturales y el patrimonio que éstos representan, mediante el proceso de percepción, el cual funciona mediante la selección de información, reconocimiento e interpretación visual de un área en específico, habiendo diversas percepciones para distintos individuos (función de su bagaje cultural y su experiencia personal).

A pesar de las diferencias de percepción individuales, hay patrones comunes a identificar y valorar en los paisajes, que ayudan a clasificar y ubicar cartográficamente las unidades de paisaje, a partir de la evaluación cualitativa y posteriormente cuantitativa de los componentes naturales, componentes antrópicos y las interrelaciones entre ellos.

Unidades del Paisaje



Figura 4. 52. Unidad de Paisaje N°1 Sierra



Figura 4. 53. Unidad de Paisaje N°2 Valle



Figura 4. 54. Unidad de Paisaje N°3 Lomerío

Calidad Visual

La calidad visual determinada para cada unidad del paisaje es el resultado de la suma de tres elementos de percepción; las características intrínsecas; calidad visual del entorno inmediato y calidad del fondo escénico.

A continuación, se propone la cualificación de la calidad del paisaje según una calificación en tres clases de la calidad visual según el resultado de la valoración generalista de los componentes del paisaje (Tabla 4. 33).

Tabla 4. 33. Criterios de evaluación de calidad visual del paisaje

| Valoración | Calidad visual |
|--------------|---|
| Alta | Áreas de calidad alta, con rasgos singulares y sobresalientes (28 a 38 puntos) |
| Media | Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (17 a 27 puntos) |
| Baja | Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color línea y textura (6 a 16 puntos) |

Se determinó la calidad visual de las unidades de paisaje según la adaptación de lo propuesto por USDA Forest Service (1974) y Bureau of Land Management de Estados Unidos (1980). Esta metodología considera el análisis de las unidades de paisaje de acuerdo a una valoración de las características de sus componentes biofísicos, estéticos y antrópicos, en la Tabla 4. 34 se presentan los elementos a ser valorados.

Tabla 4. 34. Elementos valorados para determinar la Calidad Visual de Paisaje

| Elemento valorado | Calidad visual paisajística | | |
|-------------------------|---|---|---|
| | Alta | Media | Baja |
| Morfología o Topografía | Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas y muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos | Pendiente entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelado suave u ondulado | Pendientes entre 0 a 15%. Dominancia del plano horizontal de visualización. Ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual |
| Valores: | 5 | 3 | 1 |
| Fauna | Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción alimentación | Presencia de fauna nativa esporádicamente dentro de la unidad sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado) | No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos |
| Valores: | 5 | 3 | 1 |
| Vegetación | Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas | Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual | Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión son vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa |
| Valores: | 5 | 3 | 1 |
| Formas de agua | Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje | Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual | Ausencia de cuerpos de agua |
| Valores: | 5 | 3 | 1 |
| Acción Antrópica | Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas | La calidad escénica está modificada en menor grado por obras que no | Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del |

| Elemento valorado | Calidad visual paisajística | | |
|------------------------|---|---|---|
| | Alta | Media | Baja |
| | | añaden calidad visual | paisaje |
| Valores: | 2 | 1 | 0 |
| Fondo Escénico | El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual | El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada | El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada |
| Valores: | 5 | 3 | 1 |
| Variabilidad Cromática | Combinaciones de color intensas y variadas. Contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua | Alguna variedad e intensidad en color y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante | Muy poca variación en color o contraste, colores homogéneos o continuos |
| Valores: | 5 | 3 | 1 |
| Singularidad o Rareza | Paisaje único, con riqueza de elementos singulares | Característico, pero similar a otros de la región | Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares |
| Valores: | 6 | 2 | 0 |

A continuación, se presenta la valoración de la calidad visual de las unidades de paisaje determinadas para el SA.

Tabla 4. 35. Unidad de Paisaje N°1 Sierra

| Elemento Valorado | Calidad Visual |
|-------------------------|------------------|
| Morfología o Topografía | Alta (5) |
| Fauna | Alta (5) |
| Vegetación | Alta (5) |
| Formas de agua | Media (3) |
| Acción Antrópica | Alta (2) |
| Fondo Escénico | Media (3) |
| Variabilidad Cromática | Media (3) |
| Singularidad o Rareza | Media (2) |
| Valoración Final | Alta (28) |

Tabla 4. 36. Unidad de Paisaje N°2 Valle

| Elemento Valorado | Calidad Visual |
|-------------------------|----------------|
| Morfología o Topografía | Media (3) |
| Fauna | Baja (1) |
| Vegetación | Baja (1) |
| Formas de agua | Media (3) |
| Acción Antrópica | Baja (0) |
| Fondo Escénico | Media (3) |

| | |
|-------------------------|------------------|
| Variabilidad Cromática | Baja (1) |
| Singularidad o Rareza | Baja (0) |
| Valoración Final | Baja (12) |

Tabla 4. 37. Unidad de Paisaje N°3 Lomerío

| Elemento Valorado | Calidad Visual |
|--------------------------|-----------------------|
| Morfología o Topografía | Media (3) |
| Fauna | Media (3) |
| Vegetación | Media (3) |
| Formas de agua | Baja (1) |
| Acción Antrópica | Media (1) |
| Fondo Escénico | Media (3) |
| Variabilidad Cromática | Media (3) |
| Singularidad o Rareza | Media (2) |
| Valoración Final | Media (18) |

De acuerdo a la valoración de calidad visual hecha para cada unidad de paisaje delimitada para el SA, se presenta el siguiente análisis;

Unidad de paisaje N°1 presenta calidad visual alta, los elementos valorados poseen alta calidad en la variedad de la forma, color y línea. La mayor parte de los elementos valorados presentan calidad visual alta, estructuras morfológicas con pendientes mayores a 30%, presencia de fauna nativa, áreas de nidificación y reproducción, presencia de masas vegetales de alta dominancia visual, libre de acciones antrópicas, presencia de cuerpo de agua, aunque sin significancia global, el paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada, por otro lado, aunque dicha unidad se presente de forma característica es similar a otros de la región.

Unidad de paisaje N°2 presenta calidad visual baja, dado a que la mayor superficie se presenta con baja variedad en la forma, color, línea y textura. El principal elemento valorado que reduce la calidad visual son las modificaciones antrópicas (actividades de agricultura) que reducen o anulan la calidad visual del paisaje, de la misma forma, otros elementos valorados que reducen la calidad a dicha unidad son, sobre pastoreo y crianza masiva de animales domésticos, ausencia de vegetación nativa, dominancia del plano horizontal de visualización, el paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad estética de dicha área, en consideración a lo anteriormente expuesto se concluye que el paisaje que se presenta en la unidad de paisaje valorada es común, inexistencia de elementos únicos o singulares, dando lugar a sitios homogéneos o continuos con poca variación en el color y contraste.

Unidad de paisaje N° 3 presenta calidad visual media, dado que toda la superficie se presenta con moderada variedad en la forma, color, línea y textura. Todos los elementos valorados presentan moderada calidad visual

A continuación, en la Figura 4. 55 se puede ver la calidad visual que se presenta en el SA y para mejor detalle ver Anexo 4.16.

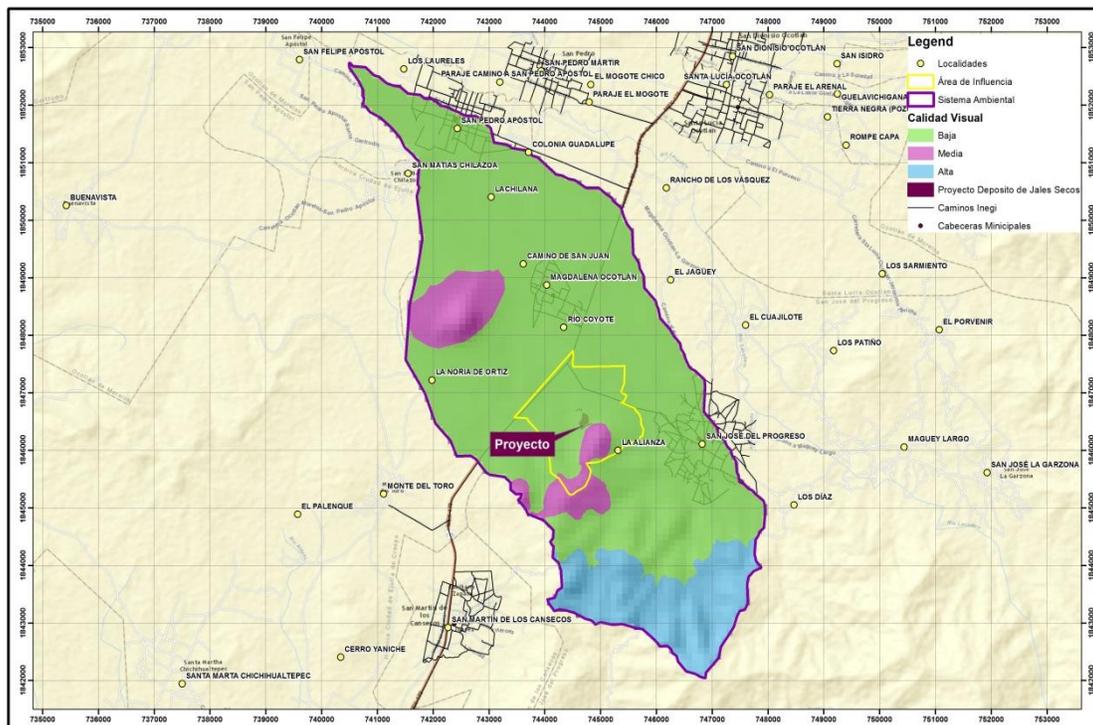


Figura 4. 55. Calidad visual del paisaje en el SA

Fragilidad Visual

La valoración final de fragilidad visual se obtiene de la suma de los valores de los elementos valorados a cada unidad de paisaje, en la Tabla 4. 38 se presentan los rangos de valoración.

Tabla 4. 38. Criterios de evaluación de Fragilidad Visual

| Valoración | Fragilidad Visual |
|------------|-------------------|
| Alta | 21 a 27 puntos |
| Media | 15 a 20 puntos |
| Baja | 9 a 14 puntos |

La determinación de la Fragilidad Visual permite evaluar la capacidad de absorción y respuesta de las unidades de paisaje ante la obras y actividades del Proyecto, y se analizó según el modelo general de fragilidad visual de Escribano et al. 1987. En esta metodología son analizados y clasificadas las unidades del paisaje, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, divididos en 4 factores (biofísicos, visualización, singularidad y accesibilidad). En la siguiente Tabla 4. 39 se presenta la escala valórica.

Tabla 4. 39. Elementos valorados para determinar la Fragilidad Visual del Paisaje

| Factor | Elemento de influencia | Fragilidad Visual de Paisaje | | |
|------------|------------------------|------------------------------|---------------------|----------------------|
| | | Alta | Media | Baja |
| Biofísicos | Pendiente | Pendiente de más un | Pendientes entre 15 | Pendientes entre 0 a |

| Factor | Elemento de influencia | Fragilidad Visual de Paisaje | | |
|-----------------|------------------------|--|--|---|
| | | Alta | Media | Baja |
| | | 30%, terrenos con dominio del plano vertical de visualización | y 30%, terrenos con modelados suaves u ondulados | 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual |
| | Valores: | 3 | 2 | 1 |
| | Vegetación (densidad) | Grandes espacios sin vegetación Agrupaciones aisladas, dominancia estrato herbáceo | Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrato arbustiva o arbórea aislada | Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo |
| | Valores: | 3 | 2 | 1 |
| | Vegetación (contraste) | Vegetación monoespecífica Escasez vegetacional, contrastes poco evidentes | Diversidad de especies media | Alto grado en variedad de especies. Contrastes fuertes. Gran estacionalidad de especies |
| | Valores: | 3 | 2 | 1 |
| | Vegetación (altura) | Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 metros de altura | No hay gran altura de las masas (< 10 m). Baja diversidad de estratos | Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m. |
| Valores: | 3 | 2 | 1 | |
| Visualización | Tamaño cuenca visual | Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1000m). Dominio de los primeros planos | Visión media (1000 a 4000m). Dominio de los planos medios de visualización | Visualización de carácter lejano o a zonas distintas mayores a 4000 m. |
| | Valores: | 3 | 2 | 1 |
| | Forma cuenca visual | Cuencas alargadas, generalmente unidas en el flujo visual | Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías | Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas |
| | Valores: | 3 | 2 | 1 |
| | Capacidad | Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales | El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en bajo porcentaje | Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombras o menor incidencia visual |
| Valores: | 3 | 2 | 1 | |
| Singularidad | Unidad de paisaje | Paisaje singular con riqueza de elementos únicos y distintivos | Paisaje de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares | Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterada |
| | Valores: | 3 | 2 | 1 |
| Accesibilidad | Visual | Percepción visual alta. Visible a distancia y sin | Visibilidad media, ocasional, | Baja accesibilidad visual, vistas |

| Factor | Elemento de influencia | Fragilidad Visual de Paisaje | | |
|--------|------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | Alta | Media | Baja |
| | | mayor restricción | combinación de ambos niveles | repentinas, escasas y breves |
| | Valores: | 3 | 2 | 1 |

A continuación, se presenta los resultados del análisis de fragilidad visual para cada una de las unidades de paisaje del polígono ambiental.

Tabla 4. 40. Unidad de Paisaje N°1 Sierra

| Factor | Elemento de Influencia | Fragilidad Visual |
|-------------------------|----------------------------|-------------------|
| Biofísicos | Pendiente | Alta (3) |
| | Vegetación (densidad) | Media (2) |
| | Vegetación (contraste) | Media (2) |
| | Vegetación (altura) | Media (2) |
| Visualización | Tamaño de la cuenca visual | Alta (3) |
| | Forma de la cuenca visual | Alta (3) |
| | Capacidad | Media (2) |
| Singularidad | Unidad del paisaje | Media (2) |
| Accesibilidad | Visual | Media (2) |
| Valoración Final | | Alta (21) |

Tabla 4. 41. Unidad de Paisaje N°2 Valle

| Factor | Elemento de Influencia | Fragilidad Visual |
|-------------------------|----------------------------|-------------------|
| Biofísicos | Pendiente | Baja (1) |
| | Vegetación (densidad) | Alta (3) |
| | Vegetación (contraste) | Alta (3) |
| | Vegetación (altura) | Alta (3) |
| Visualización | Tamaño de la cuenca visual | Baja (1) |
| | Forma de la cuenca visual | Baja (1) |
| | Capacidad | Alta (3) |
| Singularidad | Unidad del paisaje | Baja (1) |
| Accesibilidad | Visual | Alta (3) |
| Valoración Final | | Media (19) |

Tabla 4. 42. Unidad de Paisaje N°3 Lomerío

| Factor | Elemento de Influencia | Fragilidad Visual |
|------------|------------------------|-------------------|
| Biofísicos | Pendiente | Media (2) |

| | | |
|-------------------------|----------------------------|------------|
| | Vegetación (densidad) | Media (2) |
| | Vegetación (contraste) | Media (2) |
| | Vegetación (altura) | Alta (3) |
| Visualización | Tamaño de la cuenca visual | Alta (3) |
| | Forma de la cuenca visual | Media (2) |
| | Capacidad | Media (2) |
| Singularidad | Unidad del paisaje | Media (2) |
| Accesibilidad | Visual | Media (2) |
| Valoración Final | | Media (20) |

De acuerdo al método para valorar la fragilidad que presentan las unidades de paisaje determinadas para el Sistema Ambiental, se determina lo siguiente:

Unidad de paisaje N° 1 presenta fragilidad visual alta. La fragilidad presente en dicha unidad es dada por los elementos valorados, tanto que estos sean frágiles o no lo sean, entre los elementos valorados se encuentra la inclinación del terreno; en los sitios con pendientes de más de 30%, con dominio del plano vertical de visualización se consideran altamente frágiles por producirse mayor exposición de las acciones. La forma de las cuencas permite direccionalidad a la vista, las cuales se presentan de forma alargada, generalmente unidas en el flujo visual, por lo cual se considera un elemento frágil. El paisaje se presenta con importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares. En forma general la mayoría de los elementos valorados presentan fragilidad media y alta, por lo cual la capacidad de absorción y respuesta ante cualquier obra proyectada en esta superficie es baja.

Unidad de paisaje N° 2 presenta fragilidad visual media. En dicha unidad se desarrollan actividades antrópicas como lo es la agricultura, por lo cual es evidente la ausencia de diversidad de especies vegetales, las vistas panorámicas no presentan elementos que obstruyan los rayos visuales, el paisaje que se presenta en dicha unidad es común sin riqueza visual además de estar alterado por acciones antrópicas.

Unidad de paisaje N° 3 presentan fragilidad visual media. La mayoría de los elementos valorados presentan fragilidad visual media, las pendientes dominantes no son mayores al 30%, siendo una superficie con relieve ligeramente ondulado y suave, la cubierta de la vegetación es discontinua, no hay gran altura en la vegetación, presenta áreas erosionadas, el paisaje que se presenta es de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares. De forma general en consideración a la valoración de dicha unidad de paisaje se concluye que la capacidad de absorción y respuesta del paisaje ante cualquier obra proyectada en dicha superficie es moderada.

A continuación, en la Figura 4. 56 se puede apreciar la fragilidad visual que se presenta en el SA y para mejor detalle ver Anexo 4.17.

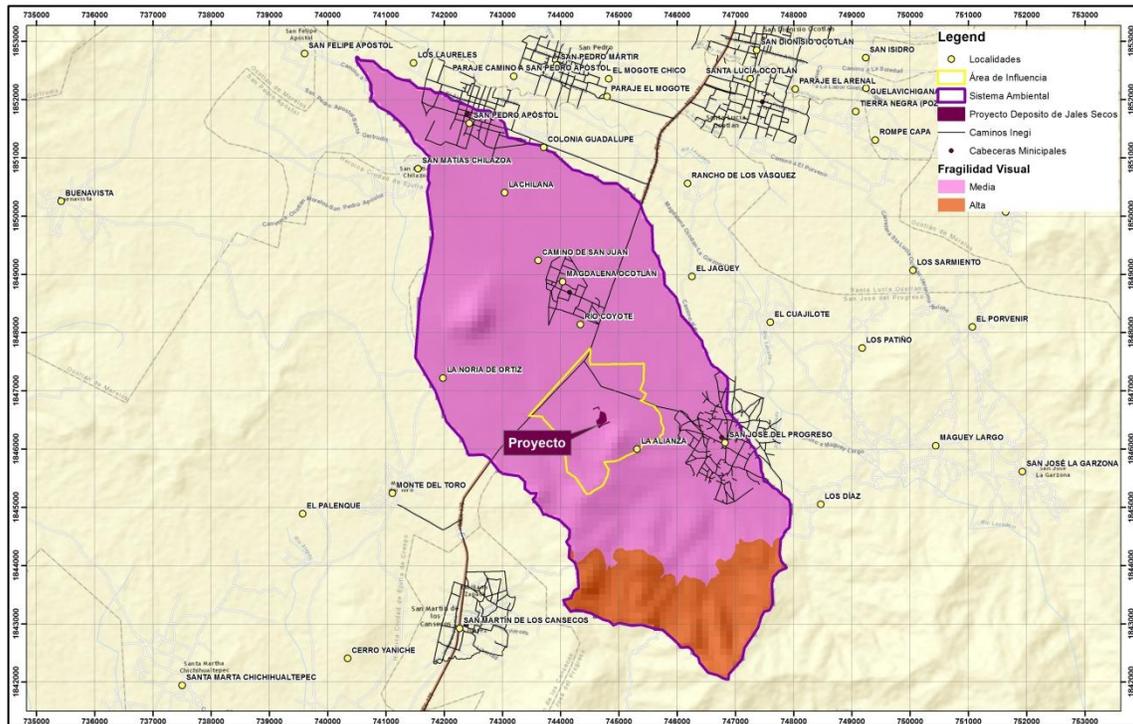


Figura 4. 56. Fragilidad visual del paisaje en el SA

Cuenca visual (visibilidad)

La cuenca visual es el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, o dicho de otra manera, es el entorno visual de un punto. Para conocer la superficie o zonas que serán vistas desde el área del Proyecto, se utilizó la herramienta *crate Viewshed* del Arcgis 9.3, dicha herramienta contempla como principal insumo el modelo de elevación (DEM), mas no tiene en cuenta factores como edificaciones, arbolado, etc.

La forma del relieve que se presenta con mayor dominancia es la superficie del Sistema Ambiental, es valle y lomeríos, por lo cual, cualquier obra o actividad que se ejecuta en esta zona, es de amplia percepción visual, puesto que no se presentan elementos que obstruyan los rayos visuales. En la Figura 4. 57 y a mayor detalle Anexo 4.18 se presenta la visibilidad que tendrá del Proyecto en el Sistema Ambiental.

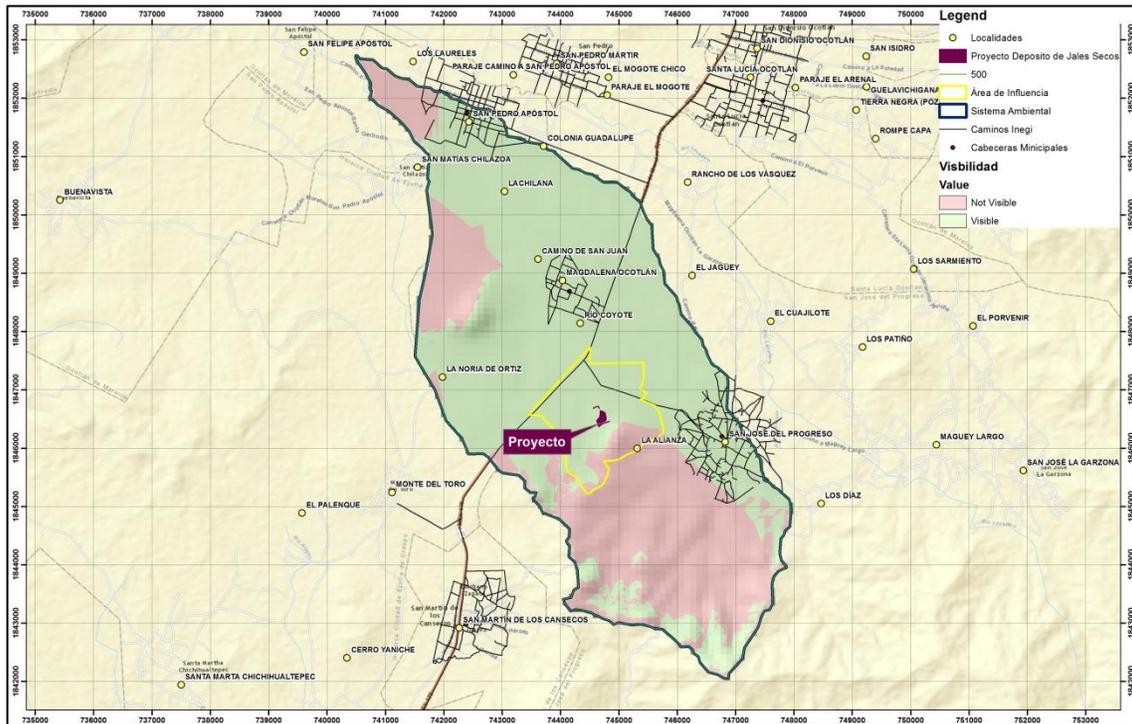


Figura 4. 57. Visibilidad del Proyecto en el Sistema Ambiental

Tabla 4. 43. Visibilidad del Proyecto en el Sistema Ambiental

| Visibilidad | Superficie del Sistema Ambiental (Ha) | Superficie del Sistema Ambiental (%) |
|-------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| No Visible | 1,210.7705 | 33.59 |
| Visible | 2,393.2964 | 66.40 |

IV.3.4 Medio socioeconómico

Para la elaboración del presente apartado se consultaron las bases de datos del año 2010 de fuentes oficiales tales como CENAPRED, CONEVAL e INEGI, que en conjunto desarrollaron el Sistema de Integración Territorial, el cual consta de indicadores de población y vivienda a nivel localidad de todo el país referenciado al Censo de Población y Vivienda 2010

El Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos, como se muestra en la Figura 4. 58, abarca casi la totalidad del municipio Magdalena de Ocotlán y parte de los municipios de San José del Progreso, Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo y San Pedro Apóstol, en el estado de Oaxaca.

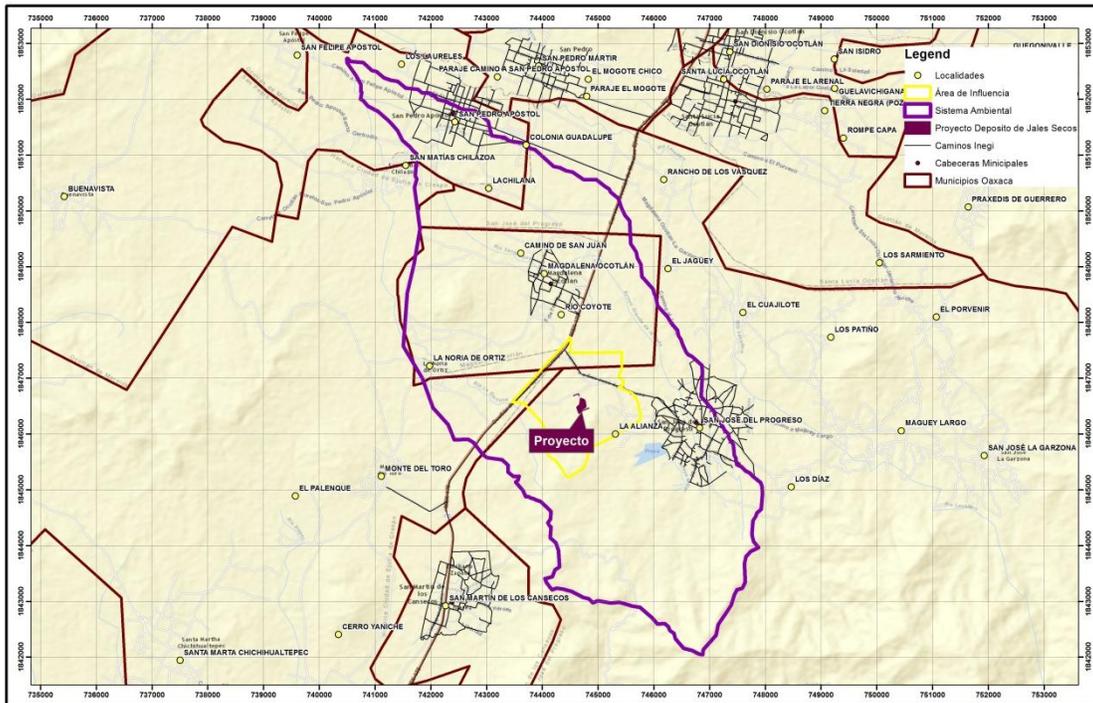


Figura 4. 58. Municipios del estado de Oaxaca con incidencia en el Sistema Ambiental

El Estado de Oaxaca, según resultados del censo de población y vivienda 2010 del INEGI, cuenta con 3'801,962 habitantes, de los cuales 1'819,008 son hombres y 1'982,954 son mujeres. Oaxaca agrupa el 3.39% de la población nacional, siendo el municipio de Oaxaca de Juárez el más habitado con el 6.92% de la población estatal residiendo en el municipio.

En el municipio de San José del Progreso habita el 0.17% Estatal, por su parte los municipios de Magdalena de Ocotlán, Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo y San Pedro Apóstol presentan el 0.03%, 0.51% y 0.04% de la población estatal, respectivamente. En la Tabla 4. 44 se plasma la estadística de población municipal por género.

Tabla 4. 44. Porcentaje poblacional por sexo en cada municipio de incidencia con el SA.

| Municipio | Población Total (2010) | Población Masculina (2010) | | Población Femenina (2010) | |
|------------------------------------|------------------------|----------------------------|--------|---------------------------|--------|
| San José del Progreso | 6,579 | 3,168 | 48.15% | 3,411 | 51.85% |
| Magdalena de Ocotlán | 1,141 | 546 | 47.85% | 595 | 52.15% |
| Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo | 19,679 | 9,233 | 46.91% | 10,446 | 53.09% |
| San Pedro Apóstol | 1,544 | 708 | 45.85% | 836 | 54.15% |

IV.3.4.1 Localidades incluidas dentro del SA

Con ayuda de la información digital (*shapes*) del INEGI, se logró identificar que dentro del Sistema Ambiental del Proyecto se localizan un total de 6 localidades rurales y 3 localidades urbanas dividido en cuatro municipios del estado de Oaxaca (Tabla 4.45).

Tabla 4.45. Localidades dentro del SA

| Municipio | Localidades rurales |
|------------------------------------|-----------------------|
| San José del Progreso | San José del Progreso |
| | La Alianza |
| | La Chilana |
| Magdalena Ocotlán | Magdalena de Ocotlán |
| | Río Coyote |
| | Camino de San Juan |
| Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo | La Noria de Ortiz |
| San Pedro Apóstol | San Pedro Apóstol |
| | Colonia Guadalupe |

A continuación, se muestra en la Figura 4. 59 las localidades englobadas por el SA y que podrían ser beneficiadas de manera directa por la realización del Proyecto, esto principalmente por su proximidad al mismo ya que gran parte de la mano de obra provendrá de estas.

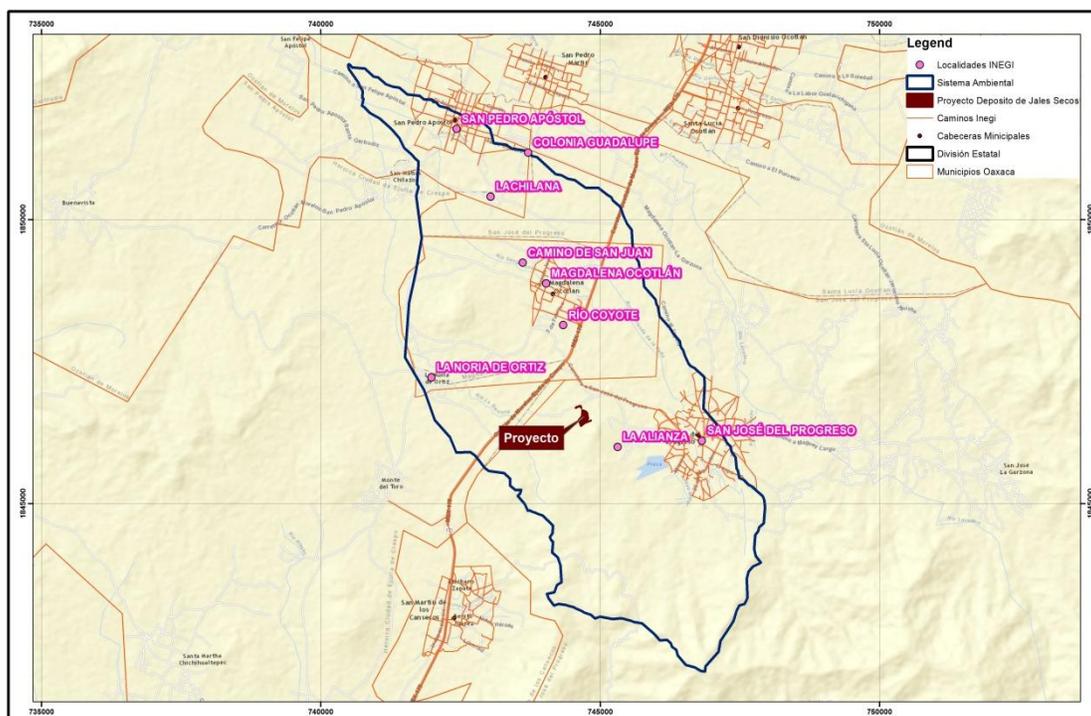


Figura 4. 59. Localidades dentro del Sistema Ambiental

Una vez identificadas en un plano las 9 localidades que se encuentran dentro del SA (Anexo 4.19), se prosiguió a una revisión en las bases de datos del INEGI a fin de poder caracterizar socioeconómicamente a estas a continuación se presentan algunos de los datos más relevantes de las siete localidades activas dentro del SA y que refieren a sus condiciones socioeconómicas, las cuales podrían verse modificadas benéficamente con el desarrollo del Proyecto.

Población en las localidades

Como ya fue mencionado, el INEGI presenta datos de las nueve localidades ubicadas dentro del SA del Proyecto, estas son: San José del Progreso, La Alianza, La Chilana, Magdalena Ocotlán, Río Coyote, La Noria de Ortiz, San Pedro Apóstol, Colonia Guadalupe y Camino de San Juan (la información sobre esta última localidad es mínima); en conjunto suman una población de aproximadamente 5,857 personas, de las cuales 2,784 son hombres y 3,068 son mujeres. En total había hasta el año 2010 3,771 personas mayores de edad y 2,086 menores. Enseguida se presenta una tabla donde se exponen el número de habitantes por localidad y el número de hombre y mujeres en cada una. Debemos recordar que lo expuesto en este capítulo se basa en la información recabada por el INEGI durante el Censo de Población y Vivienda 2010 (Tabla 4.46).

Tabla 4.46. Datos del número de habitantes en las localidades dentro del Sistema Ambiental

| Edo. | Municipio | Localidad | Población Total | Población masculina | Población femenina | Población mayor de 18 años |
|--------|------------------------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|--------------------|----------------------------|
| Oaxaca | San José del Progreso | San José del Progreso | 2,833 | 1,365 | 1,468 | 1,722 |
| | | La Alianza | 11 | 5 | 6 | 7 |
| | | La Chilana | 80 | 41 | 39 | 52 |
| | Magdalena Ocotlán | Magdalena Ocotlán | 1,084 | 519 | 565 | 698 |
| | | Río Coyote | 52 | 24 | 28 | 30 |
| | | Camino de San Juan | 5 | * | * | * |
| | Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo | La Noria de Ortiz | 250 | 123 | 127 | 183 |
| | San Pedro Apóstol | San Pedro Apóstol | 1,447 | 662 | 785 | 1,023 |
| | | Colonia Guadalupe | 95 | 45 | 50 | 56 |

Educación

En su mayoría, la población que habita en las localidades dentro del Sistema Ambiental está alfabetizada, sin embargo, existen niños que no asisten a la escuela por razones económicas. El grado promedio de escolaridad de las localidades es mayor a 6.0, siendo las localidades de La Alianza, Magdalena de Ocotlán y San Pedro Apóstol aquellas con promedio de escolaridad mayor, con 7.71 y 6.43 respectivamente. En seguida se presenta la Tabla 4.47 con los resultados del censo de población y que refieren a los estratos por edad más vulnerables en cuanto a educación se refiere.

Tabla 4.47. Características escolares en la región

| Variable evaluada | Oaxaca | | | | | | | | |
|---|-----------------------|------------|------------|-------------------|------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|
| | Localidades | | | | | | | | |
| | San José del Progreso | La Alianza | La Chilana | Magdalena Ocotlán | Río Coyote | Camino San Juan | Noria de Ortiz | San Pedro Apóstol | Col. Guadalupe |
| Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela | 12 | 0 | 1 | 4 | 1 | * | 0 | 5 | 1 |
| Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela | 41 | 0 | 0 | 3 | 1 | * | 2 | 2 | 0 |
| Población de 15 a 17 años que asiste a la escuela | 64 | 0 | 1 | 35 | 0 | * | 11 | 70 | 2 |
| Población de 18 a 24 años que asiste a la escuela | 32 | 0 | 3 | 22 | 0 | * | 5 | 56 | 1 |
| Población de 15 y años más analfabeta | 254 | 0 | 8 | 76 | 5 | * | 25 | 168 | 7 |
| Grado promedio de escolaridad | 5.59 | 7.71 | 5.93 | 6.43 | 5.88 | * | 6.14 | 6.43 | 6.18 |
| Grado promedio de escolaridad de la población masculina | 5.86 | 9 | 6.85 | 6.67 | 6.4 | * | 6.38 | 7.24 | 5.69 |
| Grado promedio de escolaridad de la población femenina | 5.35 | 6.75 | 5.07 | 6.23 | 5.44 | * | 5.92 | 5.79 | 6.63 |

Economía

Dentro de las localidades comprendidas en el SA existen censadas 1,895 personas económicamente activas (PEA), lo cual representa el 32.35% del total poblacional en esas localidades. De las 1,895 personas con actividad económica, 1,415 son hombres, lo que representa el 74.6% de la población activa, mientras que 408 son mujeres y estas representan el 25.4%.

En la Tabla 4.48 donde se ahonda en los datos acerca de la población económicamente activa en cada localidad y su relación entre hombres y mujeres, además se señala el número de personas ocupadas y desocupadas en cada localidad.

Tabla 4.48. Poblacional económicamente activa y ocupada en las localidades dentro del SA

| Variable evaluada | Oaxaca | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------|------------|------------|-------------------|------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|
| | Localidades | | | | | | | | |
| | San José del Progreso | La Alianza | La Chilana | Magdalena Ocotlán | Río Coyote | Camino San Juan | Noria de Ortiz | San Pedro Apóstol | Col. Guadalupe |
| Población económicamente activa (PEA) | 901 | 5 | 31 | 307 | 12 | * | 89 | 516 | 34 |
| PEA (Hombres) | 702 | 3 | 24 | 231 | 9 | * | 80 | 339 | 27 |
| PEA (Mujeres) | 199 | 2 | 7 | 76 | 3 | * | 9 | 177 | 7 |
| Población económicamente inactiva | 1,1450 | 3 | 30 | 519 | 25 | * | 119 | 662 | 35 |
| Población ocupada | 803 | 5 | 30 | 284 | 8 | * | 89 | 508 | 34 |
| Población desocupada | 98 | 0 | 1 | 23 | 4 | * | 0 | 8 | 0 |

Salud

Dentro de las localidades presentes en el polígono ambiental existen un total de 4,107 personas con acceso a servicios médicos, mientras 1,699 carecen del servicio. Del total de derechohabientes en el SA 3,655 personas cuentan con derechohabiencia por el Seguro Popular, 203 personas se afiliaron al Instituto Mexicano del Seguro Social y 333 al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.

Los datos del número de personas afiliadas según la localidad se observan en la Tabla 4. 49, además ahí se distinguen si los servicios hospitalarios los reciben del IMSS, ISSTE o por el Seguro Popular.

Tabla 4. 49. Derechohabientes en localidades dentro del SA

| Municipio | Localidad | Personas derechohabientes | Personas sin derechohabiencia | Personas con derechohabiencia al IMSS | Personas con derechohabiencia al ISSTE | Personas con derechohabiente por el Seguro Popular |
|------------------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| San José del Progreso | San José del Progreso | 1,944 | 875 | 106 | 17 | 1,812 |
| | La Alianza | 9 | 2 | 5 | 0 | 4 |
| | La Chilana | 38 | 36 | 0 | 0 | 38 |
| Magdalena Ocotlán | Magdalena Ocotlán | 849 | 221 | 55 | 20 | 675 |
| | Río Coyote | 48 | 4 | 0 | 0 | 47 |
| | Camino de San Juan | * | * | * | * | * |
| Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo | La Noria de Ortiz | 185 | 62 | 19 | 6 | 160 |
| San Pedro Apóstol | San Pedro Apóstol | 942 | 496 | 52 | 52 | 828 |
| | Colonia Guadalupe | 92 | 3 | 1 | 0 | 91 |

Vivienda

En las localidades del estado de Oaxaca incluidas dentro del SA y de las que se tienen datos existen 1,976 viviendas, de las cuales 1,541 se encuentran habitadas, 472 de ellas cuentan con un piso de tierra. De las 1,976 viviendas habitadas 1,496 cuentan con luz eléctrica, 271 con agua entubada y 883 disponen de drenaje. En lo que respecta a telecomunicaciones, 402 casas cuentan con línea telefónica fija, 408 cuentan con celular y 18 disponen de servicios de internet.

En la Tabla 4.50 se presentan las características de las viviendas, así como la especificación de hogares censales y viviendas particulares habitadas (INEGI, 2010).

Tabla 4.50. Características de las viviendas dentro del SA

| Número de hogares y condiciones de vivienda | Oaxaca | | | | | | | | |
|---|-----------------------|------------|------------|-------------------|------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|
| | Localidades | | | | | | | | |
| | San José del Progreso | La Alianza | La Chilana | Magdalena Ocotlán | Río Coyote | Camino San Juan | Noria de Ortiz | San Pedro Apóstol | Col. Guadalupe |
| Total de viviendas | 765 | 4 | 26 | 322 | 17 | 2 | 107 | 705 | 28 |
| Total de viviendas habitadas | 693 | 3 | 21 | 284 | 13 | 1 | 75 | 430 | 21 |
| Viviendas particulares habitadas con piso de tierra | 129 | 1 | 4 | 138 | 8 | * | 3 | 185 | 4 |
| Viviendas particulares habitadas con luz eléctrica | 677 | 3 | 19 | 281 | 12 | * | 72 | 413 | 21 |
| Viviendas particulares habitadas con agua entubada | 41 | 1 | 0 | 221 | 11 | * | 6 | 1 | 0 |
| Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje | 351 | 2 | 7 | 46 | 0 | * | 72 | 391 | 14 |
| Viviendas particulares habitadas que disponen de línea telefónica fija | 136 | 1 | 8 | 78 | 0 | * | 24 | 154 | 1 |
| Viviendas particulares habitadas que disponen de teléfono celular | 210 | 1 | 6 | 47 | 1 | * | 26 | 106 | 11 |
| Viviendas particulares habitadas que disponen de internet | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | * | 0 | 12 | 0 |

Índice de Rezago Social

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) construyó el Índice de Rezago Social, incorporando indicadores de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda y activos en el hogar, es decir, es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales

Como se observa en la Figura 4. 60, los municipios de San José del Progreso, Magdalena Ocotlán y San Pedro Apóstol presentan índice de rezago social “Alto”, mientras el municipio de Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo presenta índice de rezago social “Medio”.

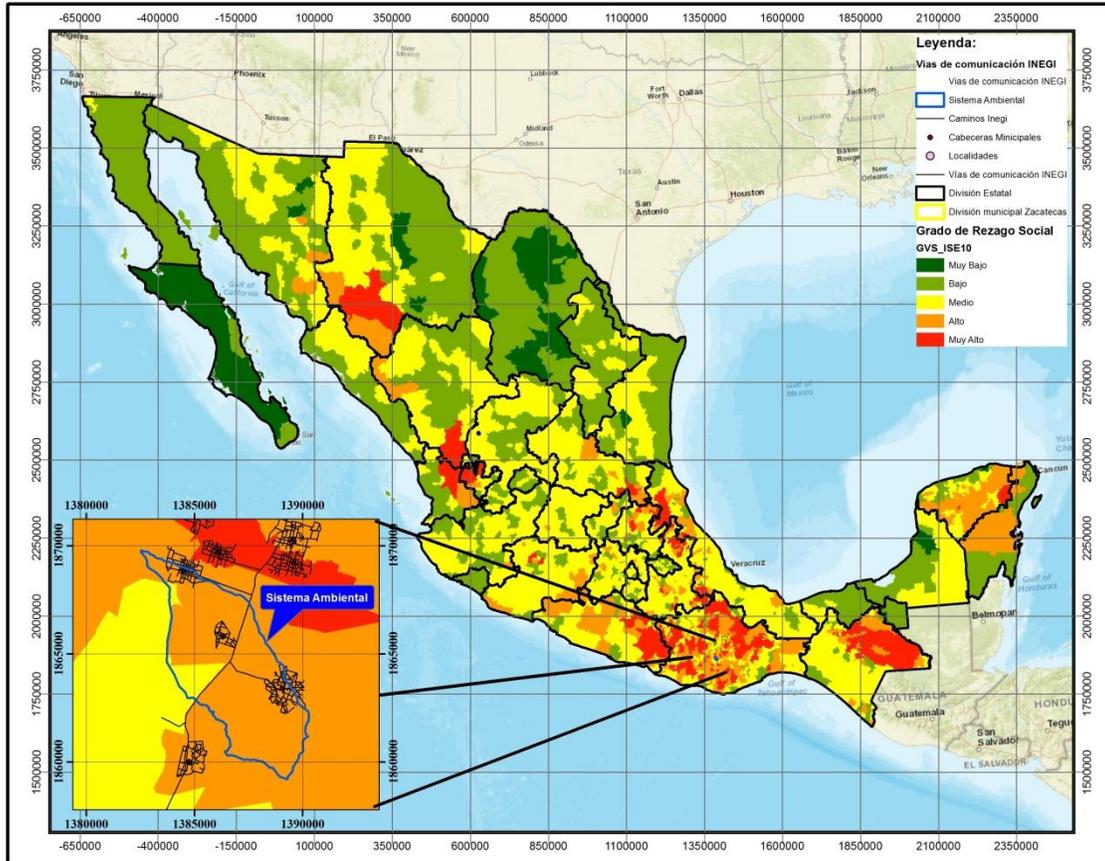


Figura 4. 60. Índice de Rezago Social por municipio, CONEVAL

IV.3.5 Diagnóstico ambiental

La descripción de los componentes ambientales en el sitio del Proyecto, presentada en el Capítulo IV de la MIA y en sus respectivos anexos, es una recopilación de la información obtenida y la generada en el sitio, con la que se ofrece una caracterización pre operacional del área donde se establecerá el Proyecto, y que además funge como base para la identificación de los impactos potenciales (Cap. V), y para el establecimiento de medidas de prevención y mitigación (Cap. VI).

El Diagnóstico Ambiental (DA) aquí presentado, es un complemento de esa caracterización del medio biótico y abiótico dentro del Sistema Ambiental (SA), delimitado para el estudio y evaluación de impactos derivados de la ejecución del Proyecto; a través del cual, además, se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto.

El objetivo que pretende el DA es plasmar tanto de forma descriptiva como en imágenes y planos georreferenciados el grado de calidad estimado que guardan actualmente los componentes ambientales con los que interactuará el Proyecto, de acuerdo a los criterios profesionales del equipo de especialistas involucrados en el estudio de la zona. Esta información posteriormente permitirá generar un modelo predictivo del escenario futuro, una vez que se apliquen las medidas de prevención y mitigación propuestas a los impactos ambientales identificados.

IV.3.5.1 Metodología para la elaboración del Diagnóstico Ambiental

En el contexto expuesto a través de la caracterización del Sistema Ambiental, el DA se desarrolló mediante la aplicación de criterios ambientales a la información geográfica de los componentes presentes, de manera que se valorara la importancia de los recursos bióticos y abióticos.

La valoración de los componentes ambientales Atmósfera, Suelos, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje y Población-Socioeconomía, comenzó con una ponderación global de cada uno respecto a su influencia dentro de la dinámica local, de forma que a cada componente se le asignó su propio peso con base a la metodología de Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés –*AnalyticHierarchyProcess*).

El AHP, es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del 70 por Thomas L. Saaty. De forma sintetizada, la metodología que ha sido empleada para la ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el Sistema Ambiental, es explicada en los siguientes pasos (Saaty, 1994; Saaty& Vargas, 1994; Bhushan&Rai, 2004).

1. Se plantea la meta global, que para este caso es la jerarquización de los componentes ambientales en el SA según su importancia, y se especifican los criterios empleados para comparar y evaluar los componentes. Los criterios que han sido considerados en este estudio son los siguientes:
 - Extensión: área de influencia en relación con el entorno
 - Complejidad: compuesto de elementos diversos
 - Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico

- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural

2. Se establece la importancia relativa de cada criterio, mediante la comparación por pares de cada criterio; para ello el mismo Saaty desarrolló una escala fundamental para las comparaciones por pares, con valores comprendidos entre el 1 y el 9, asociados a una importancia comparativa, tal como se presenta en la Tabla 4. 51.

Tabla 4. 51. Escalas de comparación de Saaty

| Valor | Significado | Descripción |
|-------|--|--|
| 9 | Absolutamente más importante que | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo |
| 7 | Mucho más importante o preferido que | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo |
| 5 | Más importante o preferido que | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo |
| 3 | Ligeramente más importante o preferido que | Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo |
| 1 | Igual o indiferente a | Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos. |
| 1/3 | Ligeramente menos importante que | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo |
| 1/5 | Menos importante o preferido que | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo |
| 1/7 | Mucho menos importante o preferido que | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo |
| 1/9 | Absolutamente menos importante que | Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo |

En la escala también se consideran importancias intermedias, para los cuales se pueden asignar los valores 2, 4, 6 u 8, o sus valores recíprocos (1/2, 1/4, 1/6, 1/8).

3. Las comparaciones por pares de los diversos criterios generados en el paso 2 se organizan en una matriz cuadrada, denominada comúnmente como matriz de comparación por pares, como se ejemplifica en la Figura 4. 61.

| | C1 | C2 | C3 |
|----|----|----|----|
| C1 | 1 | | |
| C2 | | 1 | |
| C3 | | | 1 |

Figura 4. 61. Matriz de comparación por pares genérica

4. Se calculan los pesos de los criterios. Para ello se realizan las siguientes operaciones:
 - i) suma de valores en cada columna de la matriz comparaciones pareadas, ii) división de cada elemento de la matriz entre el total de su columna. Este resultado es referido como la “matriz normalizada de comparaciones pareadas, y iii) cálculo del promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada. Esto es, dividir la suma de las calificaciones normalizadas de cada renglón entre el número de criterios. Estos promedios proveen una estimación de los pesos relativos del criterio comparado. Usando este método, los pesos son interpretados como el promedio de todas las maneras posibles de comparar el criterio.
5. Estimación de la consistencia. En este paso se analiza si las comparaciones son consistentes. Para ello se debe determinar el vector de la suma ponderada, multiplicando el peso del primer atributo por la primera columna de la matriz de comparaciones pareadas, el peso del segundo atributo por la segunda columna y el peso del tercer atributo por la tercera columna de la matriz original. Finalmente, se suman estos valores sobre los renglones. Posteriormente se determina el vector de consistencia, para el cual se divide el vector de la suma de pesos entre los pesos de los criterios determinados previamente. Finalmente, se debe calcular el índice de consistencia (IC). Para calcular IC debe obtenerse primero el valor de Lambda (λ) que es el promedio del vector de consistencia. El cálculo de este índice se basa en la observación de que λ es siempre mayor o igual al número de criterios bajo consideración (n) para matrices positivas y recíprocas, y $\lambda = n$ si la matriz de comparaciones pareadas es consistente. Consecuentemente, $\lambda - n$ puede considerarse una medida del grado de inconsistencia. Esta medida puede ser normalizada como sigue:

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

donde IC es el índice de consistencia. Este índice provee una medida de la consistencia. Ahora se debe calcular la proporción de consistencia PC, mediante la siguiente ecuación:

$$PC = \frac{IC}{IA}$$

donde IA es el índice de azar, esto es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada aleatoriamente. Saaty también ha determinado una relación de índices en función del número de elementos que son comparados. Un valor de $PC < 0.10$ indica un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas; $PC > 0.10$, indica inconsistencia en los juicios.

Una de las principales ventajas de usar este método de comparaciones pareadas es que sólo se consideran dos criterios a la vez. No obstante, si se comparan muchos criterios, el método se hace muy largo. A fin de facilitar el procesamiento de la información, se ha realizado el análisis en un software de uso libre denominado “*PriEsT – A PriorityEstimationTool*” (Siraj, 2013), basado completamente en el Proceso Analítico Jerárquico.

Conforme a los resultados que arrojó el *PriEsT* una vez ejecutados todos los pasos de la metodología del AHP, se ha determinado un peso específico para cada uno de los componentes valorados, lo que representa su nivel de relevancia a la dinámica local del ecosistema respecto a los demás componentes. La ponderación de los componentes ambientales es la que se presenta en la Tabla 4. 52. La proporción o índice de consistencia obtenido para cada una de las matrices de comparación pareadas con el software es menor a 0.10, lo que de acuerdo a la metodología, es una jerarquización consistente.

Tabla 4. 52. Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA

| No. | Componente | Peso Ponderado |
|-----|-------------------------|----------------|
| 1 | Vegetación | 26.7 |
| 2 | Suelos | 19.7 |
| 3 | Fauna | 16.2 |
| 4 | Hidrología | 16 |
| 5 | Paisaje | 11.6 |
| 6 | Atmósfera | 5 |
| 7 | Población-Socioeconomía | 4.8 |

Los componentes de Vegetación y Suelos son los que representan mayor importancia en el ambiente en consideración de su extensión, complejidad, representatividad, diversidad, estabilidad, fragilidad, interés ecológico e interés histórico-cultural (criterios considerados para la ponderación). Le siguen Fauna, Hidrología, Paisaje, Atmósfera y Población-Socioeconomía en la jerarquización de los componentes. Esta información será de utilidad para la siguiente etapa en el proceso de elaboración del Diagnóstico Ambiental.

Habiendo asignado un peso ponderado para los componentes ambientales, el siguiente paso consistió en generar un listado de nuevos criterios integrados por diversos factores que influyen directamente sobre la calidad del componente. Estos nuevos criterios fueron elegidos por el equipo de profesionistas que participa en la elaboración de la MIA, y su principal característica es que los factores que los integran son identificables y ubicables en los planos cartográficos, modelos generados para el SA, y/o en las imágenes satelitales cargadas en el Sistema de Información Geográfica del Proyecto. De esta manera, cada criterio constituye una capa (shape) que será procesada en el SIG para la definición de los rangos de calidad ambiental estimados.

Una vez definida la lista de criterios y factores a considerar, se repartió el valor del peso ponderado de cada componente entre los criterios que lo integran, de acuerdo al nivel de influencia que tiene el criterio sobre la calidad del componente. Posteriormente, el equipo de trabajo evaluó y designó un valor para cada factor, denominado “Valor de Importancia”, en una escala de 0 a n , siendo n el valor del criterio correspondiente, y que además representa el mayor aporte al estado de calidad del componente, respecto al criterio evaluado; mientras que 0 equivale a un nulo aporte al estado de calidad.

A fin de darle una proporcionalidad adecuada a los factores, se multiplicó el Valor de Importancia de cada uno de los factores por el valor del criterio que lo contiene. Al producto de esta operación se la ha denominado “Valor Ponderado”. A continuación, en la aplicación de ArcMap del

software ArcGIS, se asignaron los valores ponderados de los factores al vector(es) que los representa digital y geográficamente, por componente ambiental.

Para la obtención del Diagnóstico Individual de cada uno de los componentes, todos los shape que lo conforman fueron sobrepuestos y transformados en operaciones matemáticas (sumatorias) de los Grids (matrices representativas de píxel a 10 metros) en el SIG, resultando diversos valores que fueron clasificados en 5 rangos asociados a una etiqueta lingüística que describe el estado de calidad estimado del componente dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, los cuales van desde un rango bajo a un rango alto, pasando por valores intermedios (medio bajo, medio y medio alto). En otras palabras, el rango de calidad para la clasificación del área por componente, resulta de la sumatoria del valor de las cualidades esperadas, o por el contrario, la carencia de las mismas, correspondientes a los factores considerados.

Los Criterios y Factores empleados, así como Valores de Importancia y los Valores Ponderados evaluados, se presenta en la siguiente Tabla 4. 53.

Tabla 4. 53. Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental

| Componente Ambiental | Criterio | Factor | Valor de importancia | Valor Ponderado | | | |
|--|----------|-----------------------------|--|-----------------------------|--------------------------|-------|-------|
| Atmósfera | 5 | 3 | Sin afectación | 3 | 9 | | |
| | | | Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas | 2 | 6 | | |
| | | | Caminos pavimentados (5 m) | 0.51 | 1.53 | | |
| | | | Localidades rurales | 0.51 | 1.53 | | |
| | | | Agostaderos y parcelas | 0.51 | 1.53 | | |
| | | | Actividades industriales | 0.51 | 1.53 | | |
| | | | Actividades mineras | 0.51 | 1.53 | | |
| | | | Caminos no pavimentados (2.5 m) | 1.22 | 3.66 | | |
| | 2 | Captura de polvos fugitivos | Cobertura cerrada | 2 | 4 | | |
| | | | Cobertura dispersa | 1 | 2 | | |
| | | | Cobertura abierta | 0.5 | 1 | | |
| | Suelo | 9.7 | 9.7 | Erosión de actual del suelo | Muy baja | 9.7 | 94.09 |
| | | | | Baja | 9 | 87.30 | |
| Media | | | | 5 | 48.50 | | |
| Alta | | | | 2 | 19.40 | | |
| Muy alta | | | | 0 | 0 | | |
| 8 | | Cobertura del suelo | Cobertura cerrada | 8 | 64 | | |
| | | | Cobertura dispersa | 6 | 48 | | |
| | | | Cobertura abierta | 4 | 32 | | |
| | | | Localidades, caminos, minas (otros) | 0 | 0 | | |
| | | | 2 | Degradación del suelo | Sin degradación aparente | 2 | 4 |
| Erosión eólica con pérdida del suelo superficial | 1 | 2 | | | | | |

| Componente Ambiental | Criterio | Factor | Valor de importancia | Valor Ponderado |
|----------------------|--|---|----------------------|-----------------|
| | | Degradación química (pérdida de fertilidad y de materia orgánica) | 1 | 2 |
| | | Degradación química (por contaminación del suelo) | 1 | 2 |
| | | Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial | 1 | 2 |
| | | Erosión hídrica con deformación del terreno | 1 | 2 |
| Hidrología | 16 Zonas con potencial de infiltración en función del material | Material NO consolidado con posibilidades altas | 8 | 64 |
| | | Material NO consolidado con posibilidades medias | 6 | 48 |
| | | 8 Material NO consolidado con posibilidades bajas | 4 | 32 |
| | | Material Consolidado con posibilidades bajas | 2 | 16 |
| | Superficial | Corrientes perenes | 8.1 | 64.8 |
| | | 8 Cuerpos lénticos | 8.1 | 64.8 |
| | | Corrientes intermitentes | 6 | 48 |
| Vegetación | 26.7 Tipos de vegetación valorada por su capacidad de regeneración | 10 Vegetación secundaria arbustiva de Bosque Encino | 5 | 50 |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de Bosque Tropical caducifolio | 5 | 50 |
| | | Pastizal inducido | 10 | 100 |
| | | Agricultura | 0 | 0 |
| | | Áreas sin vegetación aparente | 0 | 0 |
| | Cobertura de la vegetación | 16.7 Cobertura cerrada | 16.7 | 278.89 |
| | | Cobertura dispersa | 8.7 | 145.29 |
| | | Cobertura abierta | 1 | 16.7 |
| Fauna | 16.2 Influencia de zonas de ahuyentamiento | 10.1 Sin influencia | 10 | 101 |
| | | Zonas en proceso o ya restituidas/reforestadas | 6 | 60.60 |
| | | Agostaderos y parcelas | 4 | 40.40 |
| | | Localidades rurales | 0 | 0.00 |
| | | Camino no pavimentados | 1 | 10.10 |
| | | Camino pavimentados | 1 | 10.10 |
| | | Zonas incendiadas | 1 | 10.10 |
| | | Actividades industriales | 0 | 0 |
| | | Actividades mineras | 0.5 | 5.05 |
| | Zonas aptas para el establecimiento de hábitats | 6.1 Bosque | 6.1 | 37.21 |
| | | Matorral | 6.1 | 37.21 |
| | | Agricultura | 4 | 24.40 |
| Pastizal | | 2 | 37.21 | |

| Componente Ambiental | Criterio | Factor | Valor de importancia | Valor Ponderado |
|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------|
| | | Suelo sin vegetación aparente | 0.5 | 24.40 |
| | | Corrientes de agua perenes | 5 | 30.50 |
| | | Cuerpos de agua lénticos | 5 | 30.50 |
| | | Corrientes de agua intermitentes | 3 | 24.40 |
| Paisaje 11.6 | Calidad visual del paisaje 5.8 | Alta | 5.8 | 33.64 |
| | | Media | 3.4 | 19.72 |
| | | Baja | 1 | 5.80 |
| | Fragilidad visual del paisaje 5.8 | Alta | 5.8 | 33.64 |
| | | Media | 2.5 | 14.50 |
| | | Baja | 1 | 5.80 |
| Población-Socioeconómico 4.8 | Actividades humanas 4.8 | Localidades rurales | 3 | 14.4 |
| | | Actividades mineras | 4.8 | 23.04 |
| | | Caminos pavimentados | 4 | 19.2 |
| | | Agostaderos y parcelas | 2 | 9.6 |
| | | Otros usos productivos del suelo | 1 | 4.8 |
| | | Caminos no pavimentados | 4 | 19.2 |
| | | Sin afectación | 1 | 4.8 |
| | | Zonas incendiadas | 1 | 4.8 |

Una vez generados los Diagnósticos Individuales de todos los componentes, se les asignó a cada uno en el SIG su correspondiente peso ponderado, relativo a su relevancia dentro del SA; y en seguida se integraron todos en un solo modelo, que se realizó sobreponiendo los shapets de los Diagnósticos Individuales, haciendo luego una sumatoria con los Grids y clasificando los valores resultantes en cinco clases de agrupaciones naturales, generando así el Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I) del SA del Proyecto.

Con la finalidad de resumir y esquematizar la metodología empleada para la elaboración del DA-I, en la Figura 4. 62 se presenta el procedimiento seguido que dio origen a los Diagnósticos Individuales de los 7 componentes ambientales y finalmente al Diagnóstico Ambiental Integrado.

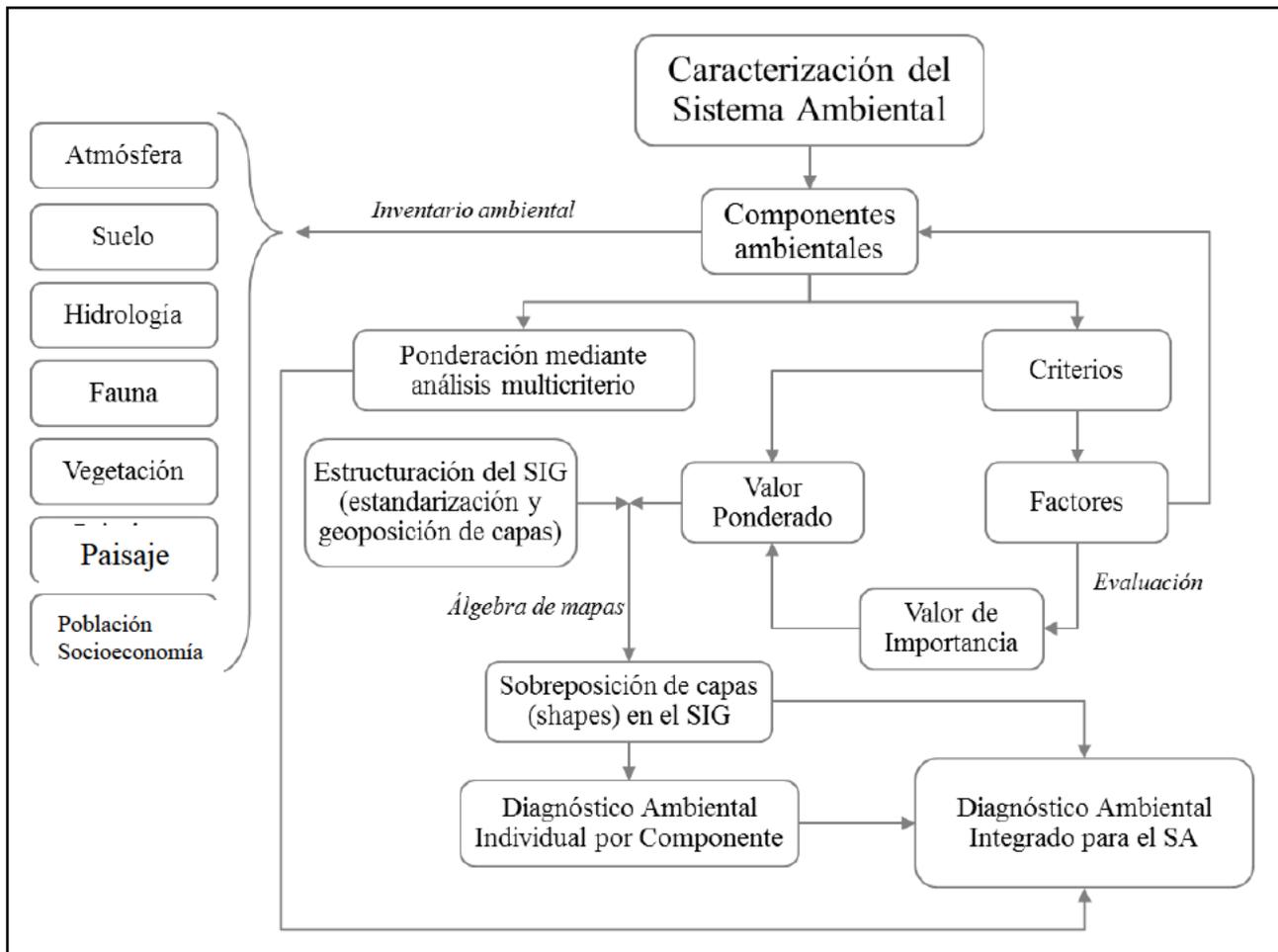


Figura 4. 62. Procedimiento para la generación del Diagnóstico Ambiental Integrado

A continuación, se describen los diagnósticos individuales de los componentes ambientales dentro del Sistema Ambiental del Proyecto; pero antes se presentan dos mosaicos con los modelos generados en el SIG para los diagnósticos individuales de cada componente. En estas imágenes se muestran los valores resultantes del análisis en bruto, del mínimo al máximo valor obtenido y en una escala de grises, con el único fin de mostrar la gama de resultados y el nivel de detalle generado en los modelos conforme a la metodología empleada. La información contenida en estos modelos condujo a la generación de los Diagnósticos Individuales de cada componente, presentados en sus respectivas secciones, que muestran los rangos de calidad resultantes a partir de una clasificación de los datos numéricos en cinco rangos, dicha partición de valores fue hecha mediante la metodología de rupturas naturales (Jenks), la escala de valores que resultó para cada componente se dividió en cinco agrupaciones y se asoció una etiqueta lingüística y un color específico a cada categoría, las cuales van de la Calidad Baja a la Calidad Alta, pasando por valor intermedios (Media Baja, Media y Media Alta).

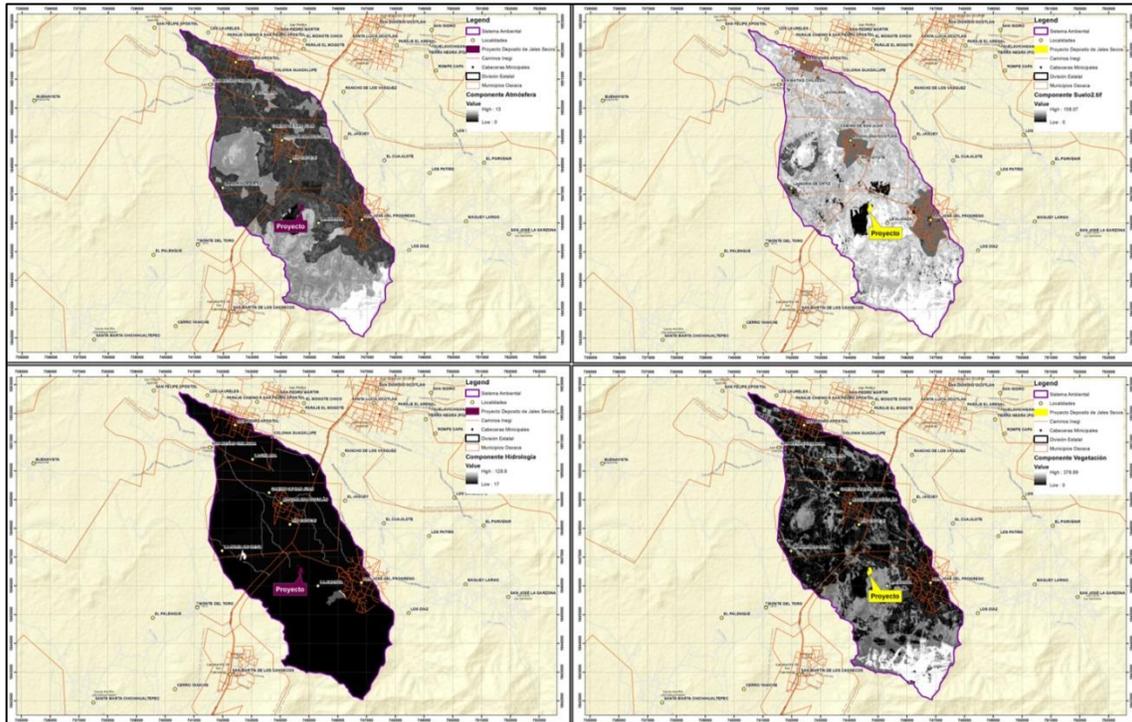


Figura 4.63. Modelos para los diagnósticos de los componentes Atmósfera, Suelos, Hidrología y Vegetación, sin categorizar

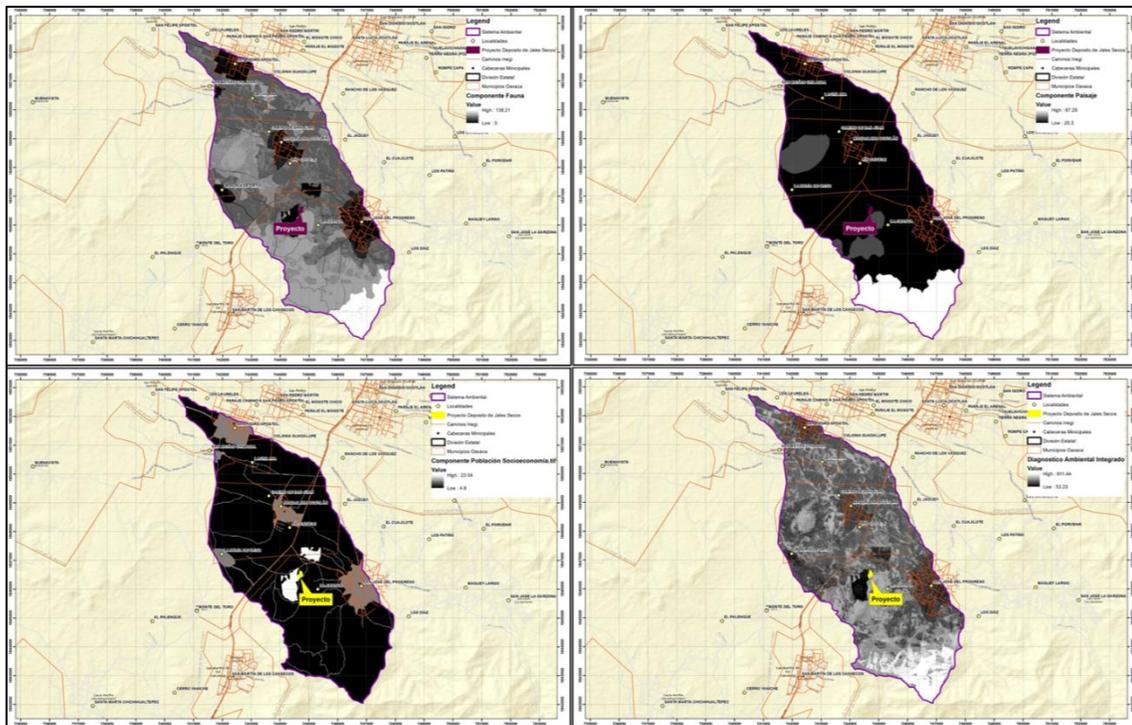


Figura 4.64. Modelos para los diagnósticos de los componentes Fauna, Paisaje, Población-Socioeconomía, y Diagnóstico Ambiental Integrado, sin categorizar

Suelo

El modelo para la elaboración del diagnóstico ambiental del componente suelo consideró la información geográfica sobre la erosión actual, degradación y cobertura del suelo, presente en el SA. De forma general para este componente predominan valores de calidad Media Alta y Alta, dado que en estos sitios han sido catalogados con un grado de erosión bajo y muy bajo, o que es lo mismo, erosión menor de 10 toneladas por hectárea por año, por otro lado, los sitios con baja cobertura vegetal, altos grados de erosión y que dan indicios de degradación, se han catalogado con calidad Media, Media Baja y Baja (Figura 4.66).

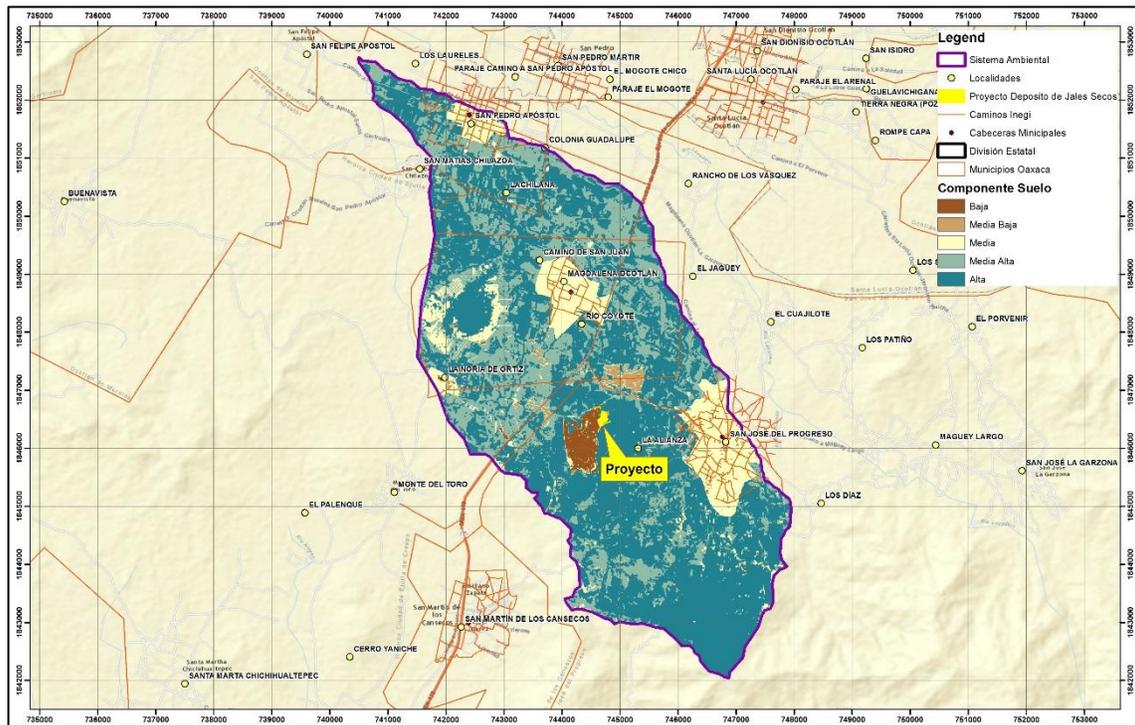


Figura 4.66. Diagnóstico Individual para el componente Suelo

Hidrología

Para el diagnóstico del componente hidrológico en el Sistema Ambiental, que conjunta a la hidrología superficial con la capacidad de infiltración en función del material parental (roca), se utilizaron capas de información sobre las corrientes, cuerpos de agua y zonas potenciales de infiltración. Conjuntando y procesando la información de acuerdo a los valores asignados para cada elemento considerado en el modelo (Tabla 4. 53), se obtuvo el diagnóstico ambiental del componente hidrología, el cual se muestra en la Figura 4.67. El modelo presenta valores de calidad Media Baja, y Media Alta los cuales se presentan de forma dominante, mientras que el estado de calidad Alto se encuentra de forma puntual, localizados sobre los bordos identificados en el SA y sobre las corrientes de agua (intermitente y perenne).

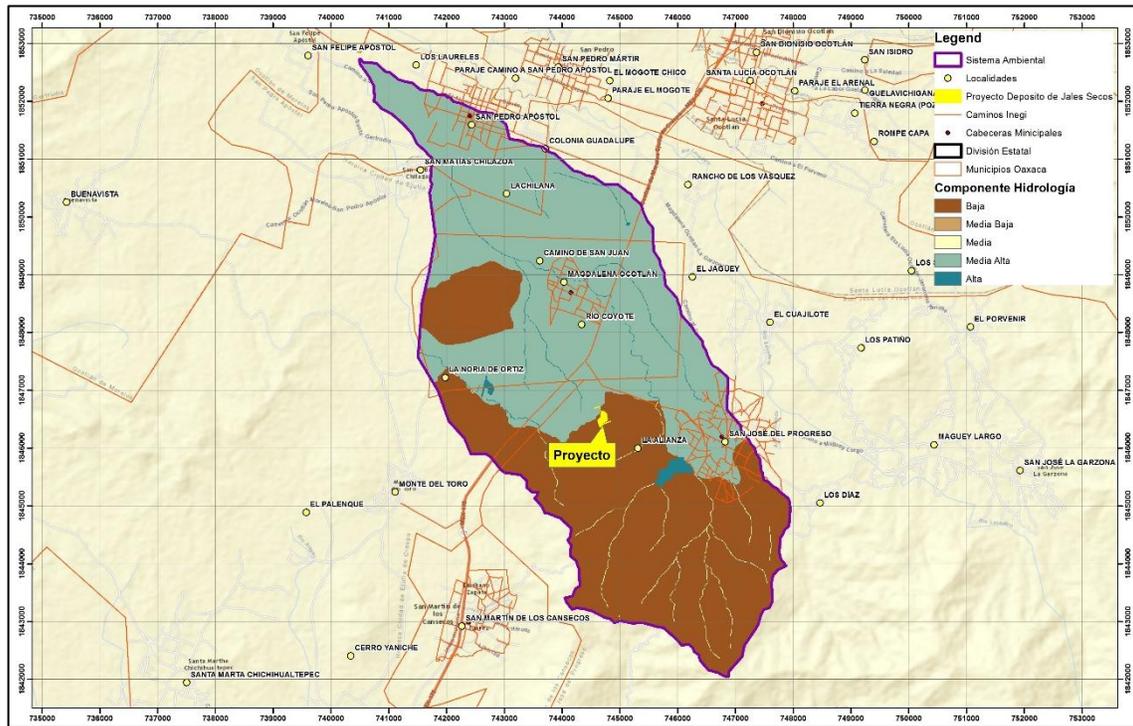


Figura 4.67. Diagnóstico Individual para el componente Hidrología

Vegetación

La vegetación actual del Sistema Ambiental se encuentra fragmentada y en procesos de sucesión ecológicos debido a los efectos que causan la agricultura y la ganadería principalmente. La vegetación nativa se encuentra representada solo con algunos individuos relictos en las partes menos accesibles y más altas del Sistema Ambiental del Proyecto, sin embargo, el resto de la vegetación está compuesta por elementos propios de la vegetación secundaria debido a que son especies que tienen una buena adaptabilidad a las condiciones de cambio en su entorno.

Sin embargo, a pesar de la intensa perturbación de la cual ha sido objeto la vegetación del Sistema Ambiental se puede establecerse una recuperación de la vegetación. Los manchones de vegetación residuales pueden proveer de suficiente semilla y plántulas para comenzar una dinámica de recuperación más rápida. Esto será posible siempre que pueda hacerse un manejo planificado de las actividades ganaderas, ya que el pastoreo de ganado caprino es mucho más agresivo y dañino para las coberturas vegetales, por no ser selectivo dejando muy pocas especies para colonización afectando la diversidad a través del tiempo.

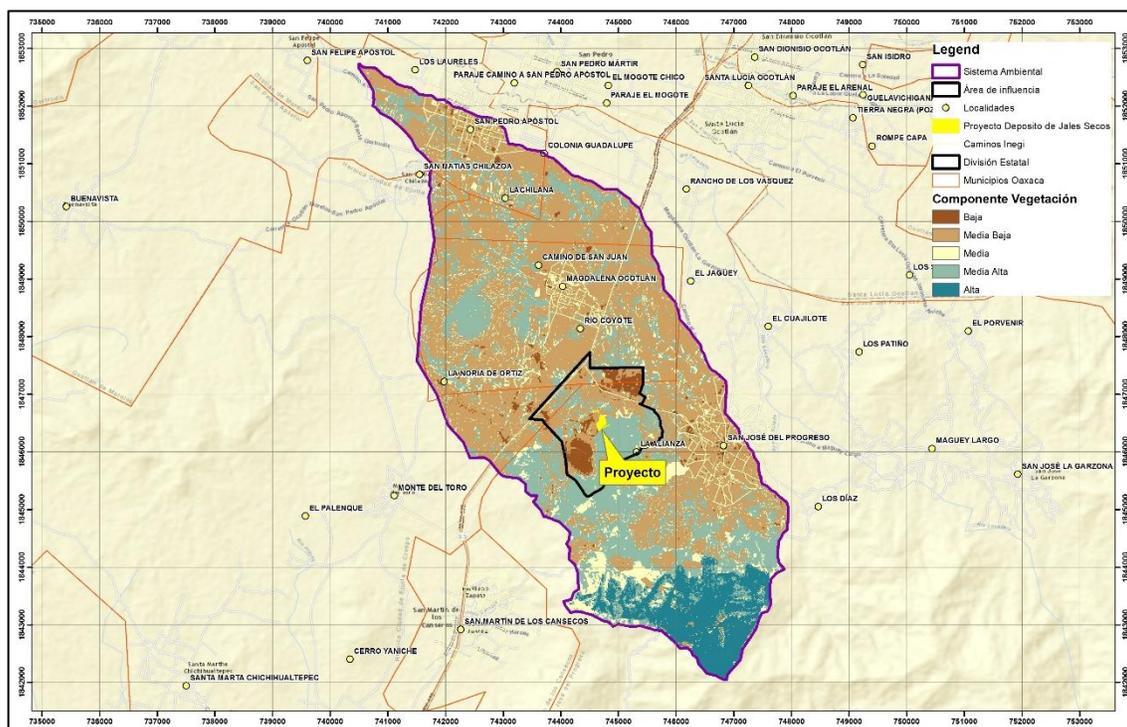


Figura 4.68. Diagnóstico Individual para el componente Vegetación

Fauna

La calidad del componente fauna fue evaluada con base en dos criterios: influencia de zonas de ahuyentamiento, siendo las localidades rurales, los caminos de terracería y los pavimentados, y las zonas con actividades mineras, donde se estima que se presenta un mayor desplazamiento de la fauna. El otro criterio identifica las zonas aptas para el establecimiento de hábitats, otorgando mayor valor a los sitios con vegetación, que provee refugio, y a sitios donde hay presencia de cuerpos de agua, tanto corrientes como bordos, donde la fauna silvestre se acerca a hidratarse.

Dentro del Sistema Ambiental ya existen impactos ambientales como lo es la presencia de monocultivos, esto ha modificado el componente vegetal, el cual funge como hábitat para la fauna silvestre, la mayor parte de las especies registradas durante los trabajos de campo, refieren a especies que han desarrollado tolerancia a la perturbación antrópica, sin dejar de lado que de igual manera aún siguen persistiendo especies menos tolerantes dentro de algunos de los parches de vegetación natural dentro del Sistema Ambiental y que aun brindan, sino es que las condiciones idóneas, si las condiciones para que la fauna siga persistiendo en estos hábitats.

Otro factor que afecta indirectamente y en demasía a la fauna silvestre presente dentro del Sistema Ambiental, corresponde a la presencia de ganado, que genera una fuerte presión sobre la vegetación presente en el Sistema Ambiental, compitiendo por el recurso con ruminantes y dañando el hábitat de la fauna nativa (Figura 4.69).

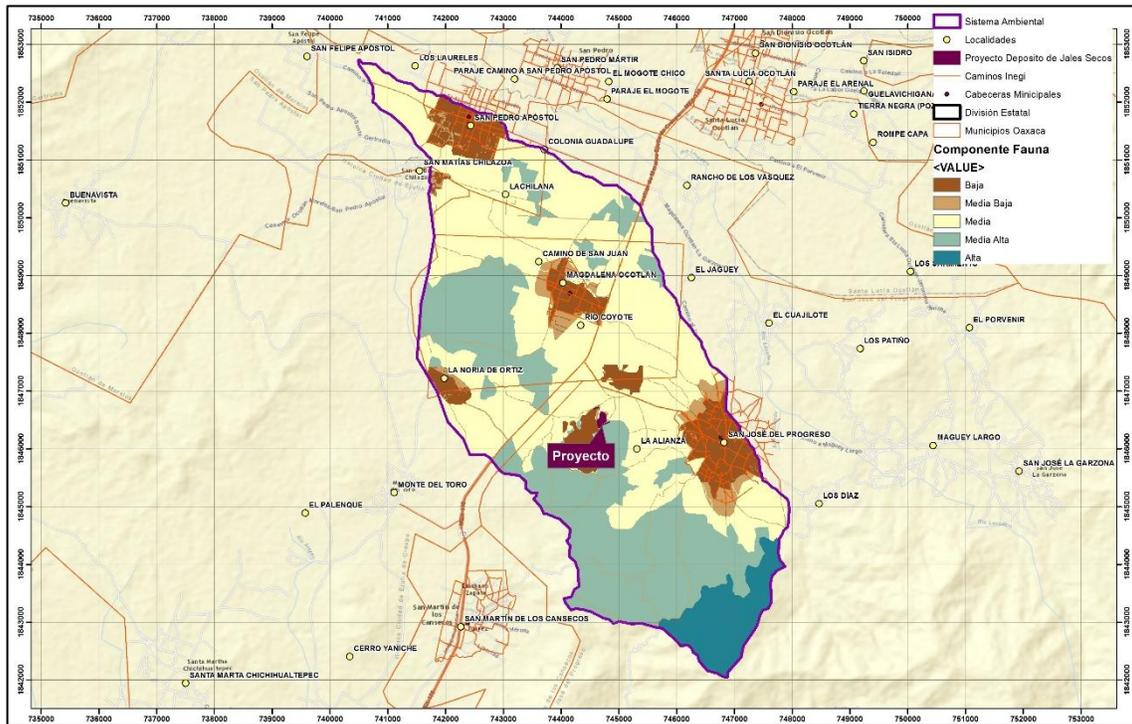


Figura 4.69. Diagnóstico Individual para el componente Fauna

Paisaje

Para la evaluación del Paisaje se cataloga la calidad visual y fragilidad visual del paisaje, como elementos importantes para la categorización de la calidad ambiental. La mayor parte del SA, referente a este componente, presenta calidad ambiental Baja, puesto que dicha superficie se presenta con baja variedad en la forma, color, línea y textura, donde se presentan extensas modificaciones antrópicas (actividades de agricultura y sobrepastoreo) que reducen o anulan la calidad visual del paisaje (Figura 4.70).

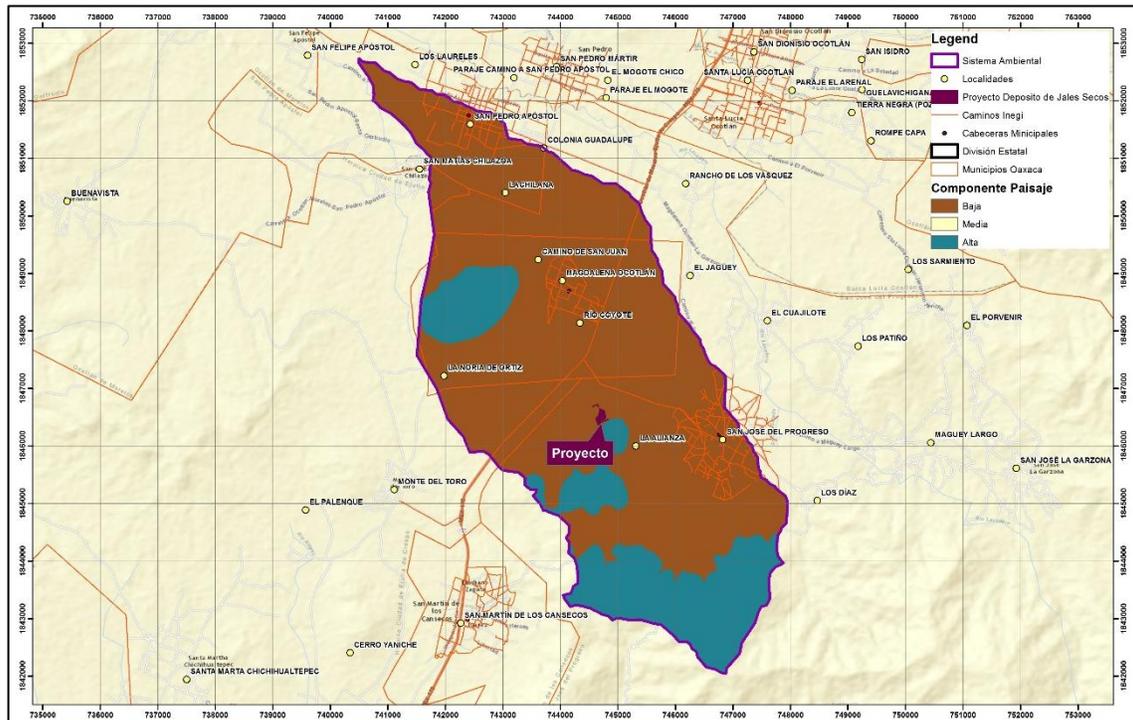


Figura 4.70. Diagnóstico Individual para el componente Paisaje

Población y Socioeconomía

Para este componente se consideraron principalmente los servicios y la infraestructura existente en el SA. Los factores evaluados para el diagnóstico individual del componente población y socioeconomía son; localidades rurales, actividades mineras, caminos, agostaderos, parcelas y zonas sin afectación. De acuerdo a lo mostrado en la Figura 4.71 el Sistema Ambiental presenta una calidad predominante de grado Moderado representado por zonas agrícolas, grado Medio Alto las localidades y grado Alto los caminos y zona de mina.

En consideración al análisis de integración de los componentes valorados se obtiene como resultado final la calidad ambiental que se presenta en el Sistema Ambiental. Como se puede observar en la siguiente Figura 4.72 (para mejor detalle ver Anexo 4.20) la superficie que es catalogada con media-baja y baja calidad ambiental se distribuye por casi todo el SA, a excepción de la parte sur, dicha superficie se cataloga de dicha manera en consideración al siguiente análisis:

- Presencia de baja calidad atmosférica dada a la alta actividad humana donde se genera ruido artificial esporádico y constante, además de generación de polvo, gases, entre otros.
- Baja calidad del suelo puesto a la alta degradación física del suelo por pérdida de la función productiva resultado de urbanización y actividades industriales. Degradación por erosión hídrica con pérdida del suelo superficial resultado de sobrepastoreo.
- Baja calidad de la vegetación puesto a las intensas y extensas actividades antrópicas que se desarrollan, tales como, caminos, agostaderos, parcelas, actividades industriales, etc., y por ende la baja cobertura vegetal.
- Media-baja y baja calidad en el componente fauna, esto en consideración a la alta influencia a zonas donde se desarrollan actividades antrópicas por lo cual existe de forma inevitable el ahuyentamiento a la fauna, dichas zonas se consideran como no aptas para el establecimiento de hábitats para estos (as) especies animales.
- Baja calidad Paisajista en consideración a la baja calidad ambiental dada a las acciones antrópicas que modifican y no añaden calidad visual al escenario paisajista que se presenta. Del mismo modo la moderada fragilidad del paisaje donde la capacidad de absorción y respuesta frente a intervenciones antrópicas es moderada.

La superficie catalogada con media y media-alta calidad ambiental fue determinada en consideración al siguiente análisis:

- Sitios con cobertura vegetal catalogada como abierta, por ende, zonas moderadamente conservadas.
- Sitios moderadamente conservados para el establecimiento de hábitats de fauna.
- Moderado grado de erosión del suelo, siendo no mayor a 50 toneladas por año.

La superficie catalogada con alta calidad ambiental se presenta distribuida solamente en la parte Sur del Sistema Ambiental, dicha superficie se cataloga de dicha manera en consideración al siguiente análisis:

- Alta calidad atmosférica donde la generación de ruido que se genera es de forma natural, donde la generación de polvos no es resultado de actividades humanas.
- Alta calidad del suelo, se encuentran sitios catalogados sin degradación aparente y baja erosión hídrica.
- Alta calidad de la vegetación donde la cobertura vegetal se presenta de forma cerrada y por ende zonas conservadas con nula degradación e influencia antrópica.
- Media-alta y alta calidad en el componente fauna, sitios conservados ideales para el establecimiento de hábitats de especies animales, donde la influencia de actividades antrópicas es baja o nula.

- Medio-alta y alta paisajista donde los componentes ambientales poseen alta calidad por la variedad en la forma, color y línea. La fragilidad ambiental en esta superficie es alta puesto que la capacidad de absorción y respuesta frente a intervenciones antrópicas es baja.

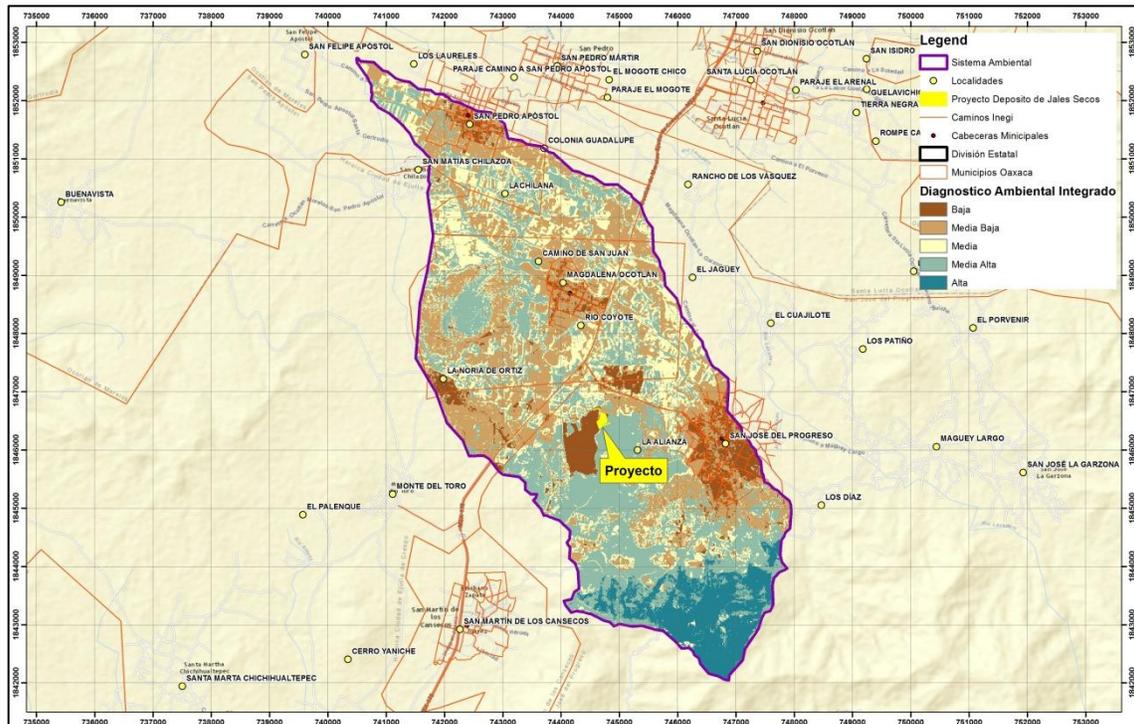


Figura 4.72. Diagnóstico Ambiental Integrado para el SA

IV.3.5.4 Problemática Ambiental detectada en el Área de Influencia

A partir del modelo de calidad ambiental generado para el SA (DA-I, Figura 4.72), se presenta en la Figura 4.73 (ver Anexo 4.21) un acercamiento al Área de Influencia del Proyecto, con el cual se evidencia el estado que guarda dicho sitio el cual corresponde a un rango de calidad Medio Alto/Medio/Medio Bajo/Bajo. En consideración a la integración de los componentes ambientales que se encuentran en la superficie del AI y análisis detallado en éstos, se determinó la problemática ambiental que se presenta en dicha área.

La problemática ambiental detectada en el AI es generada por acciones antrópicas que al mismo tiempo potencian el aceleramiento de la degradación del entorno (AI). A continuación, se describe la problemática detectada:

- Las actividades antrópicas que se realizan en el Área de Influencia generan cambios a las características del suelo dando como resultado alta degradación física por pérdida de la función productiva.
- La actividad minera dentro del Área de Influencia conlleva ciertos impactos al ambiente, estos impactos se han reflejado principalmente en la remoción de la vegetación y por ende en la fauna silvestre que ante el disturbio se ha dispersado hacia áreas con menor actividad antrópica; así mismo, el incremento en la presencia de fuentes móviles emisoras de ruido, es

otro factor que ha dispersado a la fauna silvestre, aunque la emisión de ruido es puntual en el AI y no es continua.

- La presencia de caminos dentro del Área de Influencia tiene implicaciones hacia la fauna silvestre principalmente, a pesar de que los caminos representan un beneficio social y económico hacia las localidades, son también un factor de mortalidad de especies silvestres, además limitan la dispersión de fauna silvestre, fungiendo como una especie de barrera, evitando la colonización de distintos hábitats dentro del Área de Influencia.
- La calidad visual que se presenta en la superficie del Área de Influencia se ve disminuida por las acciones antrópicas que modifican y no añaden calidad visual al escenario paisajista que se presenta.

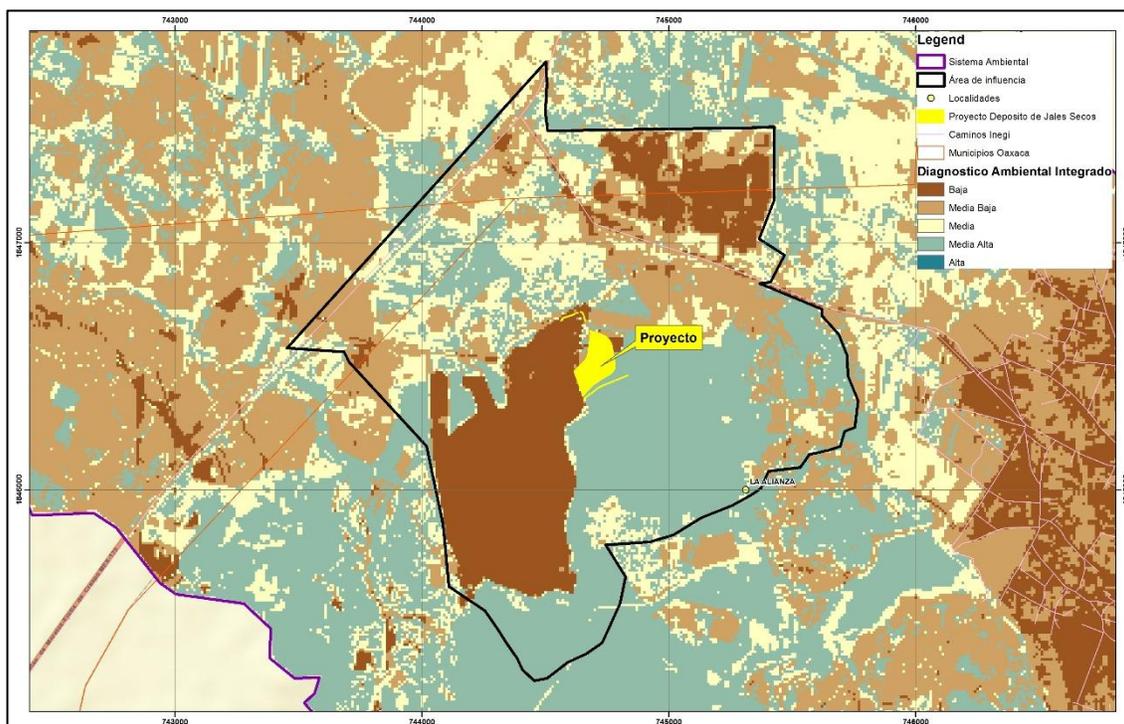


Figura 4.73. Acercamiento del AI sobre el Diagnóstico Ambiental Integrado

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En el presente Capítulo se identificarán los factores ambientales que podrían verse afectados y sus respectivos indicadores de calidad; posteriormente se evaluará el impacto de las actividades del Proyecto sobre dichos recursos y los daños que pudiera provocar al ambiente, o contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existentes dentro del Área de Influencia del Proyecto.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En la predicción de los impactos se analizaron las actividades que se ejecutarán en el Proyecto y su relación con cada factor ambiental dentro del Área de Influencia del Proyecto, estableciendo su comportamiento en forma cualitativa según la opinión conjugada de los expertos de diversas disciplinas, es decir, la identificación y evaluación de impactos ambientales se hizo a través de un enfoque multidisciplinario, a través de un grupo de especialistas de entre los que se puede mencionar, un ingeniero forestal, biólogos especialistas en flora y fauna, un edafólogo y un ingeniero ambiental, quienes proporcionaron su juicio profesional para el análisis de cada impacto identificado.

V.1.1 Factores ambientales

Para el análisis del medio dentro del Área de Influencia, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico, y cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual, Sociocultural y Económico. A cada uno de estos Subsistemas pertenecen una serie de Componentes Ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos o cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes del Proyecto (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Componentes del entorno

| Sistema | Subsistema | Componente ambiental |
|-----------------------|---------------------|----------------------|
| Medio Físico | Medio Inerte | Atmósfera |
| | | Geomorfología |
| | | Hidrología |
| | | Suelo |
| | Medio Biótico | Flora |
| | | Fauna |
| Medio Perceptual | Paisaje | |
| Medio Socio-Económico | Medio Sociocultural | Infraestructura |
| | | Cultura |
| | Medio Económico | Medio Económico |

Posteriormente, de cada Componente Ambiental se identificaron y seleccionaron los principales factores ambientales que serán potencialmente afectados por las obras o actividades del Proyecto durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Los factores ambientales fueron identificados de acuerdo a los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto, del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el medio ambiente
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias
- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o de trabajos de campo
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos

De los factores ambientales identificados se seleccionaron aquellos que serán potencialmente afectados por las actividades del Proyecto, de acuerdo a los siguientes criterios.

- Extensión: Área de Influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituible: imposibilidad de ser remplazado
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno

Los Factores ambientales seleccionados se muestran en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental

| Componente Ambiental | Factor ambiental |
|----------------------|--|
| Atmósfera | Calidad del aire-Material particulado (PST, PM-10) |
| | Calidad del aire- Emisiones (NOx, SOx, COX) |
| | Niveles sonoros |
| | Niveles lumínicos |

| | |
|-----------------|---|
| | Microclima |
| Geomorfología | Topografía |
| Hidrología | Causes |
| | Escurrimiento |
| | Calidad del agua superficial |
| | Infiltración |
| Suelo | Potencial de erosión |
| | Cobertura del suelo |
| Flora | Distribución espacial y temporal de la flora |
| | Cobertura vegetal |
| | Especies de flora protegidas, o de interés especial |
| Fauna | Distribución espacial y temporal de la fauna |
| | Hábitat para la fauna |
| | Especies de fauna protegidas o de interés especial |
| Paisaje | Cualidades estéticas |
| | Continuidad paisajísticas |
| Infraestructura | Servicios e infraestructura de apoyo para mina |
| Cultura | Capacitación, educación y programas |
| Medio Económico | Desarrollo económico |
| | Uso del territorio para actividades productivas |
| | Vocación del suelo |

Una vez identificados los factores del medio susceptibles de ser impactados por las obras y actividades del Proyecto “Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México”, se procedió al reconocimiento de sus indicadores ambientales.

V.1.2 Identificación de indicadores de impacto ambiental

En el presente estudio, se entiende por Indicador de Impacto Ambiental a los elementos cuantificables que en su conjunto son el mecanismo que permite medir el impacto comparando el valor del indicador “con” y “sin” proyecto; lo que arroja un valor numérico para cada uno de los impactos sobre los factores ambientales.

La identificación de los indicadores de impacto ambiental del Proyecto “Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México” se llevó a cabo con base en los siguientes criterios de identificación:

- Tener representatividad y relevancia respecto al impacto de la obra
- Ser medibles en términos cuantitativos
- Ser cuantificables
- De fácil identificación

Los indicadores ambientales identificados se muestran en la Tabla 5. 3 y fueron utilizados en la medida en la que fue posible cuantificarlos, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales.

V.1.3 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores ambientales empleados para la identificación y cuantificación se presentan a manera de listado, conforme el Factor al cual se les atribuyen:

Tabla 5. 3. Indicadores ambientales

| Factor | Indicador Ambiental |
|---|--|
| Calidad del aire | Número de unidades móviles |
| | Tamaño de unidades móviles |
| | Número de fuentes fijas |
| | Turnos laborados |
| | Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras |
| Niveles sonoros | Cantidad y tipo de equipos utilizados |
| | Presencia de trabajadores y gente a los alrededores |
| | Superficie afectada por niveles >35 dB, >55 dB, >65dB, >75dB |
| | |
| Niveles lumínicos | Turnos nocturnos |
| | Instalaciones y edificaciones que requieran iluminación |
| | Superficie susceptible a ser iluminada por actividad nocturna |
| Microclima | Superficie de áreas boscosas y/o cañadas |
| Topografía | Porcentaje de superficie modificada por actividades de corte, excavación, relleno, apilamiento |
| Esguerrimiento | Volumen de esguerrimiento |
| | Porcentaje de Pendiente a modificar |
| Calidad del agua | Cantidad de materia orgánica (MO) de desmonte |
| | Cantidad de Sólidos Suspendedos Totales (SST) y Sólidos Disueltos Totales (SDT) |
| | Calidad química del agua |
| Infiltración | Área de captación que sufrirá sellamiento |
| | Tipo de Permeabilidad |
| Potencial de Erosión | Cantidad de Cobertura vegetal que será retirada |
| | Grado de pendiente |
| Cobertura del suelo | Tipo de suelo |
| | Cantidad de suelo que será removido |
| Distribución espacial y temporal de la vegetación | Porcentaje se superficie por tipo de vegetación |
| Cobertura vegetal | Superficie a desmontar |
| Especies protegidas o de interés especial (flora) | No de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| | Especies de difícil regeneración, de interés comercial, Cultural, |

| Factor | Indicador Ambiental |
|---|---|
| | u otro |
| Distribución espacial y temporal de la fauna | Localización potencial de fauna silvestre |
| Hábitat de fauna | Integridad estimada de hábitat |
| Especies protegidas o de interés especial (fauna) | No de Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| | Especies de baja movilidad |
| | Especies Migratorias |
| Cualidades estéticas | Número y dimensiones de las obras a construir |
| Continuidad paisajística | Superficie de áreas naturales y construidas |
| | Porcentaje de afectación a la Cuenca visual |
| Servicios e infraestructura de apoyo para mina | Infraestructura de utilidad únicamente para la unidad minera |
| Capacitación, educación y programas | Número de Programas a implementar |
| | Número de cursos de Capacitación/Educación |
| Desarrollo económico | Número de empleos directos generados |
| | Número de empleos indirectos generados |
| | Derrama económica |
| | Recaudación |
| Uso del territorio para actividades productivas | Actividad |
| | Intensidad |
| Vocación del suelo | Superficie y uso potencial al final de cada etapa: Agrícola, Pecuaria, Habitacional, Industrial, Vida Silvestre |

Es importante mencionar que algunos factores y su indicador no serán afectados por la ejecución del proyecto, ya sea por la condición del sitio, naturaleza de la obra/maniobra o por ya existir dicho impacto. Algunos ejemplos de “interacciones ausentes”, corresponden a que los impactos positivos se omiten al ser estos generados por la operación de Mina San José y el proyecto propuesto no modificará el efecto benéfico actual.

V.1.4 Criterios y metodologías de evaluación

V.1.4.1 Criterios para la evaluación del impacto ambiental

Para la recolección de información y la caracterización del entorno, se utilizaron diversos criterios y metodologías, entre las que resaltan:

- Superposición cartográfica de los diferentes Componentes Ambientales y del proyecto
- Recorridos, observaciones y levantamiento de información *in situ*
- Criterios de diseño, construcción y operación del proyecto
- Fotografías aéreas y satelitales de la zona de distintas fechas
- Información estatal y municipal sobre datos socioeconómicos, áreas naturales protegidas y planes de desarrollo

- Análisis de mapas y planos existentes de la zona
- Análisis y revisión de estudios del medio natural existentes de la zona (varios realizados por Natural Environment, S.C. misma empresa que desarrolla el presente documento)

A continuación, se describe la metodología empleada para el análisis de la interrelación de los factores del medio identificados anteriormente (Tabla 5.2) con las obras y actividades del proyecto. La evaluación se fundamentó en la aplicación de las técnicas mencionadas anteriormente y la utilización de sucesiones de distintas matrices causa-efecto, cualitativas y semicuantitativas.

V.1.4.2 Metodologías de evaluación del impacto ambiental empleadas

El procedimiento seleccionado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se basó en el trabajo de un grupo multidisciplinario que analizó las interacciones entre el Sistema Ambiental, el Área de Influencia y las acciones para la preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto “Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México”.

La metodología empleada consistió, como primer paso, en el acotamiento del universo de análisis; es decir, una delimitación espacial del entorno identificando los factores ambientales específicos del Proyecto (Sección V.1.1) y sus indicadores (Secciones V.1.2 y V.1.3). Posteriormente se identificaron de manera cualitativa los impactos ambientales y se determinaron cuáles de los factores que serían los más afectados. A continuación, se estableció la importancia de cada uno de los impactos estimando su magnitud con base en los indicadores conocidos. Finalmente, se realizó una valoración de impactos ponderando el valor de peso de cada uno de los factores ambientales afectados y la descripción de los mismos.

En la Figura 5.1 se presenta un diagrama que esquematiza el procedimiento general empleado para la identificación, evaluación e interpretación de los impactos ambientales del Proyecto.

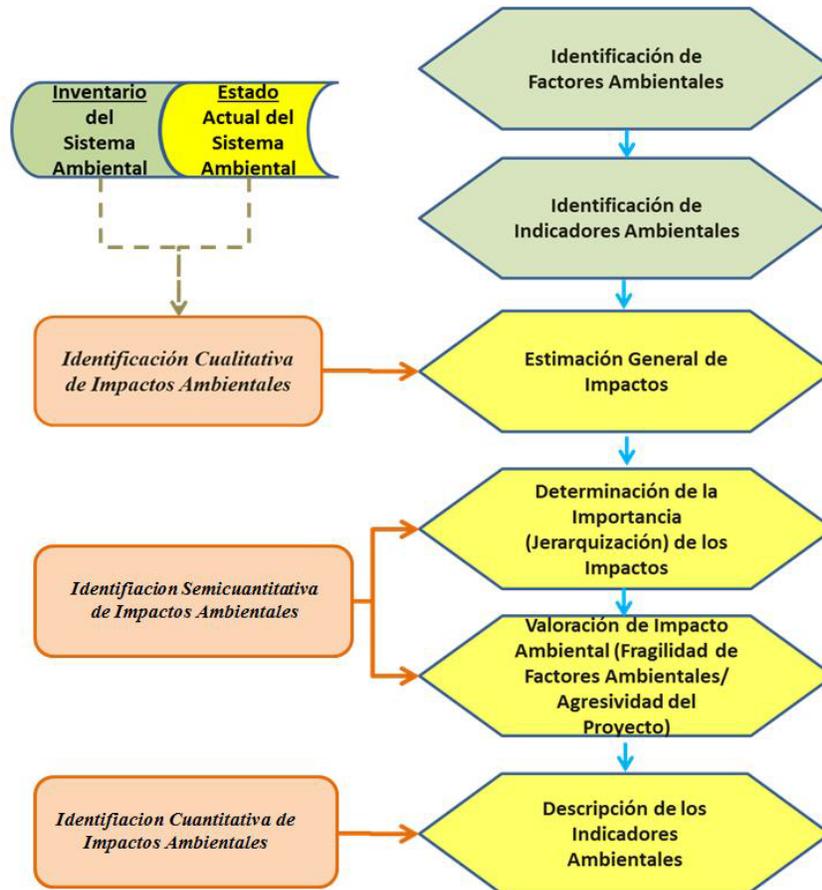


Figura 5.1. Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos

V.1.4.3 Actividades impactantes

La evaluación de los impactos ambientales se hizo para las diferentes etapas del Proyecto; preparación del sitio, construcción y operación.

Conforme a lo señalado en el Capítulo II, la etapa de preparación del sitio contempla actividades de levantamiento topográfico, trazo y delimitación de obras, rescate y reubicación de flora; de ahuyentamiento, captura y liberación de fauna; desmonte; y despalme con recuperación de suelo orgánico para una superficie de 2.7437 ha.

En esta etapa y en la etapa de construcción se consideran cortes rellenos y compactaciones, estas actividades comprenden los trabajos de excavación de zanjas, suministro e instalación de tuberías y del cuerpo del depósito. **Construcción de sistema de drenaje de aguas superficiales;** Estas labores comprenden los trabajos de desbroce, limpieza, corte, remoción y carguío del terreno natural en las áreas a ser ocupadas por los canales de drenaje de aguas superficiales, preparados y construidos. **Construcción del dique perimetral;** Estos trabajos se refieren al desbroce y limpieza del terreno natural, excavación y el carguío del material clasificado como no apto para cimentación en las áreas a ser ocupadas por la construcción del dique perimetral. El cuerpo del dique perimetral estará conformado por una secuencia de plataformas horizontales de relleno a ser construidas con materiales predominantemente granulares procedentes de la misma nivelación de la zona designada

para el Proyecto y/o suelos residuales geotécnicamente competentes a ser obtenidos de la zona de cimentación del dique. **Impermeabilización del Depósito;** Estas actividades consistirán en los trabajos de remoción, relleno de regularización y nivelación de toda superficie que necesite una adaptación uniforme de su configuración topográfica original a fin de permitir la instalación segura de los materiales geosintéticos para la construcción de revestimientos impermeables con geomembrana de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), la misma que estará protegida contra el punzonamiento por medio un la instalación de un manto de geotextil no tejido. **Recubrimiento de la zona del depósito;** La superficie del depósito de jales secos será recubierto de manera progresiva en sus taludes, así como en superficies semi horizontales mediante el uso de geosintéticos impermeables. Esta cobertura será instalada con la finalidad de proteger al suelo de posibles infiltraciones, evitar erosión, evitar la infiltración de agua de lluvia que se colecte en el cuerpo del depósito de jales secos. Estas actividades incluyen generación de polvos, ruido, movimiento de maquinaria y personal, por lo que se prevé que se presentarán impactos sobre casi todos los componentes.

Finalmente, la etapa de operación incluye únicamente la puesta en funcionamiento del depósito de jales secos. La operación de la misma será durante el tiempo que dure el proceso de extracción en el complejo minero San José y estará operando de manera constante tomando en cuenta los horarios de trabajo que tiene la mina.

A partir de lo anterior, en la Tabla 5.4 se presentan las actividades y Componentes como serán considerados para la evaluación de impactos en cada etapa del Proyecto.

Tabla 5.4. Clasificación de las etapas del Proyecto para evaluación de los impactos

| Etapa | Obras / Actividades |
|-----------------------|---|
| Preparación del sitio | Levantamiento topográfico |
| | Trazo y delimitación de obras |
| | Desmante |
| | Despalme |
| | Nivelación |
| | Compactación |
| | Reubicación de suelo orgánico |
| Construcción | Realización de los accesos de operación |
| | Construcción de sistema de drenaje de aguas superficiales |
| | Construcción del dique perimetral |
| | Impermeabilización del Depósito; |
| | Recubrimiento de la zona del depósito |
| Operación | Depósito de jales secos |

V.1.4.4 Tipos e intensidad de las alteraciones ambientales

La identificación de los impactos del Proyecto se realizó primeramente de manera cualitativa considerando al Área de Influencia como unidad de análisis, los criterios utilizados fueron los siguientes:

- Intensidad de la alteración o perturbación ambiental
 - Perturbación alta: cuando el impacto modifica substancialmente su calidad y su funcionamiento en forma importante
 - Perturbación media: el impacto modifica parcialmente su uso, calidad o integridad
 - Perturbación baja: el impacto no supone un cambio perceptible en la integridad o calidad del elemento medioambiental

- Amplitud del impacto
 - Amplitud regional: el impacto alcanzará el conjunto de la población del Área de Influencia o una parte de la misma
 - Amplitud local: el impacto alcanzará a una parte limitada de la población
 - Amplitud puntual: el impacto alcanzará a un pequeño grupo de la población

- Importancia del impacto
 - Mayor: cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o en el uso de un elemento ambiental de gran resistencia y estimado por la mayoría de la población del Área de Influencia
 - Media: cuando hay una alteración parcial de la naturaleza o de la utilización de un elemento ambiental con resistencia media y considerada por una parte limitada de la población del área
 - Menor: cuando hay una alteración local de la naturaleza o del uso de un elemento ambiental con resistencia baja y que, repercute en un grupo muy pequeño de la población del área

- Signo del impacto:
 - Positivo (+): Cuando los impactos son favorables
 - Negativo (-): Cuando los impactos son desfavorables
 - Sin Impacto (0): Cuando los impactos sean nulos

A continuación, se presenta la Tabla 5.5 de impactos generales obtenida:

Tabla 5.5. Estimación general de impactos

| Componente Ambiental | Intensidad de la alteración | Amplitud del impacto | Importancia del impacto | Signo |
|----------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------|-------|
| Atmósfera | Media | Puntual | Medio | - |
| Geomorfología | Media | Puntual | Menor | - |
| Hidrología | Media | Puntual | Mayor | - |
| Suelo | Media | Puntual | Media | - |
| Flora | Alta | Puntual | Mayor | - |
| Fauna | Media | Puntual | Media | - |
| Paisaje | Baja | Puntual | Menor | - |

| Componente Ambiental | Intensidad de la alteración | Amplitud del impacto | Importancia del impacto | Signo |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------|
| Infraestructura | Alta | Local | Mayor | + |
| Cultura | Baja | Local | Menor | + |
| Medio Económico | Medio | Local | Medio | + |

De esta estimación se desprenden las siguientes observaciones:

- Los impactos positivos de mayor importancia que fueron identificados son de los Componentes Medio económico e Infraestructura, debido a que el Proyecto generará infraestructura necesaria para la Mina San José, además de fomentar la creación de nuevos empleos
- El componente paisaje presentará impactos de intensidad baja, mientras que los componentes Fauna, Atmosfera, Geomorfología, Suelo e Hidrología recibirán impactos de intensidad media; por último, el componente Flora recibirá impactos de intensidad alta debido a las actividades de desmonte
- Los componentes Hidrología y Flora presentaran impactos de importancia mayor, mientras que los componentes Atmosfera, Suelo y Fauna presentan una importancia Media. Por último, los dos componentes restantes Geomorfología y Paisaje presentan una importancia Menor
- Solo los componentes Infraestructura, Cultura y Medio económico presentan impactos positivos. De estos, la cultura es el único componente que presenta intensidad baja e importancia menor, ya que los otros componentes presentan intensidad alta y media respectivamente
- El componente Paisaje presentan una intensidad baja debido a la ubicación del Proyecto, dentro de un área previamente impactada dentro de la mina
- Los componentes Fauna, Atmosfera, Geomorfología, Suelo e Hidrología, presentan una intensidad Media debido a que este componente se encuentra previamente perturbado por las actividades e infraestructura de la mina San José
- La amplitud de todos los componentes ambientales se considera como puntual, siendo la Hidrología y la Flora, los dos componentes cuyos impactos son de importancia mayor
- Por su parte, los componentes Infraestructura y Medio Económico presentaran los impactos significativos durante la etapa de construcción y operación. Es importante mencionar que estos impactos serán benéficos
- Contrario a los componentes del Medio Físico, los componentes del Medio Socioeconómico recibirán impactos positivos y de amplitud local. El componente presentaría una intensidad alta con una importancia mayor, mientras que la Cultura y medio económico presentaría intensidad baja con una importancia media y baja respectivamente

V.1.4.5 Identificación de impactos ambientales

Una vez identificados los Factores e Indicadores Ambientales, así como habiendo recapitulado sobre las actividades requeridas para cada etapa y por cada obra del Proyecto, el siguiente paso en el proceso de identificación, valoración y caracterización de los impactos ambientales, consistió en la elaboración de una matriz cualitativa que permite identificar de forma cualitativa las interacciones relevantes al ambiente causadas durante la preparación del terreno, construcción y operación del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México.

La matriz consiste en un cuadro de doble entrada en el que se disponen como filas los Factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las etapas del Proyecto que engloban a las actividades que tendrán lugar en cada una de las tres etapas y que serán causa de los posibles impactos. Para el llenado de la matriz, se analiza de forma general el grado de relevancia que podrían adquirir los efectos de los impactos, así como el sentido adverso o benéfico de los mismos. Como resultado, en la celda correspondiente a cada interacción se asigna una letra entre cinco posibles, las cuales diferencian los impactos adversos de los positivos y los categoriza como principales (de mayor relevancia) o secundarios (de menor relevancia), conforme a la siguiente nomenclatura:

| |
|---------------------------------|
| A = Impacto adverso principal |
| a = Impacto adverso secundario |
| B = Impacto benéfico principal |
| b = Impacto benéfico secundario |
| ND = Sin impacto |

En la Tabla 5.6 se presenta la Matriz cualitativa de identificación de los impactos por el desarrollo del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México mientras que en la Tabla 5.7 se muestra el balance numérico de los impactos por etapa.

Tabla 5.6. Matriz cualitativa de identificación de impactos

| SISTEMA | SUBSISTEMA | COMPONENTE | FACTORES IMPACTADOS | P | C | O | |
|--------------------|-----------------------|---|--|--|-----|----|----|
| | | | | r | o | n | |
| | | | | e | n | p | |
| | | | | p | s | r | |
| | | | | a | t | a | |
| | | | | r | r | c | |
| | | | | a | u | c | |
| | | | | c | ó | n | |
| | | | | ión | ión | | |
| MEDIO FÍSICO | MEDIO INERTE | ATMÓSFERA | CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10) | a | a | a | |
| | | | CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NOx, SOx, COx) | a | a | a | |
| | | | NIVELES SONOROS | a | a | a | |
| | | | NIVELES LUMÍNICOS | a | a | a | |
| | | | MICROCLIMA | a | a | a | |
| | | GEOMORFOLOGÍA | TOPOGRAFÍA | A | ND | ND | |
| | | | ESCURRIMIENTOS | a | a | A | |
| | | | CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL | a | a | a | |
| | | | INFILTRACIÓN | a | a | A | |
| | | | EROSIÓN | A | a | a | |
| | SUELO | COBERTURA DEL SUELO | A | ND | ND | | |
| | | MEDIO BIÓTICO | FLORA | DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FLORA | a | a | a |
| | | | | COBERTURA VEGETAL | A | ND | ND |
| | | | ESPECIES DE FLORA PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL | a | a | a | |
| | | FAUNA | DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL | a | a | a | |
| | HÁBITAT | | a | a | a | | |
| | MEDIO PERCEPTUAL | PAISAJE | ESPECIES DE FAUNA PROTEGIDAS Y/O DE INTERES ESPECIAL | a | a | a | |
| | | | CUALIDADES ESTÉTICAS | a | a | a | |
| | MEDIO SOCIO-ECONÓMICO | MEDIO SOCIO-CULTURAL | CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA | a | a | a | |
| | | | INFRAESTRUCTURA | SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA DE APOYO PARA MINA | ND | b | B |
| MEDIO ECONÓMICO | | CULTURAL | CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS | b | b | b | |
| | | MEDIO ECONÓMICO | DESARROLLO ECONÓMICO | b | b | B | |
| | | USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS | ND | ND | b | | |
| VOCACIÓN DEL SUELO | a | a | a | | | | |

Tabla 5.7. Balance de impactos por etapas

| Etapas | Adversos significativos | Adversos poco significativos | Benéficos significativos | Benéficos poco significativos | Impacto Nulo / Imperceptible |
|--------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Preparación | 4 | 17 | 0 | 2 | 2 |
| Construcción | 0 | 18 | 0 | 3 | 4 |
| Operación | 2 | 15 | 2 | 2 | 3 |
| Total por tipo | 5 | 48 | 2 | 7 | 9 |
| Total por sentido | 53 | | 9 | | 9 |

De la matriz cualitativa de identificación de impactos (Tabla 5.6) se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Los componentes ambientales con impactos adversos principales son: Geomorfología, Hidrología, Suelo y Flora
- De los factores ambientales del medio inerte, los que serán impactados adversamente de forma relevante (afectaciones principales) son: topografía, causas, escurrimiento, infiltración, erosión y cobertura del suelo

- En cuanto a los factores del medio biótico, los que serán impactados adversamente de forma relevante (afectaciones principales) es únicamente la cobertura de la vegetación
- Respecto a los impactos al medio perceptual, los impactos adversos significativos serán sobre las cualidades estéticas y continuidad paisajística (afectaciones secundarias)
- La etapa más impactante del Proyecto será la Preparación del terreno, seguida por las etapas de Operación y en tercer lugar la Construcción
- Los impactos de tipo positivo se presentan en las 3 etapas, con una tendencia de incremento en particular para el Factor de infraestructura y medio económico, al ser un proyecto auxiliar para el desarrollo de las actividades realizadas en la Mina San José
- Servicios e infraestructura para terreno, mina y desarrollo económico son componentes que presentan impactos benéficos de baja escala y cuya principal importancia es brindar una influencia positiva a nivel local y regional (empleo, derrama económica, apoyo comunitario, desarrollo, incremento y mejora de servicios, etc.)

V.1.5 Determinación de la importancia de los impactos ambientales

Concluida la identificación general y cualitativa de los impactos ambientales, se procede a la elaboración de Matrices de Leopold Cuantitativas modificadas por Natural Environment S.C., una para cada etapa del Proyecto, en las cuales se evalúa aún con mayor detenimiento la realización de actividades requeridas para las obras, y su influencia sobre los componentes ambientales, conforme a lo manifestado en la Sección V.1.5. Cada obra en relación a un Factor ambiental y con base en sus Indicadores de impacto, es evaluada mediante diez atributos o parámetros de referencia (criterios de calificación numérica), para la determinación cuantitativa de la importancia de cada impacto:

- Intensidad (IN)
- Extensión (EX)
- Momento (MO)
- Persistencia (PE)
- Reversibilidad (RV)
- Sinergia (SI)
- Acumulación (AC)
- Efecto (EF)
- Periodicidad (PR)
- Recuperabilidad (MC)

Así entonces, las casillas de cruce entre obras y Factores ambientales en las matrices de importancia de los impactos ambientales (Anexos 5.1 al 5.3) están ocupadas por los valores correspondientes a estos diez atributos, determinados utilizando sus Indicadores ambientales respectivos.

A partir de los parámetros anteriores, la valoración cuantitativa de la importancia de un impacto en particular fue obtenida mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Importancia} = +/- (3\text{IN} + 2\text{EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC})$$

El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+), o perjudicial (-) de la naturaleza de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

A continuación se describe cada uno de los atributos empleados para la determinación del grado de importancia de los impactos:

Intensidad (IN) – Grado de destrucción

Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que se actúa. El parámetro de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 la afección mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1), si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del Proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación como impacto Parcial (2) y Extenso (4). En el caso de que el efecto se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de una a cuatro unidades por encima del que le correspondería en función de la extensión en que se manifiesta.

Momento (MO)

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

Cuando el tiempo transcurrido sea nulo o inferior a un año, el momento será Inmediato o a Corto Plazo, asignándole un valor (4) en ambos casos. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, Largo Plazo (1).

Si ocurre alguna circunstancia que haga crítico el momento del impacto, se le debe atribuir un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas.

Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera el efecto como Permanente asignándole un valor (4).

Reversibilidad (RV)

La posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro Persistencia.

Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos posibles. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior al que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la importancia del impacto.

Acumulación (AC)

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Por acumulativo también se entenderá la adición de unidades de medición de la magnitud del efecto (parámetros de calidad del aire, del agua, o cualquier otra unidad de medición aplicable), a los posibles efectos similares presentes en el sitio por actividades previas o ajenas a las del Proyecto, y/o el incremento de las fuentes que lo originan dentro del AI.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa (4).

Efecto (EF)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto; es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser Directo o Primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso de que el efecto sea Indirecto o Secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

Este término toma valor (1) en caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

Periodicidad (PR)

La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (Periódico), de forma impredecible en el tiempo (Irregular), o constante en el tiempo (Continuo).

A los efectos Continuos se les asigna valor (4), a los Periódicos (2) y a los de aparición irregular y discontinuos (1).

Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) se le asigna el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias el valor adoptado será (4).

En la Tabla 5.8 se resumen los valores asignables a cada uno de los atributos mencionados:

Tabla 5.8. Valores asignables a los atributos de importancia del impacto

| Atributo | Características | Valor |
|----------------------|------------------------|--------------|
| Intensidad (IN) | Baja | 1 |
| | Media | 2 |
| | Alta | 4 |
| | Muy alta | 8 |
| | Total | 12 |
| Extensión (EX) | Puntual | 1 |
| | Parcial | 2 |
| | Extenso | 4 |
| | Total | 8 |
| | Crítico | (+4) |
| Momento (MO) | Largo plazo | 1 |
| | Medio plazo | 2 |
| | Inmediato | 4 |
| | Crítico | (+4) |
| Persistencia (PE) | Fugaz | 1 |
| | Temporal | 2 |

| Atributo | Características | Valor |
|----------------------|--------------------------------------|-------|
| Reversibilidad (RV) | Permanente | 4 |
| | Corto plazo | 1 |
| | Medio plazo | 2 |
| | Irreversible | 4 |
| Sinergia (SI) | Sin sinergismo | 1 |
| | Sinérgico | 2 |
| | Muy sinérgico | 4 |
| Acumulación (AC) | Simple | 1 |
| | Acumulativo | 4 |
| Efecto (EF) | Indirecto (secundario) | 1 |
| | Directo | 4 |
| Periodicidad (PR) | Irregular o aperiódico y discontinuo | 1 |
| | Periódico | 2 |
| | Continuo | 4 |
| Recuperabilidad (MC) | Recuperable de manera inmediata | 1 |
| | Recuperable a mediano plazo | 2 |
| | Mitigable | 4 |
| | Irrecuperable | 8 |

La evaluación llevada a cabo crea un índice que refleja las características cuantitativas y cualitativas del impacto, describiendo la interacción en términos de magnitud e importancia. La importancia del impacto toma entonces valores entre 13 y 100, lo que permite hacer comparaciones numéricas y jerarquizar los impactos. Los impactos con valores de importancia inferiores a 26 son clasificados como “irrelevantes”, es decir compatibles. Los impactos “Moderados” presentan una importancia en el rango entre 26 y 50. Son “Severos” cuando la importancia se encuentra entre 51 y 75, y “Críticos” cuando el valor es superior a 76. Según su clasificación, los impactos son marcados en la matriz de importancia con un color que los distingue, como se muestra en la Tabla 5.9.

Tabla 5.9. Clasificación de la importancia de los impactos

| Valor de importancia | Clasificación / Color de identificación |
|----------------------|---|
| De 13 a 25 | Compatible |
| De 26 a 50 | Moderados |
| De 51 a 75 | Severos |
| De 76 a 100 | Críticos |

En los Anexos 5.1, 5.2 y 5.3 se presentan las matrices de importancia de los impactos de cada una de las etapas del Proyecto, conforme a la agrupación de las obras antes indicada. Del análisis de estas matrices se concluye principalmente lo siguiente:

Preparación del sitio

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos en la etapa de preparación del sitio del Proyecto (Anexo 5.1), se destacan las siguientes conclusiones parciales:

- En la etapa de Preparación del terreno se presentarán impactos de importancia Compatible y Moderada
- La etapa de Preparación conlleva dos impactos valorados como de importancia Severa (modificación a la topografía y pérdida de cobertura vegetal), sin estimarse impactos de importancia Crítica
- Los impactos de mayor relevancia para la etapa de preparación, corresponden a:
 - Modificación puntual en topografía por cortes en taludes, excavaciones y rellenos
 - Afectaciones en la cobertura vegetal por el desmonte inevitable de la superficie solicitada requeridas
 - Reducción en la cobertura de suelos naturales, implicando la remoción total del sustrato capaz de albergar vegetación
 - Afectaciones a fauna silvestre, principalmente por la pérdida de hábitat y degradación del entorno. Se anticipa que la fauna mayormente susceptible corresponde a herpétofauna y mastofauna
- Con base en la interpretación de los resultados obtenidos del análisis numérico de impactos, se considera que aun cuando la remoción del suelo fue detectada como un impacto moderado, debe considerarse por su relevancia en conjunto con la modificación a la topografía y la pérdida de vegetación
- Los impactos compatibles y moderados derivados del Proyecto carecen de relevancia
- El Medio Inerte y Biótico serán subsistemas afectados, especialmente Topografía, y Flora

Los impactos identificados y anticipados para la Etapa de Preparación, abarcan afectaciones compatibles, moderadas e inclusive, afectaciones de naturaleza severa, así como impactos benéficos, esto se presente a manera de resumen gráfico en la Figura 5.2:

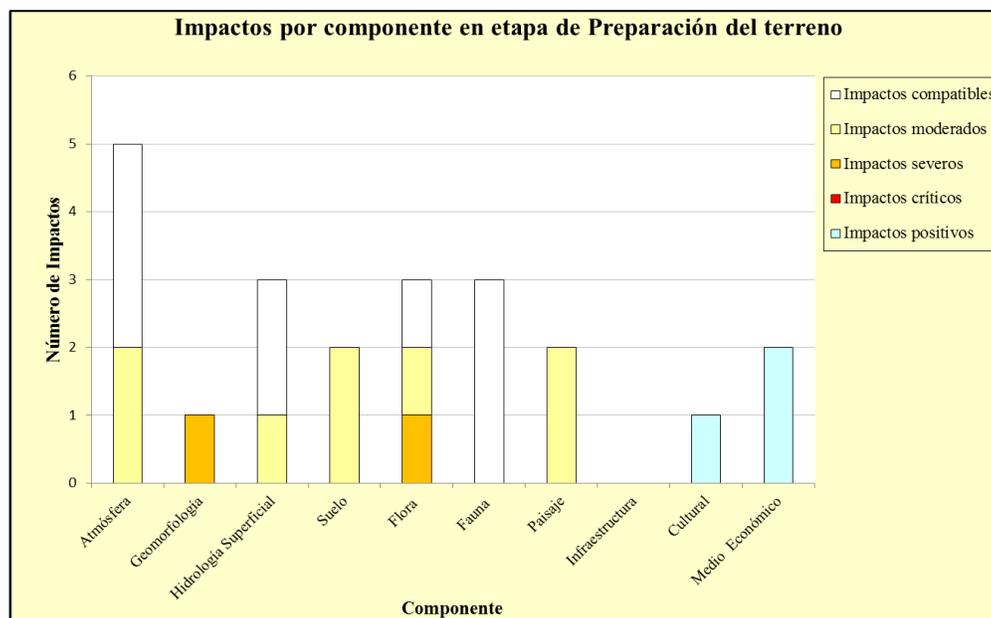


Figura 5.2. Tipos de impactos identificados y anticipados para etapa de Preparación

Construcción

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de Construcción del Proyecto “Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México” se concluye lo siguiente:

- La totalidad de los impactos corresponden a afectaciones Compatibles a Moderadas
- Los impactos esperados estiman afectaciones en atmósfera, calidad del agua, degradación del de la cobertura vegetal y alejamiento de fauna, así como incremento en la disrupción de continuidad paisajista
- No se han identificado impactos severos ni críticos
- Se interpretan a 5 impactos negativos de tipo Moderado, de los cuales, solo se considera que el posible incremento de sedimentos y arrastres de escorrentía ameritan una atención especial para evitar degradación de cauces aguas abajo del Proyecto
- Por el número de impactos identificados, sin considerar su naturaleza, la continuidad paisajística será el factor mayormente afectado
- Indirectamente, se puede asumir un incremento en la presión general del ecosistema por presencia humana
- Habrá impactos benéficos Compatibles por el incremento en la oferta de empleos

Los impactos identificados y anticipados para la Etapa de Construcción, abarcan afectaciones compatibles, moderadas. No se han identificado afectaciones de naturaleza severa, adicionalmente se presentan impactos benéficos, esto se puede apreciar a manera de resumen gráfico en la Figura 5.3:

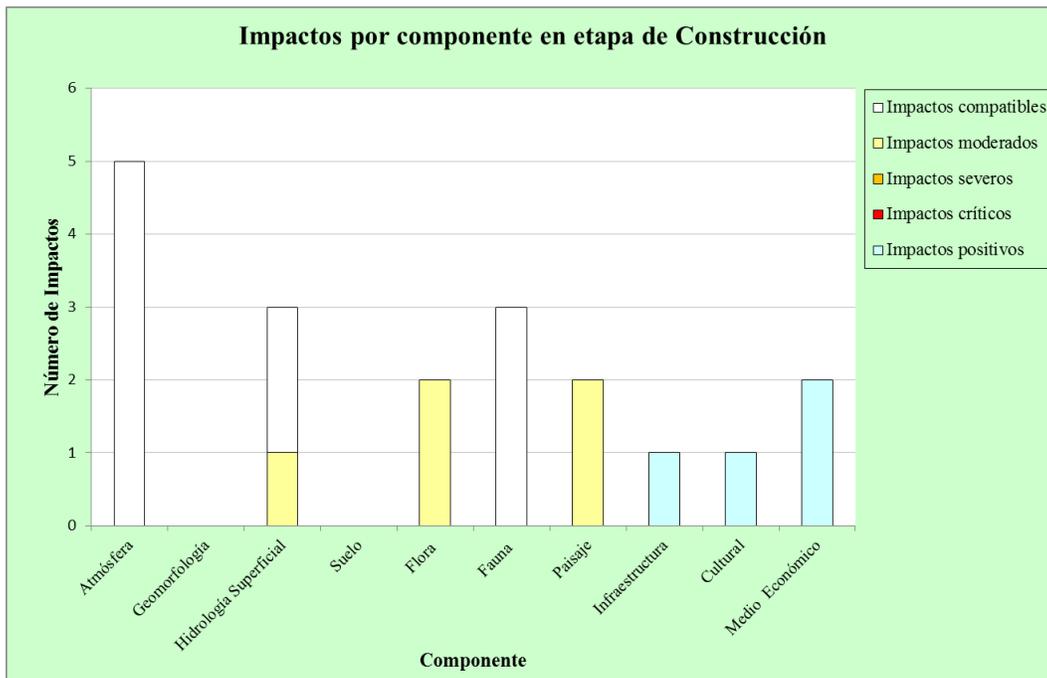


Figura 5.3. Total y tipos de impactos identificados y anticipados para la etapa de Construcción

Operación

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de Operación del Proyecto "Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México " se concluye lo siguiente:

- En esta etapa se presentarán impactos de importancia Compatible y Moderada:
 - Posible incremento de sedimentos y arrastres en escorrentía superficial
 - Afectaciones en flora por la construcción de las obras y por ende la superficie que puede representar hábitat y potencial de distintas especies
 - Afectaciones en fauna por alejamiento y degradación del hábitat local
- No se ha identificado y anticipado un impacto de importancia Severa para esta etapa. No se prevén infiltraciones debido a las medidas de impermeabilización del área y la colocación de geotextil y geomembrana. Adicionalmente las obras de para el direccionamiento de la escorrentía subterránea ayudan a evitar impactos mayores a los identificados.
- Por el grado de importancia, el factor ambiental mayormente afectado será la afectación en atmósfera (microclima), paisaje (continuidad y calidad estética)
- Habrá impactos benéficos Moderados por la generación de plazas de empleos, desarrollo económico local
- Se identifica un impacto alto y positivo en la zona de influencia de la Unidad Minera en materia de empleo y actividad económica.

Los impactos identificados y anticipados para la Etapa de Operación, abarcan afectaciones compatibles, moderadas, así como impactos benéficos, esto se presente a manera de resumen gráfico en la Figura 5.4:

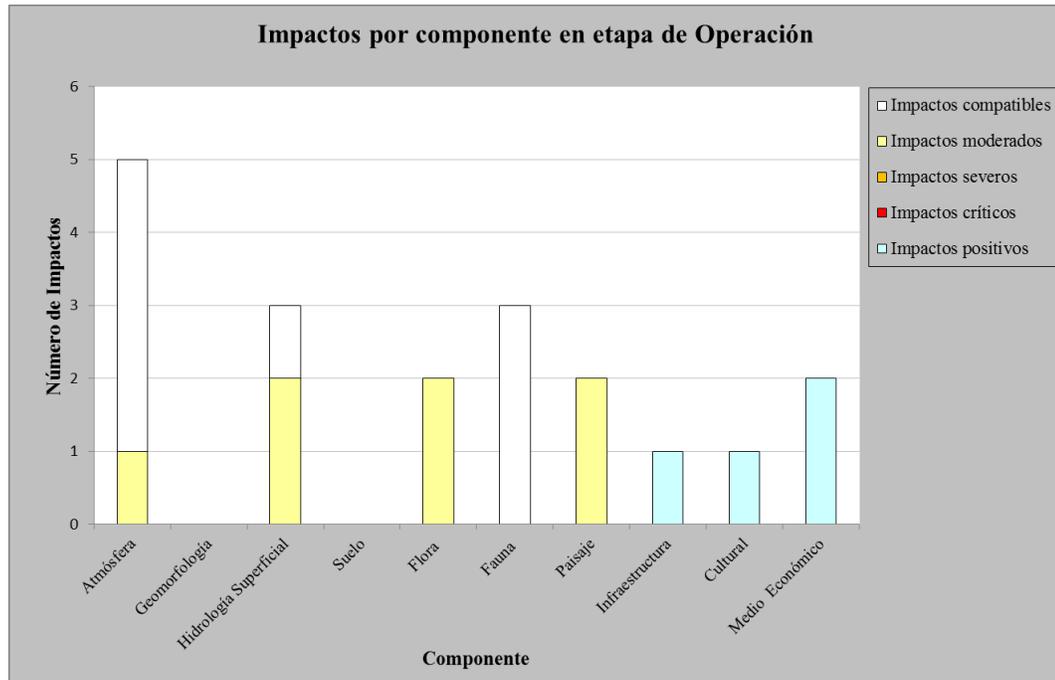


Figura 5.4. Total y tipos de impactos identificados y anticipados para la etapa de Operación

Valoración de impactos ambientales con ponderación de importancia de los factores ambientales

Una vez determinado el grado de importancia, de cada obra por componente y en cada etapa, se realizó una nueva valoración de los impactos, esta vez ponderando la importancia de los factores ambientales.

Para lo anterior, se extrajeron los datos obtenidos del valor de importancia de cada uno de los impactos para cada etapa del Proyecto (Anexos 5.1, 5.2 y 5.3), traspasándolos a la matriz de valoración mostrada en el Anexo 5.4. En esta matriz se pondera al efecto de acuerdo a lo significativo que es con respecto a cada Factor ambiental.

A cada Factor ambiental identificado se le asigna un Factor de peso por su mayor o menor contribución a la situación ambiental, expresado en Unidades de Importancia (UIP). La determinación de los valores numéricos de cada Factor de peso se basó en el juicio de un grupo multidisciplinario de especialistas ambientales, para lo cual se predeterminaron un total de 1,000 UIP a ser repartidos entre los distintos factores ambientales de acuerdo a su grado de contribución al área de influencia.

En la matriz de valoración de impactos (Anexo 5.4), se presentan en la columna del factor, las UIP asignadas a cada Factor ambiental. La columna del Total Absoluto representa entonces la sumatoria de los impactos ambientales de todas las acciones sobre cada Factor ambiental; mientras que la columna del Total Relativo representa la sumatoria del Total Absoluto más las Unidades de Importancia de cada Factor ambiental. La sumatoria por filas nos indica las incidencias del conjunto

sobre cada Factor ambiental y por tanto, su “Fragilidad” ante el Proyecto. La suma por columnas nos da una valoración relativa del efecto que el conjunto de actividades y Componentes para cada etapa producirá en el medio y por tanto, su “Agresividad”.

De la matriz de valoración de impactos con ponderación de los factores ambientales del Proyecto (Anexo 5.4), se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Por el número de impactos identificados y anticipados, la etapa más impactante será la Preparación del terreno, seguida por Operación y Construcción
- En total, se han identificado un total de 2 impactos de importancia Severa para las tres etapas: ambos en la etapa de preparación, el impacto de mayor relevancia corresponde al desmonte (pérdida de cobertura vegetal) y a la modificación a la topografía. En la etapa de construcción, y operación, no se prevén impactos de naturaleza severa
- Por la magnitud de su impacto adverso al ambiente, las etapas de desarrollo del Proyecto se ordenan, de mayor a menor agresividad, de la siguiente manera: Preparación del terreno, Operación y Construcción del Proyecto
- El Medio físico recibirá impactos adversos de importancia Compatible, Moderada y Severa. No se estimaron impactos de importancia Crítica
- El Medio socioeconómico recibirá impactos benéficos de importancia Compatible y Moderada, así como un impacto significativo y positivo (servicios a infraestructura de mina)
- Por la magnitud del impacto adverso absoluto y relativo que reciben, los subsistemas ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como sigue: Medio inerte, Medio biótico, Medio económico y Medio perceptual
- Por la magnitud del impacto adverso absoluto que reciben, los factores ambientales son ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad de grupos, como sigue: Atmósfera, Hidrología, Flora, Fauna, Paisaje y Geomorfología
- Por la magnitud del impacto adverso relativo que reciben, los factores ambientales son ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad de grupos, como sigue: Atmósfera, Flora, Fauna, Hidrología, Suelo, Paisaje y Geomorfología
- Por la magnitud del impacto benéfico relativo y absoluto que reciben, los componentes ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor importancia, como sigue: Servicios e infraestructura para desarrollo industrial (mina), desarrollo económico y capacitación y programas de mina
- Por la magnitud del impacto adverso absoluto total que reciben (suma de los valores de importancia más altos que resultaron para cada Factor por cada etapa del Proyecto), los Factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5.10
- Por la magnitud del impacto adverso relativo total que reciben (suma del valor relativo más la UIP del correspondiente Factor), los Factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5.11

Tabla 5.10. Factores impactados por valor absoluto

| No. | Factor |
|-----|---|
| 1 | Continuidad paisajística |
| 2 | Cualidades estética |
| 3 | Desarrollo económico |
| 4 | Servicios e infraestructura para la mina |
| 5 | Microclima |
| 6 | Infiltración |
| 7 | Distribución espacial y temporal de la flora |
| 8 | Capacitación, educación y programas |
| 9 | Calidad del agua superficial |
| 10 | Calidad del aire |
| 11 | Especies protegidas / de interés especial flora |
| 12 | Hábitat |
| 13 | Distribución espacial y temporal de la fauna |
| 14 | Escurrimientos |
| 15 | Niveles sonoros |
| 16 | Niveles lumínicos |
| 17 | Especies protegidas / de interés fauna |
| 18 | Topografía |
| 19 | Cobertura vegetal |
| 20 | Vocación del suelo |
| 21 | Erosión |
| 22 | Cobertura de suelo |
| 23 | Uso del territorio para actividades productivas |

Tabla 5.11. Factores impactados por valor relativo

| No. | Factor |
|-----|---|
| 1 | Cobertura vegetal |
| 2 | Servicios e infraestructura para la mina |
| 3 | Topografía |
| 4 | Desarrollo económico |
| 5 | Cualidades estética |
| 6 | Hábitat |
| 7 | Especies protegidas / de interés especial flora |
| 8 | Microclima |
| 9 | Continuidad paisajísticas |
| 10 | Distribución espacial y temporal de la flora |
| 11 | Especies protegidas / de interés fauna |
| 12 | Calidad del aire |
| 13 | Infiltración |
| 14 | Capacitación, educación y programas |
| 15 | Calidad del agua superficial |
| 16 | Cobertura de suelo |
| 17 | Distribución espacial y temporal de la fauna |
| 18 | Erosión |
| 19 | Niveles lumínicos |
| 20 | Vocación del suelo |
| 21 | Escurrimientos |
| 22 | Niveles sonoros |
| 23 | Uso del territorio para actividades productivas |

- Por la magnitud del impacto Benéfico Absoluto que reciben, los Componentes Ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor importancia, como sigue: Servicios e infraestructura para la mina, Desarrollo económico; Capacitación, Educación y Programas, Vocación del suelo y por último el Uso del territorio para actividades productivas
- Por la magnitud del impacto Adverso Absoluto que reciben los Subsistemas Ambientales, estos pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como sigue: Medio inerte, Medio biótico y medio perceptual
- El Medio inerte y el Medio biótico recibirán impactos adversos severos en la etapa de preparación en los componentes topografía y flora por las actividades de desmonte corte y nivelación, en el resto de los componentes no se estimaron impactos severos ni críticos
- El Medio perceptual recibirá impactos compatibles y moderados durante las tres etapas del

Proyecto. No habrá severos ni críticos

- El Medio Socioeconómico recibirá impactos Benéficos en la misma escala de los compatibles y moderados; siendo uno de los principales efectos positivos el aseguramiento de Infraestructura por la Ampliación del Depósito de Jales Secos que es una obra fundamental para el trabajo en la mina

Los impactos identificados y anticipados para las tres etapas del Proyecto en propuesta, abarcan afectaciones compatibles, moderadas e inclusive, afectaciones de naturaleza severa, así como impactos benéficos, esto se presente a manera de resumen gráfico en la Figura 5.5:

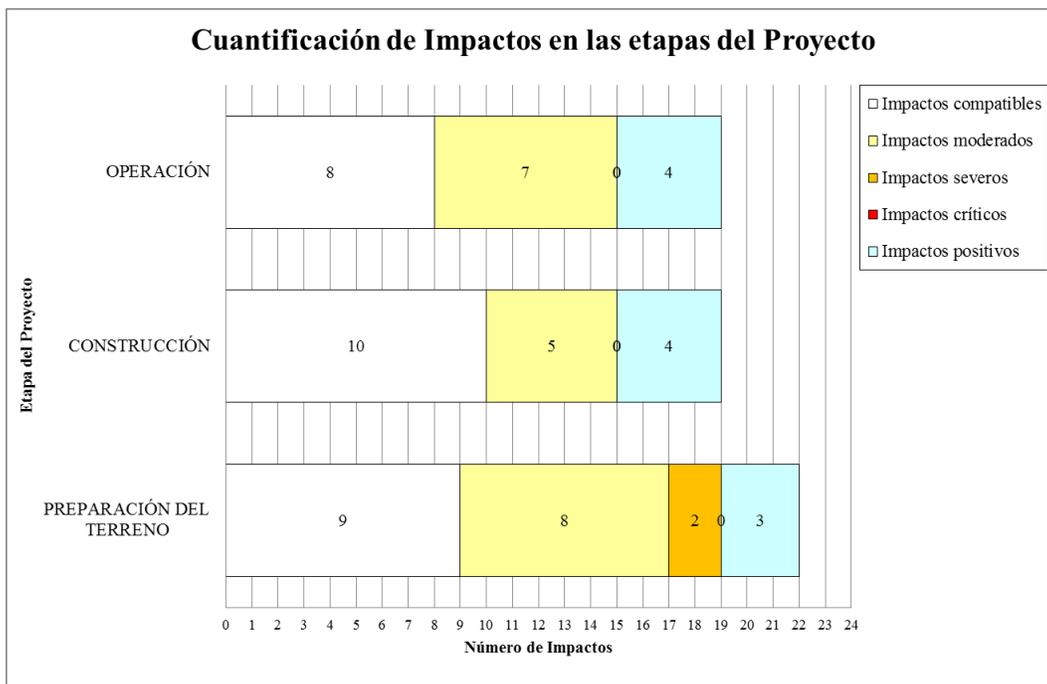


Figura 5.5. Tipos de impactos identificados y anticipados para las tres etapas del Proyecto

De acuerdo al Artículo 3o, Fracción IX del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, un impacto ambiental significativo o relevante es aquel que “provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales”.

Conforme al Proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (PEIA) desarrollado para el Proyecto “Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México”, ninguno de los impactos identificados provocará alteraciones que obstaculicen la existencia de ningún ser vivo, ni la continuidad de los procesos naturales. En estos términos, el Proyecto no generará impactos potenciales significativos o relevantes.

No obstante, las metodologías empleadas permitieron identificar los impactos potenciales, de importancia variable, que se presentarán sobre los Componentes Ambientales, a partir de la realización de las obras y actividades del Proyecto. Asimismo, la ponderación y jerarquización de los impactos permitió discernir entre los impactos Principales (de mayor importancia) y los impactos Secundarios (de menor importancia). A continuación, se presenta una descripción de los impactos potenciales Principales identificados a través del PEIA, a los cuales se les ha designado un código el cual se muestra en la siguiente Tabla 5.12.

Tabla 5.12. Principales Impactos adversos potenciales identificados (NO se identifican impactos Significativos o Críticos en este Proyecto)

| Componente Ambiental | Código | Impacto potencial | Clasificación de Impacto |
|----------------------|--------|--|--------------------------|
| Geomorfología | Ge-01 | Modificación a la topografía | Severo |
| Flora | Fl-01 | Pérdida de la cubierta vegetal en las áreas del Proyecto | Severo |

Impactos Adversos

Como se identifica en los Anexos 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4, durante la ejecución del proyecto en sus tres etapas, no se esperan impactos adversos críticos, todos se estima sean, compatibles, moderados o severos, en este sentido, los impactos que se describirán a continuación resultan ser los impactos principales estimados por el desarrollo del Proyecto, no se identificaron impactos significativos o relevantes.

Geomorfología

Ge-01 Modificación a la topografía

En la etapa de preparación y construcción se consideran numerosas actividades en toda la superficie del Proyecto que requieren cortes rellenos y compactaciones, como lo son el sistema de subdrenaje y drenaje interno del depósito, estas actividades comprenden los trabajos de excavación de zanjas, suministro e instalación de tuberías.

Se considera que este impacto será severo (preparación) a Moderado (construcción), reversible y mitigable, ya que una vez que los trabajos concluyan e inicie la operación el efecto terminará. La modificación de la topografía acarreará efectos sobre otros componentes como la continuidad paisajística, los escurrimientos, y calidad del agua por arrastres de sedimentos, la afectación a este componente se considera. Es directo y en cuanto a su concentración es puntual porque afecta sólo al área en que se produce y de forma compatible dada las condiciones del sitio (infraestructura previa existente).

Flora

Fl-01 Pérdida de la cubierta vegetal en las áreas del Proyecto

El impacto generado sobre este factor ocurrirá durante la etapa de preparación del sitio, en donde se realizará el retiro de 2.7437 Ha de vegetación forestal. Se considera que el impacto tendrá una intensidad alta con una extensión parcial debido a la superficie del desmonte. Durante las etapas de construcción y operación no habrá impactos sobre este factor debido a que el retiro de la cobertura vegetal se realizará única y totalmente durante la etapa de preparación del sitio.

Este impacto será compensado a través de actividades de reforestación que llevará a cabo la promotente.

Impactos benéficos

Además de los impactos adversos descritos anteriormente, el desarrollo del causará impactos positivos de importancia Moderada y Severa para los Componentes Infraestructura, Medio económico y Cultura En la Tabla 5. 13 se describen los impactos positivos.

Tabla 5. 13. Impactos benéficos identificados

| Factor impactado | Código | Descripción del Impacto potencial |
|--|---------------|--|
| Reutilización del agua sin aprovechamiento de aguas nacionales | In-01 | Los jales secos permiten reutilizar el agua que la Compañía requiere para sus operaciones ya que permite optimizar el uso del agua existente sin necesidad de concesiones para el aprovechamiento de aguas nacionales |
| Desarrollo económico | Me-01 | Este Proyecto generará empleos directos, indirectos y temporales. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción generará empleos temporales, mientras que durante la etapa de operación generará empleos indirectos, ya que al crecer en infraestructura de mina, se requerirán mayor número de empleados |

V.1.6 Impactos identificados por etapa del Proyecto

Considerando que los impactos ambientales Principales identificados en la Tabla 5.12 y 5.13 serán potencialmente causados en la misma etapa del Proyecto “Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México”, se elaboró la Tabla 5.14 en donde se muestran los impactos potenciales principales para cada Componente Ambiental por etapa del proyecto y los resultados de su valoración según las matrices de evaluación de impactos ambientales (Anexos 5.1, 5.2 y 5.3).

Para estos fines, es importante recordar, que durante el análisis de la matriz de ponderados (Anexo 5.4) se identificaron los principales impactos según el valor ponderado de la evaluación en las matrices de los Anexos 5.1, 5.2 y 5.3, sin embargo, se realizó una discriminación para tomar

como impactos principales aquellos que destacaban sobre el resto de los impactos generados por una obra o actividad específica, como ejemplo: en la matriz de ponderados, el valor del impacto que se obtuvo para la infiltración fue mayor que para la cobertura vegetal y la topografía, ello debido a que el impacto sobre la infiltración, sin embargo, el estrago ambiental ocasionado sobre el Factor cobertura vegetal sería de mayor relevancia el impacto sobre la infiltración y la topografía, aun cuando se presentará en la primera etapa del proyecto. En ese entendido, algunos impactos que resultaron severos según la evaluación, no fueron considerados como principales.

Tabla 5.14. Impactos potenciales Principales en cada Componente Ambiental por etapa del proyecto

| COMPONENTE | FACTORES IMPACTADOS | ETAPAS | | |
|-----------------|--|-------------|--------------|-----------|
| | | PREPARACIÓN | CONSTRUCCIÓN | OPERACIÓN |
| ATMÓSFERA | CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10) | | | |
| | CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NOx, SOx, COX) | | | |
| | NIVELES SONOROS | | | |
| | NIVELES LUMÍNICOS | | | |
| | MICROCLIMA | | | |
| GEOMORFOLOGÍA | TOPOGRAFÍA | | Na | Na |
| HIDROLOGÍA | ESCURRIMIENTOS | | | |
| | CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL - Sedimentos | | | |
| | INFILTRACIÓN | | | |
| SUELO | EROSIÓN | | Na | Na |
| | COBERTURA DEL SUELO | | Na | Na |
| FLORA | DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FLORA | | | |
| | COBERTURA VEGETAL | | Na | Na |
| | ESPECIES DE FLORA PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL | | | |
| FAUNA | DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA FAUNA | | | |
| | HÁBITAT | | | |
| | ESPECIES DE FAUNA PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL | | | |
| PAISAJE | CUALIDADES ESTÉTICAS | | | |
| | CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA | | | |
| INFRAESTRUCTURA | SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA PARA MINA | Na | | |
| CULTURAL | CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS | | | |
| | DESARROLLO ECONÓMICO | | | |
| MEDIO ECONÓMICO | USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS | Na | Na | |
| | VOCACIÓN DEL SUELO | | | Na |

| | |
|----|-----------------------------------|
| Na | No aplica impacto en esta etapa |
| | Impacto de importancia compatible |
| | Impacto de importancia moderada |
| | Impacto de importancia severa |
| | Impacto de importancia crítica |
| | Impacto positivo |

V.1.7 Evaluación de los impactos por Componente Ambiental

El proyecto "Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México" conlleva una serie de afectaciones al entorno, en grado variable desde compatibles (asimilables por el entorno), moderados (modificaciones relativamente irrelevantes o fácilmente administrables) y severos (que requieren de medidas específicas de control, mitigación, prevención o maniobras de restitución), sin llegar a impactos de importancia crítica.

A continuación, se describen los impactos relevantes que recibirá cada componente ambiental:

Atmósfera

La predicción de los impactos a la atmósfera se hizo en base a la estimación cualitativa de su comportamiento, así como una estimación cuantitativa (superficie de movimientos) en materia de generación de emisiones, según la opinión conjugada de los especialistas participantes.

En la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto los niveles de emisión se relacionarán directamente con los procesos de combustión, movimientos de materiales y tierras, así como por la operación de maquinaria y equipo necesarios.

Se considera que los dos puntos de mayor generación de emisiones corresponden al movimiento de tierras, tránsito en accesos de terracería y liberación de emisiones por maquinaria, sin embargo, se estima que el impacto es congruente con el uso y desarrollo industrial pretendido para la zona y actuales operaciones de Mina San José.

Durante la construcción del Proyecto los niveles de ruido se elevarán debido al transporte y uso de maquinaria, movimientos de materiales y equipo pesado. El incremento de los niveles sonoros será percibido, en las diferentes fases del Proyecto, sin embargo, no se espera que el nivel del ruido pueda ser apreciable a distancias mayores a 500 metros.

Geomorfología

Las excavaciones, nivelaciones y rellenos representan una modificación puntual en el relieve. La utilización de los mismos materiales en base a un balance de corte (excavación) y relleno, podrá limitar de forma importante la necesidad de consumo de materiales externos y los excedentes potenciales de roca podrán transformarse en material utilizable para relleno de porciones de obras de retención de suelos para laderas degradadas.

Se considera que las modificaciones en topografía corresponden a uno de los principales indicadores de impacto ambiental, especialmente al considerar que dichas modificaciones, se vinculan a pérdida de vegetación, pérdida de suelos, incremento en potencial de erosión, degradación del hábitat y la reducción de usos de suelo alternos para el terreno.

Hidrología

La hidrología podrá verse afectada de forma indirecta por el Proyecto por el potencial temporal de incrementar sedimentos por arrastres, especialmente en las etapas de preparación y operación (ejecución en menor medida).

La infiltración se verá afectada de manera directa en mayor medida durante la etapa de operación esto debido al sellamiento del suelo causado por los materiales aislantes que serán colocados en toda la superficie del depósito de jales secos.

Suelos

La principal afectación potencial en suelos corresponde al incremento en la tasa de erosión de recursos, especialmente al considerar otros factores tales como: pendientes, escurrimientos, pérdida de cobertura vegetal y operaciones de mina. La principal afectación al suelo será durante las actividades de preparación del área de ocupación de obras, al realizar la remoción total del suelo en el área solicitada.

Se estima que los efectos negativos sobre el recurso suelo serán intensos a nivel del sitio del Proyecto, pero congruentes con la actividad de obras requeridas, así como con las buenas prácticas aplicables a la industria minera en las diferentes etapas, tales como rescate de suelos, su almacenamiento y posterior utilización en la restitución del terreno.

Flora

Este componente ambiental será afectado de forma directa con la eliminación de la vegetación silvestre presente en el área de ocupación del Proyecto, que es una superficie de 2.7437 Ha., se considera a esta como una afectación de importancia Severa (a escala puntual) que requiere de medidas importantes a corto, mediano y largo plazo para su parcial recuperación y/o compensación.

La vegetación también será afectada de forma indirecta por la posible degradación de la calidad o condición fitosanitaria de la flora presente en la franja aledaña a las obras del Proyecto, especialmente en zonas de mayor intensidad de maniobras (accesos).

Fauna

La fauna silvestre será afectada en grado variable, dependiendo del grupo, obras y etapa. En general, se considera que el crecimiento del proyecto será gradual (no todas las obras y actividades se ejecutan al mismo tiempo), se espera que la fauna sea afectada paulatinamente.

La afectación corresponde a que las especies de fauna sensible se alejarán de las zonas cercanas al proyecto y otras con mayor grado de tolerancia permanecerán en las inmediaciones.

El Proyecto conlleva el desmonte del área de ocupación del proyecto lo que significa pérdida de hábitat de fauna local. Además, las actividades, maniobras e incremento de la presencia humana (acarreo, vehículos, movimientos, polvos, ruido, etc.) podrían ocasionar la degradación del hábitat local y un incremento en el grado de ahuyentamiento a escala puntual.

Las aves podrán ser afectadas a través de la perturbación de nidos, perchas, especialmente durante la etapa de preparación y en la etapa de operación por pérdida del hábitat.

Los mamíferos se verán afectados por alejamiento y degradación del hábitat, prácticamente en todas las etapas del proyecto.

La herpetofauna podrá verse afectada de forma directa y con mayor intensidad durante la etapa de preparación, incluyendo potencial mortalidad por descapote y movimientos de tierras.

Si bien el Proyecto implica un ahuyentamiento de fauna, por otro lado, existe la posibilidad de que algunas especies permanezcan dentro del área de trabajo, ya sea por que tengan limitada movilidad o por tolerancia a la presencia del hombre. Es posible que durante las primeras fases se puedan generar casos aislado de mortalidad por el incremento de tráfico o acciones por los trabajos de terracería.

En materia de mortalidad de fauna, se anticipa que el incremento en la presencia de personal de la empresa, incremento de rondas de vigilancia y reforzamiento en señalética para protección de fauna, podrá resultar en una reducción en la pérdida de especies de fauna silvestre, aunque a una escala local.

Paisaje

La construcción de las obras infraestructura propuesta supone la modificación de la topografía natural al alterar geoformas y por ende la continuidad paisajística. Se presentará una perturbación al paisaje a consecuencia de las modificaciones a la topografía durante la preparación, las nuevas obras durante la construcción y operación, las cuales tendrán un carácter localizado. Este efecto va en detrimento del aspecto estético de la zona y se relaciona a otros factores (vegetación, fauna, uso potencial del suelo, etc.).

Medio Económico y Social

Los impactos más importantes para el recurso económico son representados por la generación de empleos directos e indirectos, temporales y reforzamiento de empleos permanentes; así como por la derrama económica y estabilidad local que significa el desarrollo del Proyecto.

El componente Infraestructura será impactado benéficamente durante las etapas de construcción y operación derivado del incremento y mejoramiento de la infraestructura en la mina.

El factor Desarrollo económico se verá impactado durante las etapas de preparación del sitio y construcción principalmente por la generación de empleos temporales, mientras que durante la etapa de operación se verá impactada por la derrama económica y la generación de empleos indirectos que esta pueda generar dentro de la mina.

Por último, el factor Vocación del suelo será el único factor que presente impactos adversos y benéficos durante el Proyecto. Las actividades de desmonte y despalle durante la etapa de preparación impactarán adversamente este factor ya que se le quitará el potencial forestal al suelo una vez terminada esta etapa. La construcción de la infraestructura generará consecuentemente que el suelo adquiera un potencial industrial, por lo que durante la etapa de construcción tendrá un impacto benéfico. Se estima que durante la etapa de operación se continúe con el potencial industrial obtenido durante la etapa de construcción por lo que no se generarán impactos.

Impactos acumulativos

El Proyecto “Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México ” conlleva una serie de impactos, de importancia variable y grado de acumulación variable, de acuerdo a la obra y momento. Los impactos acumulativos son aquellos que pueden ser acentuados o sumados a los impactos a determinado factor ambiental, ya sean entre las obras pretendidas, obras y actividades existentes e incluso, por la dinámica natural y de uso de suelo del terreno y región.

De acuerdo a las características de ubicación del Proyecto “Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México ”, se determinó que todos los impactos evaluados en el presente documento tienen características acumulativas a los impactos generados por el resto de obras y actividades llevadas a cabo en la Mina San José, por lo que para fines descriptivos de impactos acumulativos, se descartaron aquellos impactos que aun cuando cuentan con características acumulativas, no presentan relevancia o el impacto es mínimo dentro del área de influencia. Para efectos de relevancia en la acumulación de impactos, se considera como relevante a aquellos impactos identificados que pudieran modificar sustancialmente factor evaluado. De acuerdo a esto, los impactos acumulativos del proyecto corresponden a:

- Pérdida de la cubierta vegetal en las áreas del Proyecto

El desarrollo de actividades de desmonte tendrá como consecuencia el retiro de la cubierta vegetal en el área del Proyecto, a la cual se le acumula el impacto sobre el mismo factor generado por las diferentes obras y proyectos del promovente asociados a la Mina San José.

Actualmente, el área de influencia presenta impactos significativos sobre este componente, provocados por actividades de cambio de uso de suelo de diferentes proyectos de la mina. Es importante mencionar que, como medidas compensatorias de los impactos existentes anteriormente sobre este factor, se han venido realizando actividades de vigilancia ambiental por parte de Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V.

- Modificación a la distribución espacial y temporal de fauna

Las actividades que se tienen previstas para las etapas de preparación del sitio y construcción tendrán como consecuencia la huida de ejemplares faunísticos. Este impacto se acumula a la huida de especies generada por las actividades realizadas en la Mina, la cual se encuentra próxima al área propuesta para este proyecto.

Como consecuencia del desarrollo de este proyecto, la acumulación de este impacto repercutiría en el aumento de la superficie existente en la que existe huida de especies faunísticas.

- Pérdida del hábitat

Este factor se verá afectado principalmente por la etapa de preparación el sitio, en donde las actividades de desmonte y despalme tendrán como consecuencia la pérdida del hábitat de especies de fauna. Actualmente, la zona en general presenta una degradación sobre este factor como

consecuencia de las actividades y el crecimiento de la Mina San José.

- Alteración a la continuidad paisajística

La remoción de la cubierta vegetal, modificación sobre la topografía y la integración de nuevos elementos visuales como lo es la Ampliación del Depósito de Jales Secos, generarán impactos sobre el Factor Continuidad paisajística. Estos impactos se acumularán a los impactos actuales generados por las obras asociadas a la Mina San José como lo es el mismo depósito de jales secos original. Este factor se encuentra actualmente degradado por los motivos antes expuestos, por lo que el impacto generado por este proyecto sobre este componente, y más específicamente sobre este factor se considera menor.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El presente capítulo se caracteriza por ser un instrumento de gestión ambiental que será llevado a cabo por la Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V. durante el desarrollo de las actividades del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México. Con la finalidad de planificar, definir y facilitar la aplicación de medidas ambientales destinadas a prevenir, mitigar y/o compensar los efectos previsibles producto de la ejecución del Proyecto.

Así pues, se hace necesario definir las medidas que se agruparán en función de su naturaleza con respecto a las etapas mencionadas anteriormente de acuerdo a la siguiente tipología:

- Medidas preventivas, las cuales van encaminadas a evitar en la medida de lo posible a minimizar los daños ocasionados por el Proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.
- Medidas mitigadoras o correctoras, son aquellas que se definen para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del Proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.
- Medidas compensatorias tienen por objeto producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente al efecto adverso identificado.

A continuación, se describen algunas de las medidas generales que involucran a la política que la Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V. adoptará para la ejecución de las actividades del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México.

Medidas generales

Se deberán seguir todos los procedimientos de seguridad necesarios para el desarrollo de todas las actividades enmarcadas por el Proyecto.

Se suministrará equipo de protección personal (EPP) para todo personal que labore en el Proyecto.

Se impartirán cursos de capacitación en cada una de las etapas del Proyecto. Dichos cursos estarán dirigidos a todo el personal del proyecto y serán de carácter obligatorio.

Deberá existir una Supervisión Ambiental encargada de la vigilancia y el cumplimiento de todas las medidas generales, de prevención, mitigación y compensación.

VI.1 Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos relevantes identificados

Con base en los 2 impactos principales que ocasionará el Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México identificados con la metodología de evaluación empleada (Anexo 5.4) y descritos en el Capítulo V del presente documento, se ejecutarán medidas de prevención, mitigación y compensación para los componentes ambientales en cada una de las etapas del Proyecto (Preparación del terreno, Construcción y Operación); mismas que se muestran en las siguientes tablas y se describen posterior a ellas.

Es importante mencionar que las especificaciones para el seguimiento de las medidas, se presentarán en el Programa de Vigilancia Ambiental con el que cuenta Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V., mismo que se presenta en el Anexo 6.1 del presente documento.

VI.1.1 Geomorfología

A continuación, se presentan en formato de tabla las medidas a implementar para el componente Geomorfología

Tabla 6.1. Medidas para componente Geomorfología.

| Línea estratégica | | 1. Prevención y compensación para la protección del factor ambiental: Geomorfología | | |
|----------------------|---|---|--|--|
| Impacto ¹ | Descripción de la medida ² | Etapas ³ | Recursos necesarios ⁴ | Grado de cumplimiento ⁵ |
| Geo-01 | Delimitación de áreas autorizadas | Preparación | Estacado, cintas flying, etc | Cantidad de cintas, mojoneras o estacas instaladas |
| Geo-01 | Estabilización de taludes al finalizar el proyecto (Plan de Restitución y Cierre) | Al finalizar la vida útil del proyecto | Al ser una medida muy distante en su tiempo de ejecución, no es sabido a ciencia cierta los recursos o herramientas necesarios. Es parte de la ejecución del PRC | Incorporar al plan de cierre |
| Geo-01 | Revegetación del depósito de jales (Plan de Restitución y Cierre) | Al finalizar la vida útil del proyecto | Al ser una medida muy distante en su tiempo de ejecución, no es sabido a ciencia cierta los recursos o herramientas necesarios. Es parte de la ejecución del PRC | Incorporar al plan de cierre |

1= Impacto al que va dirigida la acción 2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación
3=Etapas del proyecto en el que se realizará 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.
5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia

Descripción de la medida a aplicar en la línea estratégica

Delimitación de áreas autorizadas

Dado a que la Topografía será uno de los factores ambientales que recibirá un impacto severo, es imprescindible que dichos impactos sean única y exclusivamente en las áreas autorizadas, para lo

cual se deberá realizar una delimitación precisa de las áreas autorizadas que garanticen que las obras se limiten a estas áreas. La forma correcta de cumplimiento de la medida en primer momento es acotar el sitio donde se realizarán las actividades del proyecto y que se encuentran previamente autorizadas en materia de cambio de uso de suelo e impacto ambiental. Previo al inicio de las actividades de desmonte se delimitará con ayuda de estacado o cinta flagging el área donde se realizarán los desmontes, permitiendo así la protección de las áreas contiguas.

Estabilización de taludes al finalizar el aprovechamiento

Una vez concluida la operación del depósito de jales secos, se deberán estabilizar los taludes como medida correctiva.

Las especificaciones técnicas de esta maniobra deberán quedar sujetas al Plan de Restitución y Cierre de la Mina San José.

Revegetación del depósito de jales secos

Al igual que la medida anterior, la revegetación del depósito de jales secos será una medida de compensación la cual tendrá que ejecutarse una vez finalizada la vida útil del proyecto.

La revegetación deberá llevarse a cabo aprovechando el suelo orgánico producto del despalme de las obras del proyecto. Asimismo, los costos de la ejecución de la revegetación del depósito deberán integrarse al PRC de la Mina San José.

VI.1.2 Flora

A continuación, se presentan en formato de tabla las medidas a implementar para el componente Flora.

Tabla 6.2. Medidas para componente Flora

| Línea estratégica | | 1. Prevención y compensación para la protección del factor ambiental: Flora | | |
|----------------------------|---|---|--|---|
| <i>Impacto¹</i> | <i>Descripción de la medida²</i> | <i>Etapas³</i> | <i>Recursos necesarios⁴</i> | <i>Grado de cumplimiento⁵</i> |
| FI-01 | Rescate y reubicación de flora | Preparación | Equipo para la extracción de los individuos Personal técnico calificado | # de plantas rescatadas y reubicadas |
| FI-01 | Reforestación | Preparación, construcción y operación | Plantas, equipo, personal para mano de obra | # de individuos plantados y superficie de reforestación |

1= Impacto al que va dirigida la acción 2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación
3=Etapas del proyecto en el que se realizará 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.
5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia

Descripción de las medidas a aplicar en la línea estratégica

Rescate y reubicación de flora

Antes de comenzar las actividades de desmonte, es necesario realizar la identificación de especies susceptibles a ser rescatadas y reubicadas, teniendo énfasis en aquellas que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta identificación también tendrá énfasis sobre especies de difícil regeneración y lento crecimiento (cactáceas, entre otras).

Reforestación

Una vez llevado a cabo el desmonte de las áreas autorizadas para Cambio de Uso del Suelo, e Impacto Ambiental, será necesario iniciar con las tareas de reforestación. La reforestación se llevará a cabo con especies de flora nativas de la región, ello con la intención de acrecentar el valor natural de la zona y mantener una riqueza y diversidad acorde al lugar. Las actividades de reforestación se realizarán según lo estipulado en el programa de reforestación con el que cuenta Compañía Minera Cuzcatlán, mismo que se anexa en el presente documento (Anexo 6.2) de igual manera se anexa el programa de restitución ambiental en cual también se establecen acciones relacionadas con esta medida.

VI.2 Medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos Secundarios identificados, por componente ambiental

Para los impactos secundarios identificados, se aplicarán las siguientes medidas, agrupadas por componente ambiental, con las cuales se pretende atenuar sus efectos. Éstas medidas podrán ser integradas dentro de los reglamentos, procedimientos y/o programas que la empresa Compañía Minera Cuzcatlán S.A de C.V., elabore para la ejecución adecuada, eficiente y segura de las actividades del Proyecto en cualquiera de sus etapas, de igual manera a través de un Programa de Vigilancia Ambiental (Anexo 6.1), se especifica el seguimiento de la ejecución de las medidas propuestas con fines de llevar a cabo la supervisión y cumplimiento de las mismas.

En la siguiente Tabla se observa el impacto, el Componente Ambiental que se vería afectado por alguna obra o actividad del Proyecto, la medida propuesta para prevenir, mitigar o compensar el impacto, la clave de la medida, y el tipo de medida, ya sea preventiva (Pv), de mitigación (Mi) o compensación (Co).

VI.2.1 Atmósfera

A continuación, se presentan en formato de tabla las medidas a implementar para el componente Atmósfera.

Tabla 6.3. Medidas para componente Atmósfera.

| Línea estratégica | | 1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Atmósfera | | |
|-----------------------------|---|---|--|---|
| <i>Impacto</i> ¹ | <i>Descripción de la medida</i> ² | <i>Etapas</i> ³ | <i>Recursos necesarios</i> ⁴ | <i>Grado de cumplimiento</i> ⁵ |
| AT-01 | Humedecimiento de superficies de rodado (accesos, áreas de maniobras) | Preparación y construcción, | Camión pipa | # de riegos efectuados por semana |
| AT-01 | Control de velocidad - caminos de acceso a 15 km/h | Preparación, construcción y operación | Instalación de señalización | # de señales instaladas |
| AT-01 | El equipo y maquinaria deberán estar sujetos a revisión y mantenimiento periódico | Preparación, construcción y operación | 2 veces al mes, en taller de mantenimiento | Bitácora de cumplimiento |
| AT-01 | Prohibición de fuegos, fogatas y/o quemas | Preparación, construcción y operación | Instalación de señalamientos indicativos y/o prohibitorios | # de señales instaladas |

1= Impacto al que va dirigida la acción 2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación
3=Etapa del proyecto en el que se realizará 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.
5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia

Descripción detallada de las medidas a aplicar en la línea estratégica

Humedecimiento de superficies de rodado (accesos, áreas de maniobras)

Esta actividad pretende aglomerar las partículas disponibles en el suelo que pudieran transformarse en partículas suspendidas a raíz del tránsito de vehículos y equipo en los accesos. Esto será posible a través de humedecerlos mediante riego con una pipa equipada de aspersores.

Se propone que en temporada de lluvias (Jun-Ago) el riego se suspenda siempre y cuando el suelo se encuentre húmedo. Caso contrario, durante el periodo de estiaje se propone el riego dos veces al día: antes del inicio del turno de trabajo y antes de concluir el mismo (periodos de mayor tránsito). Esta actividad será desarrollada durante el tiempo que duren las etapas de preparación y construcción del sitio.

La medida de emergencia en caso de observar que no se cumple el objetivo de reducir la presencia de partículas suspendidas será la adición de un tercer recorrido de riego al día.

Control de Velocidad de Vehículos

Se deberá mantener un control de la velocidad de los vehículos que transitan dentro del Proyecto (según el reglamento de velocidad 15km/h), y de esta forma reducir la generación de polvos. Para la aplicación de esta medida se deberá colocar un letrero de señalización a la entrada del

Proyecto y 5 más a lo largo y ancho del Proyecto en los cuales se limitará la velocidad a 20 km/hr. Cada letrero deberá medir 60X60cm.

El equipo y maquinaria deberán estar sujetos a revisión y mantenimiento periódico

El equipo y la maquinaria al estar en un uso continuo para el desarrollo y ejecución del proyecto, suelen presentar algunos desvaríos que si no se les da el debido mantenimiento preventivo pueden ocasionar emisiones atmosféricas contaminantes.

Por lo anterior, para prevenir el posible impacto se propone la revisión y mantenimiento del equipo y maquinaria dos veces al mes durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto.

Para efectuar esta medida se deberá realizar el mantenimiento dentro de instalaciones asignadas y adecuadas para dicha actividad (taller de mantenimiento). Además, los recursos necesarios es hacer uso de la mano de obra del Proyecto (un par de mecánicos, supervisor).

Prohibición de fuegos, fogatas y/o quemas

Realizar fogatas y/o quemas de basura, materiales, desperdicios, maderas, entre otras cosas, ya sea como algo recreativo o para calentar alimentos. Sin embargo, esta actividad está prohibida.

Para llevar a cabo la ejecución de la medida, se deberán colocar señalamientos indicativos y/o prohibitorios durante toda la vida útil del Proyecto. Estos se ubicarán en las áreas de trabajo con mayor flujo de personal.

VI.2.3 Suelos

A continuación, se presentan en formato de tabla las medidas a implementar para el componente Suelo.

Tabla 6.4. Medidas para componente Suelo.

| Línea estratégica | | | 1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Suelo | |
|----------------------|---|--------------------------------|---|--|
| Impacto ¹ | Descripción de la medida ² | Etapas ³ | Recursos necesarios ⁴ | Grado de cumplimiento ⁵ |
| Su-1 | Limitar despalle únicamente a las áreas autorizadas | Preparación y construcción, | Estacado, cintas flying, etc | Cantidad de cintas, mojoneras o estacas instaladas |
| Su-1 | Rescate/recuperación y almacenamiento de suelo orgánico. Asignar un área para su almacenamiento | Toda la vida útil del proyecto | Cargador frontal Camiones de volteo de acarreo | m3 de suelo almacenado |
| Su-1 | Uso de letrinas | Preparación y construcción, | Instalación de letrinas en proporción de 1 por cada 15 trabajadores | # de letrinas instaladas |

| | | | | |
|--|--|--------------------------|---|------------------------------|
| Su-1 | Utilización de suelo rescatado para restitución de áreas afectadas | Al finalizar el proyecto | Inciertos, debido al tiempo en que se ejecutará la medida | Incorporar al plan de cierre |
| <p><i>1= Impacto al que va dirigida la acción 2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación</i> <i>3=Etapa del proyecto en el que se realizará 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia</i></p> | | | | |

Limitar despilme únicamente a áreas autorizadas

Es imprescindible que los impactos al factor Suelo sean única y exclusivamente en las áreas autorizadas, para lo cual se deberá realizar una delimitación precisa de las áreas autorizadas que garanticen que las obras se limiten a estas áreas. La forma correcta de cumplimiento de la medida en primer momento es acotar el sitio donde se realizarán las actividades del proyecto y que se encuentran previamente autorizadas en materia de cambio de uso de suelo e impacto ambiental. Previo al inicio de las actividades de desmonte se delimitará con ayuda de estacado o cinta flagging el área donde se realizarán los desmontes, permitiendo así la protección de las áreas contiguas.

Rescate/recuperación y almacenamiento de suelo orgánico (asignar un área para su almacenamiento)

Durante la etapa de preparación, específicamente durante el despilme, se realizará el rescate y/o recuperación de suelo orgánico.

Posteriormente, se deberá asignar un sitio adecuado para su almacenamiento para proteger el suelo rescatado. Este almacenamiento deberá realizarse durante toda la vida del proyecto.

Los recursos necesarios para la implementación de esta medida son cargadores frontales y camiones de volteo para el transporte del suelo. A su vez, se deberá ejecutar el monitoreo y vigilancia de las condiciones del suelo almacenado de manera mensual.

Uso de letrinas

De igual manera que el caso anterior, para mitigar el impacto al Suelo en las etapas de preparación y construcción, se deberán colocar una letrina portátil por cada 15 trabajadores, el mantenimiento de las mismas deberá de ser periódico y correr a cargo de la empresa contratista que las proporcione.

Utilización de suelo rescatado para restitución de áreas afectadas

Conforme termine la vida útil de las obras del proyecto, se deberá utilizar el suelo rescatado producto del despilme con motivos de restitución de áreas afectadas. Sin embargo, para la implementación de esta medida se deberá de revisar y vincular el PRC de la mina.

VI.2.3 Hidrología

A continuación, se presentan en formato de tabla las medidas a implementar para el componente Hidrología.

Tabla 6.5. Medidas para componente Hidrología.

| Línea estratégica | | 1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Hidrología | | |
|----------------------|--|--|---|---|
| Impacto ¹ | Descripción de la medida ² | Etapas ³ | Recursos necesarios ⁴ | Grado de cumplimiento ⁵ |
| Hi-1 | Establecimiento de puntos de monitoreo de calidad de agua | Operación, | Estación de monitoreo | Resultados de laboratorio obtenidos |
| Hi-1 | Uso de letrinas | Preparación y Construcción | Instalación de letrinas en proporción de 1 por cada 15 trabajadores | # de letrinas instaladas |
| Hi-1 | Prohibición de verter aguas residuales sobre arroyos o cualquier escorrentía natural | Preparación, construcción y operación | Instalación de señalización | Bitácora de cumplimiento |
| Hi-1 | Reforestación | Preparación, construcción y operación | Plantas, equipo, personal para mano de obra | # de individuos plantados y superficie de reforestación |

*1= Impacto al que va dirigida la acción 2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación
3=Etapas del proyecto en el que se realizará 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia*

Establecimiento de puntos de monitoreo de calidad de agua

Se deberán establecer puntos de monitoreo aguas arriba y aguas debajo del depósito de jales secos, este monitoreo permitirá detectar fluctuaciones en la calidad y poder inferir posible afectación por la presencia del proyecto al componente hidrología.

El tiempo de ejecución corresponde a la etapa de operación, y durante toda la vida útil del Proyecto.

El grado de cumplimiento corresponde a un registro en el que se presentaran los resultados obtenidos de los muestreos periódicos.

Uso de letrinas

De igual manera que el caso anterior, para mitigar el impacto a la hidrología en las etapas de preparación y construcción, se deberán colocar una letrina portátil por cada 15 trabajadores, el mantenimiento de las mismas deberá de ser periódico y correr a cargo de la empresa contratista que las proporcione.

Prohibición de verter aguas residuales sobre arroyos o cualquier escorrentía natural

Queda estrictamente prohibido verter aguas residuales sobre arroyos o cualquier escorrentía natural, esto para asegurar que no existirá afectación a la hidrología superficial en las escorrentías cercanas al proyecto.

Para llevar a cabo la ejecución de la medida, se deberán colocar señalamientos indicativos y/o prohibitorios durante toda la vida útil del Proyecto. Estos se ubicarán en las áreas de trabajo con mayor flujo de personal.

Reforestación

Una vez llevado a cabo el desmonte de las áreas autorizadas para Cambio de Uso del Suelo, e Impacto Ambiental, e incluso durante las etapas de construcción y operación, será necesario iniciar con las tareas de reforestación. La reforestación se llevará a cabo con especies de flora nativas de la región, ello con la intención de acrecentar el valor natural de la zona y mantener una riqueza y diversidad acorde al lugar. Las actividades de reforestación se realizarán según lo estipulado en el programa de restitución ambiental con el que cuenta Compañía Minera Cuzcatlán, mismo que se anexa en el presente documento (Anexo 6.2)

Las acciones de reforestación es una medida de compensación pues promoverá la retención y formación de suelo orgánico, además de incrementar la infiltración y por ende aportar a la recarga de los sistemas freáticos en la zona.

VI.2.4 Fauna

A continuación, se presentan en formato de tabla las medidas a implementar para el componente Fauna.

Tabla 6.6. Medidas para componente Fauna.

| Línea estratégica | | 1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Fauna | | |
|----------------------|--|---|--|------------------------------------|
| Impacto ¹ | Descripción de la medida ² | Etapas ³ | Recursos necesarios ⁴ | Grado de cumplimiento ⁵ |
| Su-1 | Recorridos de ahuyentamiento durante despalme | Preparación y construcción, | Equipo especializado para manejo de fauna Personal técnico calificado | Registro de incidencias |
| Su-1 | Rescate y liberación de fauna en áreas de construcción | Preparación y construcción, | Equipo especializado para manejo de fauna Personal técnico calificado | # especies liberadas |
| Su-1 | Establecimiento de señales | Toda la vida útil del proyecto | Carteles alusivos a la protección ambiental. | # señales instaladas |

*1= Impacto al que va dirigida la acción 2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación
3=Etapas del proyecto en el que se realizará 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.
5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia*

Recorridos de ahuyentamiento durante despalme

Esta actividad corresponde a una medida de prevención, ya que se realizarán recorridos matutinos de al menos 30 minutos en las zonas donde se pretende llevar a cabo los trabajos de preparación y construcción.

El tiempo de ejecución corresponde a la etapa de preparación del sitio, en específico al despalme. El responsable de esta actividad es el supervisor ambiental del Proyecto.

El grado de cumplimiento corresponde a un registro en el que se anotarán las incidencias relevantes, en caso de presentarse, durante los recorridos de ahuyentamiento.

Rescate y liberación de fauna en áreas de construcción

Esta medida corresponde a una actividad de prevención, ya que es altamente factible proteger a los individuos presentes en el área del Proyecto para realizar su captura y posterior liberación. Esta actividad puede aplicarse sobre cualquier grupo de animales presentes en el sitio.

Se instrumentará esta actividad mientras duren los trabajos de preparación del sitio (despalme en específico). El supervisor ambiental del proyecto será el responsable de esta actividad.

Se requiere de la adquisición de equipo especializado de fauna como son: kit de manejo de reptiles, trampas Sherman, trampas tomahawk, bolsas de manejo y cajas de traslado, adicionalmente Se considera una cuadrilla de 4 personas para todas las actividades de fauna (incluido ahuyentamiento).

El grado de cumplimiento se verificará a través de cuantas capturas fueron realizadas, comparándolo contra las liberaciones realizadas, debiendo registrar los datos generales de cada uno de los individuos incluyendo las coordenadas de captura y liberación. Deberá registrarse también los datos de mortandad de individuos en el sitio.

Establecimiento de señales

Se establecerán señales a alusivas a la prohibición de cazar y la prohibición de capturar especies. Se colocarán al menos 5 señales de cada una de estas leyendas en los caminos de accesos y en la cercanía de la zona operativa.

VI.2.5 Paisaje

A continuación, se presentan en formato de tabla las medidas a implementar para el componente Paisaje.

Tabla 6.7. Medidas para componente Paisaje.

| Línea estratégica | | 1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Paisaje | | |
|----------------------|--|---|--|------------------------------------|
| Impacto ¹ | Descripción de la medida ² | Etapas ³ | Recursos necesarios ⁴ | Grado de cumplimiento ⁵ |
| Pa-1 | Estabilización física, química y biológica del sitio | Al finalizar la vida útil del proyecto | Al ser una medida muy distante en su tiempo de ejecución, no es sabido a ciencia cierta los recursos o herramientas necesarios. Es parte de la ejecución del PRC | Incorporación al plan de cierre |

1= Impacto al que va dirigida la acción 2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación
3=Etapa del proyecto en el que se realizará 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.
5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia

Estabilización física, química y biológica del sitio

El impacto sobre el componente paisaje generado por el Proyecto es considerado como un impacto residual, ya que no hay medidas que prevengan o mitiguen dicho impacto. No obstante, las actividades preliminares de cierre contemplan la estabilización física de los taludes, así como la estabilización química y biológica del sitio, considerando para ello la reforestación, con lo cual se espera compensar de forma general las modificaciones al entorno visual y paisajístico.

VI.2.6 Medio Económico

A continuación, se presentan en formato de tabla las medidas a implementar para el componente Medio Económico.

Tabla 6.8. Medidas para componente Medio Económico.

| Línea estratégica | | 1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Medio Económico | | |
|----------------------|---|---|--|--|
| Impacto ¹ | Descripción de la medida ² | Etapas ³ | Recursos necesarios ⁴ | Grado de cumplimiento ⁵ |
| ME-1 | Cursos de capacitación para el desarrollo de las localidades aledañas | Continuo durante la operación | 3 sesiones anuales. Personal calificado para impartición de cursos | Registro de las sesiones. Listas de asistencia |

1= Impacto al que va dirigida la acción 2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación
3=Etapa del proyecto en el que se realizará 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.
5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia

Cursos de capacitación para el desarrollo de las localidades aledañas

El impacto que generará el Proyecto sobre el factor vocación del suelo se considera como un impacto residual, dado que ningún tipo de medida podría reducir o mitigar la pérdida del uso potencial del suelo. Sin embargo, se pretende compensar ese impacto mediante la impartición de 3 sesiones de manera anual durante la etapa operativa, dirigidas a las localidades aledañas al mismo; esto con el fin de que al terminar la vida útil del proyecto las personas conozcan y obtengan las

capacidades y herramientas para desarrollar actividades económicas con base en el nuevo uso de suelo predominante.

VI.3 Supervisión Ambiental

En general, el impacto causado por el desarrollo del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, deberá ser integrable, asimilable y/o compatible con el entorno actual. Con grados de afectación bajos a moderados sin representar un impacto residual que implique colocar en riesgo al ecosistema local o regional.

Para el efecto de control, prevención y mitigación de posibles impactos ambientales, la acción de mayor importancia por parte de la promovente, será el estricto control ambiental, vigilancia y seguimiento de las medidas establecidas, durante toda la vida útil del Proyecto. Estas acciones se realizarán a través de diferentes instrumentos que aseguren el cumplimiento de la normatividad ambiental, y a su vez la integración del Proyecto a los procesos de supervisión y auditoría, además de la correcta aplicación de las medidas y asignación de responsabilidades al personal que deberá vigilar los aspectos ambientales durante el desarrollo del Proyecto (supervisor ambientales); quienes a su vez harán uso de herramientas como listas de verificación (*check list*) para el desarrollo de sus funciones.

Como ya se ha mencionado con antelación, Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V. cuenta actualmente con, un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) realizado para para el depósito de jales secos, mismo que abarcará las actividades de supervisión de la obra, y la implementación de las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas dicho PVA se presenta en el Anexo 6.1 de la presente Manifestación de Impacto Ambiental

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este punto se describe el pronóstico ambiental para la zona, tomando en cuenta la situación actual del Sistema Ambiental (SA) y Área de Influencia (AI), los impactos del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, así como los impactos residuales del Proyecto.

En términos generales, el escenario modificado puede preverse como el sitio donde se pretenden ubicar los Componentes del Proyecto (Ampliación del Depósito de Jales Secos), rodeado de un entorno similar al que existía previo a la ejecución del mismo (Depósito de Jales secos que pretende ser ampliado, infraestructura perteneciente a la Mina San José.

Primeramente se realizó un análisis de la situación actual de los componentes ambientales en el sitio donde se pretende realizar el Proyecto, es decir, sobre el área donde se asentará el polígono de afectación del mismo y su entorno inmediato; como se presenta en la Tabla 7.1, dicha tabla es el resultado de la aplicación de los criterios utilizados para la identificación cualitativa de los impactos generales previstos para el área una vez desarrollado el Proyecto (Intensidad, Amplitud, Importancia y Signo del impacto), resumidos en la Tabla 5.6 presentada en el Capítulo V del presente documento, contra un análisis cualitativo del escenario actual.

Tabla 7. 1. Comparación de las estimaciones generales de impactos actuales y con Proyecto

| Componente Ambiental | Intensidad de la alteración | Amplitud del impacto | Importancia del impacto | Signo |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------|
| Atmósfera | Media | Puntual | Medio | - |
| Geomorfología | Media | Puntual | Menor | - |
| Hidrología | Media | Puntual | Mayor | - |
| Suelo | Media | Puntual | Media | - |
| Flora | Alta | Puntual | Mayor | - |
| Fauna | Media | Puntual | Media | - |
| Paisaje | Baja | Puntual | Menor | - |
| Infraestructura | Alta | Local | Mayor | + |
| Cultura | Baja | Local | Menor | + |
| Medio Económico | Medio | Local | Medio | + |

La comparación de 5.6 (escenario actual) con la Tabla 7.1 (escenario con Proyecto), se presenta en la Tabla 7.2, donde se muestran los cambios ya sea positivos, negativos o no representativos que traerá consigo el desarrollo del proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México.

Tabla 7. 2. Comparación de las estimaciones generales de impactos actuales y con Proyecto

| Componente ambiental | Intensidad de la alteración | | Amplitud del impacto | | Importancia del impacto | | Signo |
|------------------------|-----------------------------|--------------|----------------------|--------------|-------------------------|--------------|-------|
| | Actual | Con proyecto | Actual | Con proyecto | Actual | Con proyecto | |
| Atmósfera | Media | Media | Puntual | Puntual | Medio | Medio | - |
| Geomorfología | Media | Alta | Puntual | Puntual | Menor | Medio | - |
| Hidrología Superficial | Media | Media | Puntual | Puntual | Media | Media | - |
| Suelo | Media | Media | Puntual | Puntual | Media | Media | - |
| Flora | Alta | Alta | Puntual | Puntual | Mayor | Mayor | - |
| Fauna | Media | Media | Puntual | Puntual | Media | Media | - |
| Paisaje | Baja | Media | Puntual | Puntual | Menor | Medio | - |
| Infraestructura | Alta | Alta | Local | Local | Mayor | Mayor | + |
| Cultura | Baja | Baja | Local | Regional | Menor | Menor | + |
| Medio Económico | Medio | Alta | Local | Regional | Medio | Mayor | + |

Se debe recordar que la estimación general de impactos generados por el Proyecto, analiza exclusivamente los efectos que se producirían por el desarrollo de obras y actividades con los componentes del Proyecto en sus tres etapas (Preparación, Construcción y Operación), sin considerar la reducción o atenuación de los efectos por la aplicación de las medidas de prevención y mitigación; y la Tabla 7.1 hace una revisión del estado cualitativo de los componentes ambientales en el escenario actual a la misma escala en que se analizaron los impactos del Proyecto (Área de Influencia). Teniendo esto en cuenta, en el escenario modificado se consideran los efectos acumulativos de los impactos del Proyecto. Así, siempre predominará en la metodología comparativa para el desarrollo del escenario modificado, los impactos que cualitativamente sean de mayor intensidad, amplitud e importancia, independientemente de que estén ya presentes en el sitio, o que se generan a partir de las obras contempladas en el Proyecto.

A partir de la comparación presentada en la Tabla 7.2, es evidente que algunos de los factores ambientales se verán modificados con la realización del proyecto, sumando modificaciones a las ya existentes en la zona, no obstante debido a que el Proyecto se encuentra inmerso en un área que cuenta con numerosas alteraciones previas, se identificó que de manera general los impactos generados por la realización del Proyecto serán únicamente acumulativos, lo que quiere decir que aunque en el escenario en donde se presentan los impactos con el Proyecto los valores sean negativos o afecten de forma importante (severa) en una extensión puntual (polígonos del Proyecto), no llegarán a igualar o superar las condiciones presentes en el escenario actual.

De manera general y con base en lo observado en la Tabla 7.2 no se prevé un aumento en la intensidad e importancia de alteración para la totalidad de los componentes ambientales. Con base en la comparación realizada en la Tabla y considerando las condiciones actuales de los sitios donde se planea la construcción de la nueva infraestructura, la importancia, intensidad y amplitud de los impactos para todos los componentes ambientales no se consideran representativos.

Tampoco se espera que se presenten impactos nuevos o diferentes a los que ya se han presentado en los terrenos de la Mina San José, por tanto, las medidas de prevención, mitigación y compensación serán iguales o similares lo que da una ventaja al departamento de seguridad y medio ambiente de mina pues este ya se encuentra familiarizado con el seguimiento de medidas y supervisión ambiental en obras de igual índole.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El sitio del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, se caracteriza por ser un terreno forestal, localizado al Suroeste de la Mina San José. El sitio cuenta con acceso, apoyo de infraestructura de servicios de mina, factibilidad de conexión a red de energía de mina, suministro de agua por medio de pipas, servicios de taller, personal capacitado, oficinas administrativas y supervisión ambiental.

El Sistema Ambiental y Área de influencia presentan un mosaico de condiciones ambientales muy variadas:

- Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Tropical Caducifolio (VSBTC) o Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia (VSSBC)
- Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
- Pastizal inducido

El área de influencia del proyecto en propuesta, cuanta con una superficie de 298.525ha, en las cuales, se presenta un mosaico de condiciones ambientales otorgado por:

- Terrenos de valle y lomeríos
- Vegetación en grado variable de conservación (en proceso de recuperación o degradado)

El pronóstico ambiental se realizó en base a la interpretación de la situación actual de la zona correspondiente al Proyecto, Área de Influencia y relación con el Sistema Ambiental y Área de influencia, así como el uso de suelo actual para considerar los impactos positivos y adversos del Proyecto, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación presentadas en el Capítulo anterior, así como los impactos residuales del Proyecto.

El pronóstico del escenario, con base en las condiciones del Sistema Ambiental y dinámica, en términos de lo NO “controlable o sujeto al manejo ambiental de las actividades actuales y propuestas” por parte de Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V., con especial énfasis en la influencia de la inclusión del Proyecto, está estimado en los siguientes puntos:

- No se afectará a terrenos con cubierta forestal en buen estado de conservación, aunque si se afectará a los procesos de sucesión ecológica que pudiesen ocurrir en la zona.
- La infraestructura actual y suministro de servicios permite reducir de forma apreciable el efecto derivado de la instalación del Proyecto (servicios, talleres, insumos, personal, almacenes generales, etc. no implican huella adicional por parte del proyecto)

- La localización en las zonas externas a Mina San José, ocasiona que la fauna que transita la zona, utiliza estos terrenos como áreas de paso. El establecimiento del Proyecto, operación de extractor y presencia humana, incrementará en grado de alejamiento y la fauna silvestre transitará por los terrenos más alejadas del Proyecto

VII.2 Descripción y análisis del escenario con Proyecto

El pronóstico del escenario, considerando aquellos aspectos que si podrán ser controlados por las actividades de supervisión ambiental, inspecciones, auditorias y en general, el adecuado manejo ambiental del proyecto y actuales operaciones, se estima en los siguientes puntos:

- La actividad y presencia de Compañía Minera Cuzcatlán S. A. de C. V. continuará representando una fuente de cambio en la zona y el proyecto, se considera como incremento en la infraestructura total establecida. El equipamiento propuesto se considera de mediano perfil en términos geográficos (huella directa menor a 3 hectáreas).
- El Proyecto se considera como una obra de baja importancia en materia de impacto ambiental, siempre y cuando se lleven a cabo la implementación de las medidas de mitigación y supervisión ambiental
- El punto de mayor importancia en términos ambientales corresponde a la interacción totalizada de los planes de desarrollo minero a futuro, para los cuales será necesario continuar con los estudios, programas y actividades de reforestación y monitoreo ambiental de Mina San José
- El Proyecto debe ser considerado como una obra asociada de la Mina San José, con un alto grado de importancia por la necesidad de asegurar las operaciones dentro de la mina

En términos generales, el escenario modificado puede preverse, a escala regional, como un mosaico de terrenos forestales en variado grado de conservación, predios agropecuarios y terrenos con infraestructura y desarrollo para la minería.

De acuerdo a lo anterior, la integración de los elementos del Proyecto se hará dentro de un entorno compatible: terrenos forestales degradados o en proceso de recuperación, terrenos forestales en buen estado (que no serán afectados) e integración del Proyecto a los servicios de Mina San José.

A continuación, se describen las posibles características de cada uno de los componentes ambientales del sitio y el área de influencia, y que pueden llegar a ser afectados por la instalación y operación del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México.

Componentes abióticos

Atmósfera

En el área del Proyecto existen partículas en el aire, producto de la generación natural (polvo por viento, polen, tráfico de en accesos de terracería, etc.), especialmente en la temporada de estiaje, por tránsito vehicular de mina y poblados.

Durante la etapa de preparación y construcción del proyecto se producirán cambios en la calidad del aire debido al aumento de emisiones fugitivas de partículas (polvos) a la atmósfera, por las actividades constructivas.

Las principales emisiones a la atmósfera, por volumen, corresponden a la operación actual. Esto a partir de los procesos de combustión y operación en la Mina San José. Las emisiones corresponden a dióxido de carbono, nitrógeno y azufre.

El proyecto, desde su diseño hasta su operación, considera la aplicación de medidas de control para mantener una calidad del aire satisfactoria, tales como el aumento del riego de accesos que recibirán mayor tráfico vehicular. Las emisiones en la etapa de operación se limitan al a la suspensión de partículas de los jales secos, no obstante, estos serán recubiertos por materiales aislantes que eviten esta dispersión.

El ruido emitido resultará en niveles medios en el área inmediata al equipo y mitigado por la topografía y cubierta vegetal de áreas circundantes. El transporte de materiales y equipo, así como la operación de equipo utilizado durante la construcción y operación resultará en un incremento temporal en los niveles de ruido local. Los niveles máximos estimados de ruido generados por el tipo de maquinaria a ser utilizada en la construcción y operación no serán mayores de 90 dBA (a una distancia de 20 metros del equipo o área de maniobras con materiales). Esto significa que los niveles de ruido serán reducidos aproximadamente a 60 dBA dentro del área y bajarán a 55 dBA, salvo en momentos fugaces de alguna maniobra extraordinaria y en horario diurno.

Los niveles lumínicos se incrementarán de forma puntual y no se considera como un cambio significativo al considerar las barreras naturales del terreno (laderas, topografía y zonas con algún tipo de vegetación).

Hidrología Superficial y Subterránea

La principal afectación en hidrología corresponde al posible efecto de arrastre de sedimentos e incremento de los mismos desde el depósito de jales secos. Sin embargo, estos serán temporales a las maniobras de preparación y construcción y mitigados en la etapa de operación mediante el canal de derivación de agua pluvial, así como de acciones de mantenimiento y acciones de protección.

Componentes bióticos

Vegetación y Fauna

El Proyecto en propuesta contempla remoción de vegetación en una superficie de 2.7437 ha, aunque sin afectar masas forestales en buen estado de conservación. El Proyecto influirá en la distribución espacial de la flora y a la degradación puntual del hábitat, principalmente por posible ahuyentamiento de algunas especies de fauna que puedan utilizar al terreno.

El Proyecto está ligado a actividades actuales y adicionales en términos de reforestación y restitución del terreno en superficies degradadas, que Compañía Minera Cuzcatlán S.A. de C.V. tiene designadas.

Componente perceptual

Paisaje

El Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México se desarrollará en su totalidad dentro de terrenos con los que Compañía Minera Cuzcatlán S. A. de C. V. tiene legal posesión, e inmediatos a infraestructura similar de apoyo. Se considera que podrá incrementarse la huella visual por los equipos, accesos e incremento en la superficie del depósito de jales secos; y por lo tanto, contribuir a la disrupción de la armonía y continuidad del paisaje local, aun cuando este corresponde a un ambiente mixto y modificado (agricultura, mina, accesos, terrenos degradados).

Componente socio-económico

Social

La presencia de Compañía Minera Cuzcatlán S. A. de C. V. representa un impacto positivo significativo al componente social y económico a nivel regional y comunitario. El Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, será un factor de continuidad operacional para la región con influencia en San José del Progreso ya que se continuará aprovechando la disponibilidad de recursos humanos cercanos, e incluso, de otros municipios de Oaxaca.

El impacto de la preparación y construcción del Proyecto ocurrirá en el corto plazo para todos los contratistas y actores económicos de la zona del Proyecto, cuyas actividades socio-económicas cotidianas serían impulsadas de manera positiva y adicional a las actuales operaciones de la etapa de operación de Mina San José.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medias de mitigación

El proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José del Progreso, Oaxaca, México, comprende la integración de infraestructura de apoyo para la Mina San José:

- El polígono del Proyecto abarca una superficie total de 2.7437 hectáreas.
- La huella de infraestructura propuesta implica una superficie total de 2.7437 hectáreas.
- El Proyecto no implica la apertura de bancos de material ni nuevos depósitos pétreos. Se aprovecharán los terrenos degradados para utilizar materia orgánica de desmonte, piedra y suelos para maniobras de restauración y reforestación.
- El terreno en la actualidad corresponde a terreno forestal, degradado.

El Proyecto se desarrollará totalmente dentro de terrenos en los que Compañía Minera Cuzcatlán S. A. de C. V. cuenta con legal tenencia y con vocación compatible para infraestructura de apoyo. Dichas actividades y obras tendrán un impacto adverso adicional, a nivel puntual, en un ambiente local.

El Proyecto no modificará de forma significativa el entorno de la zona y al considerar su localización y disponibilidad de servicios, la huella requerida resulta poco relevante, tanto para el área de influencia de 298.52 ha como para el SA de 3,604.21 ha.

Las actividades que presentan la posibilidad de ocasionar impactos ambientales fueron descritas en el presente estudio. Los impactos más notorios ocurrirán sobre la topografía (por su modificación en 2.7437 ha), la vegetación (por remoción de la cubierta vegetal), suelo (remoción), fauna (alejamiento y degradación del hábitat) y paisaje (disrupción de continuidad). Los impactos que generará el proyecto han sido catalogados como Compatibles, Moderados, incluyendo dos impactos descritos como Severos (desmonte en preparación y modificación a la topografía) a una escala puntual. No se anticipan impactos de tipo Críticos. Por otro lado, el proyecto en propuesta contribuye a la estabilidad de la operación y, por lo tanto, continuidad en la derrama económica en la región.

En el presente documento también se valoró la aplicación de medidas de mitigación y prevención de los impactos esperados por el Proyecto. En base en la evaluación del impacto ambiental realizada, puede concluirse que el Proyecto no afectará significativamente el AI ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que puedan colocar en riesgo al entorno forestal y comunidad; mediante la aplicación de modernas tecnologías de construcción, equipos, materiales, distribución ordenada de los componentes del Proyecto propuesto, supervisión ambiental y estricto apego a las regulaciones y normatividad aplicable.

VII.4 Conclusiones

El Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México es parte integral de un proyecto previamente aprobado y no genera distintos a los ya evaluados y aprobados en la autorización SEMARNAT-SGPA-UGA-1067-2015.

El proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José contempla el uso eficiente del agua sin necesidad de contar con concesiones para el aprovechamiento de aguas nacionales, así como la generación de empleos y actividad económica en la zona de influencia de la Unidad Minera, donde los componentes ambientales se encuentran afectados por la influencia de las

actividades antropogénicas previas al inicio de operaciones de la mina San José. Los impactos actuales se consideran de Intensidad de alteración Baja, Amplitud Puntual e Importancia Menor.

Se prevé que los impactos serán acumulativos en los componentes: Atmosfera, Hidrología superficial, Suelo, Flora, Fauna y Paisaje. Es importante destacar que dichos impactos no llegaran a superar los valores con los que cuenta actualmente el entorno natural.

Los componentes que representa mayor alteración son la Topografía al presentar modificaciones derivadas de las excavaciones cortes y rellenos necesarios para las obras, la vegetación por las actividades de desmonte y despalle durante la etapa de preparación del sitio. El resto de los componentes afectados, (fauna, hidrología, paisaje) se verán alterados de manera puntual y como ya ha sido mencionado, resultan Compatibles y Moderados, incluyendo los dos impactos descritos como Severos que corresponden al desmonte y las modificaciones a la topografía en la etapa de preparación. De la evaluación realizada se concluye que:

- El Proyecto contempla actividades y obras de prevención, mitigación y compensación de los impactos identificados a los diferentes componentes ambientales y según la etapa en que el impacto pueda manifestarse
- El Proyecto propuesto no representa un riesgo a la salud y bienestar humano
- Una vez llevada a cabo la identificación y evaluación de los posibles impactos a generarse por el desarrollo del Proyecto, no se identificaron obras o actividades que pudieran causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas
- El desarrollo del Proyecto no comprometerá la biodiversidad en el AI y mucho menos en el SA, ello en el entendido de que las actividades de rescate y reubicación de especies animales y vegetales será una prioridad al inicio de las actividades en el área del proyecto, ello aunado a que de manera compensatoria se realizarán actividades de reforestación y en términos generales tendrá un mayor valor ecológico y ambiental pues el área del proyecto se encuentra altamente impactada y la composición de las especies vegetales es pobre en abundancia, diversidad y riqueza
- El Proyecto no provocará la erosión del suelo pues se planea el rescate de la capa de suelo orgánico-mineral en el área del Proyecto, así mismo, la implementación de algunas de las medidas de prevención mitigación y compensación generarán nuevas áreas de captación de suelos y agua, enriqueciendo ambientalmente áreas contiguas al Proyecto y por tanto del Área de influencia y Sistema Ambiental
- El Proyecto no pondrá en riesgo la calidad del agua en el Área de Influencia ni provocará una disminución en su captación, ello atendiendo a que el desarrollo de las medidas de propuestas en el Capítulo VII están acordes a la intensidad de los impactos y a que se pronostica una eficiencia en la prevención, mitigación y compensación de los impactos, generándose así nuevas áreas de captación de suelo y captación e infiltración de agua

- Con el desarrollo del Proyecto, el área seleccionada para este, se volverá más productiva en un corto plazo, ya que la puesta en marcha del proyecto, se posibilitará de manera directa trabajo para la comunidad dentro de la zona de influencia de la Unidad Minera.

Con base en lo anterior, el Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, no representa un factor de desequilibrio ecológico a nivel Área de Influencia y mucho menos a nivel local o regional, ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que representen un riesgo a la salud y bienestar humano, ni causará una inestabilidad en la funcionalidad del ecosistema, por tanto, se considera viable su ejecución y más aún si se considera la correcta aplicación de todas las medidas de prevención, control y compensación propuestas, las cuales fueron presentadas en el Capítulo VI de este documento.

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

VIII.1 Formatos de presentación

Para realizar la caracterización del medio físico, biótico, social y económico del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos en la Mina San José, San José del Progreso, Oaxaca, México, se desarrollaron diferentes acciones para evaluar la información ambiental del área donde se pretende realiza el proyecto:

- a) Evaluación preliminar del Proyecto
- b) Trabajo de campo
- c) Procesamiento de la información generada
- d) Recopilación bibliográfica de información
- e) Elaboración de un sistema de información geográfica
- f) Generación de elementos de salida

A continuación, se menciona una breve descripción de las diferentes acciones involucradas en la ejecución de la evaluación ambiental:

a) Evaluación preliminar del proyecto

Una vez que Natural Environment S.C. recibe la solicitud de Compañía Minera Cuzcatlán S.A. de C.V. para la elaboración de los estudios que integran a la Manifestación de Impacto Ambiental, se conforma el equipo de trabajo y se reúne para analizar de forma preliminar los alcances del proyecto (scoping), revisando la información general de las obras y actividades pretendidas (información proporcionada por el promovente), así como las condiciones generales del entorno, lo cual incluye la revisión de la base de datos de información geográfica que dispone Natural Environment S.C., un análisis espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT, y revisión de otras fuentes de información. Así mismo, se hace un bosquejo del polígono que representará al Sistema Ambiental y de las áreas de referencia involucradas en el proyecto, con las cuales se planean los trabajos de campo y se determinan los sitios de muestreos.

b) Trabajo de campo

Como parte de los trabajos de investigación y evaluación de las características ambientales naturales del sitio, se hicieron recorridos por las áreas involucradas en el Proyecto en el mes de Agosto de 2016, durante los cuales se levantó la información de los medios biótico, físico y socioeconómico que se presentan en el Sistema Ambiental del proyecto, empleando para ello métodos y técnicas particulares para cada componente (transectos, recorridos aleatorios, capturas, fototrampas, tomas fotográficas, identificación de huellas, entrevistas, etc.).

c) Procesamiento de la información generada

El trabajo de gabinete se inicia con el procesamiento de la información generada en campo para obtener resultados de los muestreos, además de organizar la información facilitada durante la visita por los responsables del Proyecto, para su análisis, descripción e integración al Sistema de Información Geográfica.

d) Recopilación bibliográfica de información

Se colectó información bibliográfica de otros estudios disponibles realizados en la región, incluyendo información generada previamente por Natural Environment S.C., referente al medio biótico, abiótico e infraestructura, así como información a nivel regional de diversas fuentes públicas, principalmente del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), del Servicio Geológico Mexicano (SGM), etc. incluyendo a temas como edafología, geología, uso del suelo, vegetación, topografía, climatología e hidrología superficial y subterránea.

e) Elaboración de un Sistema de Información Geográfica

Con la finalidad de asegurar el apropiado análisis de la situación ambiental del sitio donde se pretende el desarrollo del Proyecto se elaboró un Sistema de Información Geográfica (SIG) el cual consistió de los siguientes puntos:

- Estructuración funcional del sistema

En este paso se diseñó la estructura del sistema con base en las necesidades específicas del Proyecto, con esto se definieron escalas mínimas y máximas, proyecciones geográficas aplicables, zona geográfica limitada y atributos: así como, características de la topología del sistema, creando las bases para la estandarización de la información.

- Integración y estandarización de la información recopilada

Se vertió al sistema la información de las fuentes públicas oficiales citadas en el inciso anterior junto con la información generada para el Proyecto y con información adicional de otras fuentes privadas; integrándola toda en un formato digital estándar, con el fin de homogeneizar y manejar dicha información para abordar diversos planteamientos.

A continuación, en la Tabla 8.1, se enlistan los principales datos que se integraron al Sistema en esta fase:

Tabla 8.1. Datos integrados al Sistema de Información Geográfica

| Nombre | Tipo de información | Cobertura | Observaciones |
|---|--|--------------------------|---|
| Polígonos de obras y componentes (plan maestro) | Vector | Área del proyecto | Información proporcionada por el promovente |
| Polígonos de lotes y predios | Vector | Área del proyecto | Información proporcionada por el promovente |
| Plano de instalaciones de abastecimiento y vías de acceso | Vector | Área del proyecto | Información proporcionada por el promovente |
| Imagen Satelital Quickbird 2015 | Archivo raster | 25 km2 | QB Marzo 2015 – Pixel .60 cm bandas color natural y monocromatica |
| Ortofotografía INEGI | Archivo raster | f13d68 A, B, C, D, E y F | Monocromatica – Abril 1994 Píxel 1.5 m. |
| Imagen Satelital Base ESRI | Archivo raster | Mundial y Local | Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales |
| Topografía Base ESRI | Archivo raster | Mundial y Local | Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales |
| Vías de Acceso y Carreteras Base ESRI | Archivo raster | Mundial y Local | Información gratuita ESRI MAPS, imágenes locales y regionales |
| Modelo digital de elevación regionales | Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m. | Local | Generados mediante Spatial Analysis por proceso de Tin interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla) |
| Modelo de relieve regionales | Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m. | Local | Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con una equidistancia de 10 m |
| Modelo de pendientes regionales | Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m. | Local | Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con una equidistancia de 10 m |
| Modelo hidrológico regionales | Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m. | Local | Generados mediante Arc-Hidro Analysis, generando rumbo de corrientes y el flujo acumulado de precipitación, para posteriormente determinar el modelo de corrientes y el modelo de nano cuencas y cuencas hidrológicas |
| Modelo digital de elevación locales | Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente | Área del proyecto | Generados mediante Spatial Analysis por proceso de Tin interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla) |
| Modelo de relieve locales | Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente | Área del proyecto | Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable |
| Modelo de pendientes locales | Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente | Área del proyecto | Generados mediante Spatial Analysis a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable |
| Modelo hidrológico local | Generado a partir de curvas de nivel de detalle proporcionadas por el promovente | Área del proyecto | Generados mediante Arc-Hidro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable |

| | | | |
|---|---------------------------------------|----------|--|
| Modelo de clasificación espectral de la vegetación | Vector | Local | Generado a partir de fotografía Quickbird Marzo 2015 detalla del proyecto (Pixel .60 cm) |
| Carta Hidrología Superficial INEGI | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | E141203 | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta Hidrología Subterránea INEGI | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | E141203 | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta Geológica INEGI | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | E141203 | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta Edafológica INEGI | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | E141203 | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie 5 INEGI | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | E141203 | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta de Uso Potencial INEGI | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | E141203 | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta de Efectos Climáticos INEGI (Mayo - Octubre) | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | E141203 | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta de Efectos Climáticos INEGI (Noviembre - Abril) | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | E141203 | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta de Geológica Minera SGM | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | E141203 | Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano |
| Carta Propiedad Mineras SGM | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | E141203 | Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano |
| Carta Magnética SGM | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | E141203 | Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano |
| Áreas de Conservación de Aves AICAS | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Cabeceras Municipales | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Modelo de Climas Nacional | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Curvas de Nivel 100 metros | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| División Política Estatal | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Divisiones Florísticas | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Edafología | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Escurrimiento Media Anual | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Escurrimiento Total Anual | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Estaciones Climatológicas | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Estaciones Hidrométricas | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Evapotranspiración Real | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Fisionómica Estructural | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |

| | | | |
|---|-----------------------------|----------|--|
| Hidrogeología | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Hidrografía | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Hipsometría | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Insolación Media Anual | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Insolación Total Anual | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Inventario Nacional Forestal Puntos de Verificación | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Lenguas Indígenas a Nivel Municipal | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Marginación a Nivel Municipal | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Precipitación Media Anual | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Precipitación Total Anual | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Provincias Bio-Geográficas de México | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Permeabilidad de Rocas y Suelos | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Provincias Bióticas de México | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Provincias Fisiográficas de México | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Provincias Hepetofaunísticas de México | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Rasgos de Humedad Según Climas | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Redes Carreteras | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Regímenes de humedad en el suelo | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Región Terrestre Prioritaria RTP | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Región Hidrológica Prioritaria RHP | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Regiones Ideológicas de Mexico | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Regiones Hidrológicas Administrativas | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Regiones Naturales de México | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Suelos Dominantes de México | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Temperatura Media Anual | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Usos de Suelo y Vegetación Serie 3 | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |

| | | | |
|---|-----------------------------|----------|--|
| Usos de Suelo y Vegetación Serie 4 – Compuesta CONABIO | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Vegetación Según Rendowski | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto |
| Cuencas CONAGUA | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Cuencas CNA | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Cuencas Instituto de Geografía | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Sub-Cuencas CONAGUA | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONAGUA – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Plano de Políticas de Conservación CONAFOR | Vectorial temática nacional | Nacional | Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Plano de Políticas de Producción CONAFOR | Vectorial temática nacional | Nacional | Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Plano de Políticas de Restauración CONAFOR | Vectorial temática nacional | Nacional | Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Plano de Políticas No Aplicables CONAFOR | Vectorial temática nacional | Nacional | Inventario Nacional Forestal CONAFOR – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Áreas Naturales Protegidas Federales CONANP | Vectorial temática nacional | Nacional | CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Áreas Naturales Protegidas Estatales CONANP | Vectorial temática nacional | Nacional | CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Áreas Naturales Protegidas Municipales CONANP | Vectorial temática nacional | Nacional | CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación CONANP | Vectorial temática nacional | Nacional | CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Sitios RAMSAR - CONANP | Vectorial temática nacional | Nacional | CONANP Actualización 2011 - 2012 – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Grado de Peligro por Sequia | Vectorial temática nacional | Nacional | CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Grado de Riesgo por Ciclones Tropicales | Vectorial temática nacional | Nacional | CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Grado de Riesgo por Nevadas | Vectorial temática nacional | Nacional | CENAPRED Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Regionalización Sísmica CFE | Vectorial temática nacional | Nacional | CENAPRED - CFE Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Zonificación Eólica CFE | Vectorial temática nacional | Nacional | CENAPRED - CFE Actualización 2013– Corregidas Red Geodésica Nacional |
| División Ejidal ASERCA RAN | Vectorial temática nacional | Nacional | SAGARPA – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Entidades Urbanas, Rurales y Divisiones Municipales Actualizadas 2013 | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Maco Geodésico Nacional | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Uso de Suelo y Vegetación Serie 5 INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica Nacional |

| | | | |
|--|-----------------------------|----------|---|
| Modelo de Climas – Nacional Temática INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Modelo de Climas – Nacional Temática INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Modelo de Climas – Nacional Temática INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Modelo Edafológico – Nacional Temática INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Fisiografía – Nacional Temática INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Geología Fallas – Nacional Temática INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Geología Fracturas – Nacional Temática INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Sitios de Muestro de hidrogeología – Nacional Temática | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Geo-Hidrología– Nacional Temática INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Hidrología Superficial Cuencas y Sub-cuencas – Nacional Temática INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Sitios de Muestreo Hidrología superficial – Nacional Temática INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Divisiones Municipales y Estatales – Nacional Temática INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Uso Potencial – Nacional Temática INEGI | Vectorial temática nacional | Nacional | INEGI – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Imagen LandSat | Imagen Raster | Regional | Imagen link Landsat.com |
| Modelo de Paisaje Geoland | Imagen Raster | Local | Generado a partir de Modelo Jeneses |
| Muestreos de Vegetación | Información Puntual | Local | Levantamiento GPS Campo |
| Muestreos de Suelo | Información Puntual | Local | Levantamiento GPS Campo |
| Muestreos de Fauna | Información Puntual | Local | Levantamiento GPS Campo |
| Puntos de Control para Modelo de Paisaje | Información Puntual | Local | Levantamiento GPS Campo |
| Toponimia INEGI | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Poblados INEGI | Vector Temática Local | Local | Clave Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Vías de Transportación INEGI 50,000 | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Referencia topográfica puntual INEGI | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Instalaciones de Comunicación INEGI | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |

| | | | |
|---|--------------------------|----------|---|
| Cementerios INEGI | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Cuerpos de agua cercanos al área de estudio INEGI | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Modelo de escorrentías INEGI | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Coducción de agua INEGI | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Topografía INEGI | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Edificaciones Diversas puntuales INEGI | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Hidrográficos Puntuales INEGI | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Límites linderos INEGI Oficiales | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Referencia Topográfica de área INEGI | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Áreas urbanas INEGI | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Líneas de Conducción y Transmisión | Vector Temática Local | Local | Carta 50,000 INEGI E14D67, E14D67 |
| Acuíferos | Vector Temática Nacional | Nacional | CONAGUA - REPDA – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Vías de Comunicación INEGI 250,000 | Vector Temática Local | Regional | Carta 250,000 INEGI Clave F1412 |
| Áreas de Importancia Topográfica INEGI 250,000 | Vector Temática Local | Regional | Carta 250,000 INEGI Clave F1412 |
| Vías de conducción hidrológica INEGI 250,000 | Vector Temática Local | Regional | Carta 250,000 INEGI Clave F1412 |
| Sitio de anidación, refugio y alimentación | Información Puntual | Local | Levantamiento GPS Campo |
| Recomendaciones forestales | Vector Temático | Local | Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C. |
| Clases texturales | Vector Temático | Local | Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C. |
| Profundidad Efectiva del Suelo | Vector Temático | Local | Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C. |
| Limitantes Físicas | Vector Temático | Local | Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C. |
| Unidades Edafológicas FAO 70, WRB 2000 y WRB 2006 | Vector Temático | Local | Modelos generados con personal interno (Edafólogo) Natural Environment S.C. |
| Modelo de Climas Máximo | Raster - Temático | Local | Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding |
| Modelo de Climas Mínimos | Raster - Temático | Local | Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding |
| Modelo de Climas Promedio | Raster - Temático | Local | Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding |
| Modelo de Precipitación | Raster - Temático | Local | Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding |
| Modelo de Heladas | Raster - Temático | Local | Modelos generados a partir de Spatial Analyst – Modelo IDW - Spline – Kriding |

| | | | |
|---|-------------------|----------|---|
| Zonas de Recarga Natural | Raster - Temático | Local | Generados mediante Arc-Hidro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable |
| Sitios de Importancia Cultural y Arqueológica | Vector Temático | Regional | Proporcionado por el INAH |

- Creación de nuevas capas de información temática

Utilizando la información topográfica, se generó nueva información temática, como los siguientes modelos: Modelo Digital de Elevación, Modelo de Relieve, Modelo de Geformas, Modelo de Topoformas, etcétera.

- Presentación general del sistema en plataforma de ArcMap

Una vez armado el sistema, éste se presentó en formato de Proyecto con plataforma ArcMap. Dicha información se estructuró por capas ligadas a un macro.

g) Generación de elementos de salida del sistema

Se generó una plataforma de salida (layout), para lo cual fue necesario realizar una solapa en donde se muestra la información referente al plano, se determinó el sistema de coordenadas, el datum, así como la retícula.

Se nombró un norte geográfico y se procedió a la generación de planos temáticos de salida; para cada uno de ellos de creo su simbología específica.

Finalmente se determinó el tamaño de la hoja de salida (doble carta o 90 x 60 centímetros), y los planos fueron impresos en papel y en formato PDF calidad 300 DPI.

VIII.1.1 Planos definitivos

Tal como se explicó anteriormente, el SIG permitió la generación de cartografía de baja escala que fue empleada para elaborar diferentes planos que se encuentran anexos en el presente estudio.

El sistema se diseñó para presentar información de salida del SIG en forma de planos, para lo cual se crearon *layouts* para impresión en plotter y/o impresora de escritorio. El sistema permitió también presentar la información en forma de tablas, gráficas, imágenes digitales, en formatos como jpg, bmp, gif, etc; así como exportar e importar información en programas como AutoCAD y AutoCAD MAP.

En el Capítulo IX de este documento se presenta la lista de Anexos (planos y documentos) de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

VIII.1.2 Fotografías

Se presentan anexos donde se muestra el registro fotográfico de la flora y fauna silvestre observada durante los trabajos en campo.

VIII.1.3 Videos

No fue necesaria la inclusión de videos en el presente documento.

VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna

Dentro del Capítulo IV del presente documento, se incluyen las listas de especies identificadas en los estudios de Flora y Fauna llevados a cabo en el Sistema Ambiental y AI del Proyecto.

VIII.2 Otros anexos

En el Capítulo IX se presenta el listado de los anexos que aparecen de manera adjunta al presente documento. Los anexos corresponden a planos georreferenciado, documentos de descripción, las matrices de evaluación de impactos, entre otros documentos complementarios.

VIII.3 Glosario de términos

Para la Manifestación de Impacto Ambiental se consideran las definiciones contenidas tanto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como en su Reglamento en Materia de Evaluación Impacto Ambiental; algunas de las cuales se citan a continuación, además de conceptos adicionales utilizados en este estudio:

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Escenario modificado: características de los componentes ambientales que resultan de adicionar los efectos de los impactos generados por el Proyecto, al estado actual que presentan, y habiendo aplicado las medidas preventivas y de mitigación apropiadas.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto potencial: Capacidad del efecto producido por una obra o actividad específica para modificar directa o indirectamente uno o más componentes ambientales con respecto a su línea base

Impactos principales: Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida cuya importancia, expresada en términos de los atributos o parámetros de referencia del impacto (criterios de calificación numérica) y con base en los indicadores ambientales respectivos, destacan sobre el resto de los impactos generados por una obra o actividad específica, sin llegar a ser considerados como impactos significativos o relevantes.

Impactos secundarios: Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida, cuya importancia es menor a la de los impactos principales.

Impactos significativos o relevantes: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas.

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

VIII.4 Bibliografía

AOU (2012). The American Ornithologists Union, en: <http://www.aou.org/>

APG. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121.

Bhushan, N., y Rai, K. (2004). *Strategic decision making. Applying the analytic hierarchy process*. United States of America. Springer-Verlag. 2004, pp. 15-17.

CAMIMEX. (2013). *Informe Anual*. Cámara Minera de México. México D.F.

Challenger, A. (1998). *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México*. Pasado Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 847 p.

CNAH (2012). The Center for North American Herpetology, en: <http://www.cnah.org/>

CONABIO (2011). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, SEMARNAT, en: <http://www.conabio.gob.mx>

CONAFOR (2004). *Protección, restauración y conservación de Suelos forestales*. CONAFOR, México.

Cronquist, A. (1981). *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. Nueva York. 1262 p.

EPA. (01 de 07 de 2009). Code of Federal Regulations. Recuperado en Enero de 2014, de Title 40 - Protection of Environment: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2009-title40-vol15/xml/CFR-2009-title40-vol15-part70.xml>

Eugene, A.T. y H.E. Burkhat. (1983). *Forest Measurements*. McGraw-Hill. N.Y., USA. 331 p. Font-Quer P. 1953. *Diccionario de botánica*. Editorial Labor. Barcelona.

García, E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)* (2. ed. corr. y aumentada ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.

González-Elizondo, M. S. (1997). *Upper Mezquital River region, Sierra Madre Occidental, México*, In: Davis, S. D., V. H. Heywood, O. Herrera-McBryde, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton (eds.). *Centres for plant diversity: a guide and strategy for their conservation*. Vol. III: The Americas. The World Wide Fund for Nature & International Union for the Conservation of Nature - The World Conservation Union. Cambridge, UK. pp. 157-160.

González-Elizondo M.S., González- Elizondo M., Tena-Flores J.A., Ruacho-González L. y López-Enríquez I.L. (2012). Vegetación de la Sierra Madre Occidental: una síntesis. *Acta Botánica Mexicana* 100: 351-403

González Márquez, J. J., & Montelongo Buenavista, I. (Septiembre-Diciembre de 1996). *El ordenamiento ecológico del territorio como instrumento de política ambiental*. Recuperado en Marzo de 2014, del sitio web de Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco: <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/alegatos/pdfs/31/34-05.pdf>

INE (2010). Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, en: <http://www.ine.gob.mx/>

INEGI (2000). Los análisis físicos y químicos en la cartografía edafológica de INEGI, guía normativo-metodológica. Versión digital tomada de <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/normatividad/edafologia/normedaf.pdf?c=3> Noviembre 2006.

INEGI (2006a). *Guía para la interpretación de cartografía, Edafología*. Editorial INEGI. Primera reimpresión. México.

Lot, A. y Chiang F. (Compiladores). (1986). *Manual de Herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., México, D. F.

Miranda F. y Hernández-Xolocotzi E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179

Moreno N.P. (1984). *Glosario Botánico Ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (CECSA), Xalapa.

Morrone J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de biodiversidad* 76: 207 – 252.

Rzedowski J. (1978). *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México, D.F.

Porta Casanella, Jaume. López-Acevedo, M (2005). *Agenda de Campo de Suelos, Información de Suelos para la Agricultura y el Medio Ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Porta, J. López-Acevedo, M. Roquero, C (1999). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. Bilbao

Saaty, T., Vargas, L. (1994). *Decision making in economic, political, social and technological environments. With the analytic hierarchy process*. The analytic hierarchy process vol. VII. RWS Publications. USA.

Saaty, T. L. (1994). *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process*. United States of America. RWS Publications, pp. 32-33.

Saaty, Thomas L. (1997). *Toma de decisiones para líderes. El proceso analítico jerárquico la toma de decisiones en un mundo complejo*. RWS Publications. USA

SEDESOL (2010), Secretaría de Desarrollo Social, en: <http://www.sedesol.gob.mx/>

SIATL (2010). Simulador de Flujos de Agua de Cuencas hidrográficas, INEGI, en: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

Siraj, S., Mikhailov, L. and Keane, J. A. (2013). *PriEsT: an interactive decision support tool to estimate priorities from pairwise comparison judgments*. International Transactions in Operational Research. doi: 10.1111/itor.12054

SGM. (Septiembre de 2011). Panorama Minero del estado de Zacatecas. Recuperado, Agosto de 2011, de <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/ZACATECAS.pdf>

SMN (2010). Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA, en: <http://smn.conagua.gob.mx>

Amoroz, Solaegui, I. (2011). Proyecto piloto: Alfabetización con mujeres indígenas y afrodescendientes del Estado de Oaxaca, Diagnostico Regional de Valles Centrales. Gobierno del Estado de Oaxaca.

CONABIO. (2008). La Biodiversidad en Aguascalientes. Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). Aguascalientes, México.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Duran, E., Gopar, F., Velázquez, A., Faustino, L., Larrazabal, A., & Medina, C. (2007). Análisis de cambio en las coberturas de vegetación y uso del suelo en Oaxaca. En II Simposio Biodiversidad de Oaxaca, 25. . Oaxaca, México.

Lot, A., & Chiang, F. (1986). Manual de Herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México. A.C. McVaugh, R. (1984). Flora Novogaliciana 12. Compositae. Michigan : University of Michigan .

Pérez García. (2011). Reseña de "Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies)" de GARCÍA MENDOZA A.J. Y MEAVE J.A. EDS. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 132-134.

Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México (1ra. Edición digital ed.). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Rzedowski, J., & C. de, J, Rzedowski, G. (1990 - 2008). Flora del Bajío y de regiones adyacentes (Facículos). Pátzcuaro (Michoacan) : Facultad de Biología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Rzedowski, J., & G.C, de, J, Rzedowski. (2005). Flora fanerogámica del Valle de México. Pátzcuaro (Michoacan): Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Standley, P. C. (1920). Trees and shrubs of Mexico. Washington : Washington Printing Office.

Vibrans, H. (2009). Malezas de México. Recuperado el 10 de 05 de 2016, de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico>

IX. LISTA DE ANEXOS

Capítulo I

- 1.1. Acta Constitutiva de Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V.
- 1.2. Localización Regional del proyecto y vías de acceso
- 1.3. Registro Federal de Contribuyentes de Compañía Minera Cuzcatlán, S.A. de C.V.
- 1.4. Poder Legal del Representante Legal
- 1.5. Identificación Oficial y CURP del Representante Legal
- 1.6. Cédula Profesional del Responsable Técnico del Estudio

Capítulo II

- 2.1. Copia simple de resolutivo de impacto ambiental
- 2.2. Copia simple de resolutivos de CUSTF
- 2.3. Localización del Proyecto Ampliación del Depósito de Jales Secos
- 2.4. Memoria detallada de coordenadas de proyecto y obras (Impreso, Excel y Shapefile)
- 2.5. Plan maestro de Ampliación del Depósito de Jales Secos
- 2.6. Uso de suelo y vegetación (Serie V, INEGI)
- 2.7. Reporte fotográfico de condiciones actuales del sitio (infraestructura y terreno de ampliación)
- 2.8. Infraestructura existente de apoyo para el proyecto
- 2.9. Ingeniería de detalle del depósito de jales
- 2.10. Especificaciones técnicas de materiales de impermeabilizado del depósito de jal seco
- 2.11. Secuencia de disposición de jal seco
- 2.12. Manual de Operaciones y Manejo de Contingencias del Nuevo Depósito de Jales Secos
- 2.13. Diseño conceptual de cierre del depósito de jales secos
- 2.14. Informes de laboratorio (caracterización de jales)

Capítulo III

- 3.1. Anexos técnicos que vinculan al proyecto con la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003

Capítulo IV

- 4.1. Plano y Coordenadas del Área de Influencia delimitada para el Proyecto.
- 4.2. Plano y Coordenadas del Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto.
- 4.3. Localización de las estaciones meteorológicas del Sistema Meteorológico Nacional cercanas al Proyecto
- 4.4. Edafología en el Sistema Ambiental en base en INEGI serie II.
- 4.5. Descripción de los puntos de muestreo de suelos.
- 4.6. Modelo de erosión actual en el Sistema Ambiental
- 4.7. Modelo de erosión potencial en el Sistema Ambiental.
- 4.8. Modelo de hidrología superficial dentro del Sistema Ambiental.
- 4.9. Modelo de uso de suelo y vegetación de acuerdo al trabajo de campo realizado en el Sistema Ambiental.

- 4.10. Reporte fotográfico de tipos de vegetación en el Sistema Ambiental.
- 4.11. Localización de puntos de muestreo de vegetación.
- 4.12. Especies vegetales comunes en el Sistema Ambiental.
- 4.13. Plano con áreas de muestreo faunístico y localización de cámaras trampa dentro del Sistema Ambiental.
- 4.14. Reporte fotográfico de fauna.
- 4.15. Modelo de unidades de paisaje en el Sistema Ambiental.
- 4.16. Modelo de calidad visual en el Sistema Ambiental.
- 4.17. Modelo de fragilidad visual en el Sistema Ambiental.
- 4.18. Modelo de visibilidad del Proyecto en el Sistema Ambiental.
- 4.19. Localización de las localidades del Sistema Ambiental.
- 4.20. Diagnóstico Ambiental Integrado (SA)
- 4.21. Diagnóstico Ambiental Integrado en área de Influencia

Capítulo V

- 5.1. Matriz de importancia de impactos, etapa Preparación del Sitio
- 5.2. Matriz de importancia de impactos, etapa Construcción
- 5.3. Matriz de importancia de impactos, etapa Operación
- 5.4. Matriz de valoración de impactos con ponderación de factores ambientales

Capítulo VI

- 6.1. Programa de Vigilancia Ambiental
- 6.2. Programa de reforestación
- 6.3. Programa de Restitución Ambiental

ANEXO LEYENDA DE CLASIFICACIÓN

| | |
|---|---|
|   | El nombre del área del cual es titular quien clasifica: Delegación Federal de la SEMARNAT en Oaxaca. |
| | La identificación del documento del que se elabora la versión pública: Manifestación de Impacto Ambiental, No. de Bitácora: 20/MP-0054/11/16. |
| | Las partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman: Se clasifican Datos personales; Páginas 12, 13 y 14. |
| | Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) que sustenten la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma: La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el primer párrafo del artículo 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública; por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable. |
| | Firma del titular del Área:  Lic. José Ernesto Ruiz López. |
| Fecha y número de Acta de Sesión del Comité: Resolución 464/2017, con fecha 12 de octubre de 2017. | |