



- I. Unidad Administrativa que clasifica: Delegación Federal en Sonora.
- II. Identificación del documento: Se elabora la versión pública de la recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular Modalidad A, no incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A) así como su respectivo resolutivo.
- III. Partes o secciones clasificadas: La parte concerniente al Contienen DATOS PERSONALES concernientes a una persona identificada o identificable tales como: 1) Domicilio particular como dato de contacto o para recibir notificaciones. 2) Teléfono y correo electrónico de particulares. 3) OCR de la Credencial de Elector (domicilio y fotografía). 4) RFC personas físicas. 5) CURPs; los cuales se encuentran en el capítulo I de la MIA y primera página en el caso de los resolutivos. Consta de 66 versiones públicas.
- IV. Fundamento legal y razones: La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en los artículos 116 primer párrafo de la LGTAIP; 69 fracción VII y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma la Jefa de la Unidad Jurídica:

LIC. DULCE MARÍA VILLARREAL LACARRA.

"Con fundamento en artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia Por ausencia del Titular de la Delegación Federal en el Estado de Sonora, Previa designación firma el presente la Jefa de Unidad Jurídica"

Fecha de Clasificación y número de acta de sesión: Resolución 034/2019/SIPOT, en la sesión celebrada el 02 de abril de 2019.

¹ En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.



ÍNDICE

| | |
|--|----|
| ÍNDICE | I |
| INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES | i |
| I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | 1 |
| <i>I.1 Proyecto</i> | 1 |
| I.1.1 Nombre del proyecto | 1 |
| I.1.2 Ubicación del proyecto | 1 |
| I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto | 3 |
| I.1.4 Presentación de la documentación legal | 3 |
| <i>I.2 Promovente</i> | 4 |
| I.2.1 Nombre o razón social | 4 |
| I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente | 4 |
| I.2.3 Nombre y cargo del representante legal | 4 |
| I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones .. | 4 |
| <i>I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental</i> | 4 |
| I.3.1 Nombre o razón social | 4 |
| I.3.2 Registro federal de contribuyentes | 5 |
| I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio | 5 |
| I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio | 6 |
| II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 7 |
| <i>II.1 Información general del proyecto</i> | 7 |
| II.1.1 Naturaleza del proyecto | 7 |
| II.1.2 Selección del sitio | 8 |
| II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización | 9 |
| II.1.4 Inversión requerida | 10 |
| II.1.5 Dimensiones del proyecto | 10 |
| II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias | 11 |
| II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos | 14 |
| <i>II.2 Características particulares del proyecto</i> | 14 |
| II.2.1 Programa general de trabajo | 15 |
| II.2.2 Preparación del sitio | 15 |
| II.2.3 Etapa de construcción | 17 |



| | | |
|-----------|--|-----|
| II.2.4 | Construcción de obras asociadas y actividades provisionales del proyecto..... | 19 |
| II.2.5 | Etapa de operación y mantenimiento | 20 |
| II.2.6 | Etapa de abandono del sitio | 24 |
| II.2.7 | Utilización de explosivos | 25 |
| II.2.8 | Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera | 25 |
| II.2.9 | Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos | 27 |
| II.2.10 | Otras fuentes de daños | 28 |
| III. | VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO | 29 |
| III.1 | <i>Información sectorial</i> | 29 |
| III.2 | <i>Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región</i> | 31 |
| III.2.1 | Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018 | 31 |
| III.2.2 | Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 del Estado de Sonora (PED)..... | 32 |
| III.2.3 | Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 del Municipio de Caborca (PMD)..... | 34 |
| III.2.4 | Ordenamientos Ecológicos del Territorio | 35 |
| III.2.4.1 | Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Sonora . | 35 |
| III.2.4.2 | Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio..... | 37 |
| III.2.5 | Áreas de protección y conservación de recursos | 40 |
| III.3 | <i>Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental</i> | 45 |
| III.4 | <i>Normas Oficiales Mexicanas</i> | 49 |
| IV. | DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL..... | 53 |
| IV.1 | <i>Delimitación del Sistema Ambiental</i> | 53 |
| IV.1.1 | Delimitación del Área de Influencia del proyecto | 54 |
| IV.2 | <i>Caracterización y análisis del Sistema Ambiental</i> | 55 |
| IV.2.1 | Aspectos abióticos..... | 55 |
| IV.2.2 | Aspectos bióticos | 88 |
| IV.2.3 | Paisaje | 132 |
| IV.2.4 | Medio socioeconómico | 143 |
| IV.2.5 | Diagnóstico ambiental | 145 |
| V. | IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES | 172 |



| | | |
|----------|--|-----|
| V.1 | <i>Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales</i> | 172 |
| V.1.1 | Factores ambientales | 172 |
| V.1.2 | Identificación de indicadores de impacto ambiental | 174 |
| V.1.3 | Lista indicativa de indicadores de impacto | 175 |
| V.1.4 | Criterios y metodologías de evaluación..... | 177 |
| V.2 | <i>Caracterización de los impactos</i> | 196 |
| V.2.1 | Descripción de los impactos potenciales significativos o relevantes identificados..... | 197 |
| V.2.2 | Impactos identificados por etapa del proyecto | 199 |
| V.2.3 | Impactos Acumulativos | 200 |
| VI. | MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 203 | |
| VI.1 | <i>Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos relevantes identificados</i> | 203 |
| VI.2 | <i>Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos NO significativos identificados, por componente ambiental</i> | 206 |
| VI.2.1 | Atmósfera | 206 |
| VI.2.2 | Suelos | 206 |
| VI.2.3 | Flora | 208 |
| VI.2.4 | Fauna..... | 208 |
| VI.3 | <i>Evaluación de impactos con medidas</i> | 209 |
| VI.4 | <i>Impactos residuales</i> | 210 |
| VII. | PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS | 213 |
| VII.1 | <i>Pronóstico del escenario</i> | 213 |
| VII.1.1 | Descripción y análisis del escenario sin proyecto (E0)..... | 215 |
| VII.1.2 | Descripción y análisis del escenario con proyecto (E1)..... | 217 |
| VII.1.3 | Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación (E2) ... | 220 |
| VII.2 | <i>Pronóstico ambiental</i> | 222 |
| VII.3 | <i>Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental</i> | 224 |
| VII.4 | <i>Conclusiones</i> | 225 |
| VIII. | IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES | 227 |
| VIII.1 | <i>Formatos de presentación</i> | 227 |
| VIII.1.1 | Planos definitivos | 236 |



| | |
|--|-------------------------------|
| VIII.1.2 Fotografías..... | 236 |
| VIII.1.3 Videos..... | 236 |
| VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna | 237 |
| VIII.2 Otros anexos..... | 237 |
| VIII.3 Glosario de términos | 237 |
| VIII.4 Bibliografía | 238 |
| IX. LISTA DE ANEXOS, FIGURAS Y TABLAS..... | 241 |
| IX.1 Anexos..... | 241 |
| IX.2 Figuras..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| IX.3 Tablas | ¡Error! Marcador no definido. |



PROYECTO SEGUNDA AMPLIACIÓN NOCHE BUENA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular, Sector Minero

Minera Penmont S. de R.L. de C.V.

Boulevard Navarrete 227, Raquet Club

Hermosillo, Sonora

México. CP 83200

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Hoy, la actividad minera contribuye positivamente como generadora de divisas, mediante la exportación, manteniendo una balanza comercial superavitaria, conserva una aportación ascendente a la economía nacional y una notable participación en la producción mundial. Asimismo, ha tenido una influencia relevante en la orientación de los elementos troncales de la infraestructura del transporte.

Además, proporciona directamente alrededor de doscientos veinte mil ocupaciones remunerables, lo que significa que viven de ella aproximadamente un millón de mexicanos (lo que representa el uno por ciento de los empleos generados en todo el país). Minera Penmont, S. de R. L. de C.V., es parte del Grupo Fresnillo plc., el cual tiene siete centros mineros, algunos en operación y otros en exploración, todas ellos en México: Proaño, Saucito, Ciénega, San Ramón, Herradura y Juanicipio; dos proyecto lixiviación dinámica de concentrados de Fierro (Saucito) y Unidad Minera San Julián; prospectos de exploración avanzados: Centauro Profundo, Orysivo y Las Casas así como un número de prospectos de exploración a largo plazo y, en total, cuenta con concesiones mineras que abarcan aproximadamente 2.1 millones de hectáreas en México.

Fresnillo plc., que a su vez forma parte del Grupo Peñoles, tiene una fuerte y larga tradición minera, con un historial demostrado de desarrollo en proyectos mineros, de reposición de reservas, y un costo de producción en el cuartil más bajo de la curva de costos de plata y oro.

De manera más específica, Minera Penmont es una sociedad celebrada entre las empresas Newmont e Industrias Peñoles y que desde hace más de 20 años ha invertido y generado valía para el sector minero principalmente en la zona Noroeste del país. Dentro de las actividades que realiza esta empresa se encuentran las de exploración, explotación y aprovechamiento de minerales con valores de oro y plata. Actualmente, Minera Penmont cuenta con las unidad mineras La Herradura, Dipolos-Soledad y desde 2011 con la Unidad Noche Buena además de diversos proyectos de exploración.

La Unidad Noche Buena como tal, ha presentado una serie de antecedentes, los cuales se describen a continuación

- Ha sido concebido en base a diferentes etapas de exploración, iniciando con registros de minado a muy pequeña escala por gambusinos en décadas pasadas, antes de 1990.



- Hasta 1991 se da lugar un proceso formal de exploración por United States Mineral Exploration (USMX), comprendieron 51 barrenos entre 1992 y 1994.
- En 1995, USMX le concedió a Kennecoth la opción de compra para Nochebuena, llevando a cabo exploración entre 1995 y 1997 sin completarse la opción de compra.
- En Marzo de 1998, la Compañía Minera Hecla completó la compra de Nochebuena.
- Hecla fue posesionaria de las concesiones mineras entre 1998 y 1999, completando 102 barrenos a diamante y 219 barrenos de circulación inversa.
- Entre el año 2000 y 2003 no se llevaron a cabo importantes actividades de exploración debido al impacto de los bajos precios de metales.
- En el año 2004, Hecla retoma el proyecto para ejecutar 86 barrenos adicionales y colecta de una muestra de 400 toneladas del mineral de un tiro de exploración para pruebas metalúrgicas.
- En el año 2006, Hecla llega a un acuerdo con Seabridge Gold para la compra del proyecto Nochebuena y en el año 2008, Seabridge vende la totalidad del proyecto Nochebuena a Minera Penmont S de R. L. de C. V.
- La empresa para llevar a cabo sus exploraciones en la región, lo ha venido realizando en base a lo establecido en la NOM-120-SEMARNAT-2001,
- Minera Penmont Inicia la preparación y construcción del Proyecto Noche Buena, logrando con esto materializar el esfuerzo de exploración realizado desde 1990.
- Minera Penmont S de R. L. de C. V. inicia operaciones en el año 2012

En cuanto a materia ambiental se refiere, en diciembre de 2010 se ingresó el proyecto inicial de la unidad para su evaluación en materia de impacto ambiental. El 21 de febrero de 2011, se emitió el Oficio No. DS-SG-UGA-IA-0163-11, en el que se autoriza en materia de impacto ambiental el “Proyecto Noche Buena”.

Posteriormente, con fecha del 13 de diciembre de 2013, Minera Penmont ingreso la MIA del proyecto “Primer Ampliación Noche Buena”, el cual fue autorizado en materia de impacto ambiental mediante el Oficio No. DS-SG-UGA-IA-0292-13 con fecha del 09 de abril de 2013.

Como último antecedente en materia ambiental, a consecuencia de diferentes análisis metalúrgicos realizados a las muestras de mineral obtenidas, se demostró la factibilidad de explotar y procesar los recursos minerales del Tajo Año Nuevo. Dicho esto, Minera Penmont solicitó la modificación del proyecto “Primer Ampliación Noche Buena”, el cual fue autorizado en materia de impacto ambiental mediante el Oficio Num. DS-SG-UGA-IA-0187-17 de fecha 02 de marzo de 2017.

Una vez autorizado el desarrollo del Tajo Año Nuevo, se vuelve imperante la necesidad de una segunda ampliación de la unidad minera, ya que algunas obras como los son los patios de lixiviación o tepetateras no cuentan con la capacidad requerida para explotar el mineral que se tiene previsto extraer del Tajo Año Nuevo. De estas necesidades nace el diseño del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, en el que se incluye el desarrollo de 6 componentes principales, entre los que se incluyen patios de lixiviación y ampliación de tepetateras. A continuación se presentan los componentes que forman parte del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.



**Tabla 1. Componentes Proyecto
Segunda Ampliación Noche Buena.**

| ID | Obra |
|----|-------------------------------------|
| 1 | Área de Usos Múltiples Este - Norte |
| 2 | Área de Usos Múltiples Este - Sur |
| 3 | Ampliación Tepetatera Oeste |
| 4 | Ampliación de Patios de Lixiviación |
| 5 | Patio Mineral de Baja Ley |
| 6 | Área de Usos Múltiples Oeste |

En conjunto, el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena consta de 494.0367 ha, en donde los componentes denominados Áreas de Usos Múltiples son los que ocupan mayor superficie.

En base a la experiencia operativa que el Grupo Fresnillo tiene, para el presente proyecto se pretende realizar un desarrollo de manera integral en materia de sustentabilidad ambiental, lo anterior derivado de la naturaleza del proyecto y del hecho de que ya se habían desarrollado obras en la zona.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), establece que la realización de obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger al ambiente, deberán sujetarse a la autorización previa del Gobierno Federal por conducto de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) o de las entidades federativas o municipios conforme a las competencias que señala dicha Ley, así como el cumplimiento de los requisitos que se impongan una vez evaluado el impacto ambiental que pudieran originar.

Por lo anterior, se elaboró la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P), conforme a lo requerido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con base en la guía publicada por la propia SEMARNAT para las actividades del Sector Minero.

El presente estudio se elaboró entre los meses de enero de 2017 y abril de 2017, para lo cual se recopiló la documentación que había sido generada por distintas fuentes para el proyecto y se estructuró un acervo de la información ambiental regional, se realizaron visitas de reconocimiento del sitio, análisis de la información documental obtenida y de los datos obtenidos en campo, se identificaron y analizaron los posibles impactos ambientales por el desarrollo de las actividades del proyecto, se propusieron las medidas de mitigación y prevención de los impactos adversos identificados y se emitieron las conclusiones al promovente del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

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.

En el presente documento se realiza una caracterización del medio (componentes biótico, abiótico y socioeconómico) y el análisis y evaluación de los impactos que podría tener el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena en el ambiente donde se pretende desarrollar.

El análisis y evaluación de los impactos ambientales está basado en el uso de matrices de identificación y jerarquización. La metodología utilizada para la elaboración de la MIA-P 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-P son:

- 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 Segunda Ampliación Noche Buena.
- Evaluar el impacto del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, incluidos los efectos temporales, residuales y acumulativos.
- Evaluar la trascendencia de los impactos identificados tanto en un contexto temporal como espacial.
- Determinar las medidas para prevenir, mitigar, remediar o compensar los impactos negativos identificados.

La presente MIA-P 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 suscita la elaboración y presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, Sector Minero (MIA-P) se denomina “Segunda Ampliación Noche Buena” (SANB), promovido por Minera Penmont S. de R.L. de C.V. en el Anexo 1.1 se presenta el acta constitutiva que comprueba la conformación de la empresa.

A lo largo del documento, terminología como; “el Proyecto” o “Proyecto SANB”, hace 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

- Unidad Minera Noche Buena,
- Municipio de Caborca
- Estado de Sonora

El área donde se desarrolla el Proyecto Noche Buena está localizada a 59 kilómetros al Noroeste de la Ciudad de Caborca, cabecera municipal del municipio homólogo. En la Figura 1. 1 se muestra la localización de la Unidad Minera Noche Buena a nivel estatal, mientras que en el Anexo 2.1 se presenta un plano georeferenciado (DATUM WGS84; UTM-Mercator) con la localización específica del Proyecto, así como los principales accesos al sitio.

Para el acceso al Proyecto, se cuenta con un camino de terracería del tipo “C”, de acuerdo a la clasificación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), con revestimiento, de doble carril y acotamiento, que comunica a la UMNb con a la Carretera Federal No. 2 Caborca – Sonoyta (al Este del Proyecto). Este camino de 23.733 km fue ampliado por Minera Penmont en 2011, ocupando un área total de 47.466 ha, para lo cual elaboró de forma previa una Manifestación de Impacto Ambiental Particular que la SEMARNAT resolvió favorablemente (MIA “Camino de Acceso y Servicios Noche Buena, tramo Carretera Internacional – Noche Buena”, 2011).

También es posible llegar al Proyecto a través de otro camino de terracería desde La Herradura, localizada a 18 km al NO. Este camino, que inicialmente fue de exploración, fue ampliado y mejorado como parte de la MIA del Proyecto Noche Buena. La Unidad Minera La Herradura, a su vez, cuenta con un acceso en forma de terracería, transitable todo el año y mantenido por Minera Penmont desde la Carretera Estatal No. 37.

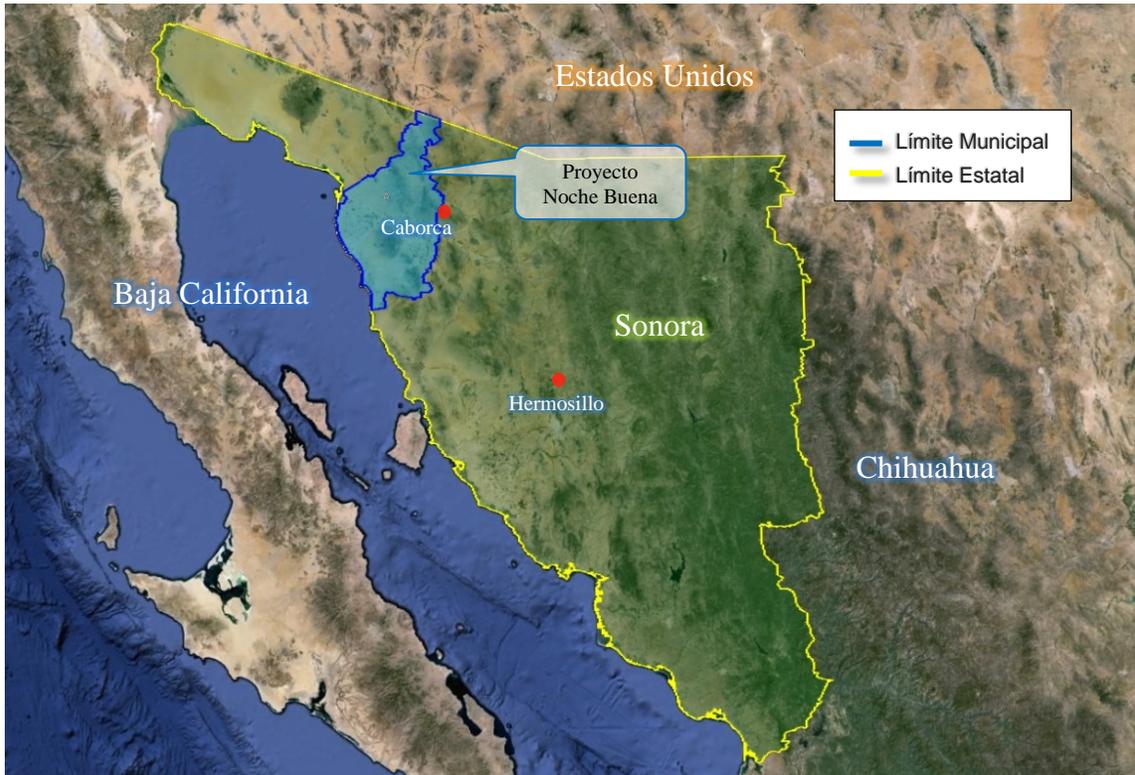


Figura 1. 1 Localización Regional de la Unidad Minera Noche Buena

Para mayores referencias, tomando como punto central el Tajo Año Nuevo, el Proyecto se localiza aproximadamente a 22 kilómetros al Sureste de la Comunidad Ejidal Juan Álvarez; a 59 km al Noroeste de Caborca; a 39 km al Este de la costa; y a 98 km de Puerto Peñasco (Figura 1. 2).

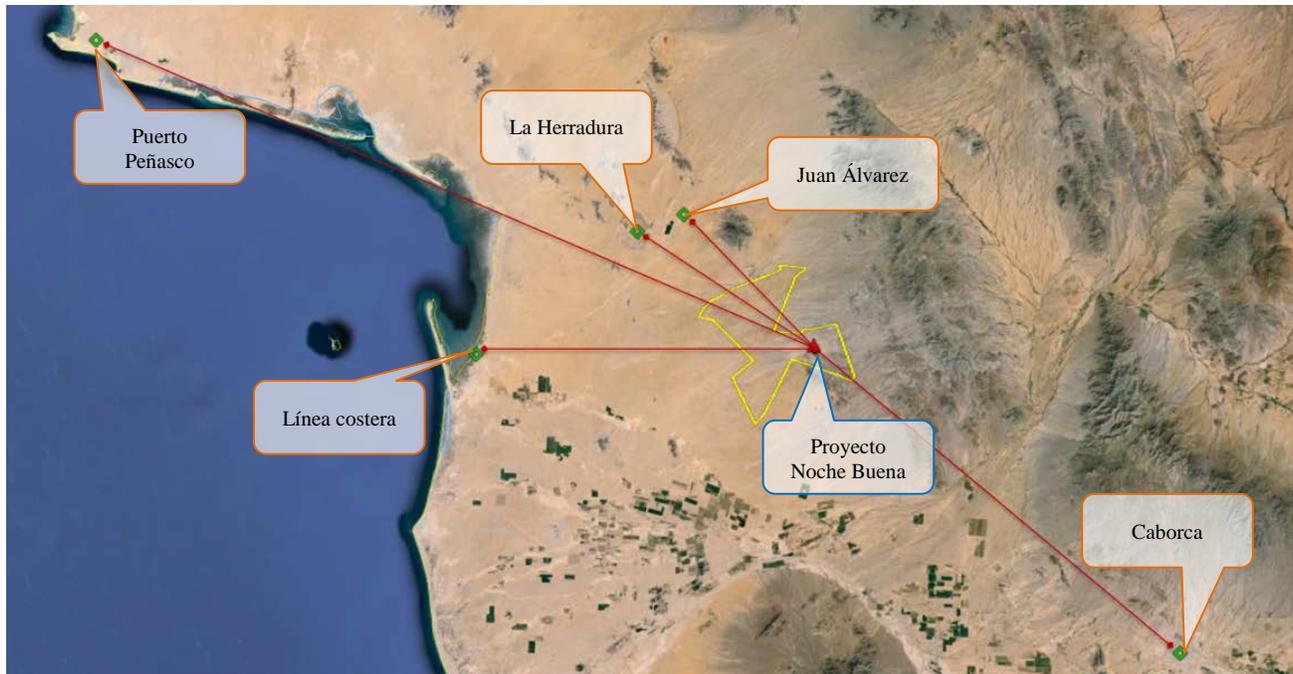


Figura 1. 2 Localización del Proyecto en referencia a sitios de interés

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo de vida útil del proyecto Segunda Ampliación Noche Buena es de 4 años, ya que es entonces cuando se pretende comenzar las actividades de cierre.

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.

La superficie del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena está localizada dentro de los terrenos propiedad de Minera Penmont S. de R.L. de C.V. En la Figura 1.3 se presenta un plano de propiedades donde se identifican los predios en cuestión.

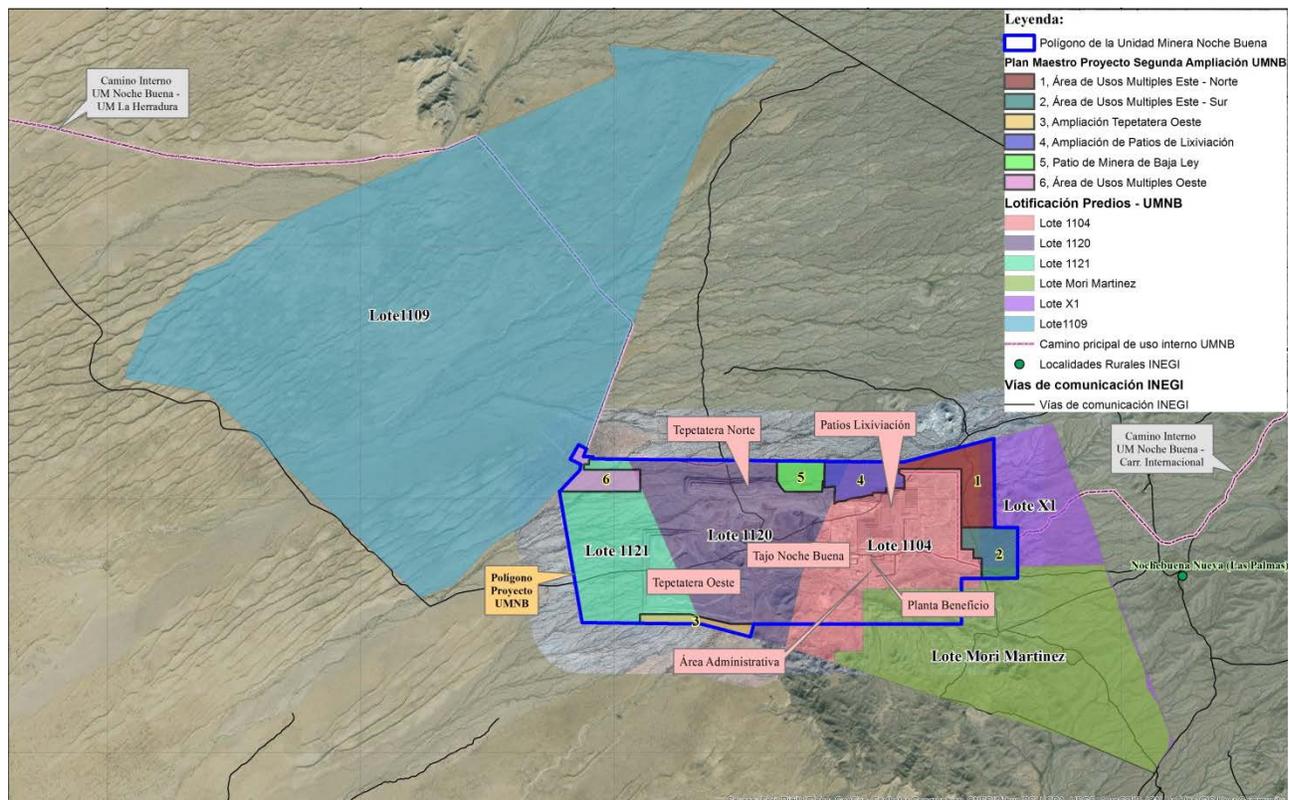


Figura 1.3. Conjunto predial para el desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena

Además, al presente documento se anexan la siguiente documentación legal consistente en:

- Acta Constitutiva de Minera Penmont S. de R.L. de C.V. (Anexo 1.1)
- RFC de la Empresa (Anexo 1.2.)
- Poder Legal del Representante Legal (Anexo 1.3)
- Identificación Oficial y CURP del Representante Legal. (Anexo 1.3)
- Cédula Profesional del Responsable Técnico del Estudio (Anexo 1.4).



I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

La razón social de la empresa titular del PRC 2013, es Minera Penmont, S. de R. L. de C. V., debidamente acreditada por la Escritura Pública No. 245,525 protocolizada ante la Fe de los Notarios Públicos No.10 y 87, los Licenciados Francisco Lozano Noriega y Tomás Lozano Molina, el 26 de Julio de 1990.

I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente

MPE-900801-AG9

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

El Representante Legal de Minera Penmont S. de R.L. de C.V. es Ricardo Abraham Esquivel Arellano, cuya Clave Única de Registro de Población (CURP) es . En el Anexo 1.3 se adjunta el documento que acredita su designación y su identificación con fotografía.

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

En la Tabla 1.1 se anota el domicilio para oír y recibir notificaciones.

Tabla 1.1. Dirección para oír y/o recibir notificaciones

| | |
|--------------------|--|
| Nombre | Ricardo Abraham Esquivel Arellano |
| Cargo | Representante Legal de Minera Penmont S. de R.L. de C.V. |
| Empresa | Minera Penmont S. de R.L. de C.V. |
| Correo electrónico | german_luna@fresnilloplc.com |
| Calle | Callejón Sin Nombre No. 209 |
| Colonia | Col. Centro |
| C. P. | 83600 |
| Localidad | H. Caborca |
| Entidad Federativa | Sonora |
| Teléfono | Tel. 01 (637) 3732200 Ext. 5000 |
| Nombre | German Liuna |

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.
 ingeniería * ciencia * tecnología
 Natural Environment S.C.



Descargo de responsabilidad

La presente Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, 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 Minera Penmont, S. de R.L. 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 Minera Penmont, S. de R.L. 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 1.4 se incluye su copia de la Cedula Profesional.

Tabla 1.2. Datos del responsable técnico del estudio

| | |
|--------------------|---|
| Nombre | Biólogo Guillermo Gómez Romero |
| RFC. | |
| CURP | |
| Cédula profesional | 2276446 (Anexo 1.4) |
| Puesto | Director del Departamento de Ingeniería Ambiental |
| Correo electrónico | gmo.gomez@megared.net.mx |

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 | |

| Nombre | Profesión | Área de participación | Firma |
|------------------------------------|---------------|--|-------|
| Francisco Alfredo Villanueva Uribe | Biólogo | Coordinación de la Manifestación de Impacto Ambiental. Descripción del proyecto, vinculación con ordenamientos jurídicos, evaluación de impactos ambientales, medidas de prevención y mitigación, escenarios futuros, edición texto | |
| Giovanni Ángeles Castro | Biólogo | Descripción del medio biótico (Flora) | |
| Víctor Hugo Marín Cruz | Geógrafo | Descripción del medio abiótico (Suelos y Paisaje) | |
| Diego Gutiérrez Valladolid | Biólogo | Descripción del medio físico (fauna) | |
| Azucena León | Biólogo | Descripción del medio físico y biótico | |
| Ignacio Jiménez López | Ing. Sistemas | Sistema de Información Geográfica (SIG) y Anexos | |
| Edén Ángeles Castro | Técnico | Auxiliar levantamiento datos en campo. Anexos fotográficos y edición | |

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

En la Tabla 1.4 se describen los generales de la empresa responsable del estudio Técnico.

Tabla 1.4. Datos de la empresa responsable del estudio

| | |
|--------------------|---|
| Nombre | Clifton Associates Ltd ^(MR) - Natural Environment S. C. |
| Calle | Florencia # 2280 |
| Colonia | Providencia |
| C.P. | 44630 |
| Municipio | Guadalajara |
| Entidad Federativa | Jalisco |
| Teléfono | (33) 3642-5735 y (33) 3630-2099 |
| Portal web | http://www.cliftonmexico.com.mx |



II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto que motiva la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-P) consiste en la ampliación de la Unidad Minera Noche Buena, mediante nuevas obras que permitirán la correcta operación del Tajo Año Nueva, recientemente diseñado y autorizado en materia de impacto ambiental. En este sentido, se pretende desarrollar obras como lo son patios de lixiviación, tepetateras, patios de baja ley, accesos y casetas de vigilancia.

La información derivada de los análisis metalúrgicos realizados a las muestras de mineral obtenidas, así como de estudios que se han realizado en el área, han demostrado la factibilidad de explotar y procesar los recursos minerales del Tajo Año Nuevo, del cual se pretende extraer 50,800,000 ton de mineral. El desarrollo del Tajo Año Nuevo supondría la necesidad de diseñar y construir un conjunto de obras que se prevén indispensables para el correcto funcionamiento del proceso.

El Tajo Año Nuevo se desarrollará en la zona Sureste del polígono de la unidad minera, a aproximadamente 4.2 km de la tepetatera norte (actualmente operando en la unidad) y a aproximadamente 3.4 km de la tepetatera Oeste (actualmente operando, y la cual se pretende ampliar); sin embargo, la capacidad de almacenamiento de estas tepetateras se vería ligeramente rebasada por la necesidad de disposición del Tajo Año Nuevo, por lo que se pretende realizar una ampliación de la Tepetatera Oeste.

En cuanto al mineral explotado del tajo, será depositado en los patios de lixiviación para su beneficio; sin embargo la cantidad de mineral que se prevé extraer (50,800,000 ton) supera la capacidad de los patios de lixiviación con los que actualmente cuenta la unidad. Así pues, como parte del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, se contempla la ampliación de los patios de lixiviación, de forma que se incremente la capacidad de los patios existentes (54,419,000 ton. adicionales).

La presente ampliación de la Unidad Minera Noche Buena, contempla la construcción y operación de un patio de mineral de baja ley, el cual pretende mejorar el manejo del mineral en la unidad. De esta forma, en caso de que sea económicamente viable, dicho mineral será procesado; sin embargo, en caso de que no sea económicamente viable, el patio de mineral de baja ley será manejado de la misma forma que las tepetateras.

Por otra parte, la ubicación del Tajo Año Nuevo conlleva a la necesidad de reubicar los accesos y casetas de vigilancia que actualmente se encuentran ubicados en dicha superficie. De esta forma, se pretende construir nuevos caminos ubicados al Este de Tajo, los cuales se conectarán con los ya existentes. Estas modificaciones implican algunas acciones por consecuencia, como lo es la reubicación de las casetas de vigilancia, las cuales se pretenden recorrer a la periferia del polígono de la Unidad Minera. Para el desarrollo y reubicación de estos accesos y casetas de vigilancia, se diseñaron los componentes denominados “Áreas de Usos Múltiples” dentro de los cuales se pretende

desarrollar accesos, casetas de vigilancia y áreas de rodamiento contiguas a las casetas para estacionamientos y revisión de vehículos. En este sentido, se solicita la autorización de dicha área ya para contar con diferentes opciones para el trazo de los accesos y por ende, de la ubicación de casetas y áreas de rodamiento.

El Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena incluye el desarrollo de obras y actividades ajenas al desarrollo del Tajo Año Nuevo, como la ampliación de la Tepetatera Oeste (cuenta con autorización vigente), y la construcción de un acceso y caseta de vigilancia en el límite Noroeste del Proyecto, en donde se solicita un área de usos múltiples.

De esta forma, el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena consta de 3 obras y 3 áreas de usos múltiples, en donde se pretenden realizar obras como accesos, casetas de vigilancia, áreas de rodamiento y canales de derivación.

Tabla 2. 1. Componentes del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena

| ID | Obra |
|-----------|-------------------------------------|
| 1 | Área de Usos Múltiples Este - Norte |
| 2 | Área de Usos Múltiples Este - Sur |
| 3 | Ampliación Tepetatera Oeste |
| 4 | Ampliación de Patios de Lixiviación |
| 5 | Patio Mineral de Baja Ley |
| 6 | Área de Usos Múltiples Oeste |

El diseño y la ingeniería del proyecto se fundamentan en un principio de sustentabilidad, pues al mismo tiempo que se busca la reducción de costos de operación, maximizando la eficiencia de los procesos, se tiene en primer plano la política de prevención de impactos sobre la de mitigación o compensación. Estos principios serán respaldados durante todas las etapas del Proyecto por el Programa de Monitoreo y Manejo Ambiental, descrito más adelante en este documento.

Si bien las actividades mineras que se desarrollan en la Unidad Minera Noche Buena han generado un incremento en la importancia económica de los municipios y localidades cercanas, el desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena supone un incremento significativo en los aspectos socioeconómicos que genera el sector en la región, favoreciendo mayormente de forma directa e indirecta a las localidades más cercanas, pues de estas localidades se pretende obtener la fuerza laboral para la ejecución del Proyecto, a la vez que se generará una mayor derrama económica.

II.1.2 Selección del sitio

La selección del sitio a nivel proyecto y está determinada en función de los resultados de la etapa de exploración y de la conformación geológica del yacimiento.

Los criterios técnicos para la selección del sitio son:



- Optimizar la ocupación y utilización de los sitios con uso de suelo industrial – minero,
- La conformación del patio de lixiviación y su relación con la ubicación de los tajos de la Unidad Minera Noche Buena.
- Criterios de seguridad para el tránsito de camiones fuera de carretera o yucles y el tránsito de vehículos ligero y de personal.
- La titularidad de los predios a nombre de Minera Penmont.
- Factibilidad y diseño de obras y ampliaciones

Los criterios Socioeconómicos:

- Para Minera Penmont es muy importante contar con superficies de crecimiento con el correcto uso de suelo, en este caso el uso de suelo que se solicita es el de minero industrial, esta condición le permitirá responder con presteza sus necesidades crecimiento y ampliación, haciéndola competitiva al responder con presteza a las condiciones del mercado.
- Contar con un plan de crecimiento, como el que se presenta en el este Proyecto, da certeza a las actividades y aficionando los procesos mineros y de servicios.

Los criterios Ambientales que sustenta el Proyecto son:

- Reducir las distancias de acarreo de mineral, lo que representa un menor consumo de combustibles y una menor dispersión de polvos a la atmósfera.
- Se pretende un mayor control sobre la ocupación de superficies, respetando los límites colindantes con áreas forestales y plasmando un plan de crecimiento ordenado y funcional.
- La correcta aplicación de las medidas y procedimientos de control ambiental, aplicados en el Sistema Integral de Gestión, permitirán mitigar y disminuir de manera eficiente los impactos derivados de la operación del Proyecto.
- Se realizará la correcta conservación de la reserva territorial de la empresa, en terrenos no industriales, concentrando sus actividades en los polígonos con uso de suelo minero industrial.
- Se realizará un estricto control para la ocupación de las áreas que integran la superficie del Proyecto, ya que solo se realizará el desmonte estrictamente necesario, resguardo el resto de la superficie como zona de no ocupación.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena se localiza en el municipio de Caborca, en el Noroeste del estado de Sonora, a 58 kilómetros de la cabecera Municipal de Caborca y 98 de Puerto Peñasco. Las obras que componen el presente proyecto se ubican en los terrenos propiedad de Minera Penmont S. de R.L. de C.V., en donde se encuentra ubicada la Unidad Minera Noche Buena.

En el Capítulo I.1.2 de la MIA-P se presenta la ubicación regional del Proyecto, así como sus vías de acceso. Para la localización específica del proyecto, la Figura 2.1 muestra la ubicación de las zonas generales del proyecto.

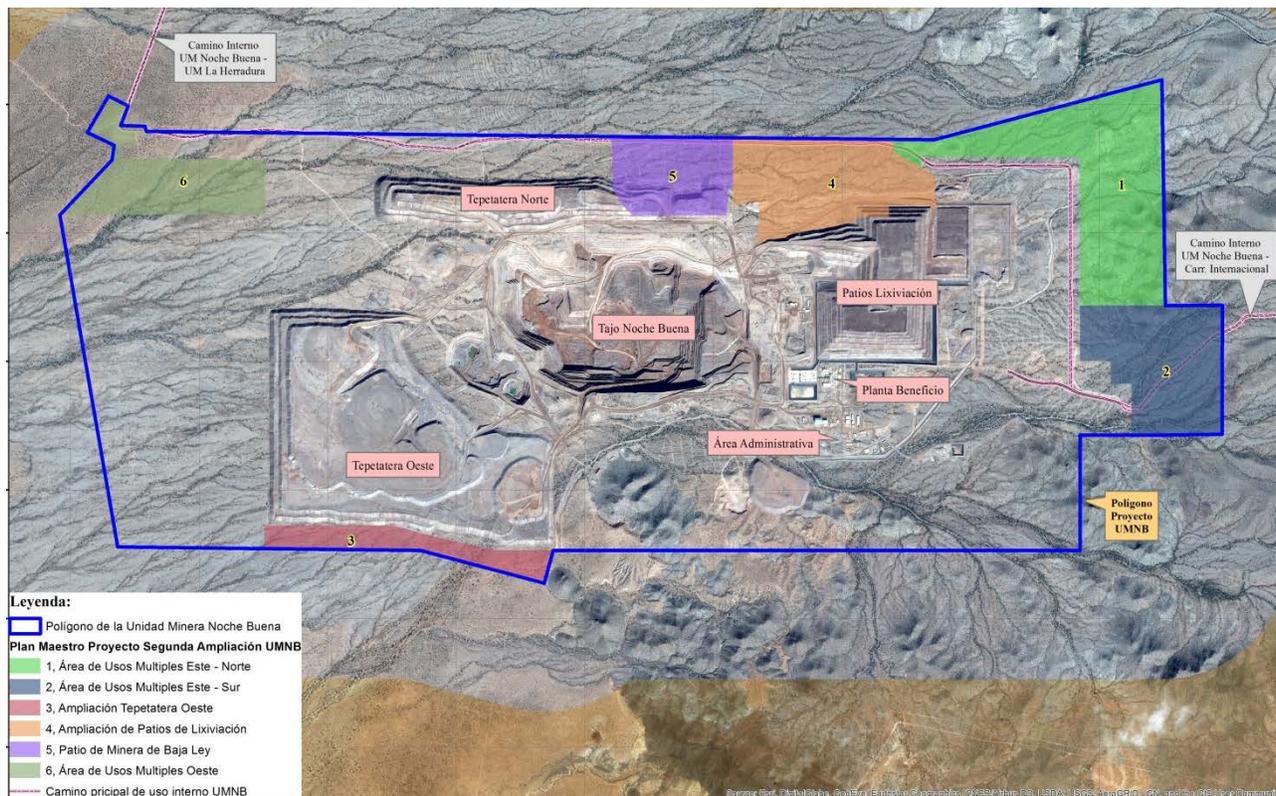


Figura 2.1. Categorización de las obras del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena

Las coordenadas de cada uno de los polígonos que envuelven a los grupos de obras del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena se presentan en el Anexo 2.2. Estas mismas coordenadas se presentan en formato electrónico dentro del CD que acompaña esta MIA-P, junto con los archivos en formato shape (.shp) de los polígonos involucrados.

Las coordenadas están en el Sistema UTM, Datum WGS84, Zona 13 R.

II.1.4 Inversión requerida

El Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena tendrá una inversión estimada de \$30,042,340 USD. De este monto, se pretende utilizar el 1% de este monto para aspectos ambientales.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

El Proyecto consta de 6 obras que en conjunto abarcarán un área total de 494.0367 hectáreas. En la siguiente tabla se muestra la superficie de cada una de las 6 obras.

Tabla 2.2. Superficies requeridas para el desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena

| | Obra | Área m2 | Hectáreas |
|---|-------------------------------------|--------------|-----------|
| 1 | Área de Usos Múltiples Este - Norte | 1,454,811.00 | 145.4811 |
| 2 | Área de Usos Múltiples Este - Sur | 911,615.93 | 91.1615 |

| | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------|-----------------|
| 3 | Ampliación Tepetatera Oeste | 390,837.83 | 39.0837 |
| 4 | Ampliación de Patios de Lixiviación | 932,598.02 | 93.2598 |
| 5 | Patio de Minera de Baja Ley | 547,278.87 | 54.7278 |
| 6 | Área de Usos Múltiples Oeste | 703,225.27 | 70.3225 |
| | TOTAL | 4,940,366.92 | 494.0367 |

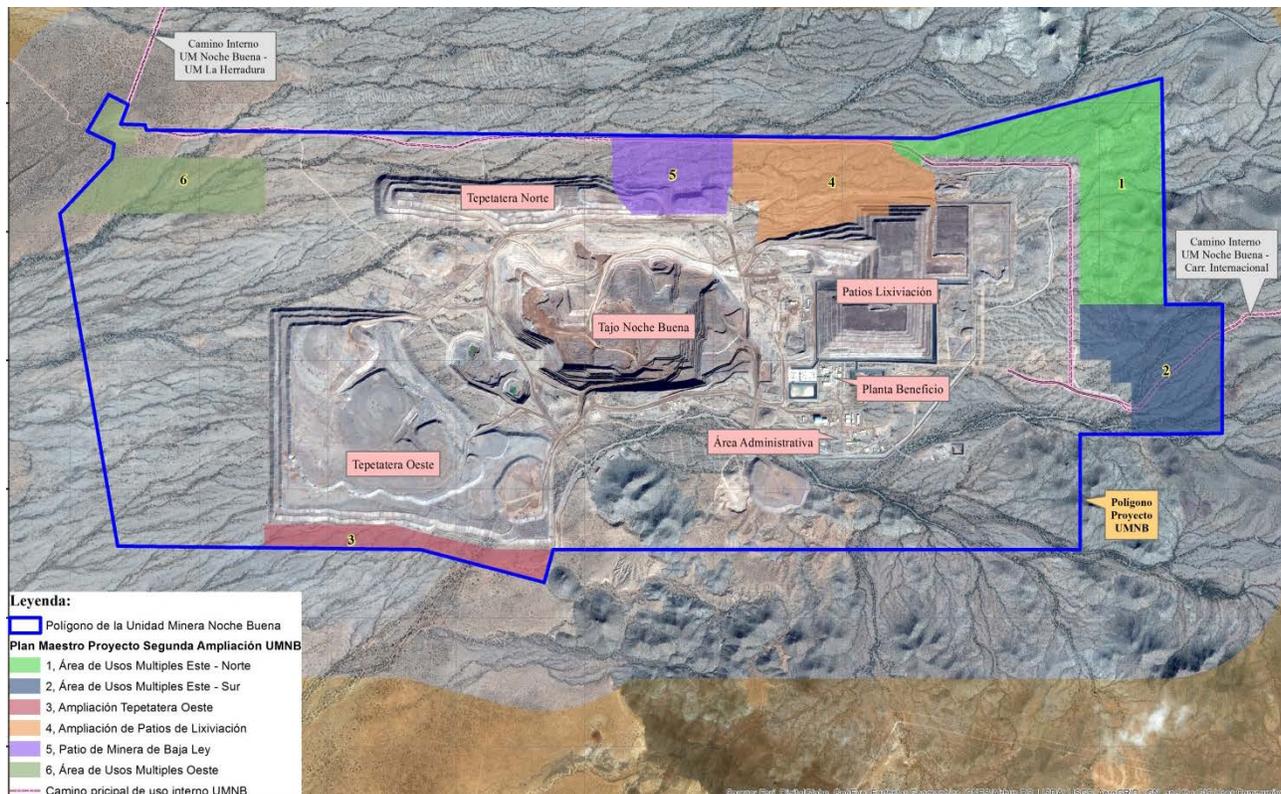


Figura 2.2. Categorización de las obras del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena

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

Usos de suelo

Para un análisis detallado acerca del uso del suelo en las áreas donde se pretende desarrollar el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, se cargó la información digital más actualizada al Sistema de Información Geográfica (SIG) del Proyecto, sobre el Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000 Serie V (Capa Unión), recuperada directamente del sitio web del Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI). Posteriormente, con el grupo de especialistas de diferentes disciplinas que participa en la elaboración de este estudio y que estuvo presente en los trabajos de campo, se elaboró una interpretación de los usos actuales del suelo para el Sistema Ambiental del Proyecto, cuya delimitación y características se describen en el Capítulo IV de esta MIA.

Según la información digital generada y actualizada por el INEGI (metadatos de la Serie V, 2013), el Sistema Ambiental del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena está compuesto por 7

usos de suelo, principalmente por Vegetación de Desiertos Arenoso (49.29%), Matorral Desértico Micrófilo (30.41%) y Matorral Sarcocaulé (17.86%); además de algunas otras superficies con usos de suelo de Asentamientos Humanos, Pastizal Inducido, Agricultura de Riego Anual y Permanente y Vegetación Halófila Xerófila.

Más específicamente, el polígono del Proyecto está ubicado casi en su totalidad sobre Matorral Desértico Micrófilo. En la siguiente tabla se muestra la superficie de cada uno de los usos de suelo en el Sistema Ambiental

Tabla 2.3. Usos de suelo y vegetación Serie V, INEGI

| Clave | Tipo de Vegetación | AREA | HECTARES |
|-------|---|----------------|-------------|
| AH | Asentamientos Humanos | 117,925.67 | 11.7926 |
| MDM | Matorral Desértico Micrófilo | 237,574,555.80 | 23,757.4556 |
| MSC | Matorral Sarcocaulé | 139,512,226.61 | 13,951.2227 |
| PI | Pastizal Inducido | 4,906,275.74 | 490.6276 |
| RAP | Agricultura de Riego Anual y Permanente | 3,817,333.00 | 381.7333 |
| VD | Vegetación de Desiertos Arenosos | 385,061,742.55 | 38,506.1743 |
| VH | Vegetación Halófila Xerófila | 10,177,837.99 | 1,017.7838 |

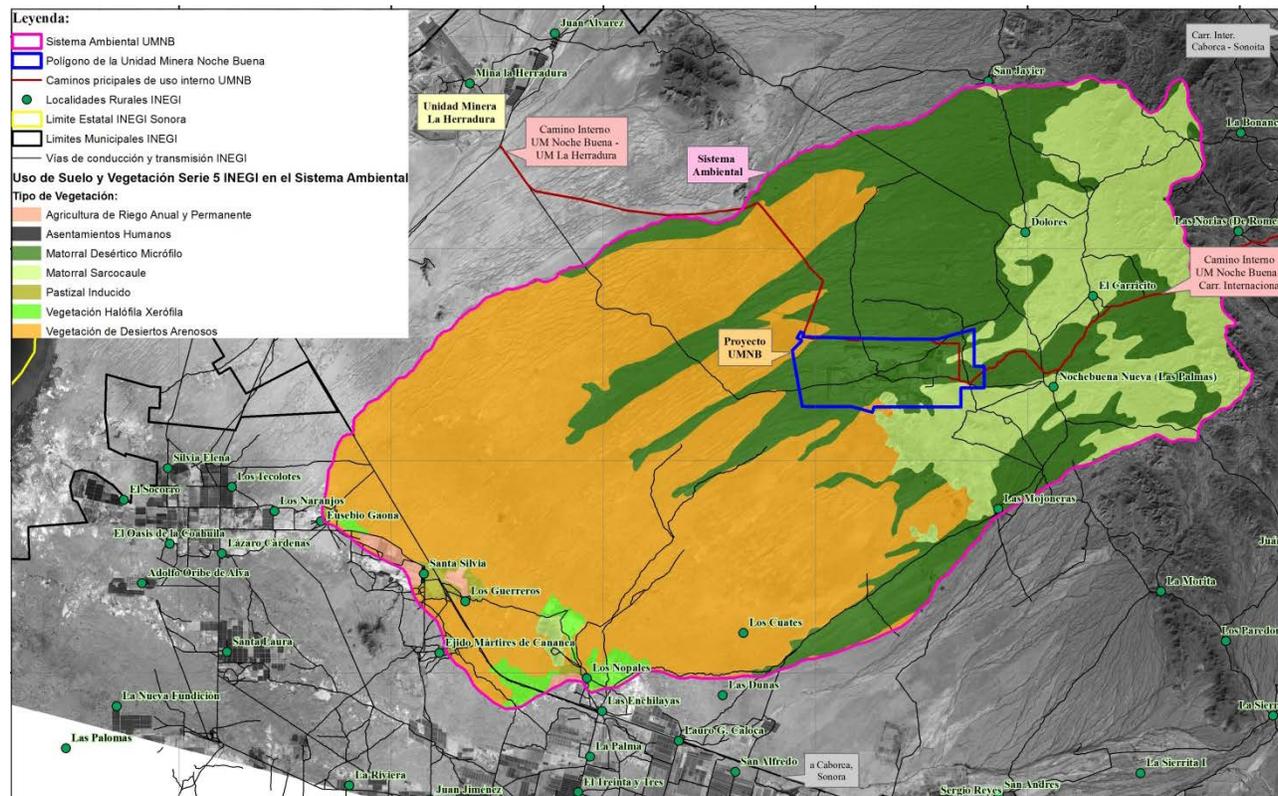


Figura 2.3. Usos de suelo y vegetación Serie V, INEGI en SA

Es necesario hacer notar que el INEGI no ha registrado en su cartografía la existencia de las obras y actividades mineras e industriales que se llevan a cabo dentro del mismo Sistema Ambiental; como es el caso de la Unidad Minera Noche Buena.

Por otra parte, de acuerdo a los recorridos de campo y con base en los muestreos de vegetación realizados, se generó una interpretación de los usos actuales del suelo para el Sistema Ambiental del Proyecto, cuya delimitación y características se describen en el Capítulo IV de esta MIA. En esta interpretación muestra que el Sistema Ambiental está compuesto principalmente por áreas de Matorral Sarcocaulé (Noreste), Matorral Desértico Micrófilo (Centro) y Vegetación Desiertos Arenosos (Suroeste), además de uso de suelo Minero Industrial puntualmente por la Huella de la Unidad Noche Buena, y agrícola en el extremo Suroeste del SA (Figura 2.4).

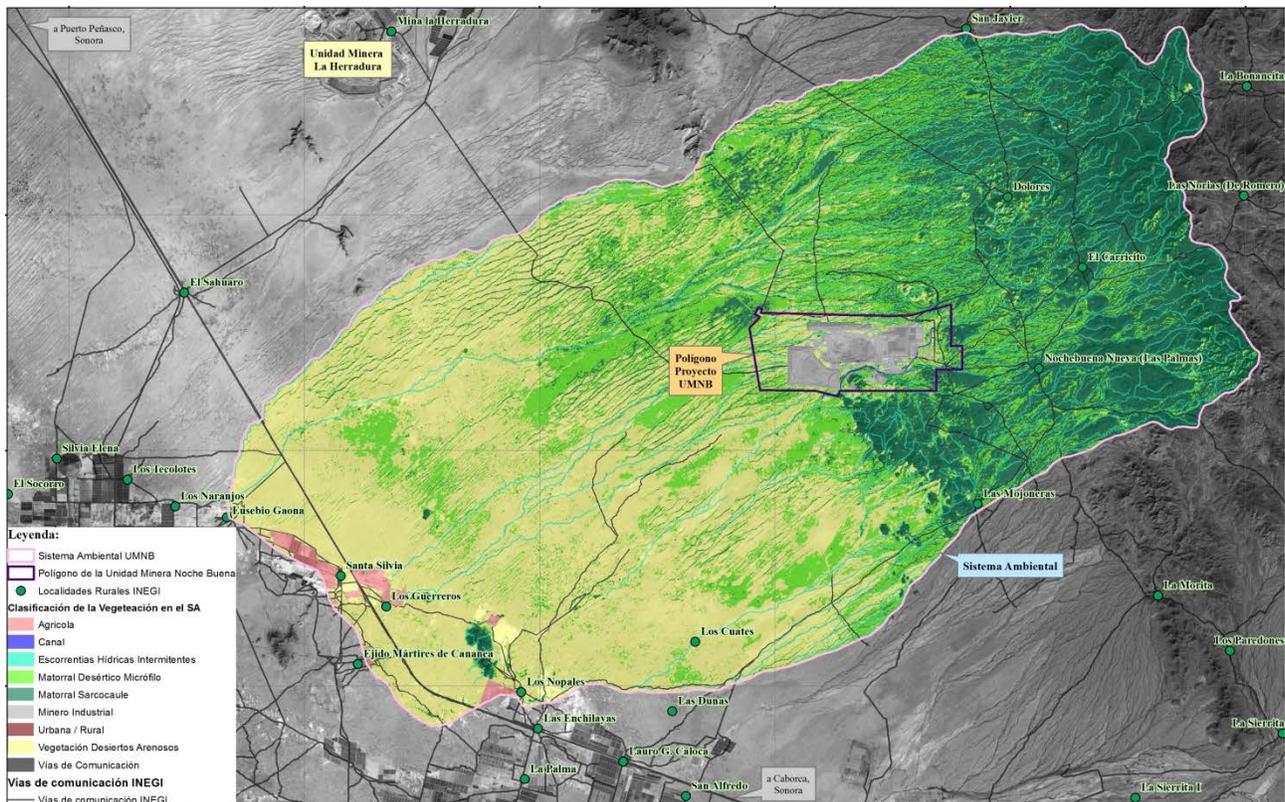


Figura 2.4. Usos de suelo y vegetación determinados en campo en SA

Una memoria fotográfica general de las condiciones actuales del terreno y sus colindancias, observadas durante los recorridos de campo, se presenta en el Anexo 2.3.

Cuerpos de agua

De acuerdo a la información del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) del INEGI, dentro del SA solo existen pequeños cuerpos de agua, principalmente en la zona alta del SA, la cual se ubica en la zona Noreste.

De forma más específica, en las inmediaciones del Proyecto se presentan 3 cuerpos de agua de dimensiones poco relevantes, a los que hay que añadir que de acuerdo a las condiciones del sitio, gran parte del año se encuentran secos. En la Figura 2.5 se puede observar que no existen cuerpos de agua en el polígono del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

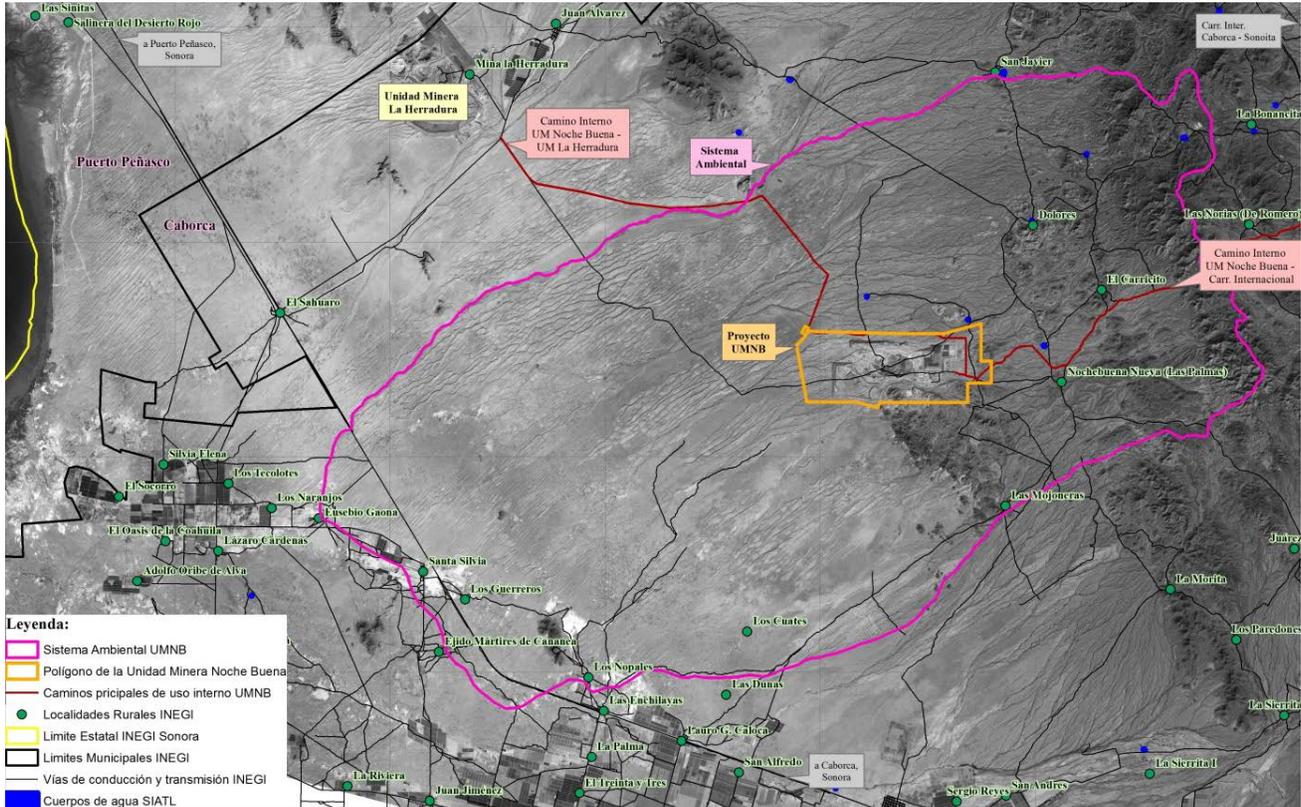


Figura 2.5. Cuerpos de agua en SA

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Como se ha venido mencionando, el Proyecto consta de una ampliación de la Unidad Minera Noche Buena, la cual cuenta actualmente con todos los servicios necesarios para el desarrollo de esta segunda ampliación.

II.2 Características particulares del proyecto

Dada la naturaleza de las obras que integran el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, se vuelve imperante la necesidad de definir las características de cada una de las obras, ya que algunas de ellas no presentarán etapa de construcción, puesto que la etapa de operación funge a su vez como la construcción de la obra. Este es el caso para obras como el Patio de mineral de baja ley, la ampliación de la tepetatera oeste y el desarrollo de la nueva tepetatera año nuevo sur.

En la Tabla 2.4 se presenta una representación de cada componente del Proyecto y las etapas que se desarrollará cada uno de ellos.

Tabla 2.4. Etapas que se desarrollarán por componente del Proyecto.

| ID | Obra | Preparación del Sitio | Construcción | Operación |
|----|-------------------------------------|-----------------------|--------------|-----------|
| 1 | Área de Usos Múltiples Este - Norte | | | |
| 2 | Área de Usos Múltiples Este - Sur | | | |
| 3 | Ampliación Tepetatera Oeste | | | |
| 4 | Ampliación de Patios de Lixiviación | | | |
| 5 | Patio de Mineral de Baja Ley | | | |
| 6 | Área de Usos Múltiples Oeste | | | |

A manera de conclusión, se puede apreciar que los 6 componentes del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena desarrollarán etapa de preparación del sitio, sin embargo, solo las áreas de usos múltiples (accesos y casetas) y la ampliación de los patios de lixiviación desarrollará etapas de construcción. A su vez, todas los componentes de Proyecto desarrollarán etapas de operación, puesto que los componentes patio de mineral de baja ley y las tepetateras desarrollarán la construcción de la obra durante la etapa de operación, conforme se vaya depositando el tepetate y mineral de baja ley.

II.2.1 Programa general de trabajo

Tabla 2.5. Programa General de Trabajo.

| ETAPA | MESES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Preparación del sitio | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Construcción | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operación | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

De acuerdo al programa general de trabajo, la preparación del sitio del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena se realizará durante 6 meses. Por su parte, la etapa de Construcción comenzará durante el tercer mes de la preparación del sitio, en donde se comenzará con la construcción de los patios de lixiviación y de accesos dentro de las Áreas de Usos Múltiples. Esta primera fase de la etapa de construcción será de 3 meses, y se planea desarrollar dos etapas más de construcción de 3 meses cada año.

Por último, la etapa de operación se planea desarrollar a partir del mes 6, en donde se verá concluida la primera etapa de construcción. La operación dará comienzo con la disposición del mineral sobre los patios de lixiviación, la disposición de tepetate en la ampliación de la tepetatera, y la disposición de mineral de baja ley en el patio de baja ley.

II.2.2 Preparación del sitio

En general la etapa de preparación de sitios del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena consta de la delimitación de las áreas de trabajo, el desmonte y el despalme de la superficie que requiera cambio de uso de suelo. A continuación se describen las actividades que integran esta etapa del Proyecto.



- **Delimitación de las áreas de trabajo**

Una brigada de topografía realizará la delimitación de los sitios conforme a los planos de diseño. Esta cuadrilla indicará con ayudas visuales (estacas, postes, mojoneras, banderines, etc.) los límites de la zona a ocupar y los sitios específicos de cada una de las áreas que requieren de preparación.

- **Ejecución del Programa de Monitoreo y Manejo Ambiental**

Como parte de las actividades de preparación del sitio se ejecutarán las tareas establecidas dentro del Programa de Monitoreo y Manejo Ambiental, destacando que estas actividades están incorporadas al programa de trabajo y no son consideradas como actividades alternas o secundarias.

Las actividades del PVA que destacan para esta etapa son:

- Ejecución de actividades de rescate y reubicación de flora
- Ejecución de actividades de captura y liberación de fauna
- Ahuyentamiento de fauna programados

- **Desmante**

Las superficies que corresponden a terrenos con vegetación forestal y que serán ocupadas por las nuevas obras a construir del proyecto (áreas que requieren cambio de uso de suelo), tendrán que ser desmontadas en su totalidad o en partes, de acuerdo al programa constructivo, con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de los trabajos de construcción. El desmante comprende la ejecución de cualquiera de las operaciones siguientes:

- *Tala*: consiste en cortar los árboles y arbustos
- *Roza*: consiste en quitar la maleza, hierbas, zacate o residuos de las siembras
- *Desenraice*: consiste en sacar los troncos o tocones con raíces o cortando éstas, hasta una profundidad de sesenta centímetros
- *Limpia y retiro*: consiste en retirar el producto del desmante de los sitios donde se generó para darle el manejo que sea indicado;

- **Despalme**

El despalme consiste en la extracción y el retiro de la capa superficial del terreno natural, que por sus características es inadecuada para la construcción de terracerías o plataformas. Esta extracción puede variar en su profundidad dependiendo de las características del sitio.

Las actividades de despalme se realizarán con maquinaria pesada (tractor de orugas, retroexcavadora, cargador frontal, camiones de volteo, pipas).

- **Recuperación de suelo orgánico**



Dentro de las actividades a realizar en el despalme, se considera la recuperación del suelo orgánico u horizonte A, siempre y cuando se presente en el sitio.

Esta actividad se realizará solo en caso de que las características del suelo sean las apropiadas. El material obtenido se reubicará para su almacenamiento en virtud de que será utilizado posteriormente para la rehabilitación y restauración del sitio.

- **Otras medidas de preparación del sitio**

Como parte del Programa de Monitoreo y Manejo Ambiental se ejecutarán actividades en la etapa de preparación del sitio enfocadas a disminuir los impactos ambientales a generar, todo esto como parte de un mismo proceso integrado y responsable con el entorno, dentro de estas actividades destacan:

- Capacitación a personal operador de maquinaria
- Obras de conservación de suelo en áreas contiguas a las áreas a ocupar
- Obras de conservación y protección a escorrentías
- Señalización
- Estabilización de cortes y taludes.

En el Capítulo VI se abunda acerca de estas medidas y del Programa de Monitoreo y Manejo Ambiental en sí.

II.2.3 Etapa de construcción

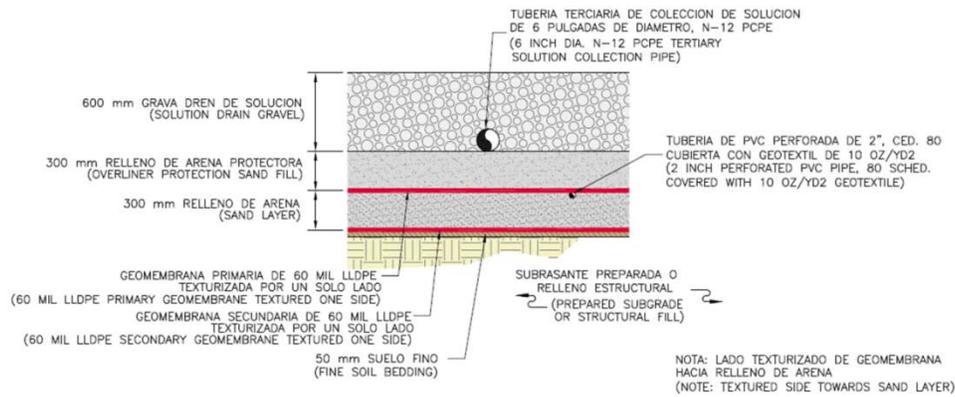
Patios de Lixiviación

La secuencia para el acondicionamiento de la superficie a utilizar para las nuevas celdas de la ampliación del patio de lixiviación que actualmente está en proceso, será la misma que se utilizó en su momento para el acondicionamiento y construcción de las anteriores celdas del patio de lixiviación. A continuación se describe dicha secuencia:

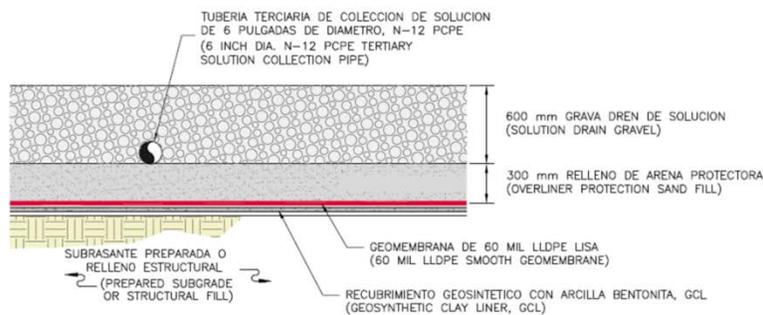
- Colocación de una capa de material compactado al 95% (ASTM D-68) para obtener un coeficiente de permeabilidad de 1.1×10^{-6}
- Sobre este material se coloca una geomembrana de 60 milésimas de espesor en el piso y de 80 milésimas de pulgada de espesor en los bordos. La primera es tipo LLDPE y la segunda HDPE
- El espacio entre las membranas contara con una capa de bentonita de sodio altamente giroscópica e impermeabilizante
- Los tramos van unidos por termofusión y realizando análisis y pruebas de calidad a cada uno de los tramos
- Colocación de la red principal de tuberías de 18" y 24" de diámetro, con ramales de tubería de 6" y 8" de diámetro y de 12 y 15 m de centro a centro. La tubería es ranurada en todo su perímetro y colocada sobre una capa protectora de arena de 30 cm de espesor.

Sobre la tubería se coloca una capa de filtro de 60 cm. de espesor de material rocoso producto del descapote

- Se construirán y equiparán pozos de monitoreo en la periferia del patio de lixiviación, con la finalidad de monitorear la calidad del agua, antes, durante y después de las actividades en el patio así como posibles filtraciones
- La pendiente final del terreno fluctúa de 0.5 a 1 % a favor de la ubicación de la pileta de solución rica (hacia el Suroeste)



1 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO PERIMETRAL SIN ESCALA N.T.S.
14A (PERIMETER LINER SYSTEM)



2 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO CENTRAL SIN ESCALA N.T.S.
14A (CENTRAL LINER SYSTEM)

Figura 2.6. Secciones simplificadas de Patio de Lixiviación (impermeabilización) 1 de 2

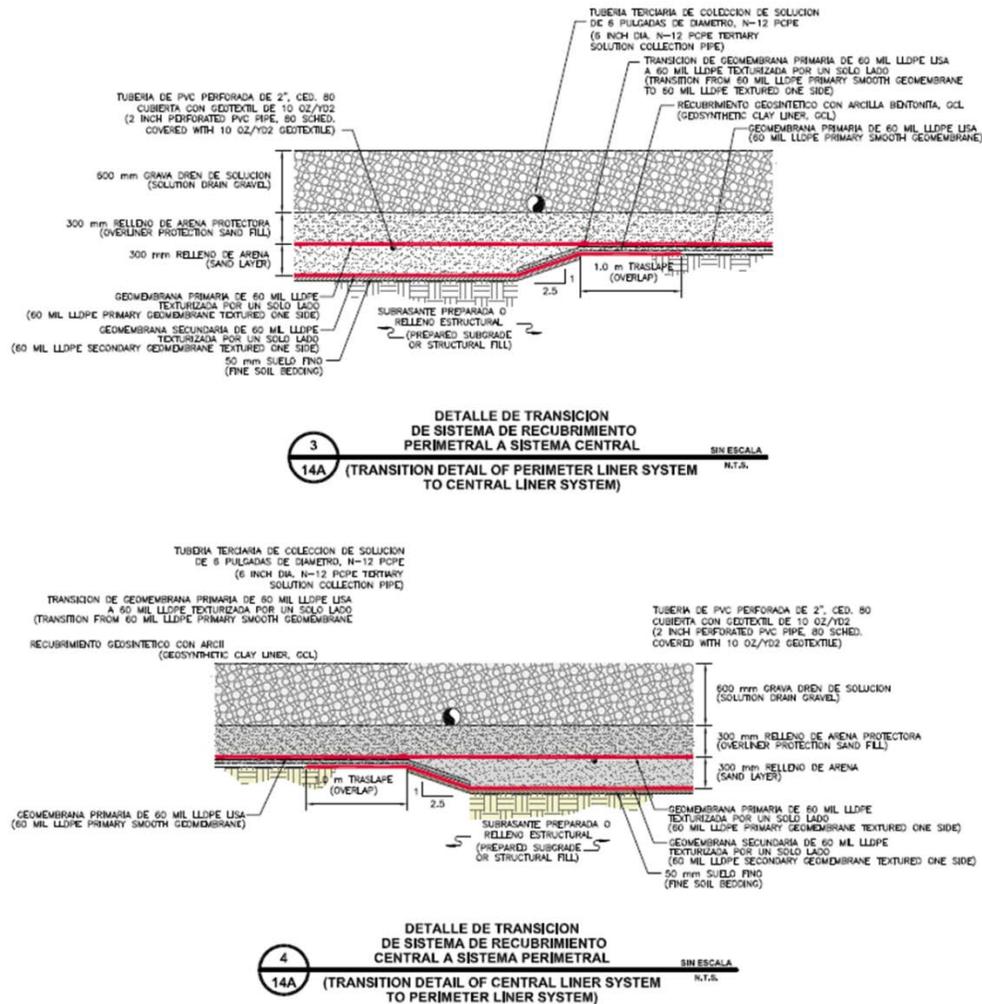


Figura 2.7. Secciones simplificadas de Patio de Lixiviación (impermeabilización) 2 de 2

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

Área de Usos Múltiples

De acuerdo a la naturaleza de los proyectos mineros, los cuales presentan constantes modificaciones, y dependen en gran medida de los resultados de diferentes estudios. Como se ha venido mencionando a lo largo del documento, el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena contempla como parte de los componentes áreas denominadas “Área de Usos Múltiples” las cuales fungen como superficies en las que se pretende desarrollar accesos, casetas de vigilancia y patios de maniobras inmediatos a las casetas.

Como consecuencia del desarrollo de diferentes obras e contempla la reubicación y la construcción de accesos. Los accesos cuentan con un ancho de 10 m, en donde se pretende colocar cunetas de 30 cm de cada uno de los costados.

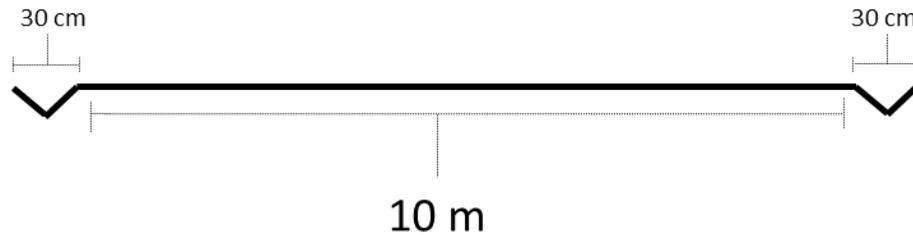


Figura 2.8. Diseño de accesos

Además, en las áreas de usos múltiples se pretende realizar la reubicación de las casetas existentes ubicadas en la zona Sureste, donde actualmente se desarrolla el Tajo Año Nuevo. Dicho esto, se vuelve necesaria la reubicación de estas casetas de vigilancia.

Las casetas de vigilancia que se pretenden desarrollar en las Áreas de Usos Múltiples constan de una superficie de 532 m², además de una superficie aledaña para el tránsito de vehículos y estacionamiento para la revisión de vehículos y maquinaria en la caseta.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Patios de Lixiviación

Una vez que estén listas las nuevas celdas para su operación, el proceso de lixiviación comenzará de la misma forma en que se comenzó con las primeras tres celdas, donde se dispuso el mineral sobre el terreno impermeabilizado hasta alcanzar una altura de 10 metros de la primera pila, a partir de ese momento comenzó el riego por goteo de solución cianurada con una concentración de 180-200 ppm de Cianuro de Sodio. El goteo se aplicó a cada una de las capas de las pilas (cada capa de un grosor de 10 metros) hasta alcanzar la altura máxima de diseño de 100 metros sobre el nivel del terreno.

Las soluciones son captadas por las tuberías instaladas y dirigidas hacia la pileta de solución rica (preñada). Las pruebas metalúrgicas indican un consumo de 185 gr de NaCN por cada tonelada de mineral. Las soluciones cianuradas son estabilizadas mediante el control del pH, logrado a través de la adición de hidróxido de calcio. El pH se controla y mantiene por encima de las 11 unidades pH.

El consumo de agua durante la lixiviación (operación) es bajo, evitando el uso de aspersores y manejando un riego de pilas por medio de goteo controlado. El uso de aspersores podrá considerarse en la etapa de lavado, tratamiento y cierre del patio para maximizar la exposición al aire, luz y destrucción de soluciones cianuradas así como disposición de volúmenes de agua por evaporación (altamente eficiente en el ámbito desértico del Proyecto Noche Buena).

El patio de lixiviación cuenta con un canal impermeabilizado dentro del cual se colocan las tuberías de conducción de soluciones cianuradas. Las soluciones cianuradas provenientes de la planta son denominadas “agotadas” e “intermedias”, mientras que el efluente del patio (lixiviado captado en



por tuberías de conducción a gravedad) corresponde a la solución preñada o rica en minerales. Las soluciones se manejan en piletas, las cuales son:

- 1 Pileta de solución rica (preñada)
- 2 Piletas de solución intermedia
- 2 Piletas de contingencia

Los patios de lixiviación cuentan con un diseño de control de flujos por medio de pendientes suaves (de 0.5 a 1%), flujo por gravedad y sistemas de bombeo y recuperación. La pila de solución rica pasa a beneficio en el proceso Merrill Crowe, y las soluciones intermedias son recirculadas al Patio de Lixiviación, adicionándoles soluciones con la finalidad de mantener el balance hídrico (reponer pérdidas por evaporación y extracción).

Se cuenta con dos piletas de contingencia para el manejo de las soluciones cianuradas en casos extremos, tales como mantenimiento, reparaciones, eventos de fuertes tormentas, etc.

El diseño del patio de lixiviación incluye bermas perimetrales, para canalizar los escurrimientos ocasionados por lluvia, evitando así que estos lleguen al patio de lixiviación; su diseño está basado para el desalojo de un volumen de agua equiparable al máximo evento presentado en 24 horas en 100 años.

Tepetateras

Debido al crecimiento de la unidad, es necesaria la ampliación de la tepetatera oeste. En la Tabla 2.6 se presenta el diseño de construcción de la ampliación de tepetatera, el cual presenta las mismas características que el resto de las tepetateras en la Unidad Minera Noche Buena. Estas mismas características de diseño se presentan a manera de Imagen en la Figura 2.9.

Tabla 2.6. Diseño tepetatera

| | |
|------------------------|------|
| Altura de Taludes | 16 m |
| Ancho de banquetta | 10 m |
| Inclinación de taludes | 35° |
| Pendiente de rampa | 10% |

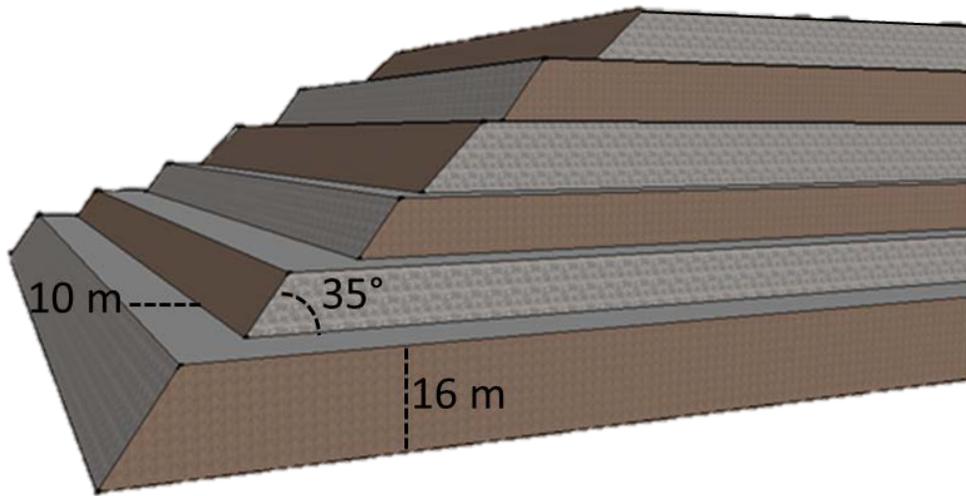


Figura 2.9. Esquema de la Tepetatera Año Nuevo



Figura 2.10. Tepetatera Oeste (autorizada en MIA Primer Ampliación Noche Buena)



Figura 2.11. Ubicación de la ampliación de Tepetatera Oeste

Tal como se muestra en el plan maestro del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena (Figura 2.1), la ampliación de la tepetatera oeste se pretende ubicar al costado Sur de la tepetatera. En la Figura 2.11 se presenta la ubicación de la ampliación propuesta.

Patio de Baja Ley

El patio de baja ley que se pretende desarrollar como parte del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena presentará las mismas características de construcción que la ampliación de la tepetatera, con una altura de taludes 16 m, ancho de banquetta de 10 m y una inclinación de taludes de 35°. En el caso del patio de baja ley, la elevación mínima será de 230 msnm y la elevación máxima será de 332 msnm. En cuanto al volumen de disposición total, se estima que sea de 13,822,000 ton.

En la Figura 2.12 se puede apreciar que el patio de baja ley se pretende desarrollar en la zona norte de la Unidad Minera Noche Buena, entre la tepetatera existente y el área donde se pretende desarrollar los patios de lixiviación del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.



Figura 2.12. Ubicación del patio de baja ley

II.2.6 Etapa de abandono del sitio

La Unidad Minera Noche Buena cuenta con un Plan de Restitución y Cierre en el que se describen los procedimientos que se llevarán a cabo al cierre de la unidad. Así pues, las obras y actividades que forman parte del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena se integrarán a dicho Plan. De forma general, este Plan de Restitución y Cierre consiste en el desarrollo de lo siguiente:

- Inventario final de equipos, materiales y recursos
- Preparar un plan de prioridades de cierre, para eliminar instalaciones prescindibles y conservar aquellas que funjan como apoyo durante las actividades de restitución y cierre, tales como: servicios, caseta de control, electricidad, agua, estacionamiento de tamaño adecuado para la maquinaria, oficinas y almacenes temporales. Un punto clave en la estabilización química corresponde al mantenimiento de la infraestructura de recuperación de soluciones de patio de lixiviación, sistema de bombeo e irrigación así como las piletas de manejo de soluciones
- Llevar a cabo el desmantelamiento de equipos y maquinaria a ser reutilizados o subastados
- Ejecutar salvamento de materiales reciclables, vendibles o con potencial de ser utilizados por las comunidades de las zonas (vigas, chatarra, tuberías, láminas, almacenes, etc.)



- Demolición de estructuras de cemento y concreto, preferentemente con trituración o fraccionado que otorgue características adecuadas como parte de la estabilización de otras obras y como relleno superficial (material alcalino, inerte, sin características CRETI)
- Estabilización de Tajo, Patio de Lixiviación y Tepetatera
- Suavizado de taludes
- Descompactado de suelos en terraplenes, patios y estacionamientos por medio de escarificación, y aplicación de suelo rescatado
- Ejecutar labores de reforestación en base a planta de vivero
- Instalación de zonas de restricción para fomentar la restitución natural así como para proteger las zonas restauradas durante el periodo de monitoreo y mantenimiento
- Devolver los terrenos aptos para un uso afín al entorno natural de la región y actividad productiva local (ganadería extensiva de bajo rendimiento)
- Lograr la aprobación final y/o licencia social de salida, de tal forma que tanto la comunidad que eventualmente podrá recibir el terreno, como Minera Penmont cumplan con los objetivos del cierre y las expectativas de desarrollo local

II.2.7 Utilización de explosivos

El desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena no contempla el uso de explosivos, puesto que la operación del Tajo Año Nuevo forma parte de otro proyecto de la Unidad Minera Noche Buena y cuenta con su propia autorización en materia de impacto ambiental.

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

Residuos mineros

El desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, supondrá la generación de residuos mineros, más específicamente tepetate y mineral agotado.

Como se mencionó anteriormente, el tepetate es un material estéril sin valores comerciales que es generado durante el proceso de minado para el crecimiento del tajo, definido por la NOM-157 como: “residuos conformados por apilamiento de material mineral, sin valor económico, incluyendo el descapote”.

El tepetate que se genere una vez que se comience la etapa de explotación del tajo, será acarreado a las tepetateras contempladas como parte del Proyecto.

El desarrollo de las actividades de las tepetateras se llevará a cabo de la misma forma que se venido desarrollando con el resto de las tepetateras de la unidad, mediante un Plan de Manejo en base a la NOM-157-SEMARNAT-2009 en el que, dando cumplimiento a los criterios y parámetros, se opere de forma rentable.

Residuos peligrosos



Los principales tipos de residuos peligrosos que serán generados por el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, serán los mismos a los que se generan actualmente en la Unidad Minera Noche Buena, además de que se generarán en las instalaciones de la Unidad y no en las del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena; sin embargo, la ejecución del Proyecto supondrá un incremento en la generación de residuos peligrosos, principalmente por el mantenimiento que requiere el equipo, maquinaria y vehículos involucrados en el Proyecto. A continuación se enlistan los residuos que pudiera generar el desarrollo de las diferentes actividades del Proyecto.

- Aceites lubricantes usados (aceite gastado de motor, de transmisión e hidráulico)
- Grasas gastadas
- Trapos y estopas impregnados con aceite, grasas, diésel y derivados
- Material absorbente con residuos de aceite, grasas, diésel y derivados
- Grasa lubricante
- Baterías de desecho de plomo – ácido
- Filtros impregnados con aceite
- Tubos de lámparas fluorescentes
- Envases vacíos que contuvieron thinner
- Residuos de pinturas base solventes y sus envases

Además, el desarrollo del Proyecto supondrá el incremento ocasional de la cantidad de residuos biológicos infecciosos en los cuartos médicos o enfermerías. Dichos residuos serán almacenados en contenedores especiales de acuerdo a su tipo y características físicas (gasas y materiales de curación, líquido hemático, materiales punzocortantes, etc.) de la misma forma que se realiza actualmente.

Los residuos peligrosos que se pudieran generar serán manejados de la misma forma que se manejan actualmente en la Unidad Minera Noche Buena, conforme a la legislación ambiental vigente, realizando los siguientes procedimientos:

- Registro de generación en bitácoras
- Separación y envasado de los residuos
- Etiquetado de los contenedores
- Almacenamiento temporal en un sitio acondicionado para ello, y controles de entradas y salidas a través de bitácora
- Atención especial al manejo de los lubricantes, grasas y aditivos a utilizarse, con el fin de evitar posibles derrames
- Recolección periódica por empresas autorizadas ante la SEMARNAT

Residuos de manejo especial

Se generarán residuos de manejo especial durante la construcción y operación del proyecto, consistentes principalmente en material de embalaje, llantas usadas, chatarra, madera y cartón. Además el desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena tendrá como consecuencia de la necesidad de contratar a más personal, la generación de un mayor volumen de residuos orgánicos e inorgánicos (basura).



Estos residuos serán almacenados de forma diferenciada, revalorizados y recolectados periódicamente por empresas con el permiso vigente de operación correspondiente emitido por la SEMARNAT, procurando que se les dé un co-procesamiento.

Residuos líquidos (aguas residuales)

Los residuos líquidos que se generen como consecuencia del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena serán tratados en la planta de tratamiento de aguas residuales con la que cuenta la Unidad Minera Noche Buena. Las aguas tratadas serán manejadas como aguas grises para su reciclado y/o utilización en riego de caminos y riego de parcelas aledañas, o para reutilizarse como agua en los procesos industriales.

Emisiones a la atmósfera

Las emisiones a la atmósfera que se tienen actualmente en el área del proyecto corresponden principalmente a polvos generados por movimientos de tierras y materiales, así como a emisiones de vehículos.

Las emisiones a la atmósfera actuales aún no han sido cuantificadas, sin embargo, se considera que la mayor emisión corresponde a polvos fugitivos momentáneos emitidos cuando se llevan a cabo movimientos de tierras y tránsito sobre caminos de tierra; por lo que el riego de caminos con aguas tratadas y el manejo de materiales humedecidos como medidas preventivas de supresión de polvos, reducen considerablemente las emisiones.

Se considera que el diseño de las instalaciones, equipos y maquinaria a utilizarse, así como los procedimientos operativos (como mantenimiento continuo y/o periódico, riego de áreas y caminos, etc.), son por sí mismos medidas de prevención para reducir los niveles de emisión que provoquen contaminación atmosférica.

Por otro lado, el ruido también es considerado como una emisión atmosférica. El desarrollo de las actividades de preparación y construcción de las obras del proyecto UMSJ, así como la operación minera-industrial, elevarán la intensidad de la emisión de ruido en el área, tanto por generación de ondas de mayor magnitud, como por la presencia de más fuentes emisoras con el uso de más maquinaria, vehículos y la presencia de más personas. De forma natural, los decibeles generados se desvanecerán conforme mayor sea la distancia con respecto a los puntos de emisión, debido a barreras acústicas naturales y artificiales (construcciones, cobertura vegetal, topografía y/o desniveles del terreno).

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

Como se ha venido mencionando, la Unidad Minera Noche Buena cuenta con la infraestructura necesaria para darle servicio a las diferentes obras y actividades del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena. En este sentido, el manejo de los residuos no es la excepción, pues la unidad cuenta con la infraestructura necesaria para su adecuado manejo. A continuación se enlista la infraestructura con la que cuenta la unidad.



- Contenedores cerrados
- Relleno sanitario
- Contenedores para reciclaje
- Patio de chatarra
- Programa de reciclaje
- Almacén temporal de residuos peligrosos
- Programa de mantenimiento a vehículos automotor.
- Planta de tratamiento de aguas residuales

II.2.10 Otras fuentes de daños

Contaminación por vibraciones, radiactividad, térmica o luminosa

El desarrollo de las diferentes etapas del Proyecto tendrá como principal fuente de vibraciones el uso de explosivos en el Tajo Año Nuevo.

Por otra parte, el desarrollo del Proyecto no supone la contaminación térmica y/o radioactiva.



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

III.1 Información sectorial

La importancia de la actividad minera en la actualidad se manifiesta en diversos beneficios que aporta: la generación de empleos, la generación de divisas, la estimulación del desarrollo de las capacidades técnicas locales, la promoción de la innovación tecnológica, y su funcionamiento como una fuerza que estimula el desarrollo de otros sectores productivos y la generación de beneficios económicos y sociales. Por lo anterior, la minería representa una actividad estratégica y primordial como detonante del crecimiento económico y del desarrollo de las comunidades en donde se realiza esta actividad. Siendo la inversión para el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena del orden privado, se contribuirá al mejoramiento de los índices de calidad de vida en la región.

De acuerdo con el Informe Anual 2016 de la Cámara Minera de México (CAMIMEX), el sector minero en México enfrentó durante el 2015 uno de los peores años de su historia, la caída en los precios de los metales, la carga de nuevos derechos, la imposibilidad de deducir los gastos pre operativos de exploración el mismo año en que se efectúan y la desaceleración de la economía de China provocaron que los indicadores de esta actividad industrial se ajustaran a la baja, así como sus expectativas de crecimiento. La industria minera mexicana es un sector productivo centenario que a través de su aportación económica, histórica y cultural, ha sido y seguirá siendo una de las palancas estratégicas que apoyen el desarrollo y crecimiento de México. En 2015 representó el 8.8% del PIB Industrial y 3.0 del PIB Nacional de acuerdo con datos de INEGI (3.9% del PIB Nacional considerando la minería ampliada). Con un crecimiento en la producción de este sector en apenas 1.7%, la balanza comercial minero metalúrgica resultó aun positiva pero afectada por tercer año consecutivo al descender 23.8%. Este sector disminuyó nuevamente la generación de divisas respecto a 2014, ahora por debajo del sector automotriz, el electrónico, las remesas, el petróleo y el turismo, y por arriba de la actividad agroindustrial.

La baja en las exportaciones fue reflejo de un menor volumen de gránulos minerales movilizados que de acuerdo con la Dirección General de Puertos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes alcanzó los 27'038,415 toneladas, una disminución de 7.3% con relación a 2014. Por otra parte, las importaciones aumentaron en casi 10%. El total de movimiento de carga para la industria minera fue de 73'310,962 toneladas, que corresponden al 25.3% del total nacional. Además de la caída de las exportaciones, el valor de la producción minero-metalúrgica por tercer año consecutivo reportó un nuevo retroceso, al pasar de 14 mil 820 millones de dólares en 2014 a 13 mil 469 millones en 2015, una caída de 9.1%, esto con base a datos de INEGI (esta cantidad en pesos ascendió a 213,462 millones de pesos, 8.3% más que el año previo). Esta caída se debió principalmente al descenso en el valor de los grupos de minerales siderúrgicos con 16.7%, así como el nulo crecimiento de los minerales no ferrosos y minerales no metálicos. El descenso resultó afectado debido a menores precios internacionales y a la reducción de producciones (Figura 3.1).

(Miles de millones de pesos)

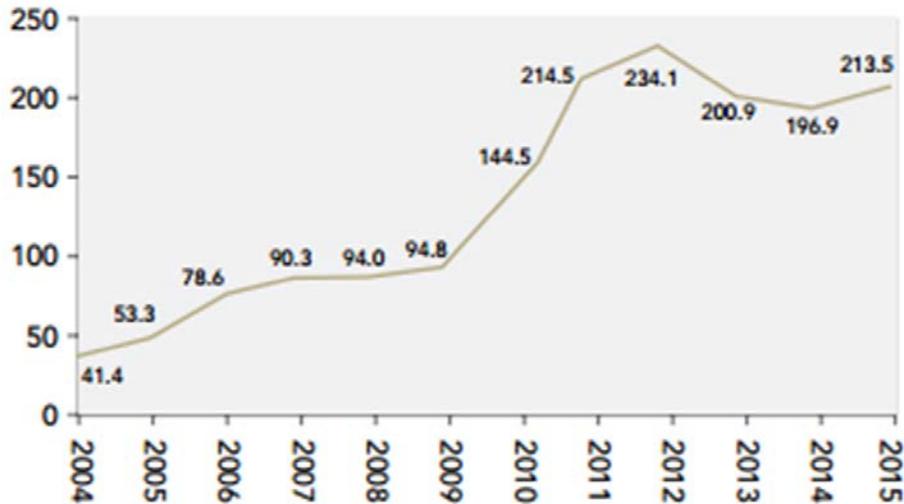


Figura 3.1. Valor de la producción Minero-metalúrgica 2004-2015

En 2015 cuatro metales aportaron el 78.8% del valor total nacional, el oro alcanzó una participación notable con 34.1%, seguido por el cobre (19.7%), la plata (18.5%) y el zinc (6.5%).

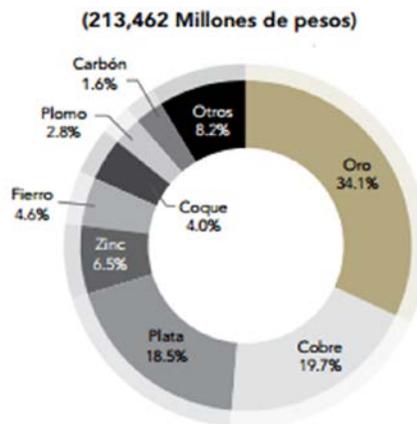


Figura 3.2. Participación de los metales y minerales en el valor de la producción minero-metalúrgica en 2015

El sector minero logró mayor eficiencia en sus operaciones y en su mano de obra, mediante la reducción de costos, promoviendo una mayor innovación que originó nuevos procesos de operación, mayor capacitación y formación de profesionales y técnicos. Al cierre de 2015 y de acuerdo con datos del Instituto Mexicano del Seguro Social sólo fue posible crecer 1.2% en materia laboral al llegar a 344,912 plazas de trabajo generando únicamente 4,095 plazas nuevas, una reducción de 50.8% respecto a las generadas en 2014 y que contrasta negativamente frente a los 18,833 creados en 2012 (Figura 3.3).

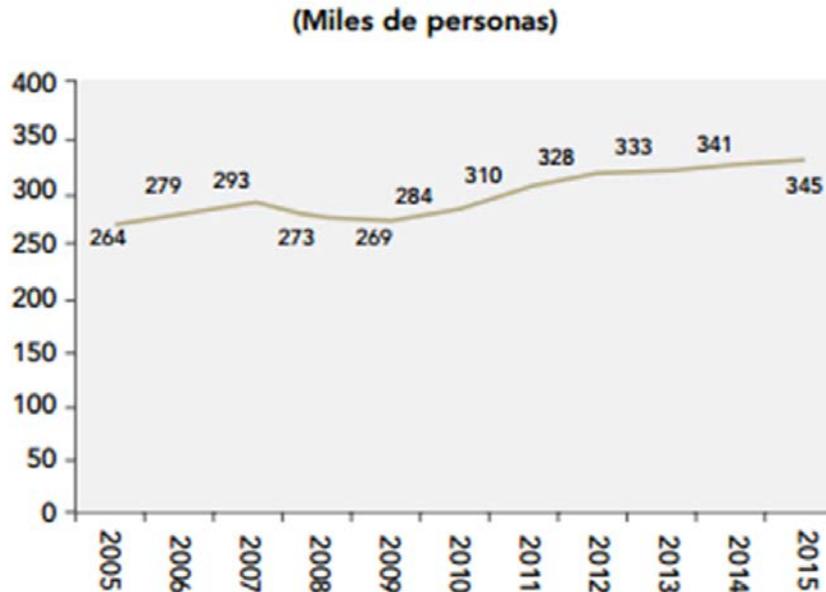


Figura 3.3. Empleo en la industria minero-metalúrgica 2004-2015

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 fundamentales, 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 Segunda Ampliación Noche Buena, se encuentra afín con las metas México incluyente y México próspero cuyos objetivos/estrategias son los siguientes:

- **Objetivo 2.2. Transitar hacia una sociedad equitativa e incluyente.**
 El proyecto pretende impulsar estrategias para el aprovechamiento sustentable y sostenible de los recursos naturales existentes en la región



- 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.
El proyecto pretende desarrollar infraestructura minera y de servicios misma que beneficiará social y económicamente a los habitantes a nivel local y regional
- 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

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 explotar los recursos naturales no renovables, se fundamentará en la sustentabilidad ambiental con beneficios económicos y sociales.

III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 del Estado de Sonora (PED)

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2016-2021 engloba en sus cuatro ejes estratégicos que son: 1-Sonora en paz y tranquilidad, 2- Sonora y colonias con calidad de vida, 3- Economía con futuro, 4- Todos los sonorenses, y dos ejes transversales que son: 1- Gobierno eficiente, innovador, transparente y con sensibilidad social, y 2- Gobierno promotor de los derechos humanos y la igualdad de género. Todas las oportunidades, la alineación con el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, uno y otro en esencia proponen hacer de México una sociedad en la cual todas las personas tengan acceso efectivo a los derechos que otorga la Constitución. Se establecen en las metas nacionales así como, en los grandes retos del estado las políticas públicas y las acciones específicas que se realizarán para alcanzarlos. Ambos son el resultado de un esfuerzo de planeación democrática y presentan un plan realista, viable y claro.

Los principios rectores van en función de la restauración de la confianza ciudadana, la cual constituye un activo para la buena gestión pública; facilita el involucramiento de la gente en las decisiones gubernamentales y permite la cooperación en todos los órdenes de la vida pública.

La confianza se logra cuando el Gobierno es eficiente y responde a las necesidades de la población. La eficiencia se expresa de muchas maneras: la eficiencia administrativa supone actuar con responsabilidad y también implica un adecuado manejo de los recursos públicos y los programas oficiales.

La eficiencia debe expresarse en una manera distinta de la práctica política; para ser eficiente, es necesario aplicar políticas públicas innovadoras. Estas deben regirse cumpliendo tres atributos:

1. **Transversalidad:** implica dejar la segmentación como criterio inevitable en la formulación de programas de gobierno. Se trata de diseñar estrategias de intervención horizontales que incluyan la interacción de distintas áreas. La transversalidad contempla una relación amigable con el medio ambiente y la sostenibilidad ambiental y económica
2. **Igualdad para todos y todas:** la eficiencia obliga a la construcción de programas que abarquen todo el territorio del estado y con una perspectiva de género, habida cuenta de que el desarrollo no se alcanza si no es con igualdad para hombres y mujeres
3. **Competitividad:** la eficiencia conduce necesariamente a gestionar una economía basada en la promoción de la competitividad dinámica, la cual se deriva de una plataforma productiva anclada en la innovación, la ciencia y la tecnología

Como se expresa en el PED, respecto al sector minero, con el paso de los años, la estructura del PIB ha cambiado sustancialmente: en el pasado, el sector primario concentraba la parte mayoritaria de la producción. Actualmente predomina el sector secundario con alrededor de 45% del PIBE (Producto Interno Bruto Estatal). Entre los subsectores más destacados están el manufacturero y el minero con 22 y 16% respectivamente. Son esas actividades las que más recientes la abrupta caída del 2014 y 2015 (INEGI, 2015). En relación a esto uno de los retos planteados en el PED (Reto Numero 4) es el de consolidar el liderazgo del sector minero del Estado de Sonora mediante 7 estrategias que se enlistan a continuación.

- Estrategia 4.1- Promover a Sonora como destino de inversión minera sustentable y de calidad
- Estrategia 4.2- Realizar estudios que provean de información geológica, geoquímica y geofísica para impulsar proyectos minero como opciones específicas de inversión
- Estrategia 4.3- Incentivar y consolidar la proveeduría en el sector minero, así como la gestión de proyectos de preservación ambiental, e impulso de nuevas tecnologías
- Estrategia 4.4- Promover financiamiento para plantas de beneficio, y centros de acopio minero
- Estrategia 4.5- Fomentar el desarrollo de la pequeña y mediana minería, así como de la minería en el sector social
- Estrategia 4.6- Vigilar que se cumpla la normatividad institucional para el sector y mejorar los procesos de atención a trámites relacionados con las concesiones mineras
- Estrategia 4.7- Promover y fortalecer el desarrollo sustentable en las regiones directamente impactadas por la actividad minera



En este contexto, como parte de los ejes estratégicos, el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena se encuentra afín con el objetivo número 4 del PED, particularmente en las siguientes líneas de acción:

4.1.5 Fortalecer de las actividades del clúster minero e incentivar el desarrollo de proveeduría.

4.8.1 Propiciar un desarrollo sustentable y de la minería sonorense a través de la participación de todos los actores que intervienen en la promoción y fomento.

4.8.2 Promover las buenas prácticas en materia de proceso minero, protección ambiental y seguridad laboral en las empresas mineras.

Estas líneas de acción son afines al Proyecto en cuanto a que su ejecución se alineará en el sentido, de procurar la realización de las actividades enmarcadas en el presente Proyecto, incentiven y contribuyan el desarrollo del sector minero en la región, manteniendo una visión responsable con el medio ambiente y a la par, como un sector de desarrollo y prosperidad social.

De igual manera a través de las medidas propuestas en el presente estudio de impacto ambiental e incorporando buenas prácticas operativas durante el desarrollo de las actividades del proyecto, se pretende lograr un balance sustentable, minimizando los potenciales impactos ambientales producidos por el desarrollo del mismo, favoreciendo el cumplimiento del Plan de Desarrollo Estatal.

III.2.3 Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 del Municipio de Caborca (PMD)

El Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018 define los propósitos y estrategias para el desarrollo del Municipio y se establecen las principales políticas y líneas de acción que el gobierno municipal tomará en cuenta para elaborar sus programas operativos anuales.

En este sentido, la planeación estratégica es la herramienta, que a través de la identificación de los fenómenos y problemas del entorno municipal, sus necesidades, la priorización de proyectos y el diseño de indicadores, permiten alcanzar mayores impactos en el bienestar social a través de un uso eficiente del presupuesto y los recursos del territorio municipal.

El Plan Municipal de Desarrollo apoya la definición de programas planteados por el Ayuntamiento en su plan de Gobierno y la estrategia de ejecución de los mismos para responder a las necesidades de los habitantes de su Municipio, optimizando el presupuesto existente con la visión de dar cumplimiento a las políticas y objetivos en él vertidas, lo que permitirá una gestión gubernamental eficaz y eficiente, donde los logros o resultados sean los que la población espera.

El PMD, define 5 ejes rectores del desarrollo, los cuales se enlistan a continuación:

Eje 1 Transformación municipal y modernización urbana

Eje 2 Impulso económico, atracción de inversión y generación de empleo

Eje 3 Desarrollo integral de los Caborquenses

Eje 4 Gestión pública, participación ciudadana, transparencia y rendición de cuentas

Eje 5 Municipio Seguro, Orden Público y Estado de derecho

El proyecto está relacionado a diferentes Ejes como lo es el eje número 61 Transformación municipal y modernización urbana que tiene como línea de acción Impulsar obras de infraestructura social con los recursos de fondo para el desarrollo regional sustentable para municipios mineros.

III.2.4 Ordenamientos Ecológicos del Territorio

III.2.4.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Sonora

El Programa de Ordenamiento Ecológico está integrado por dos elementos: el Modelo de Ordenamiento Ecológico y los Lineamientos Ecológicos. El Modelo de Ordenamiento Ecológico es un mapa de Unidades de Gestión Ambiental (UGA's), en el que cada una tiene asociados lineamientos ecológicos, criterios de regulación ecológicos y estrategias ecológicas.

Bajo este esquema, este instrumento de planeación ambiental divide al estado de Sonora en 26 Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) de acuerdo con las políticas, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas que las rigen.

En un análisis del POET, se identificó que el proyecto se encuentra localizado específicamente dentro de la UGA No 8 (clave 500-0/01), la cual está regida por políticas y estrategias ecológicas de Aprovechamiento sustentable de la algacultura; cacería de especies de desierto; conservación de ecosistemas desérticos; forestal no maderable, minería y turismo alternativo de aventura.

La localización del proyecto respecto a la zonificación expuesta en el POET, se presenta en la siguiente figura.

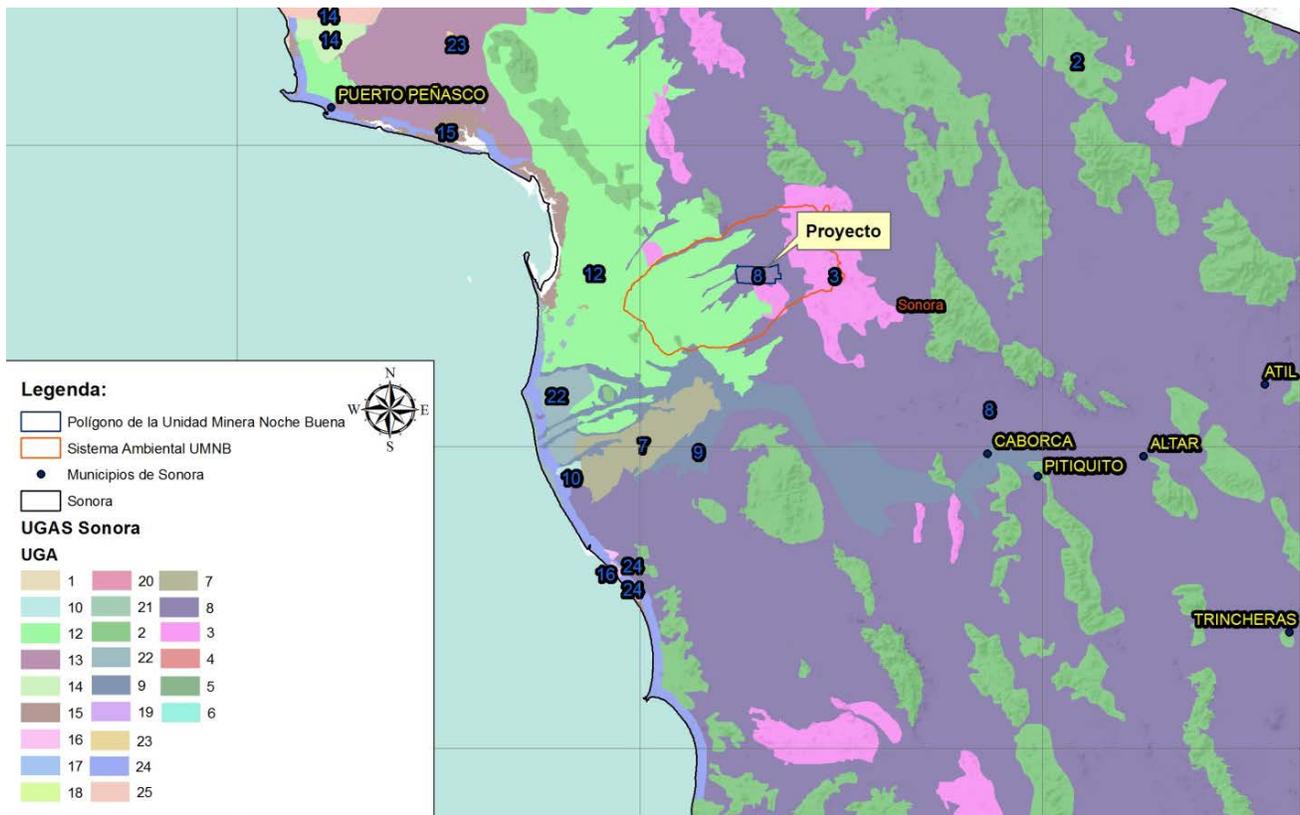


Figura 3.4. Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET)

Como ya se mencionó, la UGA No 8 se rige por lineamientos ecológicos de aprovechamiento, sustentable de la algacultura; cacería de especies de desierto; conservación de ecosistemas desérticos; forestal no maderable, minería y turismo alternativo de aventura cuyos criterios de regulación ecológica se enlistan a continuación.

- Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de humedales por cambios de uso del suelo
- Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de ecosistemas por cambios de uso del suelo
- Regulación sobre la remoción, cacería o aprovechamiento de especies protegidas sin el permiso correspondiente
- Aplicación de Buenas Prácticas de Manejo Agrícola y Programas de Restauración por salinidad
- Evitar la expansión de terrenos de agricultura con agua salobre hacia terrenos no salinos
- Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético



Por lo antes expuesto, y considerando que el POET 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 al encontrarse acorde con las políticas, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas para la unidad de gestión ambiental sobre la que se encuentra.

III.2.4.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

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.

Los terrenos donde se pretende realizar el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, se localizan completamente dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 8, denominada Sierras y Llanuras Sonorenses Occidentales (Figura 3.5). La UAB 17 es parte de la Región Ecológica con clave 15.33, que indica que tiene por política ambiental el aprovechamiento sustentable y restauración; y que el sector rector del desarrollo es la preservación de flora y fauna, mientras la minería aparece como coadyuvante del desarrollo,. La información de la UAB se presenta en la Tabla 3.1.

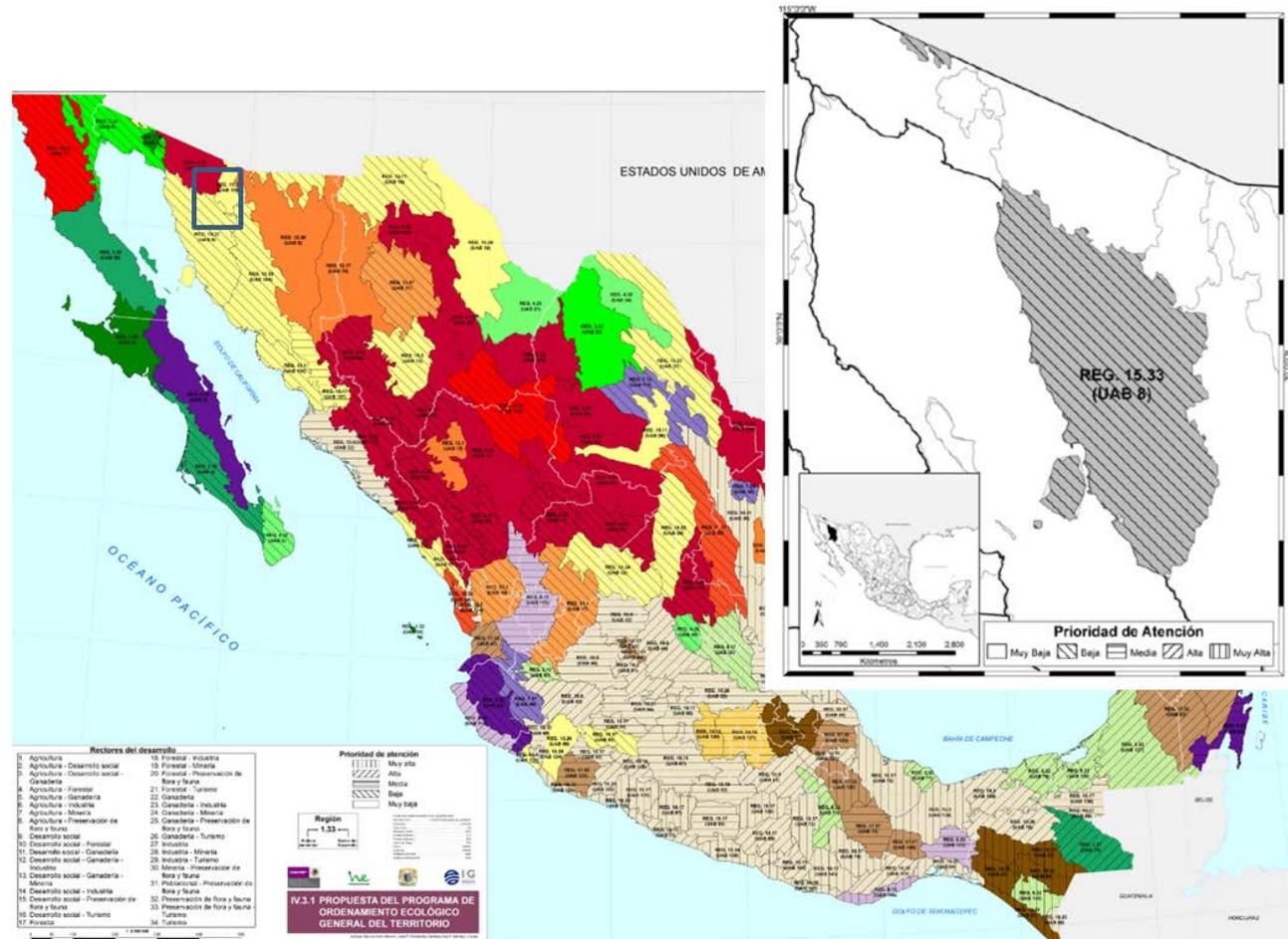


Figura 3.5. Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (MOEGT)

Tabla 3.1. Localización del proyecto dentro del POEGT

| | |
|---|---|
| Unidad Ambiental Biofísica | 8. Sierras y Llanuras Sonorenses Occidentales |
| Política Ambiental | Aprovechamiento sustentable y restauración |
| Estado del Medio Ambiente (2008) | Medianamente estable a Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. Muy baja superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja, con poca urbanización. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km ²): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación. Déficit de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 21. Muy baja marginación social. Muy alto índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio |

| | |
|--|--|
| | indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Alta importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera. |
| Escenario al 2033 | Crítico |
| Prioridad de atención | Baja |
| Rectores del desarrollo | Preservación de Flora y Fauna |
| Coadyuvantes de desarrollo | Minería |
| Asociados del desarrollo | Industria |
| Otros sectores de interés | Ganadería |
| Estrategias | |
| Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio | |
| A) Preservación | 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. |
| B) Aprovechamiento sustentable | 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales. |
| C) Protección de los recursos naturales | 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. |
| D) Restauración | 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. |
| E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios | 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 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. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 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). |
| Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana | |
| C) Agua y Saneamiento | 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional. |
| E) Desarrollo Social | 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. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. |
| 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 | 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. |

Como se indicó anteriormente, el POEGT no es un instrumento para autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales; sin embargo, el proyecto Segunda Ampliación Noche Buena no se contrapone a la política ambiental decretada para el sitio; por el contrario, es una actividad propia de uno de los sectores coadyuvantes del desarrollo en la Unidad Ambiental Biofísica en el que se encuentra inmerso; y ya que pretende realizar un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables, dentro del marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, se aplicarán medidas preventivas y compensatorias tendientes a la protección y restauración de otras áreas aledañas al Proyecto que actualmente se encuentran degradadas, tal como se manifiesta en los capítulos subsiguientes.

III.2.5 Áreas de protección y conservación de recursos

Áreas Naturales Protegidas

De conformidad con el Artículo 45 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la zona donde se pretende asentar la Segunda Ampliación Noche Buena, no puede decretarse como un área natural protegida, ya que dicho artículo señala que el establecimiento de las áreas naturales protegidas tiene por objeto preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos ecológicos.

No obstante, se realizó una consulta al listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, para confirmar que la zona del Proyecto, no tuviera incidencia sobre alguna área Federal (Figura 3.6), o Estatal (Figura 3.7), dentro de dicho listado o en una zona en proyecto de establecerse

como tal. Así mismo, 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 sitio donde se asienta el Proyecto tampoco se encuentra total o parcialmente dentro de una región prioritaria para la conservación de recursos (Terrestre [RTP], Hidrológica [RHP] o Área de Importancia para la Conservación de las Aves [AICA]).

De acuerdo con las Figuras siguientes, las ANP de carácter federal más cercanas al SA son las Islas del Golfo de California, El Pinacate y Gran desierto de Altar, y el Alto golfo de California y Delta del río Colorado; ninguna de estas áreas está lo suficientemente cercana como para ser influenciada por el Proyecto. En relación a las áreas naturales protegidas de carácter estatal, las más próximas son el Sistema de Presas Abelardo Rodríguez Lujan, Estero El Soldado y Arivechi-cerro Las Conchas, de las cuales ninguna de ellas tiene incidencia con el Sistema Ambiental del Proyecto.

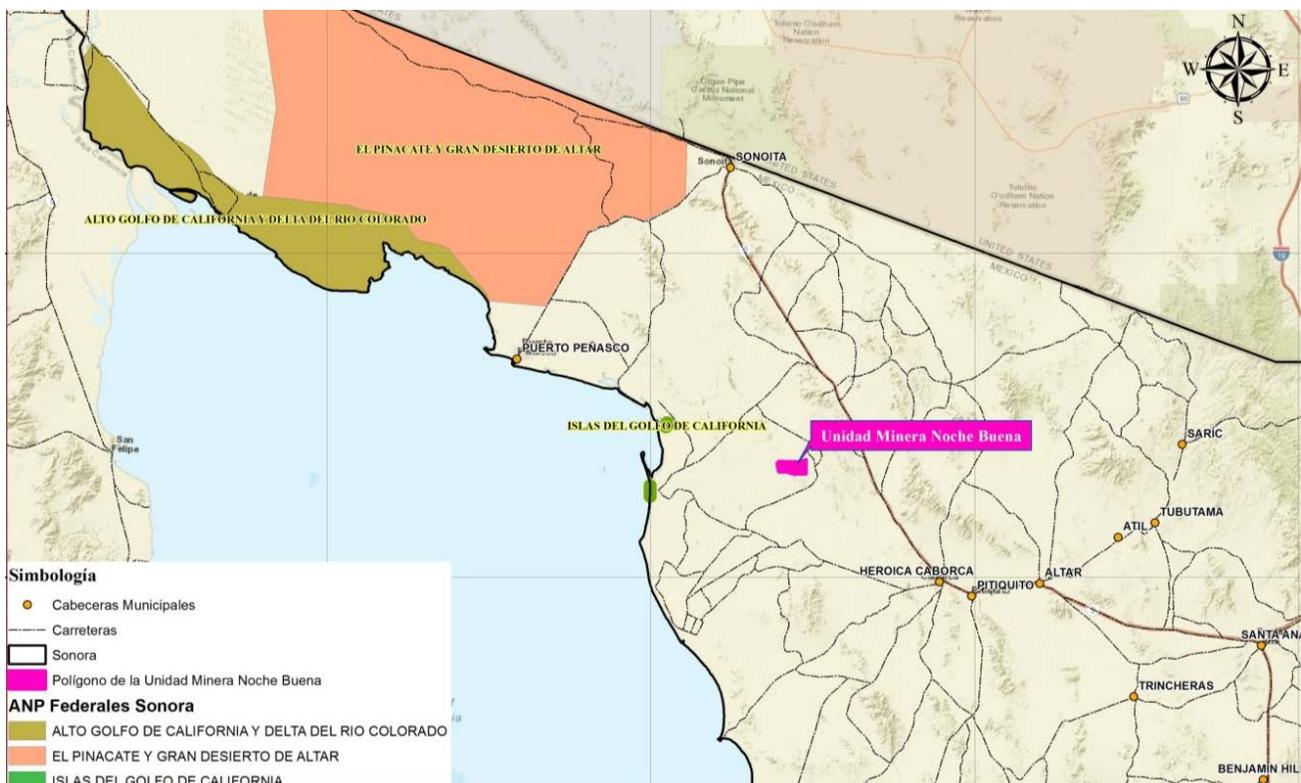


Figura 3.6. Localización del Proyecto respecto a las ANP Federales, CONANP

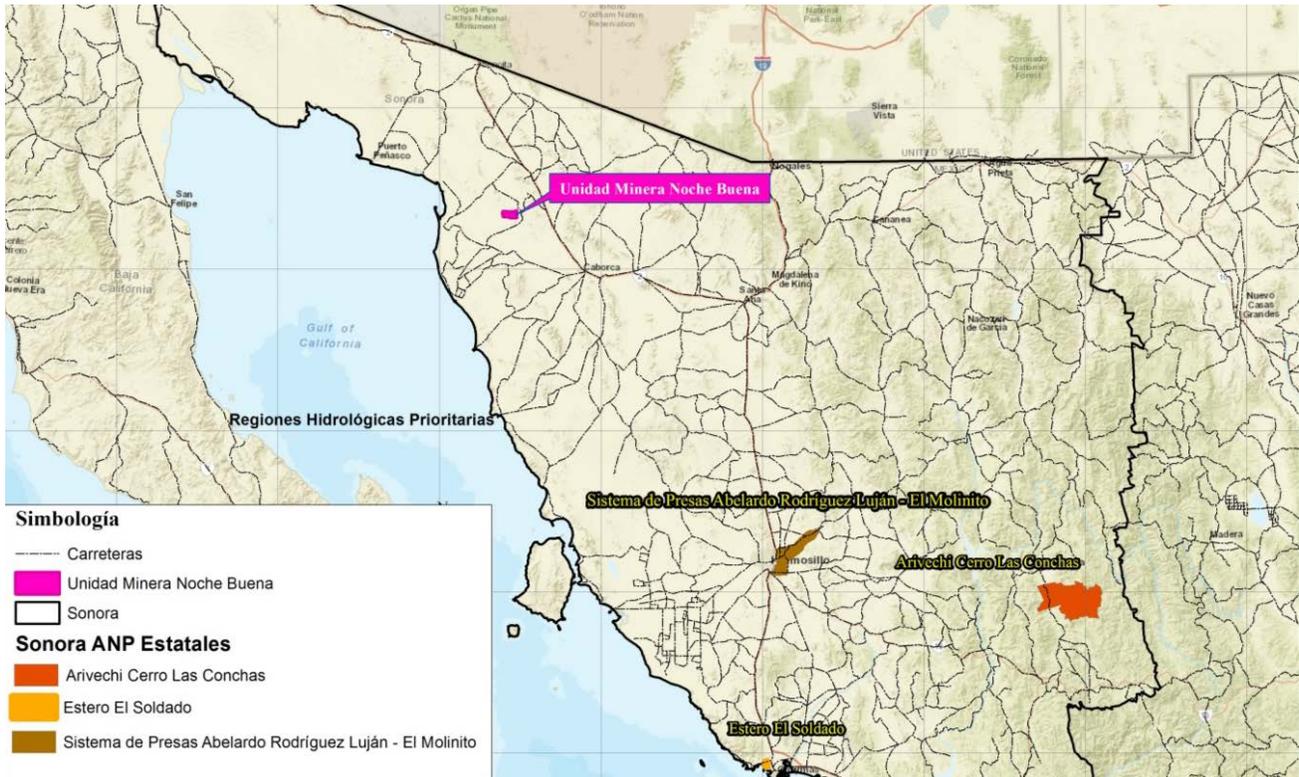


Figura 3.7. Localización del Proyecto respecto a las ANP Estatales, CONANP

Dada la distancia que existe entre el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena y las Áreas Naturales Protegidas más cercanas, no se prevé que el desarrollo de las actividades propuestas pueda poner en riesgo alguno de los objetos de conservación de las ANP, por tanto, la viabilidad ambiental del Proyecto inicia al no interferir con los procesos físicos, ambientales, ecológicos, entre otros, de las áreas con ambientes originales que no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas.

Regiones Prioritarias (CONABIO)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha impulsado un programa de identificación de zonas a las cuales aplicar una política de manejo ambiental y/o toma de decisiones. Esta regionalización considera: el ámbito terrestre (regiones terrestres prioritarias, RTP), marino (regiones prioritarias marinas, RPM) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias, RHP); con el fin de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México.

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 Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

La superficie del Proyecto no tiene incidencia sobre ninguna Región Terrestre Prioritaria (RTP), así como tampoco la tiene el Sistema Ambiental en el que se encuentra el Proyecto, cuya delimitación se describe en el capítulo siguiente; las más cercanas son la RTP Bahía de San Jorge, y Sierras El Álamo- El Viejo, como se aprecia en la Figura 3.8. Debido a la distancia que existe entre el Proyecto y la RTP más próxima, 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.

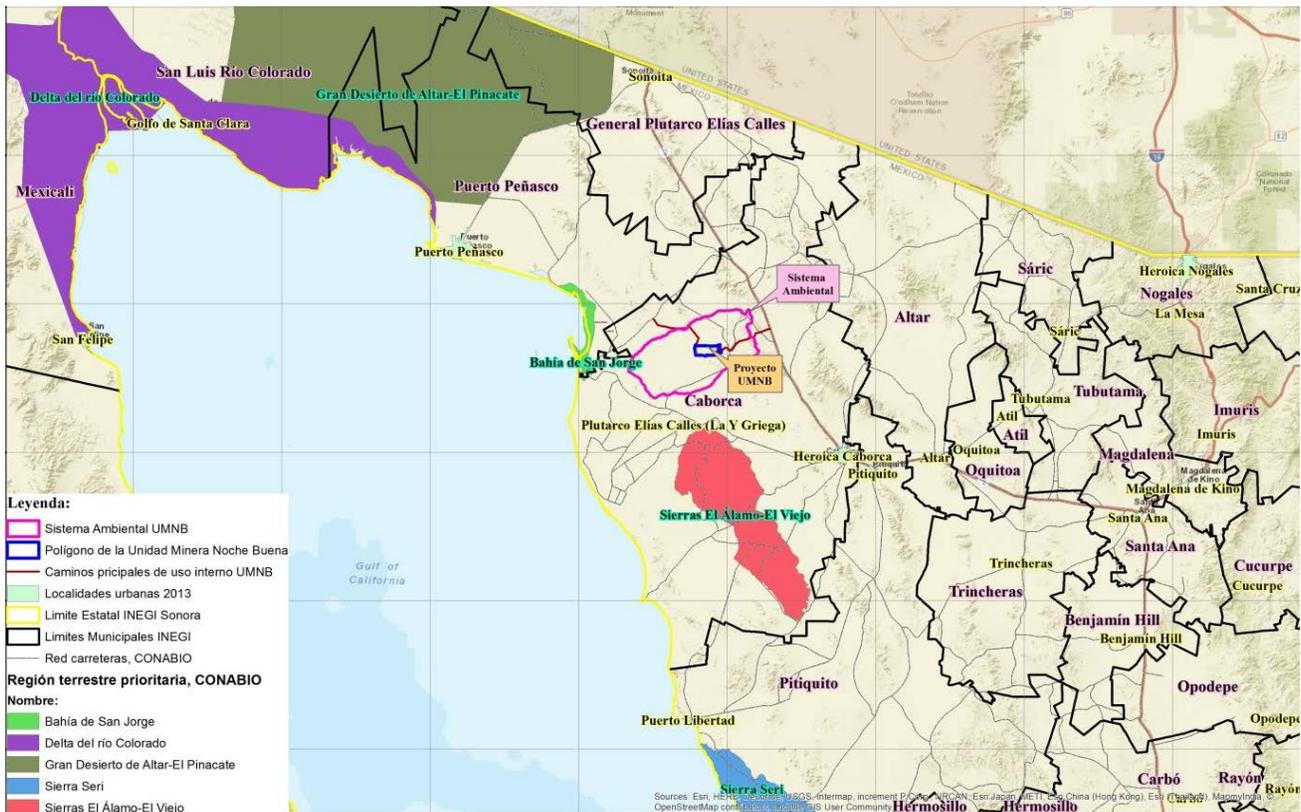


Figura 3.8. Localización del Proyecto respecto a las RTP

En lo que respecta a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), ocurre el mismo caso; el Sistema Ambiental no se localiza sobre ninguna RHP, siendo la más cercana la denominada Subcuenca del Río Asunción, que se ubica a unos 105 kilómetros en línea recta y dirección Sureste del SA. Otras RHP próximas, aunque a mayor distancia, son Isla Tiburón y Río Bacoachi (Figura 3.9); por lo que no se considera que el desarrollo del proyecto pueda poner en riesgo la integridad de estas regiones prioritarias.

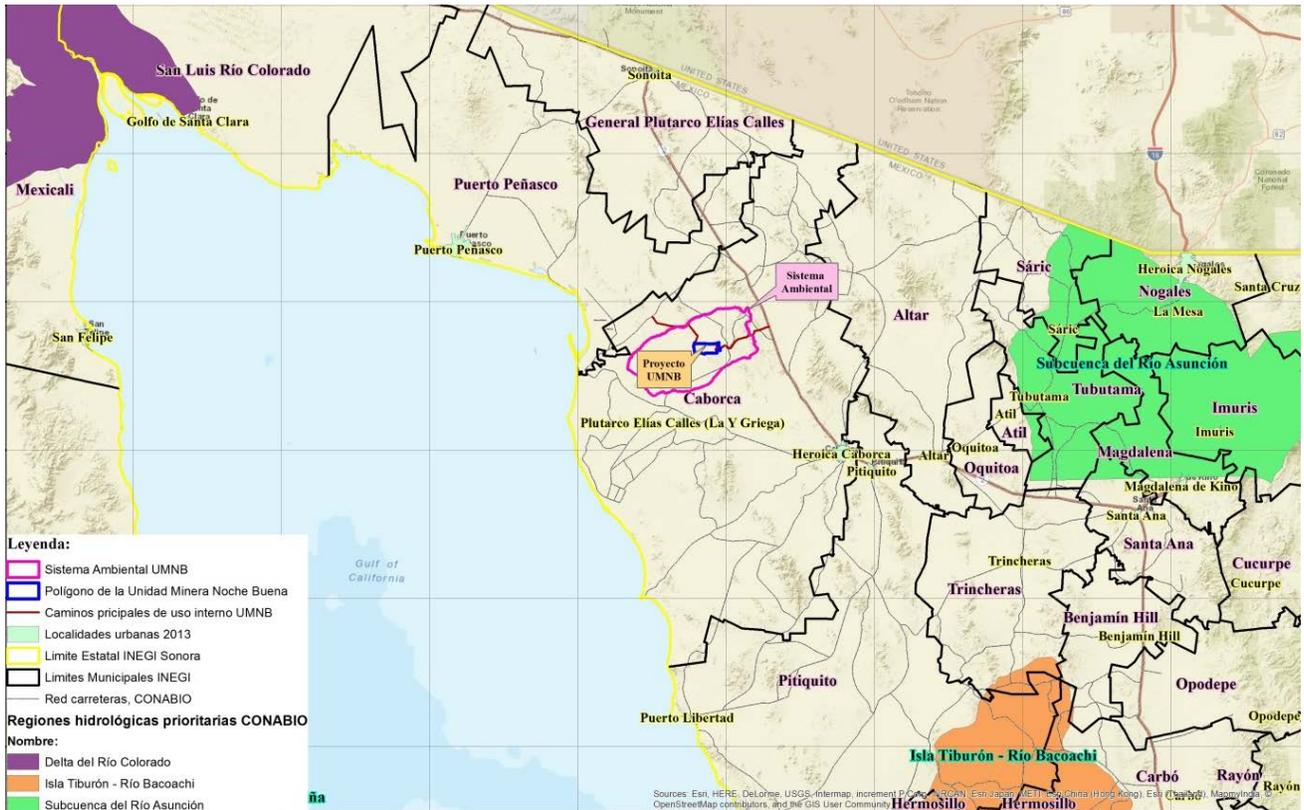


Figura 3.9. Localización del proyecto respecto a las RHP

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 comprometidas en cuanto a su conservación, así como por guardar una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

Las AICA más cercanas al Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto es la Bahía e Islas de san Jorge, las cuales se muestran en la Figura 3.10: la cual se localiza a aproximadamente a 50Km del SA del Proyecto por lo que no existe una incidencia directa ni una aproximación significativa entre los polígonos que delimitan éstas áreas. De tal manera que no se estima que esta AICA pueda verse afectada por el desarrollo de actividades y obras, e incluso por el Cambio de Uso de Suelo enmarcado en el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.



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 tanto la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental para la evaluación del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, así como aquellos aplicables a su ejecución en general.

Tabla 3.2. Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental

| criterio | Vinculación con el proyecto |
|--|--|
| Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) | |
| Art. 5.- Son facultades de la Federación X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes | El proyecto implica la construcción de obras mineras, así como el cambio de uso de suelo (CUS) de superficies forestales para destinarse a infraestructura minera por lo que se presentará la presente MIA-P a la SEMARNAT para obtener la autorización correspondientes en materia de Impacto Ambiental |
| 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 | Se pretende el aprovechamiento sustentable de los recursos minerales en el sitio del proyecto, para lo cual se aplicarán medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental para |



| Criterio | Vinculación con el proyecto |
|--|--|
| <p>involucre. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales</p> | <p>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:</p> <p>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>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas</p> | <p>Las actividades del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena entran en los supuestos de las fracciones III y VII del artículo 28, en cuanto pretenden la explotación y beneficio de minerales, así como el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para uso minero-industrial. 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 modalidad Particular, del sector minero.</p> |
| <p>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)</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:</p> <p>L) Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación</p> <p>I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;</p> <p>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>O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas</p> | <p>El proyecto implica actividades de explotación y beneficio de minerales, así como un cambio de uso del suelo de terrenos forestales a un uso minero-industrial, razón por la cual solicita por medio de esta única manifestación con información respecto a las dos actividades, la autorización de la SEMARNAT para la ejecución del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, previa al inicio de obras.</p> |
| <p>Art. 14.- Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.</p> | |

| Criterio | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| <p>Art. 9.- La Información que contenga la MIA-P 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-P de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo.</p> <p>El Artículo 12 establece el contenido que debe incluirse en una manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular.</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.</p> <p>Asimismo, fue elaborada conforme a la guía para la presentación de la MIA-P modalidad particular del sector minero, que incluye la información requerida en el Artículo 12 del REIA.</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 Minera Penmont S. de R.L. de C.V. como Natural Environment S.C. observarán y seguirán el proceso de evaluación de la MIA-P 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, Minera Penmont S. de R.L. de C.V. realizará las garantías que procedan</p> |
| Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) | |
| <p>Art. 117.- La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo</p> | <p>Para el Proyecto se considera un cambio de uso de suelo de terrenos forestales (CUSTF), para lo cual además de la evaluación de este supuesto en materia de impacto ambiental a través de la presente MIA-P, se entregarán a la Delegación Federal de SEMARNAT en el estado de Sonora los Estudios Técnicos Justificativos (ETJ) correspondientes a cada una de las etapas solicitadas para el CUSTF, previendo que la obtención de las autorizaciones en esta materia emitidas con base en el Art. 117 de la LGDFS, sea a través de la realización de diferentes solicitudes, por así convenir a los intereses de Minera Penmont S. de R.L. de C.V.</p> |
| <p>Art. 118.- Los interesados en el CUSTF, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades</p> | <p>La promovente realizará oportunamente los pagos al Fondo Forestal Mexicano correspondientes a cada uno de los trámites de</p> |

| Criterio | Vinculación con el proyecto |
|---|--|
| de reforestación o restauración y su mantenimiento (...) | CUSTF efectuados. |
| Ley General de Vida Silvestre (LGVS) | |
| Artículo 18.- Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat | El Proyecto no pretende realizar ningún aprovechamiento extractivo o no extractivo en los términos de la LGVS; sin embargo, sí realizará un cambio de uso de suelo en terrenos forestales que ocasionará un efecto negativo en predios sobre los que tiene legítimo derecho de ocupación, por lo que bajo los supuestos establecidos en el presente artículo, tal como se establece en el Capítulo VI de esta MIA-P, se proponen medidas para garantizar una afectación puntual sobre las zonas a CUSTF y sin relevancia para la vida silvestre del ecosistema integral a nivel del Sistema Ambiental. |
| Art. 27 Bis.- No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras. | No se introducirá ninguna especie exótica o no exótica en el área del Proyecto |
| Art. 56.- La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en las NOM correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; (...) | La vinculación directa con este artículo será mediante la NOM-059-SEMARNAT-2010 que la presente MIA-P integra en el capítulo IV y en donde gracias al trabajo realizado en campo, se identificaron las especies listadas dentro de dicha Norma |
| Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat. | En la presente MIA-P se reconoce y se manifiesta la presencia de vida silvestre en las áreas que pretende ocupar para el desarrollo del Proyecto. Por tales razones, se han propuesto las medidas pertinentes para su control, prevención, mitigación y compensación (Capítulo VI). |
| Ley de Aguas Nacionales (LAN) | |
| Art. 86 bis 2, se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, | En el Capítulo VI de la presente MIA-P, se identifican y describen las estrategias de prevención y mitigación a los posibles impactos a las escorrentías intermitentes que |

| Criterio | Vinculación con el proyecto |
|---|--|
| materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas | existen en la zona, esto con el fin de mantener el equilibrio de los ecosistemas así como prevenir contaminación |

En virtud de que la SEMARNAT ejerce las atribuciones que le otorgan diversas disposiciones legales, además de la LGEEPA y su reglamento, la LGDFS y la LGVS, como referencia continuación se presenta una lista de otros ordenamientos aplicables al Proyecto, que no necesariamente motivan o fundamentan la evaluación de impacto ambiental y cambio de uso de suelo.

| Otras Leyes que rigen al Proyecto |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su Reglamento • Ley Minera • Diversos Reglamentos de la LGEEPA • Acuerdos Internacionales y Decretos en materia de Desarrollo Sustentable y Medio ambiente suscritos por México |

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 estipulados aplicables al Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena. En materia de sustentabilidad y protección ambiental la lista anterior expone algunas de las cuales tiene relación directa con el Proyecto, sus actividades o el entorno que lo rodea.

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 Segunda Ampliación Noche Buena, y cuya aplicación compete a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se presentan en la Tabla 3.3, donde se pone en manifiesto su objetivo y la manera en que se vinculan.

Tabla 3.3. Normatividad Ambiental aplicable

| Aspecto Ambiental | NOM | ¿Qué establece? | Vinculación con el proyecto |
|--------------------------|-----------------------|---|--|
| Agua | NOM-001-SEMARNAT-1996 | Límites máximos permisibles de contaminantes en las | De acuerdo al diseño del proceso, no se realizarán descargas de agua de uso industrial. Se tratará en dos diferentes |

| Aspecto Ambiental | NOM | ¿Qué establece? | Vinculación con el proyecto |
|-----------------------|-----------------------|--|--|
| | | descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales | PTAR el agua residual doméstica que se genere en los servicios generales del proyecto para ser reutilizada para riego o en el mismo proceso industrial. En caso de que deba descargarse a alguno de los arroyos, la promovente deberá apegarse a los límites máximos permisibles que marca esta Norma. Dado que el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales indica que los titulares de concesiones mineras deben obtener el permiso de descarga de aguas residuales en cuerpos receptores que sean bienes nacionales, para descargar el agua de laboreo, esta NOM también deberá observarse en caso de que haya excedentes en el agua bombeada desde el interior de mina que no pueda ser integrada al proceso de beneficio. |
| | NOM-003-SEMARNAT-1997 | Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. | Esta Norma aplica para el agua residual doméstica tratada que se reusará para riego de áreas verdes y caminos de terracería, así como para la supresión de polvos; por lo que aplican los límites máximos permisibles descritos para el reúso del agua en “servicios al público con contacto indirecto u ocasional” |
| 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 derivados de los procesos de mantenimientos a equipos y maquinaria, mismos que se deberán identificar y clasificar por sus características de peligrosidad de acuerdo a esta Norma |
| | NOM-054-SEMARNAT-1993 | Procedimiento para determinar incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana 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 |
| Emisiones Atmosférica | NOM-041-SEMARNAT | Límites máximos permisibles de emisión | Aun cuando el campo de aplicación de la NOM excluye a la maquinaria dedicada a |

| Aspecto Ambiental | NOM | ¿Qué establece? | Vinculación con el proyecto |
|--------------------------|--------------------------|---|---|
| s | -1999 | de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible | 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 caminos. 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 |
| | NOM-081-SEMARNAT-1994 | Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición | La operación de equipos que se utilicen dentro de las instalaciones del proyecto deberán cumplir con los parámetros de emisión establecidos en la Norma |
| 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 y mitigación de daños sobre los recursos naturales de las especies enlistadas en esta Norma, identificadas en el Capítulo IV del presente documento. Dichas medidas están descritas en el Capítulo VI |
| Suelo | NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 | Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para | Como parte de los procedimientos que se establecerán para la operación del proyecto de seguridad industrial y medio ambiente, se tomarán medidas para |

| Aspecto Ambiental | NOM | ¿Qué establece? | Vinculación con el proyecto |
|-------------------|------------------------------|---|---|
| | | su caracterización y remediación | prevenir derrames de hidrocarburos y con base en la norma se elaborará y seguirá un proceso de remediación de suelos en caso de existir uno que provoque exceder los límites permisibles, para así evitar poner en peligro la integridad del ecosistema |
| Minería | NOM-147-SEMARNAT / SSA1-2004 | Establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio | Esta Norma aplicaría para determinar la concentración de metales en una posible contaminación de suelos, en caso de que se presente derivada de las actividades del Proyecto, así como para establecer los criterios de remediación |
| | NOM-155-SEMARNAT -2007 | Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata | El proyecto implica la construcción y operación de patios de lixiviación, esto se realizará de acuerdo a lo establecido en la presente Norma |
| | NOM-157-SEMARNAT -2009 | Establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros | Durante la operación del proyecto se generarán residuos mineros que deberán ser manejados de acuerdo al plan que se elabore siguiendo las especificaciones de esta Norma. |

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 Sistema Ambiental

Para la caracterización del entorno ambiental del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, se definió un área de estudio o Sistema Ambiental (SA), delimitado partir del análisis de información geográfica y ambiental, levantada en los recorridos en campo, como de la recopilada de fuentes oficiales, como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Dicho análisis se concretó cartográficamente en el Sistema de Información Geográfica (SIG) estructurado para el Proyecto, con base en los siguientes supuestos:

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.

En otras palabras, la delimitación del SA es, a grandes rasgos, establecida para analizar la relación de los componentes bióticos, abióticos y sociales con la superficie donde se establecerá el Proyecto, lo que posibilitará posteriormente estimar la influencia que se ejercerá entre ellos. Bajo este esquema, se da por hecho que los principales impactos generados a partir de la ejecución de las diferentes etapas del Proyecto (preparación, construcción y operación), quedarán contenidos y amortiguados dentro de la superficie del SA.

Siendo así, el Sistema Ambiental ha sido delimitado con un polígono que envuelve en su totalidad a las Categorías o grupos de obras del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena. Los criterios particulares para establecer las fronteras de dicho polígono se argumentan en las condiciones naturales de la zona, específicamente en la hidrología del sitio, Atendiendo lo anterior, se utilizó para la delimitación espacial, las microcuencas de incidencia directa sobre la superficie que se requiere para el Proyecto, resultando así, en un SA compuesto por 4 microcuencas.

Enseguida se presenta la Figura 4.1 (Anexo 4.1) donde se muestra el Sistema Ambiental del proyecto conformado por 4 microcuencas, que juntas suman una superficie de 78,149 hectáreas.

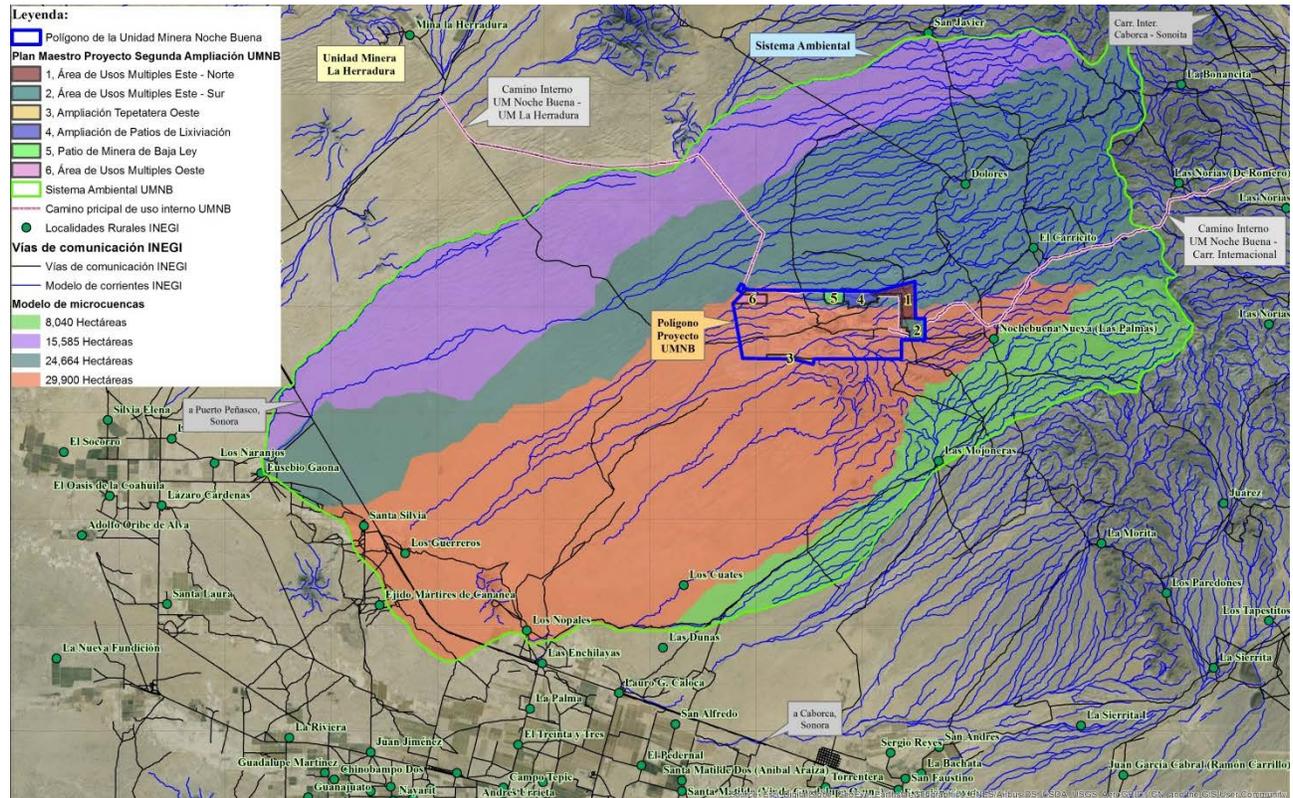


Figura 4.1. Delimitación del Sistema Ambiental basado en microcuencas

IV.1.1 Delimitación del Área de Influencia del proyecto

La delimitación del Área de Influencia se generó con la finalidad de que los elementos abióticos y bióticos que pudieran tener algún tipo de interacción con alguna de las obras y actividades del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, pudieran ser analizados y así evaluar el grado de afectación positiva o negativa del Proyecto sobre esta unidad espacial; por tanto, el área de influencia será el área geográfica en relación a la cual se van a estimar los impactos ambientales.

Para la delimitación del Área de Influencia se tomaron como base las características de las obras y actividades que se desarrollarán en el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, considerando lo siguiente:

- Límites del Proyecto: escalas de tiempo y espacio sobre las que el Proyecto se extenderá
- El alcance de todos los impactos potenciales del Proyecto (emisiones de ruido, polvos, alteraciones en la distribución espacial y temporal de la fauna, modificaciones a la topografía, entre otros) en las diferentes etapas; preparación, construcción y operación

Atendiendo lo anterior y en consenso con un grupo de especialistas entre los que se incluyen biólogos especializados en fauna, flora y vegetación, edafólogos, ingenieros ambientales y la colaboración de un ingeniero especializado en Sistemas de Información Geográfica, se determinó que el Proyecto podría impactar de manera adversa diferentes componentes ambientales, siendo el

impacto sobre la atmósfera uno de los más extensos (impactos sobre la calidad del aire, niveles sonoros). Así pues, el Área de Influencia consta de un búfer de 2 km al polígono delimitado de la Unidad Noche Buena. El resultado fue un polígono de 14.0322 hectáreas, en donde se espera que sean contenidos todos los impactos que pudiera provocar el Proyecto sin la ejecución de medidas preventivas o de mitigación. En la Figura 4.2 (Anexo 4.2) se muestra el Área de Influencia del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

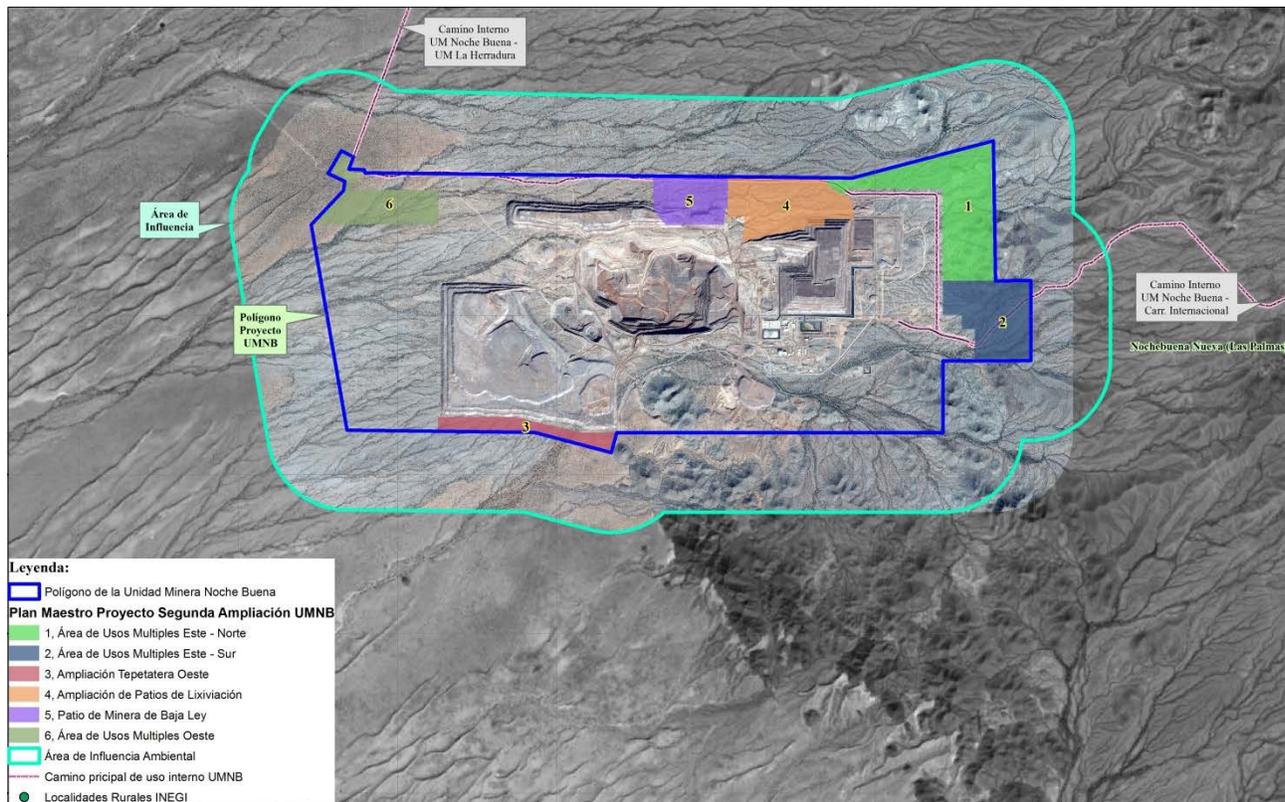


Figura 4.2. Área de Influencia delimitada para el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena

IV.2 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 estudio del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena. Para la identificación de dichas características, se realizaron trabajos de investigación de campo en diferentes áreas del conocimiento, de entre las cuales se pueden mencionar trabajos de botánica, zoología, edafología, etc. desarrollados por Natural Environment S.C.

IV.2.1 Aspectos abióticos

a) Atmósfera

Para la caracterización de los aspectos atmosféricos generales, se utilizó información de fuentes como INEGI y CONABIO, complementándola con los registros históricos guardados en las bases de datos de diferentes estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) cercanas al Sistema Ambiental del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, mediante las cuales se generaron modelos de temperatura y precipitación.

A continuación se presenta la ubicación de las estaciones meteorológicas que fueron utilizadas para complementar el análisis de las condiciones atmosféricas dentro del SA (Figura 4.3).

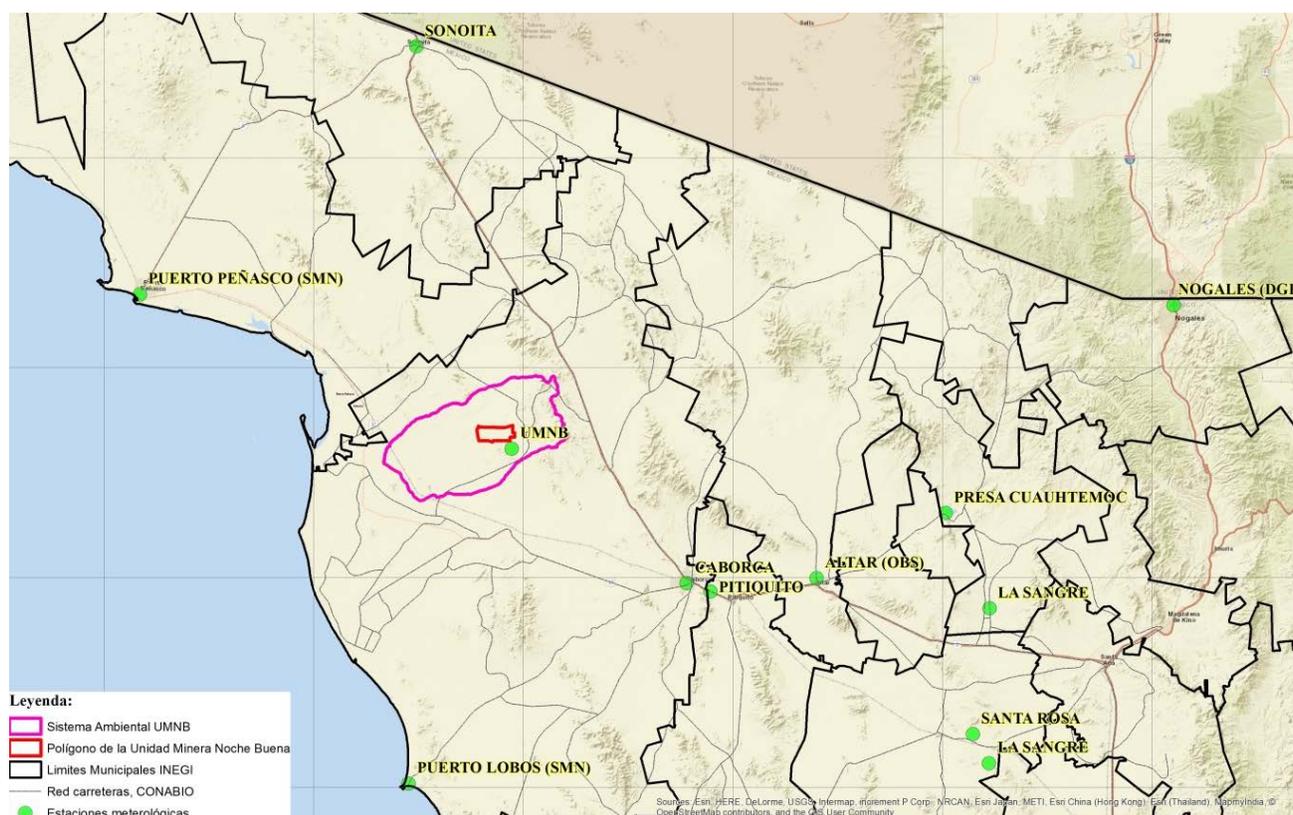


Figura 4.3. Estaciones Meteorológicas cercanas al SA

Tabla 4.1. Ubicación de las Estaciones Meteorológicas

| No. | Nombre | Estado | Municipio | Latitud | Longitud | Altitud (msnm) |
|-------|----------------------|--------|-------------------------------|-------------|-------------|----------------|
| 26295 | Caborca | Sonora | Caborca | 389008.1698 | 3398652.563 | 285 |
| 26093 | Pitiquito | Sonora | Pitiquito | 394654.4867 | 3396625.193 | 284 |
| 26206 | Altar (OBS) | Sonora | Altar | 419953.0117 | 3399793.525 | 421 |
| 26092 | Presa Cuauhtémoc | Sonora | Tubutama | 450768.3762 | 3415369.911 | 628 |
| 26072 | Puerto Peñasco (SMN) | Sonora | Puerto Peñasco | 258575.3983 | 3467476.653 | 10 |
| 26096 | Sonoita | Sonora | General Plutarco Elías Calles | 324561.1439 | 3526570.875 | 389 |
| 26248 | La Sangre | Sonora | Tubutama | 461201.922 | 3392638.769 | 644 |
| 26062 | Nogales (DGE) | Sonora | Nogales | 505153.8059 | 3464914.187 | 1200 |
| 26249 | Santa Rosa | Sonora | Trincheras | 457224.7528 | 3362609.187 | 558 |

| No. | Nombre | Estado | Municipio | Latitud | Longitud | Altitud (msnm) |
|-------|--------------------|--------|--------------|-------------|-------------|----------------|
| 26248 | La Sangre | Sonora | Tubutama | 461069.4006 | 3355699.467 | 644 |
| - | UMNB | Sonora | Caborca | 347244.9112 | 3430700.618 | 250 |
| 26072 | Puerto Lobos (SMN) | Sonora | Puerto Lobos | 258575.3983 | 3467476.653 | 10 |

Tipo de clima

El estado de Sonora se ubica en el norte del trópico de cáncer, y se encuentra bajo la influencia del cinturón de altas presiones del hemisferio norte. La celda semipermanente de alta presión del pacifico nororiental y la corriente fría de california, determinan que en el 95% del territorio sonorenses los climas sean áridos (Molina, 2010).

En consideración de información de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en formato *shp* con escala 1:1'000 000, en su clasificación climática de Köppen, modificada para México por Enriqueta García (1988), el Sistema Ambiental se encuentra influenciado únicamente por un tipo de clima el cual se identifica con la clave BWhw (x'), descrito a continuación.

- **BWhw(x¹)**

Clima desértico, semicálido con invierno fresco, con temperatura media anual entre 18° a 22 °C ,y temperatura del mes más frío menor a 18 °C, con lluvias en verano con un porcentaje mayor a 10.2 % y lluvias invernales menores al 36%.

Temperatura

Con base en los datos recolectados de las estaciones meteorológicas referenciadas anteriormente (Normales Climatológicas de 1971 a 2010), se generaron modelos de temperaturas promedio, máximas, medias, y mínimas.

Dentro del SA, el rango de temperatura promedio va de 16 a 18 °C (Figura 4.4), siendo la parte Norte la que presenta ligeramente una menor temperatura. Las temperaturas máximas registradas en el SA llegan a los 29 °C (Figura 4.5), y las mínimas presentan isoclinas delimitando ligeras variaciones de un grado de temperatura, que van de los 21 a los 25 °C (Figura 4.6).

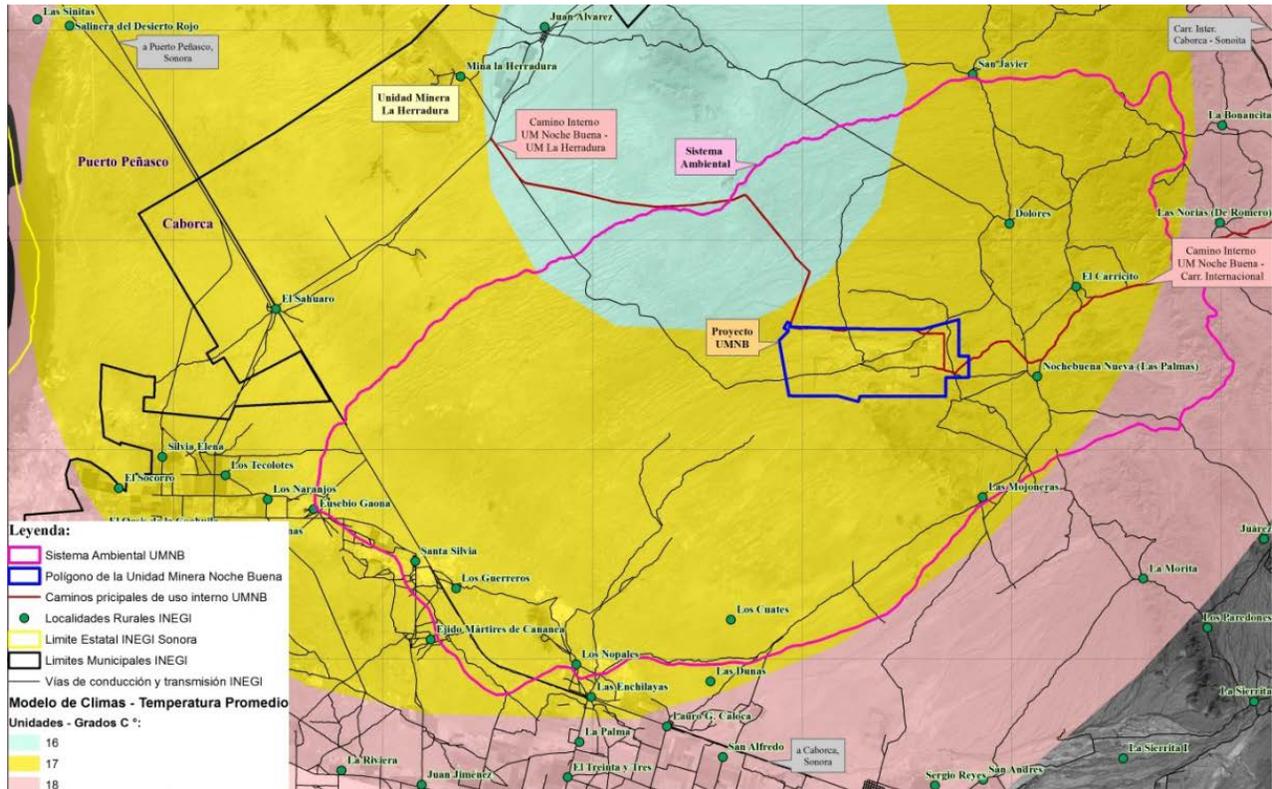


Figura 4.4. Temperatura promedio dentro del Sistema Ambiental

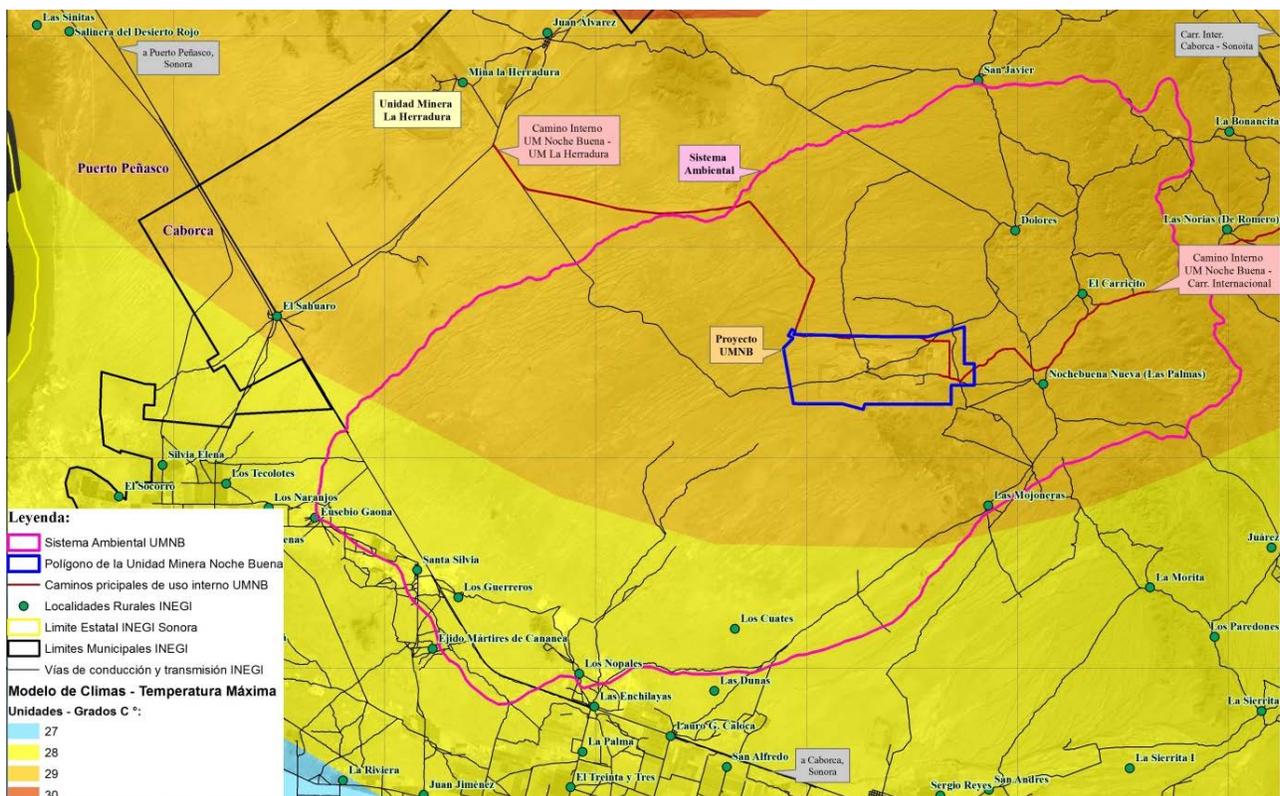


Figura 4.5. Temperatura máxima dentro del Sistema Ambiental

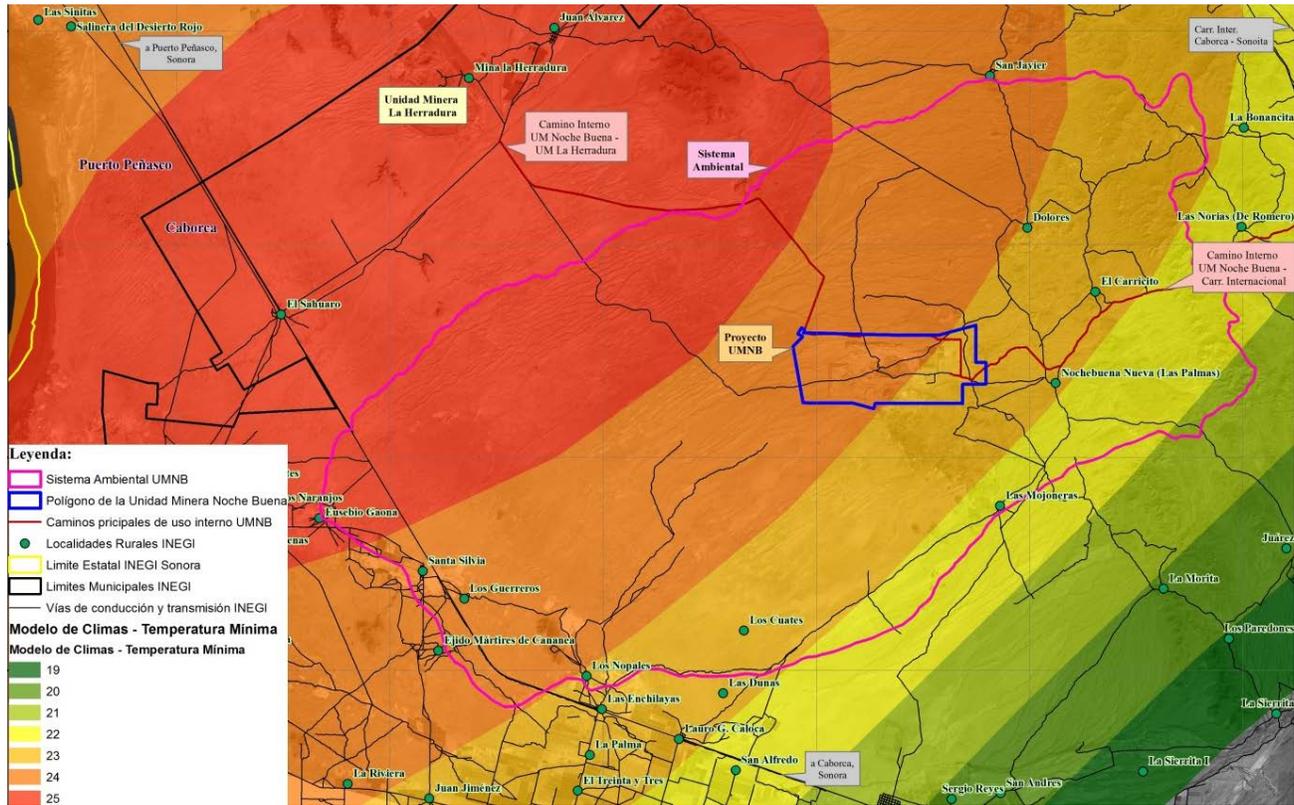


Figura 4.6. Temperatura mínima dentro del Sistema Ambiental

Precipitación

De forma general, con base en los metadatos recuperados del Portal de Geoinformación del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, de la CONABIO, dentro del SA se registra un rango de precipitación media anual que va de los 0 a 400 mm (Figura 4.7).

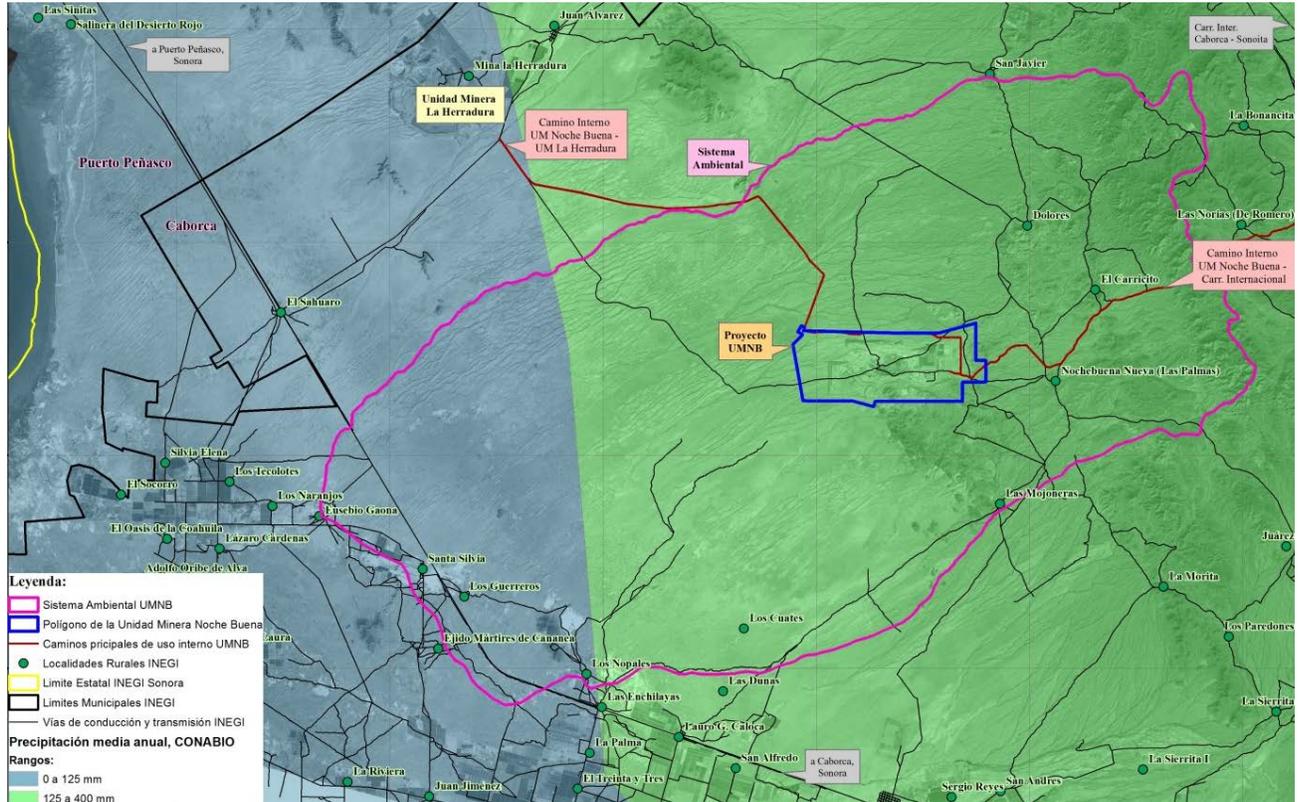


Figura 4.7. Rangos de precipitación media anual dentro del SA, CONABIO

A una escala más puntual, de acuerdo al modelo generado con la información de las estaciones meteorológicas del SMN cercanas al Proyecto, el rango de temperatura para la superficie que abarca el SA, va de 0 mm a 339 mm (Figura 4.8).

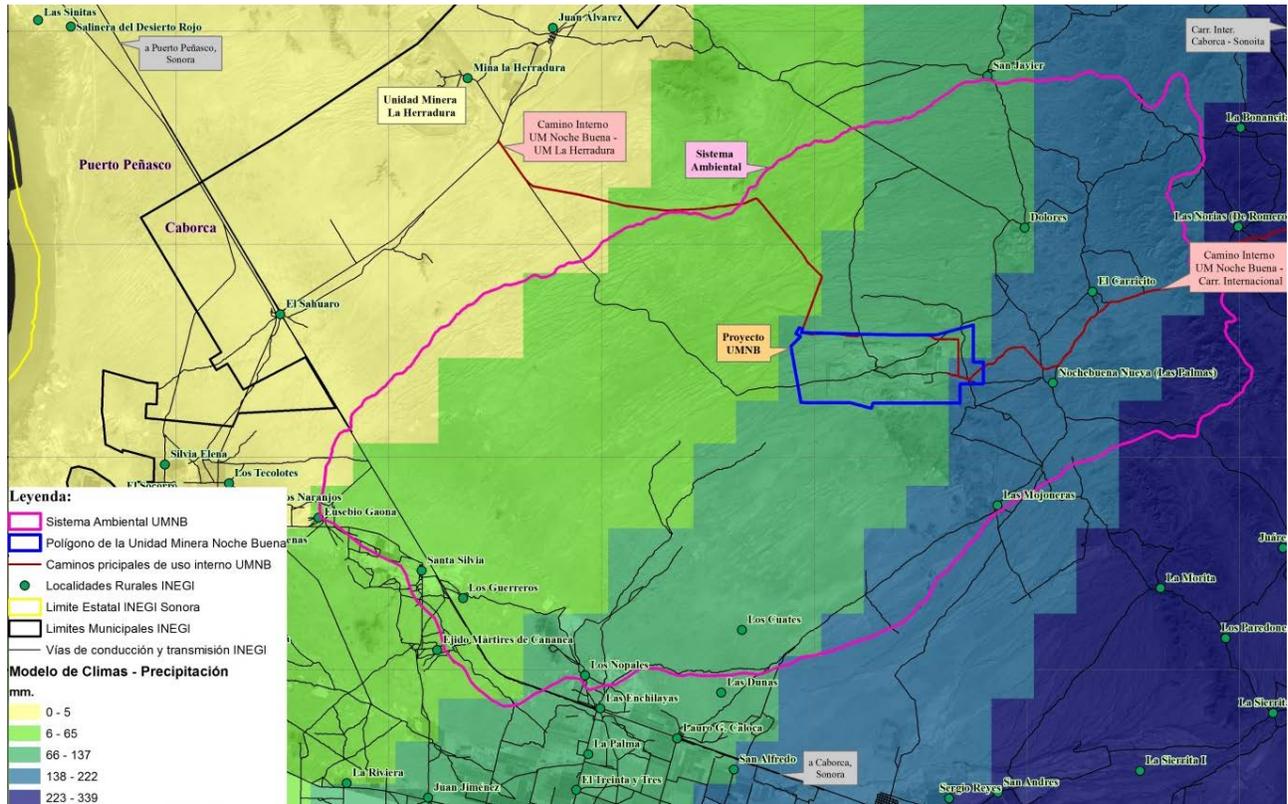


Figura 4.8. Rangos de precipitación media anual dentro del Sistema Ambiental (Basado en el análisis de datos de 12 estaciones meteorológicas)

Tabla 4.2. Datos de precipitación mensual promedio de las estaciones meteorológicas cercanas al SA

| Estación Meteorológica | Precipitación mensual promedio (mm) | | | | | | | | | | | | Precipitación total anual promedio (mm) |
|------------------------|-------------------------------------|------|------|-----|-----|------|-------|------|------|------|------|------|---|
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | |
| Caborca | 26 | 12.9 | 18.1 | 6.7 | 1.1 | 1.5 | 61 | 72.2 | 28.2 | 18 | 22.1 | 33.4 | 301.2 |
| Pitiquito | 15.8 | 14.4 | 10.7 | 4 | 1.3 | 3.2 | 56.6 | 61.8 | 26.5 | 15.5 | 11.3 | 25.2 | 246 |
| Altar (OBS) | 22.6 | 20.1 | 18.5 | 6 | 5 | 7.4 | 70.1 | 82.6 | 30.8 | 23.9 | 10 | 29.6 | 326.6 |
| Presa Cuauhtémoc | 24.1 | 23.8 | 21.6 | 5.6 | 5.2 | 7.3 | 88.3 | 95.8 | 33.5 | 27.8 | 14.4 | 32.8 | 380.2 |
| Puerto Peñasco (SMN) | 7.9 | 7.3 | 6.4 | 2.4 | 0.5 | 0.6 | 3.4 | 9.8 | 14.1 | 16.4 | 5.2 | 14.1 | 88.1 |
| Sonoita | 20.1 | 15 | 15.4 | 6.3 | 1.6 | 1.1 | 29.3 | 39.2 | 22.9 | 16 | 11.5 | 23.5 | 201.9 |
| La Sangre | 24.6 | 25.7 | 18.2 | 8.6 | 2.1 | 13.4 | 85 | 89.1 | 38.4 | 31 | 14.9 | 31 | 382 |
| Nogales (DGE) | 22.7 | 27.9 | 18.2 | 8.1 | 4.9 | 9.4 | 119.1 | 119 | 53.6 | 35.3 | 21.5 | 28.8 | 468.5 |
| Santa Rosa | 14.9 | 19.6 | 10.8 | 6.1 | 1.8 | 11.4 | 88.3 | 83.4 | 33 | 17.5 | 8.9 | 21.7 | 315.4 |

Escurrecimiento

Con base en la información digital recopilada por la CONABIO (metadatos del Portal de Geoinformación) se elaboró la Figura 4.9 , en la que se expone el escurrimiento medio anual dentro del Sistema Ambiental del Proyecto.

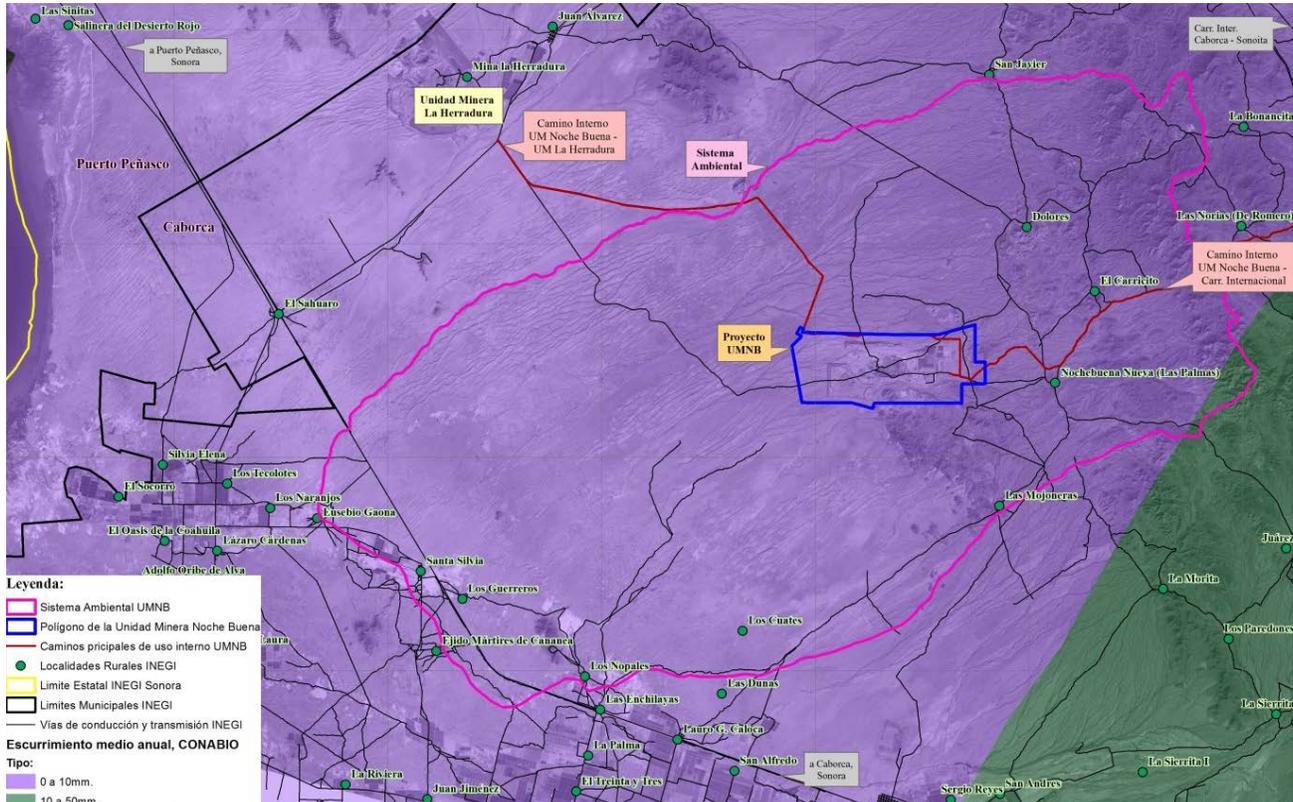


Figura 4.9. Escurrecimiento medio anual dentro del SA (CONABIO)

De la Figura 4.9 se concluye que el SA tiene incidencia sobre dos diferentes rangos de escurrimiento: en la porción dominante del SA se presenta un escurrimiento que va de 0 mm a 10 mm, donde los porcentajes de pendiente son menores al 1%; lo que sugiere que ahí el terreno es plano y la lluvia que precipita se infiltra sin generar escorrentías significativas; mientras que una pequeña porción del SA, ubicada en el límite Este, incide sobre un rango de escurrimiento que va de los 10 a 50 mm, área que corresponde a una zona con pendientes más pronunciadas.

Evapotranspiración

De acuerdo a la información obtenida de CONABIO, dentro del SA existen dos rangos de evapotranspiración. La isolinea que delimita estos dos rangos atraviesa el Sistema Ambiental de Noreste a Sureste, siendo la mayor proporción la que incide sobre el rango de evapotranspiración media anual que va de 100 a 200 mm; mientras que sólo una pequeña porción al Este del SA presenta un mayor rango de evapotranspiración, que va de 200 a 300 mm (Figura 4.10).

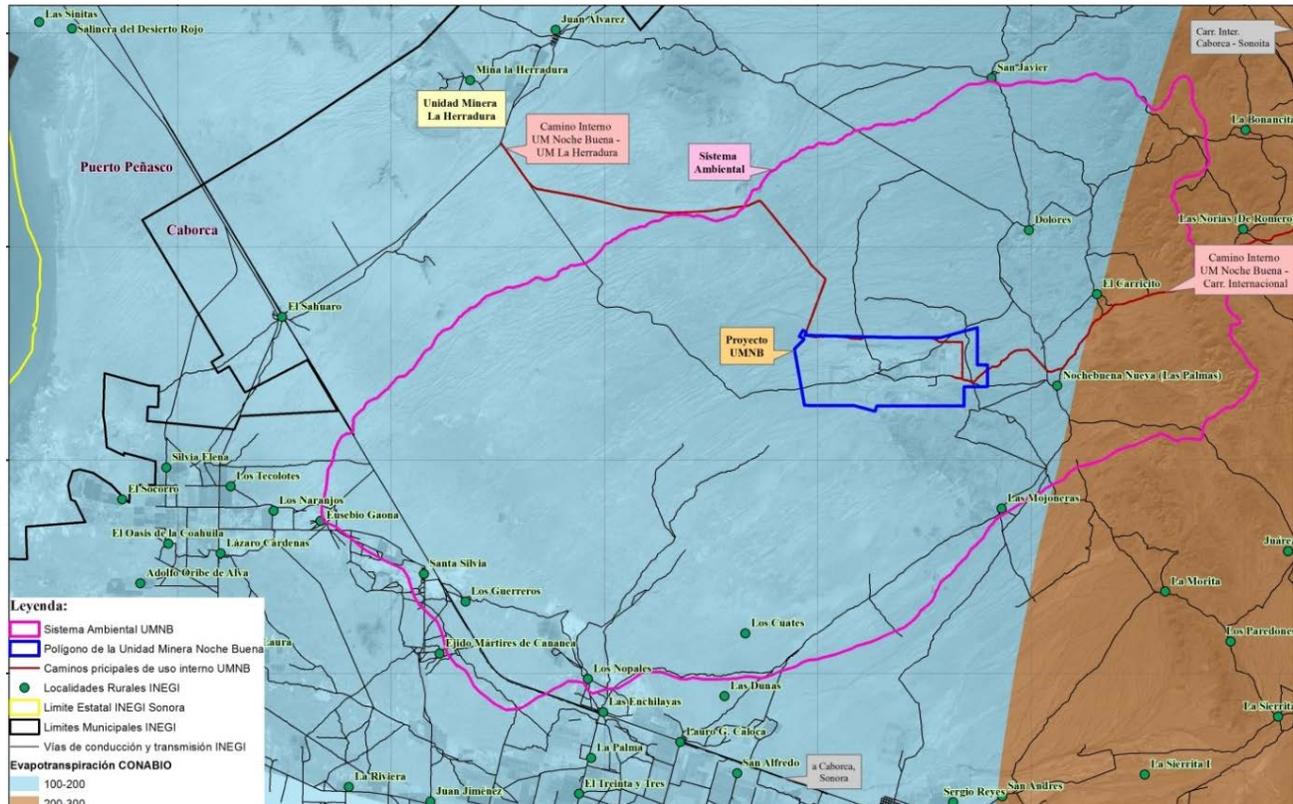


Figura 4.10. Evapotranspiración media anual dentro del SA (CONABIO)

Fenómenos climatológicos

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) cuenta con el portal del Atlas Nacional de Riesgos para la República Mexicana; el cual está compuesto por bases de datos que permiten integrar los resultados de los análisis de peligro, de vulnerabilidad y de riesgo.

A continuación se presentan los resultados del análisis de riesgos hidrometeorológicos para el SA del Proyecto.

- *Grado de riesgo por ciclones tropicales.* El Sistema Ambiental se ubica en una zona de peligro y riesgo con un grado “Muy Bajo” (imagen 1, Figura 4.11).
- *Índice de peligro por inundación.* De acuerdo al CENAPRED el SA tiene un índice “Bajo” (imagen 2, Figura 4.11).
- *Grado de riesgo por bajas temperaturas.* El grado de riesgo por bajas temperaturas para la región que comprende el SA tiene un grado de riesgo “Muy Bajo” (imagen 3, Figura 4.11).
- *Índice de días con heladas.* Conforme a información de CENAPRED, el área que comprende el SA presenta un índice “Bajo” presentando de 1 a 60 días al año (imagen 4, Figura 4.11).

- *Grado de riesgo por nevadas:* De acuerdo al CENAPRED el grado de riesgo en el SA del Proyecto es “Muy bajo”.
- *Grado de riesgo por sequías.* El SA se encuentra ubicado en una zona donde el nivel de riesgo por sequía es “Alto” (imagen 5, Figura 4.11).
- *Zonificación eólica:* De acuerdo a la zonificación eólica de la CFE, en el SA la velocidad eólica puede llegar alcanzar una velocidad que oscila entre los 130 y 160 km/hr atendiendo a que existen zonas en el país que registran vientos de más de 220 km por hora (imagen 6, Figura 4.11).

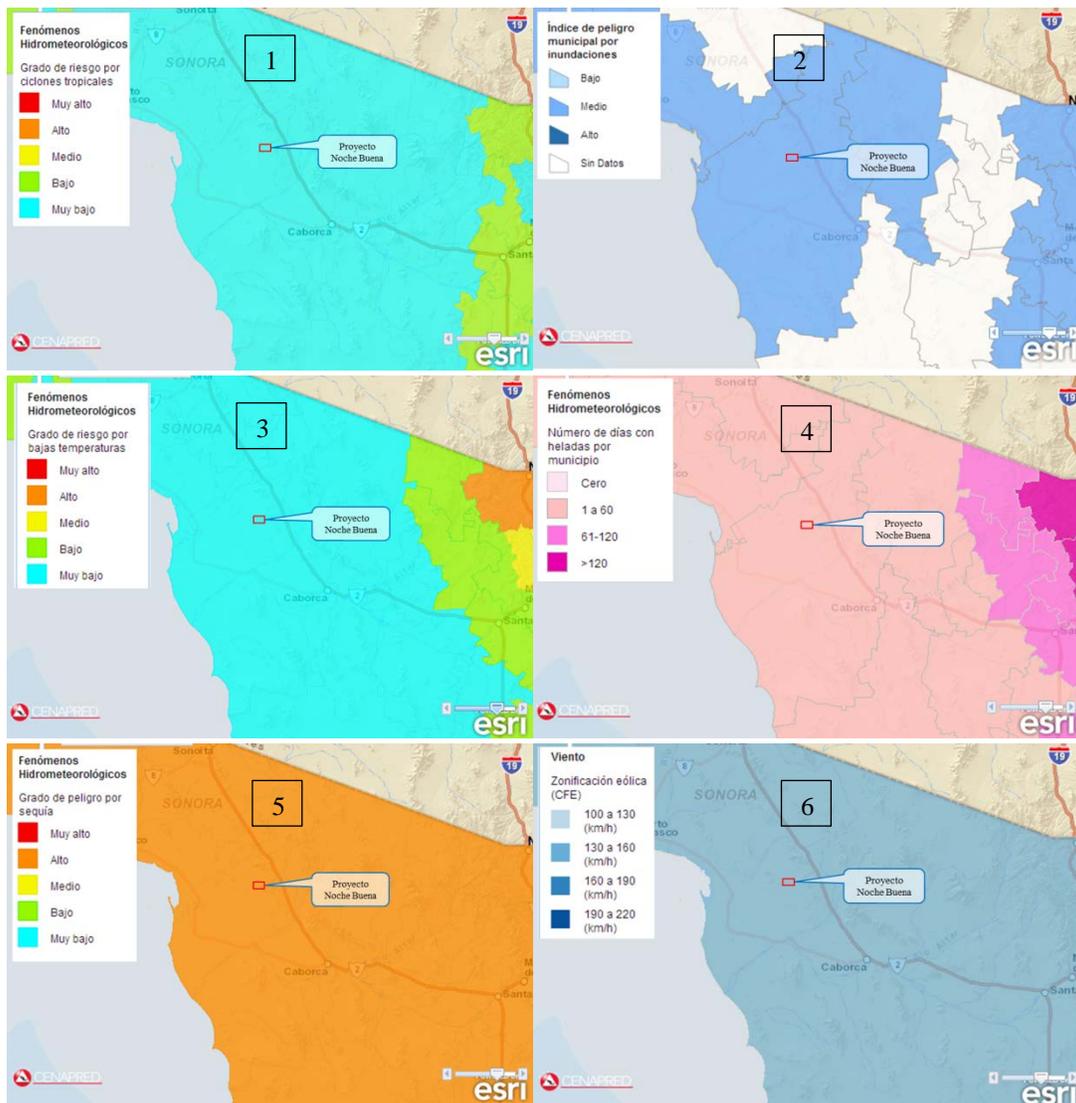


Figura 4.11 Fenómenos Hidrometeorológicos (CENAPRED)

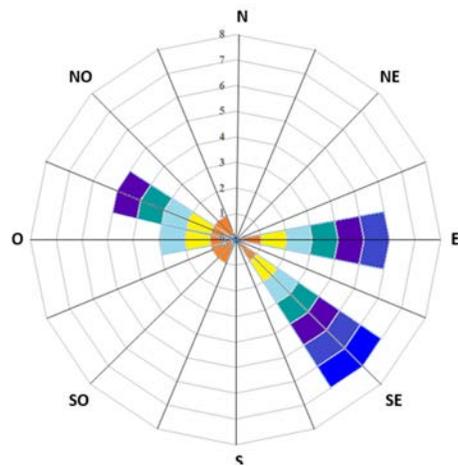
Velocidad y dirección del viento

Para la descripción de los vientos dominantes dentro del SA se revisaron los registros históricos (2015 - 2016) de la estación meteorológica UMNB, la cual se ubica dentro del área del SA delimitada para el proyecto.

De acuerdo a estos datos, la velocidad del viento promedio en el año 2016 fue de 7.0 km/h. Esta misma estación registró como velocidades máxima de 96.6 km/hr con dirección predominante al Sureste (SE).

Tabla 4.3. Dirección predominante del viento (EMA-UMNB)

| Rumbo | Frecuencia |
|----------------|------------|
| E | 6 |
| O | 3 |
| SO | 1 |
| OSO | 1 |
| SE | 7 |
| NO | 1 |
| ONO | 5 |
| Total de meses | 24 |



b) Geología y geomorfología

Ubicación del SA dentro de las Provincias Fisiográficas

El Sistema Ambiental del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena se encuentra inmerso en la provincia fisiográfica denominada Llanura Sonorense, en la subprovincia Sierras y llanuras Sonorenses (INEGI).

La Provincia fisiográfica Llanura Sonorense se ubica al Noreste de México, se extiende por los estados de Baja California y Sonora, limita al norte con Estados Unidos, al Este, tiene límites con la provincia de la Sierra Madre Occidental; por el Sur, limita con la provincia de la Llanura Costera del Pacífico; y en la porción Oeste, limita con la provincia de la Península de Baja California y el Golfo de California.

La subprovincia sierras y llanuras Sonorenses (INEGI) presenta sierras aisladas en dirección Noroeste- Sureste y Norte-Sur, con alturas que van de los 200 a los 1400msnm, con llanuras y lomeríos ubicados entre ellas.

Geología

De acuerdo con los metadatos geológicos del INEGI, dentro de la superficie definida para el Sistema Ambiental se encuentra constituida de tres distintos tipos de rocas originadas en el

Cenozoico medio, siendo los Aluviones Q(s), los predominantes en el área del SA, las Rocas Ígneas Extrusivas Intermedia Ts (Mgei) y los conglomerados T (cg) se encuentran en menor proporción al Este y Sureste respectivamente (Figura 4.12).

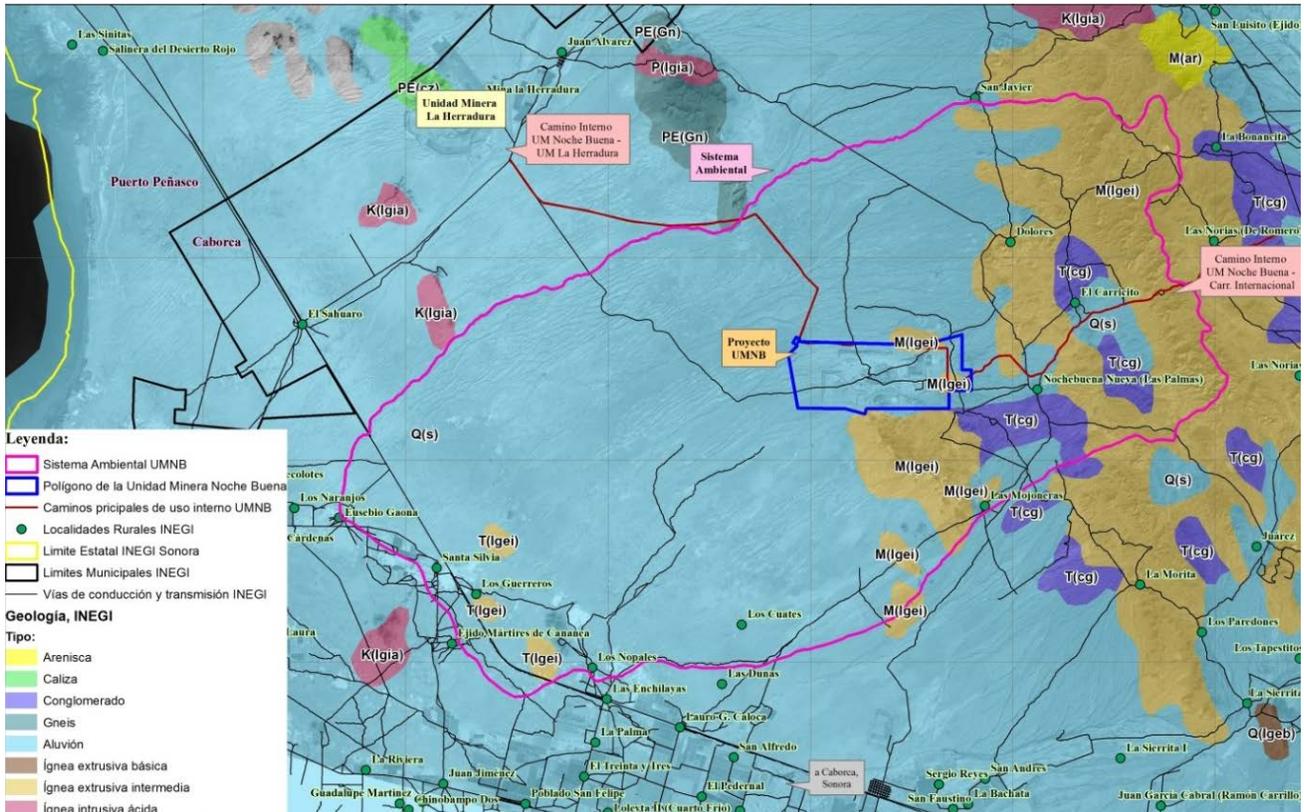


Figura 4.12. Geología, INEGI

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

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

Roca ígnea extrusiva intermedia: este tipo de roca se origina a partir de material fundido en el interior de la corteza terrestre, el cual está sometido a temperatura y presión muy elevada. El material antes de solidificarse recibe el nombre genérico de Magma (solución compleja de silicatos con agua y gases a elevada temperatura). Se forma a una profundidad de la superficie terrestre de entre 25 a 200 km. cuando emerge a la superficie se conoce como lava. El termino extrusiva, es por su lugar de formación, y refiere a rocas formadas a partir de lava que sale a la superficie terrestre a través de fisuras o conductos (volcanes) para después enfriarse. Las rocas ígneas extrusivas se distinguen por presentar cristales que solo pueden ser observados por medio de una lupa. La condición de intermedia se lo confiere su contenido de SiO₂ (más de 52% y menos de 65%).



Conglomerado: Un conglomerado es una roca sedimentaria formada por cantos redondeados de gran tamaño (> 2mm), unidos por un cemento o una matriz. Están constituyen de una cantidad mayor de 50% de componentes de un diámetro mayor de 2mm, son redondeados. Los tipos de los fragmentos pueden variar mucho según cual fuese la composición de la zona de erosión suministradora. El cementante o matriz, igualmente puede variar, puede constituirse de componentes clásticos, pelíticos y arenosos (matriz) y de material de enlace carbonatico o silícico (cemento) que es sustituido posteriormente por la roca al solidificares.

Geomorfología

El municipio de Caborca presenta lomeríos con bajadas en un 52.60% de su territorio, Llanuras aluviales en un 20.03%, Sierras escarpadas complejas en 8.70%, Vasos lacustres en 8.31%, Lomeríos complejos en 2.43%, Llanuras costeras con dunas y salinas en 2.41%, Sierras escarpadas complejas con lomeríos 2.02%, Sierra escarpada volcánica 1.53%, Sierra escarpada 0.81%, Playa o barra 0.78%, Lomerío típico 0.34%, Sierra escarpada volcánica con lomerío 5.05%,(INEGI).

Las elevaciones varían desde el nivel del mar hasta 1250 msnm. Las principales serranías de la región son la sierra La Gloria 1250 msnm, Sierra el Viejo 1050 msnm, Sierra El Álamo 860 msnm, Sierra La Verruga 800 m.s.n.m., Sierra Picu 950 m.s.n.m., Sierra de Aguirre 900 m.s.n.m. y Sierra de Julio 500 m.s.n.m. y otras pequeñas sierras y lomeríos, entre las que destacan la Sierra La Víbora, cerro Tajitos, Cordón Lista Blanca, Cerros El Arpa, Las Calaveras, Bámori, etc. De acuerdo a las características fisiográficas y morfológicas de esta subprovincia, se considera que esta región se encuentra en un estado de senectud dentro del ciclo geomorfológico.

Para analizar los rasgos geomorfológicos dentro del SA, se generó un modelo de geoformas en el Sistema de Información Geográfica (SIG), clasificadas con base en las pendientes del terreno. En dicho modelo (Figura 4.13), se observa que las geoformas predominantes dentro del SA son las planicies y se distingue la presencia de Cumbres Cerriles y cañadas intercaladas en el SA con mayor concentración en la porción Este.

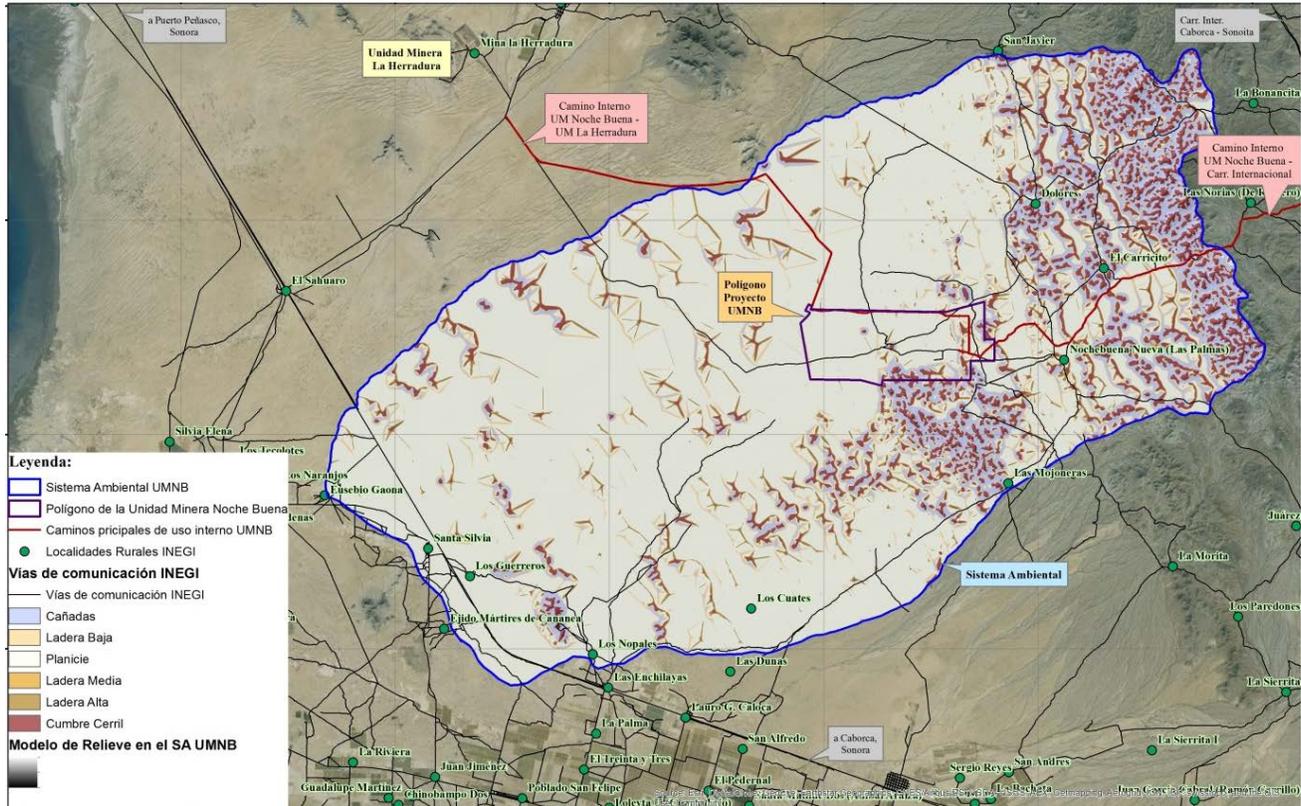


Figura 4.13. Modelo de Geoformas en el SA

En la Figura 4.14 se presenta el modelo digital de elevación elaborado para el Sistema Ambiental, en él se distingue que el rango de elevación que se presenta oscila entre los 30 y los 702 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Las principales elevaciones se encuentran en la porción Este llegando a los parteaguas más altos que delimitan al SA.

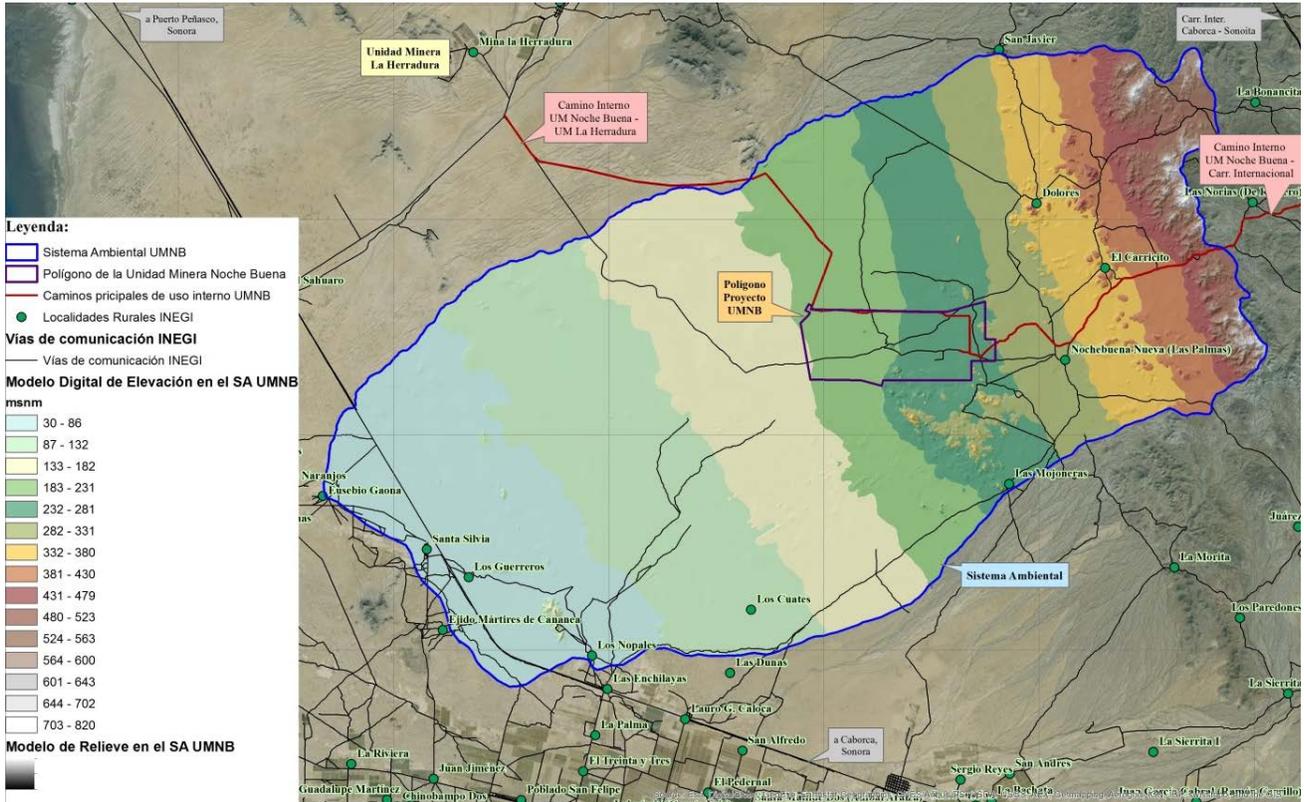


Figura 4.14. Modelo Digital de Elevación

Aunado a lo anterior, se elaboró un modelo de pendientes para el SA, usando grados de inclinación como unidad de medida. Mediante este modelo se observa que el Sistema Ambiental presenta de manera general pendientes muy ligeras puesto que dominan los rangos entre 0° y 2.5° , sin embargo al Este y Sureste del SA se presentan cañadas donde las pendientes superan los 60° de inclinación (Figura 4.15).

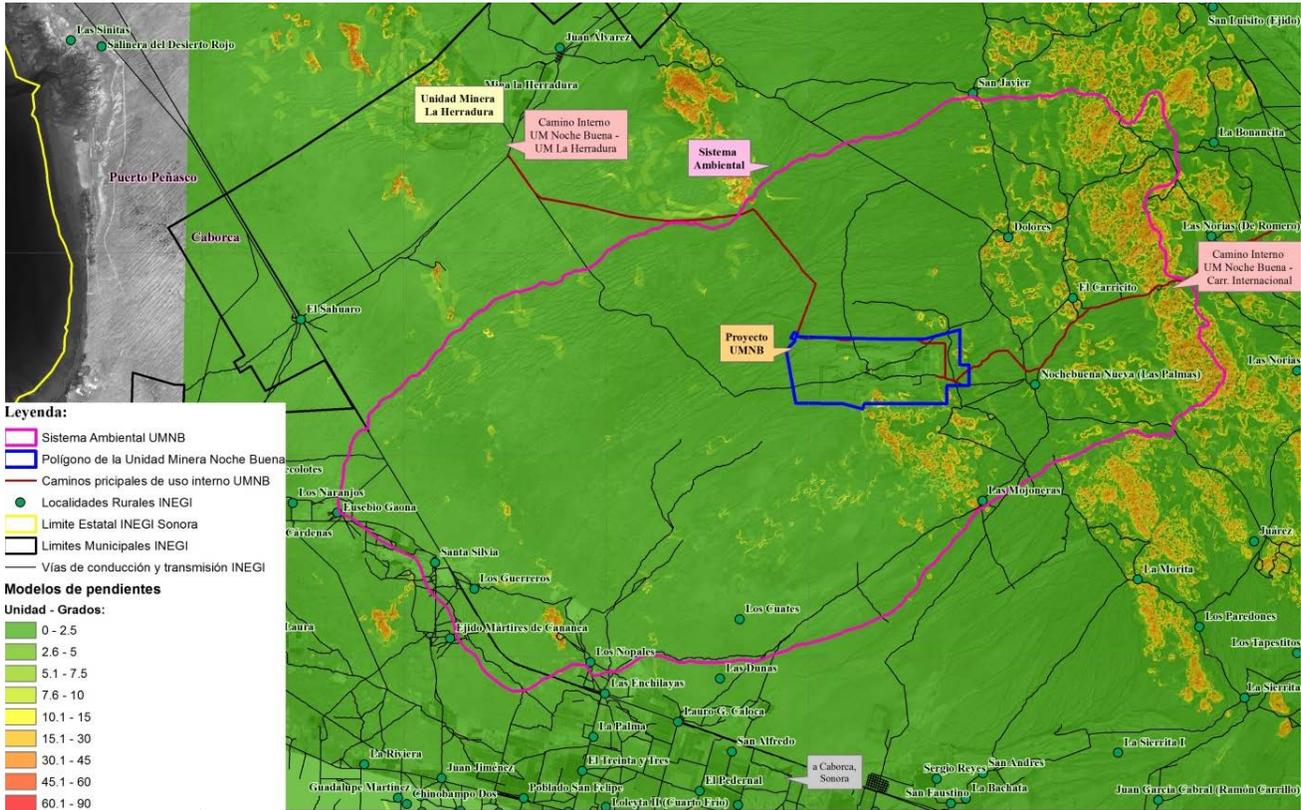


Figura 4.15. Modelo de pendientes

El rumbo de las pendientes es uno de los factores que determina la cobertura vegetal en determinados sitios. Como se ha visto en las figuras anteriores, las pendientes y elevaciones de mayor importancia dentro del SA son las que se presentan en la parte Este.

Enseguida en la Figura 4.16, se presenta el modelo de rumbo de pendientes dentro del SA; en él que se aprecia cierta dominancia de pendientes con dirección Oeste, caracterizada por recibir una mayor radiación solar, por lo tanto se presentan condiciones más cálidas y secas, mientras que en la porción Este del SA se aprecia un mosaico de colores que indican diferentes rumbos lo que permite visualizar como se distribuyen cardinalmente las geoformas de las cañadas.

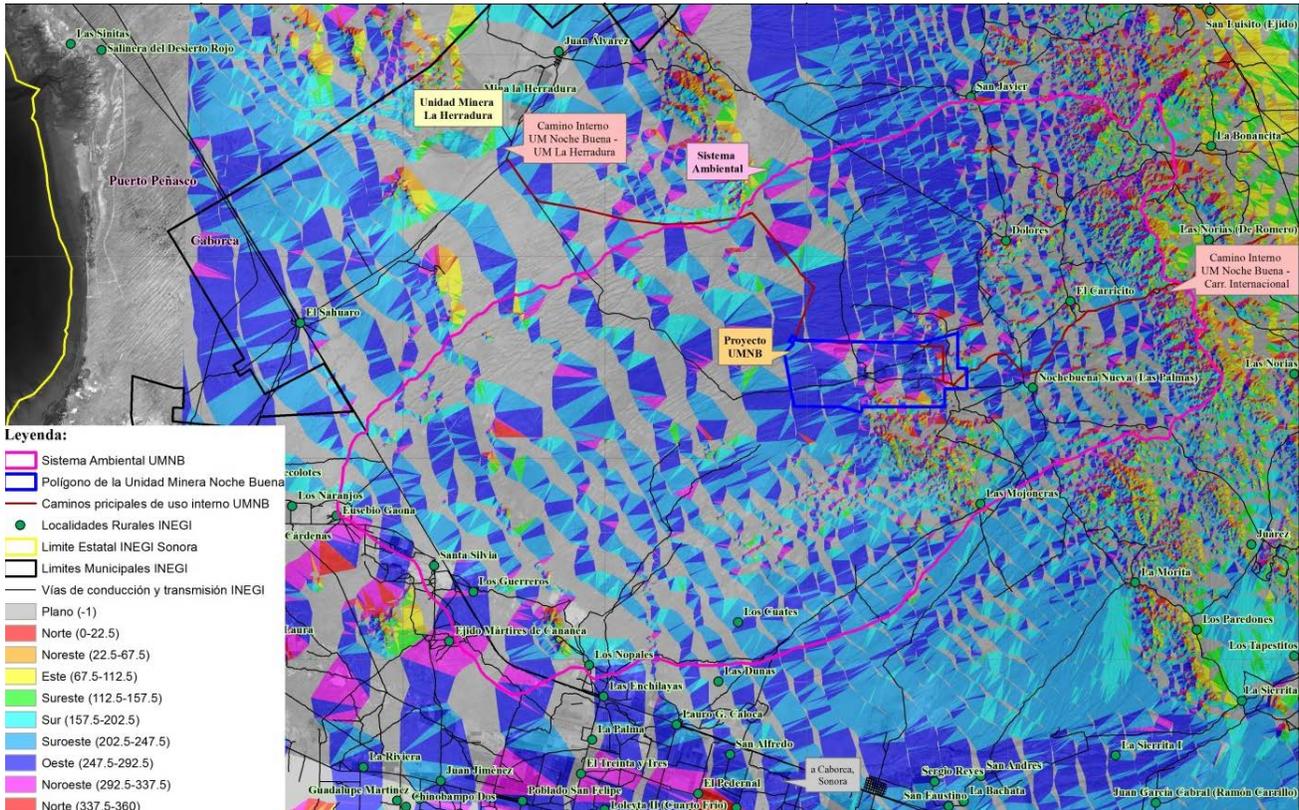


Figura 4.16. Modelos de rumbos de pendientes dentro del SA

Riesgos geológicos

Regionalización Sísmica

El Sistema Ambiental del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena en su porción Este se ubica dentro de la zona de riesgo sísmico “B”, esta zona es de moderada intensidad, las aceleraciones no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad; la porción Oeste se ubica dentro de la zona “C” de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica sin embargo las aceleraciones del suelo no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad, ello según la Regionalización Sísmica de la República Mexicana, publicada en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), capítulo de Diseño por Sismo, la cual fue actualizada en 2015.



c) Suelos

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

Metodología

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.

- Integración de la información ambiental: Se reunió información de INEGI en formato SHP con escala 1:250 000, siendo los temas de; geológica, uso del suelo y vegetación, climas, fisiográfica, edafología. Además de recabar información edafológica de estudios pasados y cercanos al área de interés.
- Trabajo de campo: Se efectúan inspecciones en los sitios determinados a muestrear, los cuales fueron determinados en el trabajo de gabinete. En esta acción se efectúa la apertura del perfil de suelo para la descripción y toma de muestras correspondiente.
- 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.
- Análisis del laboratorio para muestras de suelo: Los datos analíticos o de laboratorio son uno de los respaldos que tiene el inventario de recursos naturales, se mandaron hacer los análisis requeridos en la clasificación de suelos con el sistema WRB.
- 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).

Tipos de suelos de acuerdo a la Base Referencial Mundial de Recurso Suelo (WRB)

Los tipos de suelos de acuerdo a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelos (WRB) encontrados en el Sistema Ambiental son, Arenosol, Calcisoles, Leptosoles y Regosol. Para una mejor caracterización del Sistema Ambiental en cuanto al recurso suelo se han recopilado datos de 10 puntos de muestreo (Tabla 4. 4), para así tener una mejor perspectiva en la distribución y características del suelo.

Tabla 4. 4. Localización de los puntos de muestreo edafológico

| ID Punto de muestreo | Coordenadas UTM WGS84 | | Altitud (msnm) |
|----------------------|-----------------------|---------|----------------|
| | X | Y | |
| P1 | 339642 | 3435106 | 177 |
| P2 | 347101 | 3434998 | 270 |
| P3 | 340894 | 3440144 | 212 |
| P4 | 337321 | 3437154 | 171 |
| P5 | 344369 | 3435436 | 238 |
| P6 | 346965 | 3434407 | 261 |
| P7 | 350590 | 3434679 | 308 |
| P8 | 335037 | 3438688 | 175 |
| P9 | 356560 | 3438268 | 414 |
| P10 | 323849 | 3421946 | 160 |

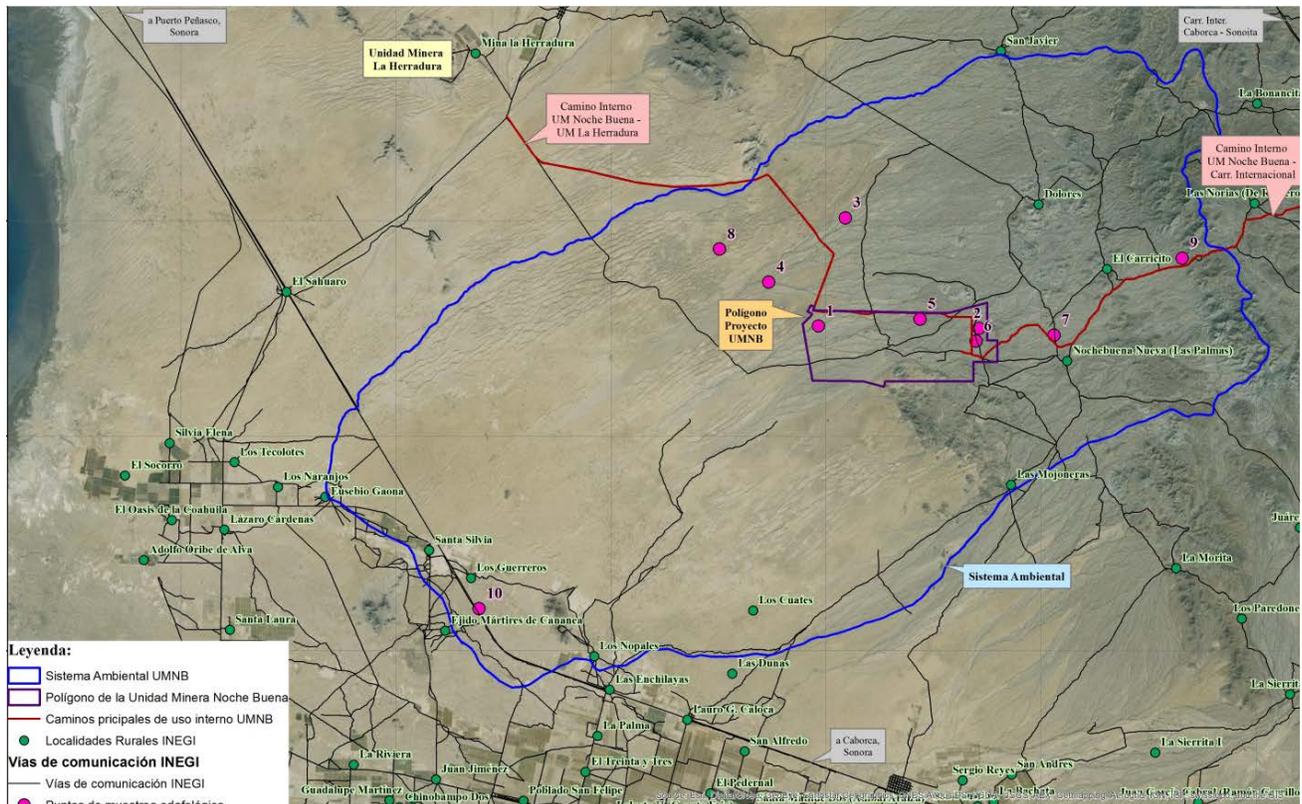


Figura 4.17. Ubicación de puntos de muestreo de suelos

En la siguiente Tabla 4. 5 se presenta los puntos de suelo muestreados y en consideración a la clasificación del sistema WRB 2000 los tipos de suelo que se catalogados en cada sitio. Para conocer las características físicas y químicas de los suelos en los puntos de muestreo, en el Anexo 4.4 se presenta la localización y descripción de los perfiles de suelo.

Tabla 4. 5. Clasificación de suelos de acuerdo a WRB 2000

| ID Punto de muestreo | Tipo de verificación | Muestras | Clasificación de suelos WRB 2000 | | Textura del suelo |
|----------------------|----------------------|----------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | | | Clave | Nombre de suelo | |
| P1 | Pozo a cielo abierto | 2 | CLskn/2 | Calcisol endoesquelético | Franco arenoso (media) |
| P2 | Pozo a cielo abierto | 1 | RGnlcl/1 | Regosol endoléptico calcárico | Franco arenoso (gruesa) |
| P3 | Pozo a cielo abierto | 2 | CLskn/2 | Calcisol endoesquelético | Franco arenoso (gruesa) |
| P4 | Pozo a cielo abierto | 1 | ARha/1 | Arenosol háplico | Areno franco (gruesa) |
| P5 | Pozo a cielo abierto | 2 | RGclsk/1 | Regosol calcárico esquelético | Areno franco (gruesa) |
| P6 | Pozo a cielo abierto | 1 | CLskn/1 | Calcisol endoesquelético | Franco arenoso (gruesa) |
| P7 | Pozo a cielo abierto | 0 | CLskn/2 | Calcisol endoesquelético | Franco arenoso (media) |
| P8 | Observación | 0 | ARha/1 | Arenosol háplico | Areno franco (gruesa) |
| P9 | Observación | 0 | LPli | Leptosol lítico | - |
| P10 | Observación | 0 | ARha/1 | Arenosol háplico | Areno franco (gruesa) |

En consideración al muestreo realizado, el tipo de suelo que se presentó con mayor frecuencia fueron los Calcisoles (presente en 4 puntos de muestreo), seguido de los Arenosoles (presente en 3 puntos de muestreo), Regosoles (presente en 2 puntos de muestreo) y Leptosoles (presente en 1 punto de muestreo).

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, en algunas áreas la textura es 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 encontrados en el Sistema Ambiental de acuerdo a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB 2000).

- Arenosoles (AR)

Suelos arenosos, incluyendo tanto suelos desarrollados en arenas residuales después de la meteorización *in situ* de sedimentos o rocas ricos en cuarzo, y suelos desarrollados en arenas recién depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas.

Descripción

- Connotación: suelos arenosos
- Material parental: material no consolidado, en algunos lugares materiales traslocados, calcáreos, de textura arenosa
- Ambiente: desde árido húmedo y perhúmedo, y desde extremadamente frío hasta extremadamente cálido; las geoformas varían desde dunas recientes, cordones de playa y planicies.
- Desarrollo del perfil: existencia de poco desarrollo

Calificadores

- Háptico (ha): que tiene una expresión típica de ciertos rasgos (típica en el sentido de que no hay una caracterización adicional o significativa) y sólo se usa si no aplica ningún calificador
- Calcisoles (CL)

Los Calcisoles acomodan suelos en los cuales hay una acumulación secundaria sustancial de calcáreo. Los Calcisoles están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales altamente calcáreos.

Descripción

- Connotación: Suelos con sustancial acumulación de calcáreo secundario; del latín *calx*, calcáreo
- Material parental: Principalmente depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases
- Ambiente: Tierras llanas hasta con colinas en regiones áridas y semiáridas. La vegetación natural es escasa y dominada por arbustos y árboles xerófitos y/o pastos efímeros
- Desarrollo del perfil: Los Calcisoles típicos tienen un horizonte superficial pardo pálido; la acumulación sustancial de calcáreo secundario ocurre dentro de 100 cm de la superficie del suelo

Calificadores

- Endoesquelético (skn): que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo



- Leptosoles (LP)

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

Descripción

- Connotación: Suelos someros; del griego leptos, fino
- Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 por ciento (en volumen) de tierra fina
- Ambiente: todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas.
- Desarrollo del perfil: el desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, debido a la aridez

Calificadores

- Lítico (li): que tiene roca continua que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo.
- Regosoles (RG)

Suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no contienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas.

Descripción

- Connotación: suelos débilmente desarrollados en material no consolidado
- Material parental: material no consolidado de grano fino
- Ambiente: Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.
- Desarrollo del perfil: Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.

Calificadores

- Calcárico (ca): que tiene material calcárico entre 20 y 50 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad
- Esquelético (sk): que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad
- Endoesquelético (skn): que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo

- Endoléptico (nl): que tiene roca continua que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo

Distribución de los tipos de suelos en el Sistema Ambiental

En consideración a información edafológica de INEGI con escala 1:250 000 los tipos de suelos dominantes catalogados para el Sistema Ambiental se pueden ver en Tabla 4.6 y Figura 4.18 (Anexo 4.5).

Tabla 4.6. Tipos de suelo en el Sistema Ambiental, INEGI

| Tipo de suelo | Superficie (ha) en el SA | Porcentaje (%) en el SA |
|---------------|--------------------------|-------------------------|
| Arenosol | 40,722.954 | 52.08 |
| Calcisol | 15,217.257 | 19.46 |
| Leptosol | 11,309.972 | 14.46 |
| Luvisol | 2,642.366 | 3.37 |
| Regosol | 7,380.538 | 9.43 |
| Vertisol | 918.341 | 1.17 |

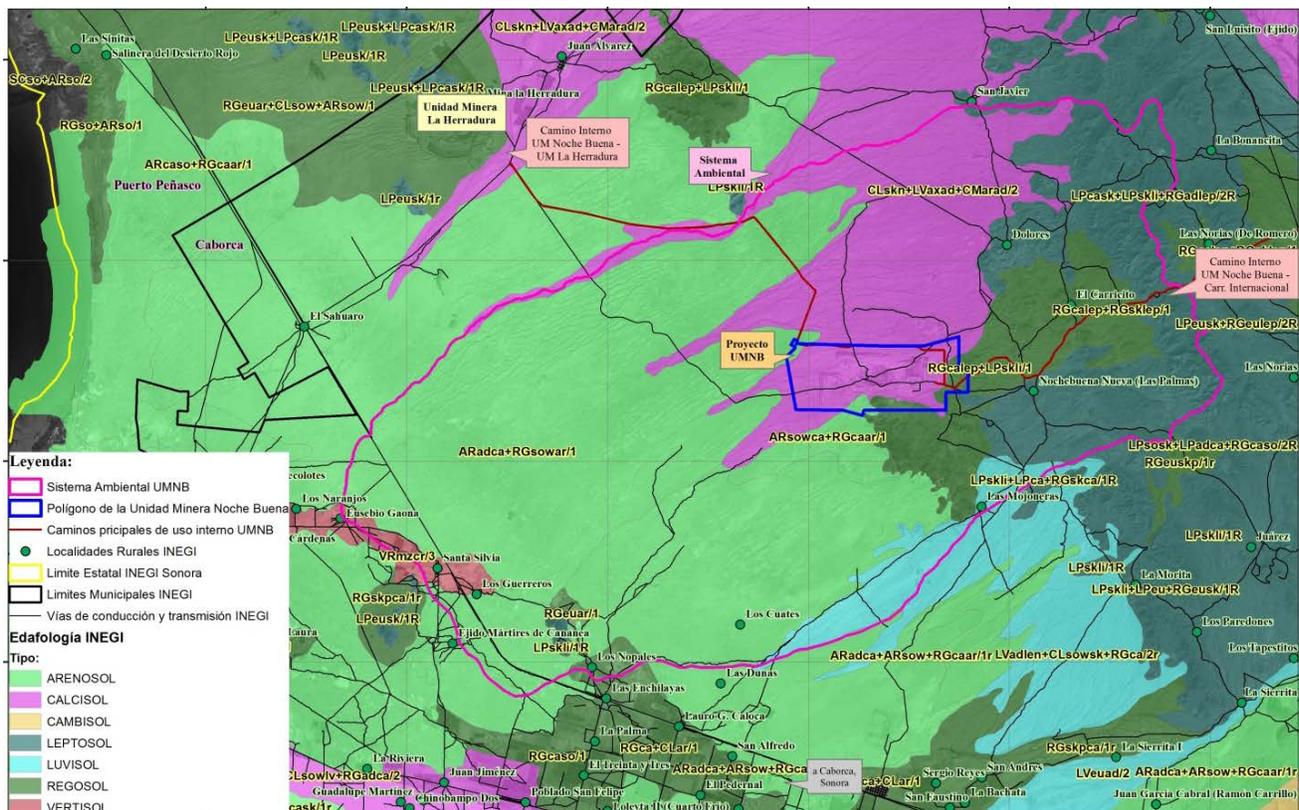


Figura 4.18. Suelos en el Sistema Ambiental, INEGI serie II

Tipos y grados de erosión del suelo

De acuerdo a información de INEGI en formato *shape* con escala 1:250,000, el tipo de erosión que se encuentra en el SA de forma dominante es hídrica la cual se puede presentar en forma laminar y surcos, en algunas áreas se presenta erosión eólica en un grado leve. Cabe mencionar que en el SA se encuentran superficies que son clasificadas como “sin erosión evidente” y “zonas arenosas”.

Tabla 4. 7. Forma y grado de erosión dominante o en asociación

| Clave de unidad | Tipo de erosión | Forma de erosión | Grado de erosión | Superficie (Ha) en el SA | Porcentaje (%) en el SA |
|-----------------|----------------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------------------|
| HL1 | Hídrica | Laminar | Baja | 11,542.9135 | 12.66 |
| EO1+HL1 | Eólica | - | Baja | 9,903.3954 | 14.76 |
| | Hídrica | Laminar | | | |
| HL1+HS1 | Hídrica | Laminar | Baja | 24,298.220 | 31.07 |
| | | Surcos | | | |
| SE | Sin erosión evidente | N/A | N/A | 3,171.461 | 4.05 |
| ZA | Zona arenosa | N/A | N/A | 29,275.439 | 37.44 |

El principal tipo de erosión que se localiza en la superficie del Sistema Ambiental es la hídrica por lo que se ha realizado un análisis con mayor detalle en dicha superficie aplicando la Ecuación Universal de Perdida de Suelo (EUPS), en dicha fórmula se contempla la erosividad de la lluvia, susceptibilidad de los suelos a la erosión, longitud y grado de la pendiente y cobertura vegetal (Anexo 4. 6).

Como se puede observar en la siguiente Tabla 4.8 y Figura 4.19 (Anexo 4.7), en consideración al análisis realizado a dicha superficie (SA) la mayor parte del área 76,816.80 ha (98.2%) se presenta con un grado de erosión muy baja y baja, donde solo se erosiona una cantidad de suelo que va de 0 a 10 ton/ha/año, mientras que, en 1,978.28218 ha (1.73%) se presenta con un grado de erosión moderada y 17.35 ha (0.022%) un grado de erosión fuerte y muy fuerte.

Tabla 4.8. Grado de erosión hídrica en el Sistema Ambiental

| Grado de erosión | Ton/ha/año | Hectáreas (ha) de la superficie del SA | Porcentaje (%) de la superficie del SA |
|------------------|------------|--|--|
| Muy baja | <5 | 74,838.5185 | 95.71 |
| Baja | 6-10 | 1,978.28218 | 2.53 |
| Moderada | 10-50 | 1,356.46652 | 1.73 |
| Fuerte | 50-200 | 15.3125 | 0.019 |
| Muy Fuerte | >200 | 2.0433 | 0.0026 |

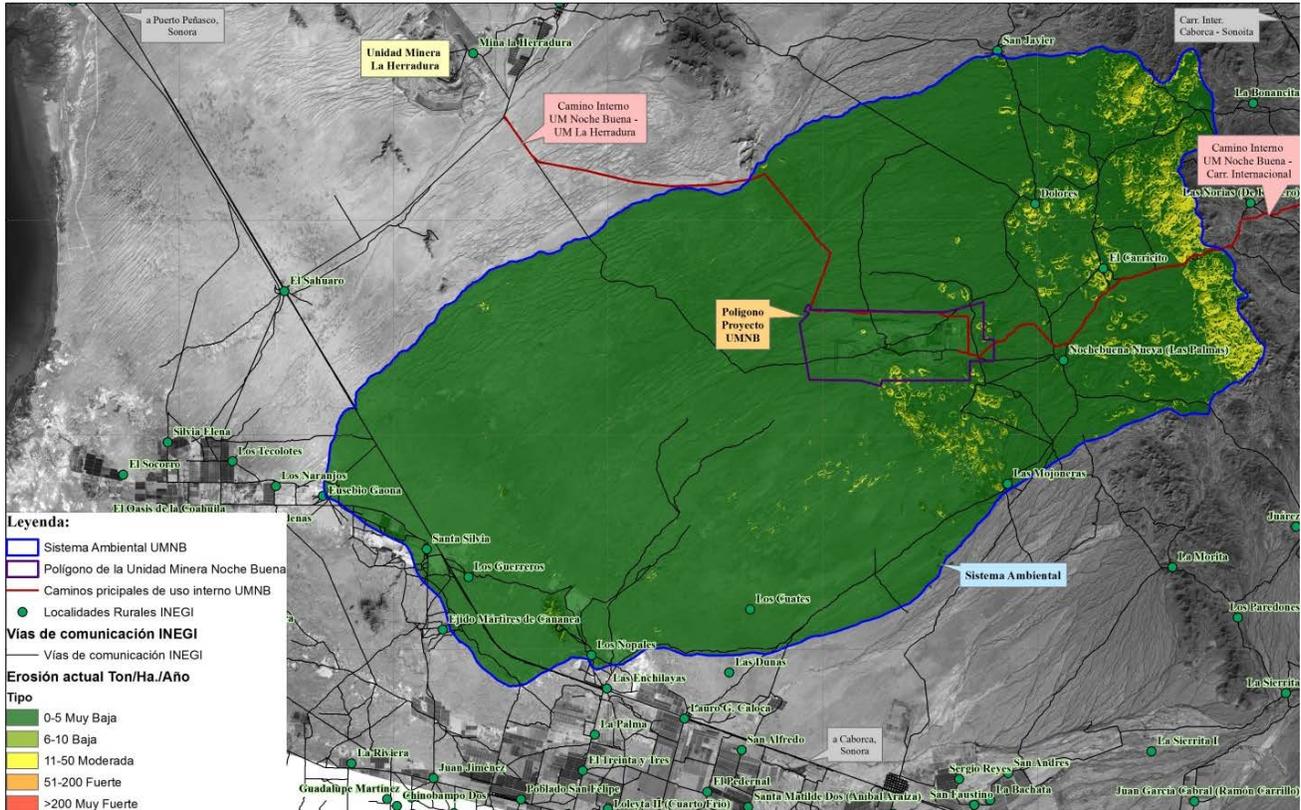


Figura 4.19. Modelo de erosión hídrica actual en el Sistema Ambiental

Degradación del suelo y las causas que la originan

En consideración a información de INEGI, las principales causas de degradación del suelo en el Sistema Ambiental están en relación a las actividades agrícolas que se ejecutan en la zona Oeste del SA, en la Tabla 4. 9 se presentan los tipos de degradación que existen en el SA.

Tabla 4. 9. Tipo de degradación del suelo y las causas que la originan

| Tipo de degradación | Causas que la 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 | Actividades agrícolas | Moderado | 34,403.808 | 43.99 |
| Degradación química por salinización/alcalinización | Actividades agrícolas | Moderado | 573.945 | 0.73 |
| S/D | S/D | S/D | - | - |



Suelos en la superficie del Proyecto y Área de Influencia

Los suelos que se presentan en la superficie del Proyecto y su Área de Influencia son Arenosoles, Regosoles, Leptosoles y Calcisoles, siendo estos últimos los que cubren mayor superficie es dichas áreas.

Los suelos en estas áreas se presentan de mediana a fuertemente alcalinos con un pH mayor a 8, siendo limitados los nutrientes del suelo a las plantas, y presentado un alto contenido de bases de cambio, en consideración a la presencia de un elevado contenido de carbonatos de calcio se bloquea la disponible de absorción de fósforo y la absorción de la mayor parte de los micronutrientes.

La textura que se presenta en dicha superficie es gruesa, suelos arenosos donde predomina la arena, siendo areno francos, las partículas dominantes tienen un tamaño de 0.005 a 2 mm. Los suelos arenosos, que poseen un mayor porcentaje de poros de mayor diámetro, drenan más rápido que los suelos arcillosos, que tienen un mayor porcentaje de poros de menor diámetro.

Los suelos presentes se encuentran con baja salinidad, o siendo lo mismo, baja conductividad eléctrica y ningún efecto sobre el crecimiento de las plantas.

Conclusiones

Los suelos encontrados en la superficie del Sistema Ambiental son el resultado de procesos físicos y químicos que se han presentado durando mucho tiempo en el entorno presente en dicha superficie.

Los suelos jóvenes o azonales (Arenosoles, Leptosoles y Regosoles) se distribuyen en mayor superficie del SA, estos suelos son suelos inmaduros, que se encuentran en las primeras etapas de su desarrollo por no haber actuado los factores edafogenéticos durante el tiempo suficiente (aclimáticos), en los que los caracteres predominantes son los debidos al tipo de roca madre. Son los presentes por ejemplo sobre sedimentos recientes (alóctonos), desiertos. Escaso o nulo desarrollo y diferenciación de horizontes. El tipo de suelo que se presenta poco evolucionado son los Calcisoles, desarrollados bajo condiciones en que predominan los factores edafogenéticos pasivos, como roca madre, pendiente, acción humana. Son suelos aclimáticos, ya que el factor clima no es determinante en su formación.

Los suelos que se presentan con mayor fragilidad a procesos erosivos hídricos son los que se encuentran en fuertes pendientes como los Leptosoles y Regoles, donde el grado de erosión promedio se encuentra en un rango de 10 a 50 toneladas por hectárea por año. Por otro lado, los suelos con menor fragilidad a procesos erosivos de acuerdo a las características físicas y químicas que presentan, son los Arenosoles y Calcisoles.

d) Hidrología

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 se encuentran organizadas en 37 Regiones Hidrológicas, que a su vez se agrupan en 13 Regiones Hidrológicas-Administrativas (RHA). El proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, se encuentra ubicado dentro de la Región Hidrológica-Administrativa N° II Noroeste.

Según información del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) del INEGI, el Sistema Ambiental se localiza dentro la Región Hidrológica Número 8 denominada Sonora Norte (RH08) Figura 4.20. Asimismo, el SA se ubica dentro de la Cuenca Río Concepción, y en la Subcuenca Costa Rica (RH08Cd), la que corresponde a la ubicación del SA en el contexto hidrológico nacional, representado en la Figura 4.21.

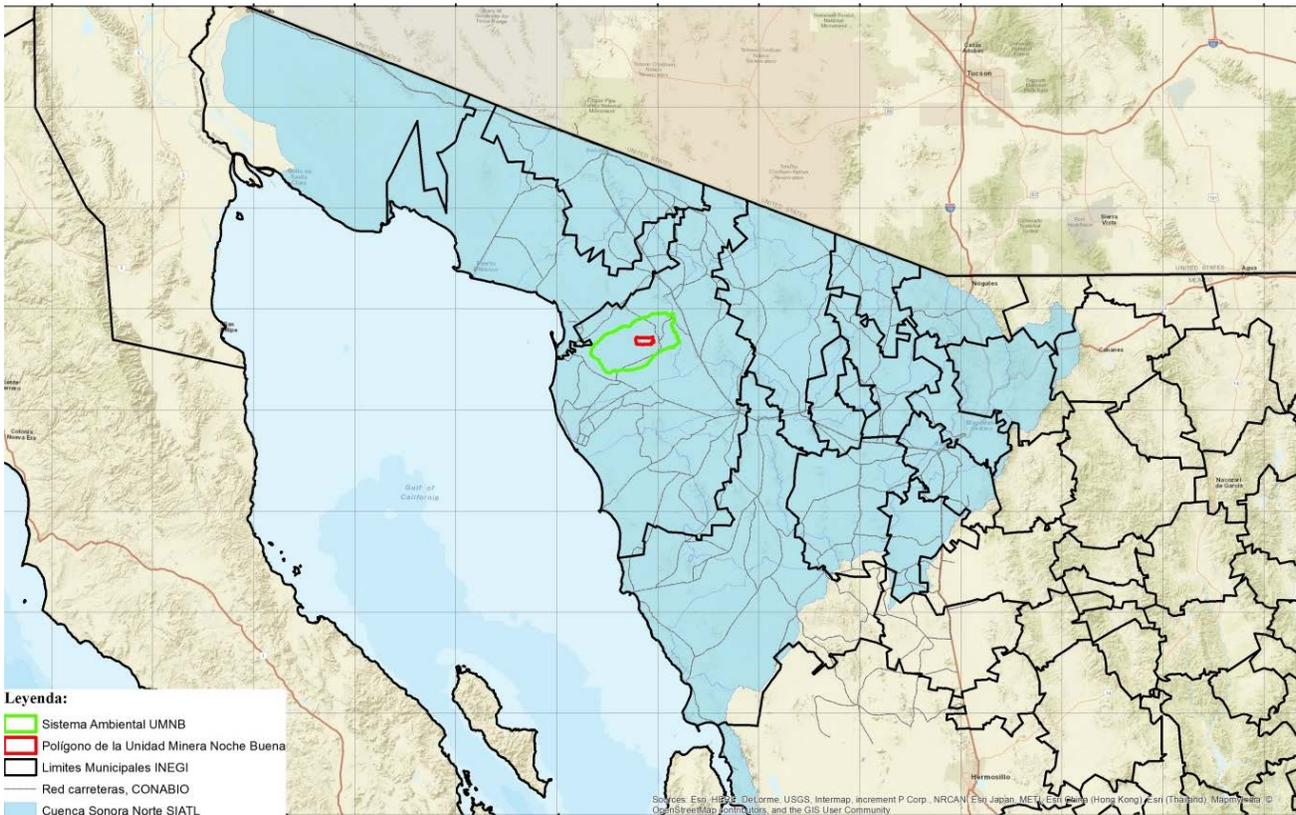


Figura 4.20. Ubicación del SA dentro de la región hidrológica Número 8 denominada Sonora Norte (RH08)



Figura 4.21. Ubicación del SA dentro del contexto hidrológico nacional (RH08Cd)

Hidrología superficial

Dentro del Sistema Ambiental se presenta una red de drenaje de agua pluvial, que conduce escurrimientos intermitentes de tipo radial, desde el parteaguas en la parte alta al Este del SA hacia las planicies al Oeste. Dadas las condiciones de alta permeabilidad (suelos arenosos), los cauces no llegan a desembocar al mar y la totalidad del agua pluvial se infiltra al subsuelo.

El principal cauce de agua de la región corresponde al Arroyo El Coyote (aproximadamente a 20 km al sur del proyecto) y el Golfo de California al Oeste (aproximadamente a 36 km).

Todos los escurrimientos de la región y del sitio corresponden a arroyos estacionales, efímeros y que solo presentan un flujo medible durante los eventos de lluvia.

En la Figura 4.22 se muestra el modelo de corrientes de INEGI 1:50,000; en el cual se aprecia la red de escorrentías intermitentes que se forman para drenar el agua de lluvia desde las partes altas del SA.

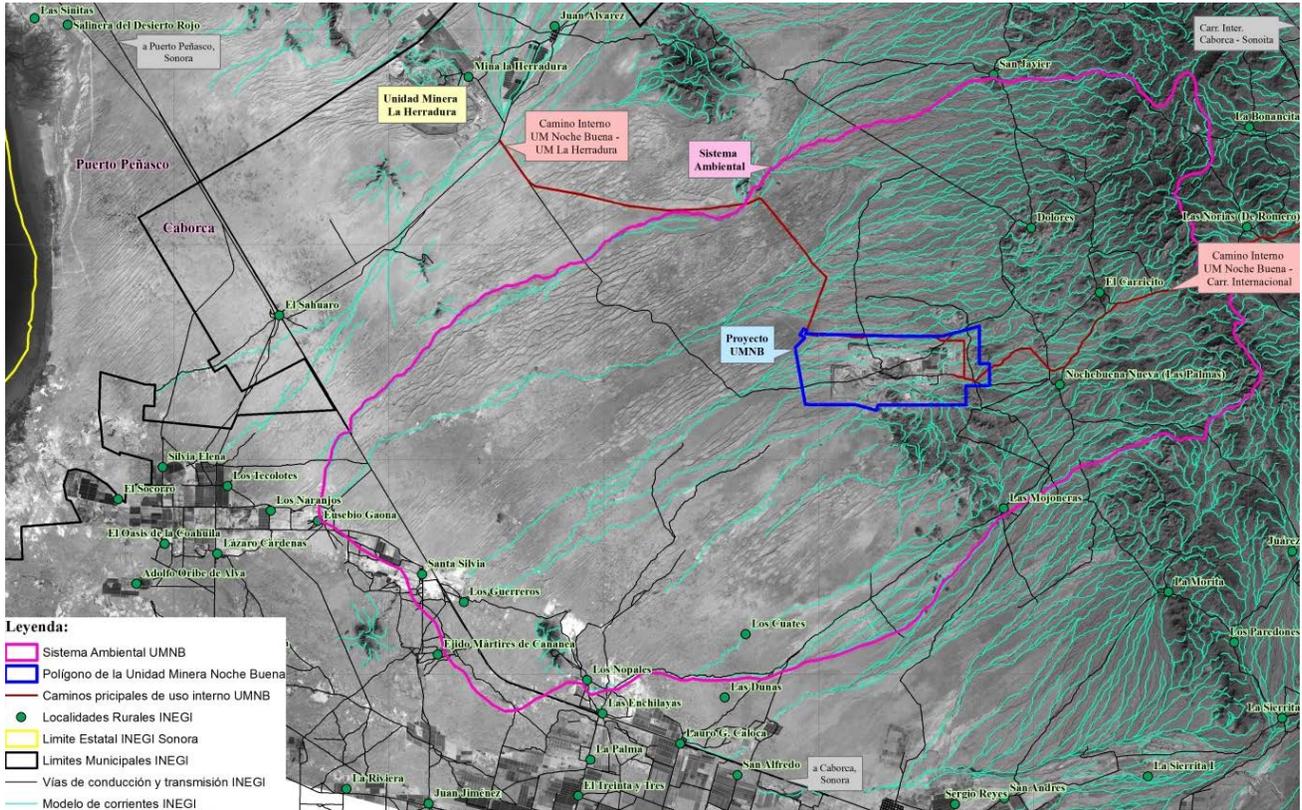


Figura 4.22. Modelo de corrientes INEGI

Dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, las escorrentías que bajan de las partes altas no son interceptadas, se infiltran rápidamente, los cuerpos de agua ejemplificados en la Figura 4.23 corresponden a pozos de agua.

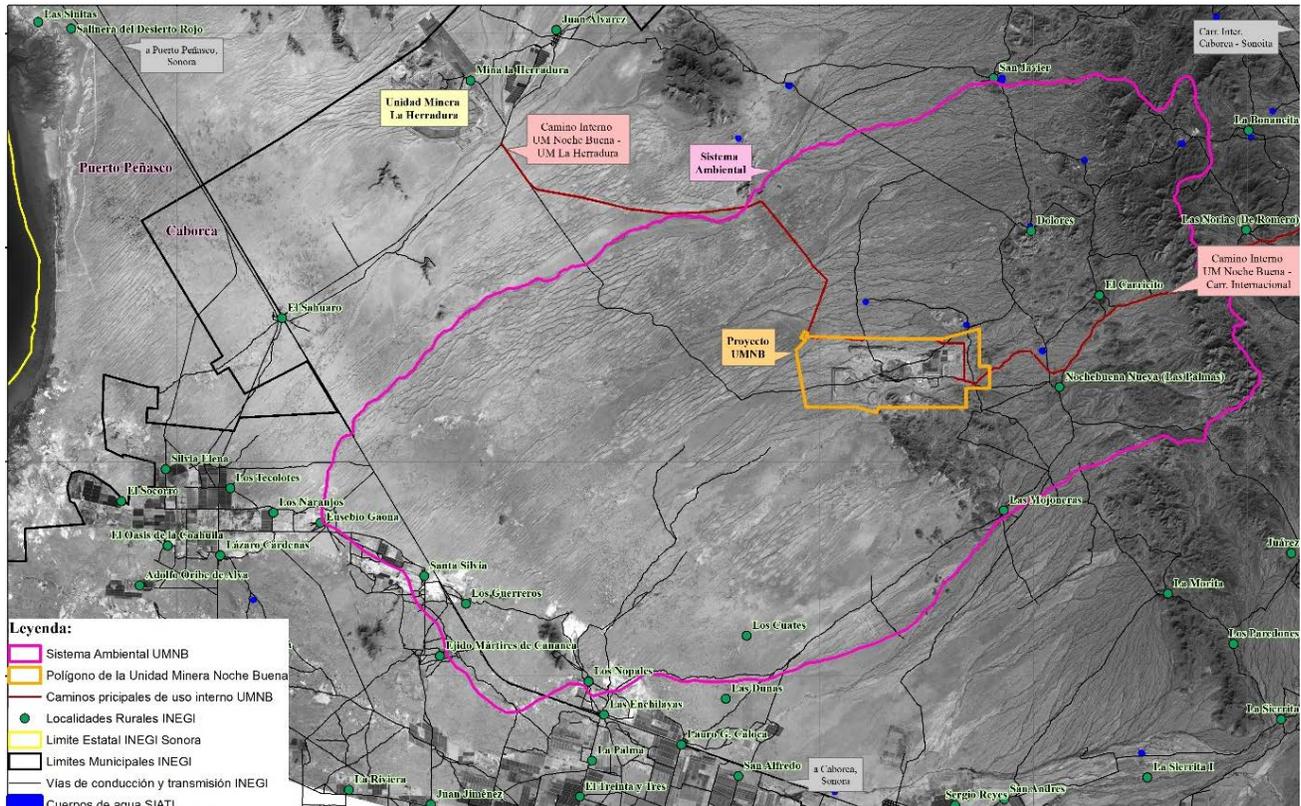


Figura 4.23. Cuerpos de agua (SIATL)

Hidrología subterránea

La escasez de agua superficial en Sonora provoca que el recurso subterráneo sea la principal fuente de suministro. En la actualidad, debido a un manejo no sustentable de los acuíferos ubicados a lo largo de la costa estos se encuentran en estado de sobreexplotación, causando el descenso de los mismos por debajo del nivel del mar, permitiendo el desplazamiento de agua de mar hacia los acuíferos y generando problemas de intrusión salina.

En relación a los acuíferos, el SA delimitado para el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena incide en dos acuíferos: el acuífero Caborca (Clave 2605), el cual comprende principalmente los municipios de Caborca, Pitiquito, Trincheras, Altar y Oquitoa, ocupando una superficie de 13.242 km²; y el acuífero Arroyo Sahuaro (Clave 2604), el cual cubre una superficie aproximada de 3,051 km², comprende parte de los municipios de Caborca, Puerto peñasco y General Plutarco Elías Calles (Sonoyta).

- Acuífero Caborca

El agua subterránea en el acuífero es de tipo libre, con presencia de condiciones locales de semiconfinamiento. Los espesores del acuífero en la zona costera oscilan entre 10 y 100 m, en tanto que en la porción central del acuífero se registran profundidades que varían entre 30 y 133 m. Finalmente, en la región de Pitiquito, la profundidad varía de 20 a 112 m. Con respecto a la elevación del nivel estático para el año 2007, los valores oscilan de 450 a -5 msnm, mostrando que el flujo

subterráneo tiene una dirección preferencial de este a oeste, con alteraciones en las zonas de concentración de pozos. Respecto a la evolución del nivel estático, se registraron valores de abatimiento de 1 hasta 6 m, que representa un ritmo anual de 0.25 a 1.5 m. Adicionalmente, los valores locales de recuperación de hasta 4 m en dicho periodo; es decir 1.0 metros anuales. En las zonas costera y centro se registran los mayores abatimientos, ocasionados por la concentración del bombeo y/o la cercanía con el nivel medio del mar, mostrando indicios de intrusión marina en la zona costera.

- Acuífero Arroyo Sahuaro

El agua subterránea en el acuífero es de tipo libre. La dirección de flujo subterráneo es similar a la del drenaje superficial, con una tendencia general Noreste- Suroeste. De acuerdo con la configuración de la profundidad al nivel estático, los valores varían de 9.0 a 116.5 m. En las zonas cercanas a las sierras ubicadas al Norte y Este del acuífero se encuentran los niveles menos profundos, con valores de 10.5 m a 28.5 m y en la parte Suroeste cercanos a la costa se presentan los niveles más profundos, que varían entre 43.5 m y 116.5 m

A continuación se muestra claramente la ubicación del SA delimitado para el proyecto, con respecto a los límites de los acuíferos sobre los que tiene incidencia (Figura 4.24).

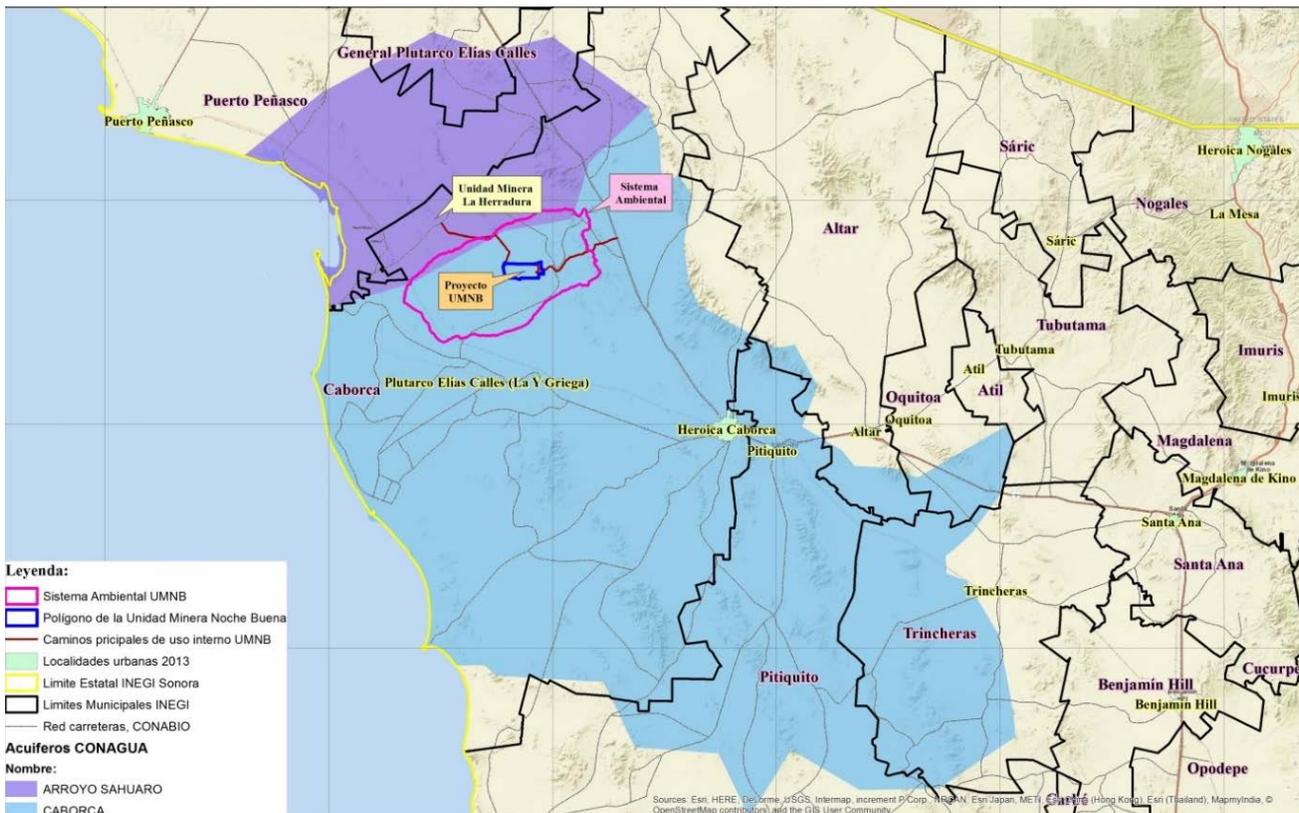


Figura 4.24. Ubicación del SA respecto al acuífero Caborca y Arroyo Sahuaro

Disponibilidad de agua subterránea

Con información del “Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril de 2015, en la Tabla 4.10 y Tabla 4.11, se presentan los valores correspondientes a la disponibilidad de aguas subterráneas y la disponibilidad media anual, calculados con el método especificado en la NOM-011-CONAGUA-2015, que corresponden a los acuíferos sobre los que se encuentra el Sistema Ambiental del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

Tabla 4.10. Disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Caborca 2605

| Clave | Significado | Volumen (hm ³)* |
|---------|---|-----------------------------|
| R | Recarga media anual | 212.9 |
| DNCOM | Descarga natural comprometida | 0.0 |
| VCAS | Volumen concesionado de aguas subterráneas | 302.835 |
| VEXTET | Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos | 321.2 |
| DAS | Disponibilidad media anual de aguas subterránea | 0.000 |
| Déficit | Volumen faltante | -89.935 |

* Cifras en hectómetros cúbicos (hm³) equivalentes a millones de metros cúbicos (Mm³)

Tabla 4.11. Disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero Arroyo Sahuaro 2604

| Clave | Significado | Volumen (hm ³)* |
|---------|---|-----------------------------|
| R | Recarga media anual | 10.9 |
| DNCOM | Descarga natural comprometida | 3.3 |
| VCAS | Volumen concesionado de aguas subterráneas | 9.551045 |
| VEXTET | Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos | 4.3 |
| DAS | Disponibilidad media anual de aguas subterránea | 0.0000 |
| Déficit | Volumen faltante | -1.951045 |

* Cifras en hectómetros cúbicos (hm³) equivalentes a millones de metros cúbicos (Mm³)

De acuerdo con la información antes presentada, no existe disponibilidad para nuevos aprovechamientos en ninguno de los acuíferos sobre los que incide el SA (Caborca y Arroyo Sahuaro), ya que en ambos existe una condición de déficit importante.

Unidades geohidrológicas

La clasificación de unidades geohidrológicas utilizada por el INEGI, toma en cuenta las características físicas de las rocas, así como los de los materiales granulares para estimar la posibilidad de contener o no agua, clasificándolos en dos grupos: material consolidado y no consolidado, con posibilidades bajas, medias o altas de funcionar como acuífero.

De acuerdo a dicha clasificación del INEGI, en el SA del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena se encuentran cuatro diferentes unidades geohidrológicas: 1. Materiales consolidados con posibilidades bajas y 2. Materiales consolidados de posibilidades medias, 3 material no consolidado con posibilidades bajas.y 4 Materiales no consolidados con rendimiento alto (mayor a 40 litros por segundo).

En referencia a la Figura 4.25, los materiales no consolidados con rendimiento alto corresponden al área con mayor extensión dentro del SA, lo que favorece una rápida infiltración (permeabilidad media a alta generalizada), lo que le conceden al terreno altas posibilidades de funcionar como acuífero, seguido por materiales consolidados con posibilidades medias. Los materiales consolidados con posibilidades bajas corresponden a la menor porción del SA ubicados al Este y Sureste.

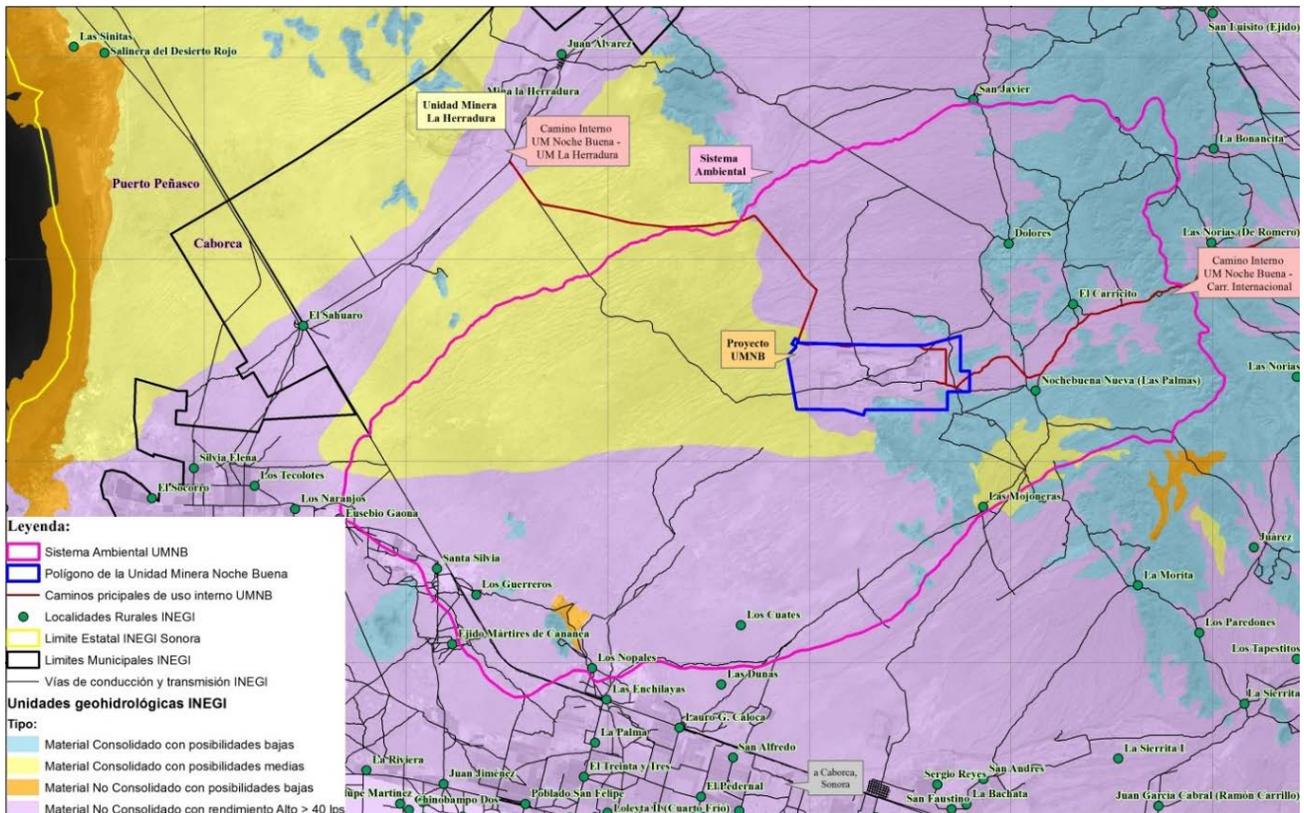


Figura 4.25. Unidades Geohidrológicas dentro del SA, INEGI



IV.2.2 Aspectos bióticos

a) Vegetación

Introducción

En México la diversidad florística representa una condición única producida por un heterogéneo escenario físico – geográfico que da origen a una de las biotas más diversas del mundo, México es el cuarto país con mayor diversidad biológica, no sólo por ser poseedor de un alto número de especies, sino también por su amplia variedad de ecosistemas.

El inventario florístico más reciente realizado para todo el país señala que en México se registran 23, 314 especies de plantas vasculares nativas, distribuidas en 2,854 géneros, 297 familias y 73 órdenes, (Villaseñor, 2016).

El Sistema Ambiental (SA) del proyecto se localiza al norte del estado de Sonora, dentro del municipio de Caborca, en el cual se registran 4, 291 especies de plantas vasculares nativas, distribuidas en 2,854 géneros, 297 familias y 73 órdenes. El estado de Sonora encuentra dentro de las 11 entidades con mayor número de especies en el país (Villaseñor, 2016).

En el estado de Sonora los ecosistemas forman una continua variación ecológica, desde la costa árida del golfo de California, que adquiere su mayor extensión en los municipios de Pitiquito y Caborca al noroeste del estado, hasta las montañas frías y húmedas de la sierra madre occidental, incluyen una multitud de tipos de vegetación, ecotonos y alta diversidad relacionados con la gran variabilidad climática, edáfica y topográfica de la región. Sin embargo en la zona donde se ubica el SA predominan los climas áridos con temperaturas extremas y escasa precipitación por lo cual las plantas xerófilas son las que mejor se han adaptado a estas condiciones y por tanto son las que más abundan, así mismo se puede decir que la región donde se ubica el SA forma parte de transición entre los desiertos del suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica y los desiertos subtropicales de México, (Francisco E. Molina Freaner, 2010).

El presente apartado pretende describir la composición, estructura y diversidad de la vegetación del SA del Proyecto.

Metodología utilizada en la descripción de la vegetación del SA

Muestreo de vegetación

En primer lugar se realizó una búsqueda y recopilación de bibliografía de contenido florístico y ecológico de la región. Así mismo se consultó información en línea 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 19 al 26 de Enero de 2016, en los cuales se realizaron un total de 31 muestreos de vegetación. La distribución de los muestreos fue

dirigida, con el fin de analizar de manera fehaciente la vegetación del Sistema Ambiental (SA) delimitado para el Proyecto. Considerando las características del área y de acuerdo a literatura consultada sobre tamaños y métodos de muestreo, experiencia de levantamientos en campo y tipos de vegetación presentes en el SA del proyecto, se determinó que el tipo de muestreo más adecuado a utilizar fuera el de parcelas circulares, el cual consta de tres subsistíos anidados circulares, el primero de 1,000 m² para el estrato arbóreo, el segundo de 500 m² para el estrato arbustivo y el tercero de 100 m² para el estrato herbáceo, en la siguiente figura se muestra el esquema de muestreo.

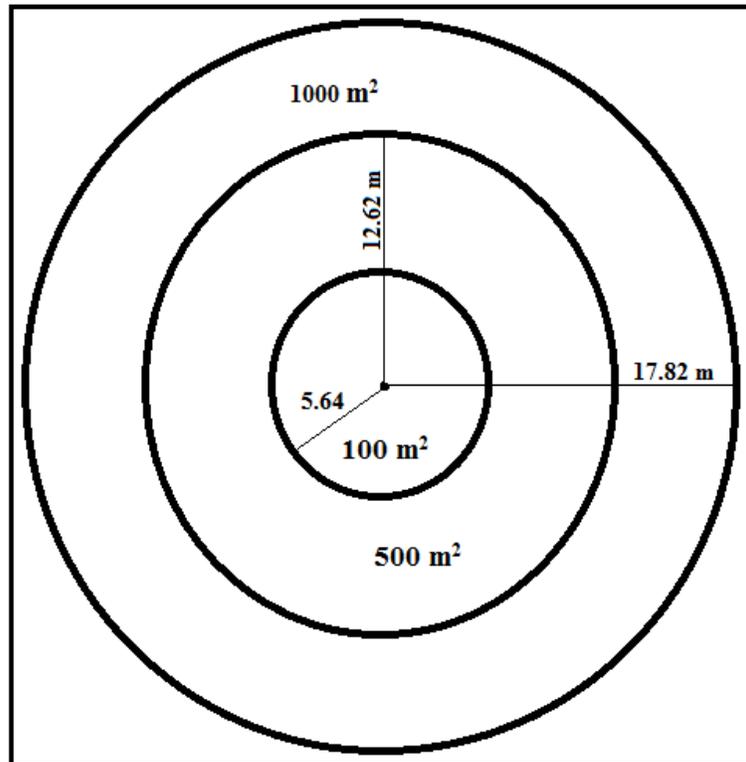


Figura 4. 26 Esquema de muestreo de parcelas circulares

En cada sitio de muestreo ubicado en campo, se procedió a realizar el marcaje de un individuo vegetal, el cual se tomó como centro y a partir de este se delimito el radio con la ayuda de la cinta métrica, así mismo se colocó cinta flagging hacia cada punto cardinal, delimitando así la parcela de muestreo. Una vez delimitada la parcela, se contabilizaron cada uno de los individuos de cada especie presente en los estratos arbóreos y arbustivos de igual manera se tomaron los datos de altura, cobertura y diámetro a la altura del pecho (DAP). Las coordenadas correspondientes fueron cargadas a un aparato de geoposicionamiento satelital GPS Garmin eTrex10, así mismo se realizaron mapas para la ayuda de ubicación de los sitios de muestreo en campo. Durante el levantamiento de la información en campo se utilizó también un Clinómetro Brunton, mediante el cual se tomó la altura de los árboles y la pendiente cuando el sitio la presentaba, para medir el radio de la parcela a muestrear se utilizó una cinta métrica de 50 m, así mismo con la ayuda de un flexómetro se tomaron los datos de cobertura y altura principalmente del estrato arbustivo y herbáceo. Todos los datos fueron registrados en formatos de campo previamente diseñados para los requerimientos de los muestreos y se agrupan en tres clases:

Datos silvícolas: Hacen referencia a las características propias de las especies como la altura, cobertura, diámetro, etc.

Datos ecológicos: Incluyen información de relevancia ecología del sitio como altura sobre el nivel del mar, pendiente, exposición, tipos de erosión y notas sobre asociaciones de las especies entre otros aspectos.

Datos de control: Contiene información de ubicación geográfica, entidad federativa, municipio, nombre de predio o área, número de unidad de registro, brigada que tomó la información, fecha en que se realizó el muestreo.

Durante el levantamiento de los muestreos en campo, fue necesario realizar fotografías precisas y específicas de algunos individuos, para su posterior identificación, en lo cual se utilizaron claves de identificación de distintas floras y trabajos florísticos. Las obras más relevantes son: (MacVaugh, 1974), (Rzedowski & Calderón de Rzedowski, 1985), (Standley, 1920), (Rzedowski & Calderón de Rzedowski, 1990-2008), (Vibrans, 2009), (Rzedowski, 2006), ((CONANP), 2015), (Pérez-García, Meave, & Cevallos-Ferriz, 2012) (Xolapa Molina., 1994), (Vega Aviña, 2001), (Martínez Gordillo, y otros, 2002), (Standley, P. C. 1920), (Paredes-Aguilar, R., Van Devender, T. R., & Felger, R. S. 2000). (González-Elizondo, 2012).

Empero a lo anterior el total de muestreos realizados dentro del Sistema Ambiental del Proyecto fue de 31 sitios de muestreo, los cuales se presentan a continuación en la figura siguiente.

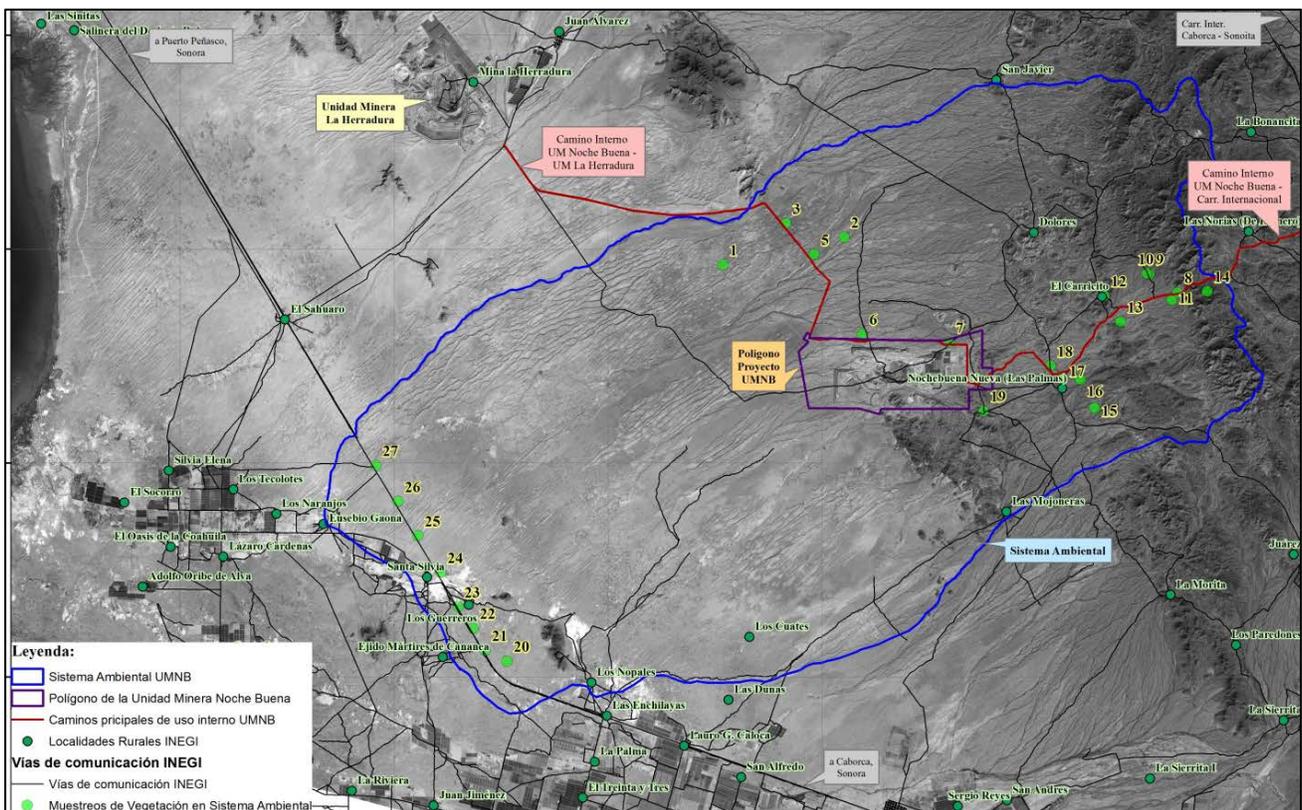


Figura 4. 27 Sitios de muestreo dentro del Sistema Ambiental

Así mismo en la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo de vegetación del SA.

Tabla 4. 12 Coordenadas de los muestreos de vegetación dentro del SA del Proyecto

| Sitio | X | Y | Sitio | X | Y |
|-------|--------|---------|-------|--------|---------|
| 1 | 339841 | 3433216 | 17 | 358000 | 3438010 |
| 2 | 342341 | 3442161 | 18 | 352735 | 3432558 |
| 3 | 333344 | 3438835 | 19 | 352066 | 3433888 |
| 4 | 335365 | 3439256 | 20 | 351236 | 3433948 |
| 5 | 341035 | 3440541 | 21 | 350665 | 3434534 |
| 6 | 338306 | 3441192 | 22 | 347536 | 3432423 |
| 7 | 338629 | 3441133 | 23 | 325276 | 3420732 |
| 8 | 339635 | 3439742 | 24 | 324254 | 3421231 |
| 9 | 341892 | 3436016 | 25 | 323688 | 3422272 |
| 10 | 345936 | 3435631 | 26 | 322981 | 3423267 |
| 11 | 356612 | 3437952 | 27 | 322180 | 3424887 |
| 12 | 355286 | 3438818 | 28 | 321113 | 3426592 |
| 13 | 355175 | 3438846 | 29 | 320190 | 3428190 |
| 14 | 356340 | 3437610 | 30 | 319149 | 3429874 |
| 15 | 353181 | 3437803 | 31 | 346431 | 3434822 |
| 16 | 353942 | 3436587 | | | |

La evidencia de la metodología anteriormente descrita se presenta en el Anexo 4.8 Reporte fotográfico del trabajo en campo.

Clasificación espectral de la vegetación

Para realizar la clasificación de los tipos de vegetación presentes en el SA se acató la metodología siguiente:

1. Pre-procesamiento de la imagen digital

La imagen utilizada en el análisis del SA, fue convertida a los formatos digitales adecuados para el software Arc Gis versión 10.2, se validó su coerción geométrica y geoposicionamiento con puntos de control e información cartográfica digital vectorial de diferentes fuentes y a diferentes escalas y posteriormente se integraron las imágenes en un mosaico fotogramétrico, asimismo se corrió el proceso de remuestreo con la imagen.

2. Ubicación de sitios de evaluación de campo y delimitación de polígonos de estadísticas supervisadas

La primera etapa consistió en establecer áreas de vegetación representativa en la imagen, posteriormente, se identificaron en campo los tipos de vegetación presentes en estas áreas y se

determinó su composición florística, tal como se describe en el presente documento. El trabajo en campo permitió además, establecer el número y tipo de clases para el proceso de clasificación supervisada de la imagen. Con base en los trabajos de levantamiento de campo, se compiló la información de los tipos de vegetación creando bases de datos con coordenadas geográficas para ubicar en el sistema de información los puntos muestreados. Con esta información se procedió a elaborar polígonos y puntos de control espectral para las comunidades vegetales presentes.

3. Determinación y evaluación de firmas espectrales

Posteriormente se llevó a cabo un análisis digital de la imagen, que consistió en la evaluación de las firmas espectrales de cada uso de suelo y cobertura vegetal y el proceso de clasificación mediante el algoritmo de máxima similitud, para seleccionar las más confiables y representativas, las cuales se utilizaron para la clasificación.

4. Aplicación del proceso de clasificación

Una vez obtenidas las firmas espectrales validadas, se procesó mediante algoritmos matemáticos basados en covarianzas y desviaciones estándar para agrupar los píxeles de la imagen en nubes dentro de un hiperespacio de 6 dimensiones, aquellos píxeles cuya posición se encuentra externa a las nuevas agrupadas matemáticamente son integradas a la más próxima mediante algoritmos de mínima distancia para cubrir de manera integral la totalidad de los puntos.

5. Validación de la clasificación por el personal que trabajo en campo

Generada la clasificación espectral del área, se imprimió un mosaico de mapas de baja escala para ser revisados por los especialistas de campo, cotejando así el mapeo creado con las anotaciones de campo.

6. Integración al Sistema de Información Geográfica

Obtenidas las imágenes de Clasificación Espectral de la Vegetación y de cobertura de suelos se convirtieron en archivos de ArcInfo y se ingresaron al sistema de información geográfica general del proyecto. Una vez creados los polígonos de interés se procedió a sobreponer los archivos vectores a la clasificación de la imagen para ejecutar una operación algebraica de mapas en cálculo de áreas sobre las áreas del SA donde se desarrollará el proyecto.

Estructura de la vegetación

El análisis de los datos ecológicos de la vegetación (Estructura) del SA se realizó por tipo de vegetación, así mismo se calcularon datos de relevancia ecológica los cuales son: Dominancia Absoluta y Relativa, Abundancia Absoluta y Relativa, Frecuencia Absoluta y Relativa. Estos resultados a su vez permitieron obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI). El IVI propuesto por Cottam y Curtis (1956), define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura ecológica del ecosistema, con lo que se define cuales especies son las más importantes.



Las formulas y parámetros utilizados en la descripción de la estructura de la vegetación del SA se presentan a continuación.

Abundancia absoluta

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

$$A=N/A$$

Dónde:

A = Abundancia Absoluta

N = Número total de individuos

A = Área muestreada

Abundancia relativa

La abundancia 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 formula:

$$Ar=Ai/(\sum Ai) \times 100$$

Dónde:

Ar = Abundancia relativa

Ai = Abundancia por especie

$\sum Ai$ = Sumatoria de las Abundancia todas las especies.

Dominancia

La dominancia representa la importancia de una especie en función de su desarrollo o biomasa. Para el análisis del presente estudio, se calcula la dominancia de acuerdo al estrato correspondiente al cual pertenecen las plantas.

Arbóreo: Se calcula a través del Área basal individual, que es la superficie de la sección transversal de un árbol a la altura de pecho, y es calculada como el área de la sección circular; utilizando el valor del diámetro a esa altura se emplea la siguiente formula:

$$AB= (\pi/4)D^2 = 0.7854 * D^2$$

Dónde:

AB = Área basal individual

D = Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Arbustivo y herbáceo: Se calcula a través de la cobertura, la cual es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de la copa de los individuos considerados. Debido a que estos estratos no rebasan los 2 metros de altura es posible medir la cobertura de copa directamente



con una cinta métrica o de lo contrario se mide la sombra de la copa en dos direcciones; diámetro mayor y diámetro menor y posteriormente se calcula un diámetro de copa promedio.

$$C=D_c=D+d/2$$

Dónde:

C= Cobertura

D_c = Media del diámetro de copa

D = Longitud del diámetro mayor

d= Longitud del diámetro menor

Dominancia absoluta

La dominancia absoluta es la suma del Área basal o Cobertura del total de individuos por especie.

Dominancia relativa

Es la proporción de la Dominancia absoluta de una especie con respecto a la Dominancia absoluta de todas las especies del área muestreada. Se calcula a través de la siguiente formula:

$$D_{or}=D_i/(\sum D_i) \times 100$$

Dónde:

D_{or} = Dominancia relativa

D_i = Dominancia de la especie

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

Frecuencia absoluta

La Frecuencia es el número de veces que una especie ocurre en las distintas unidades de muestreo. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$F=J/N$$

Dónde:

F =Frecuencia de la especie

J = Número de unidades de muestreo en las que ocurre la especie

N = Número total de sitios muestreados

Frecuencia relativa

La Frecuencia relativa es la Frecuencia absoluta de una especie con respecto a la Frecuencia de todas las especies. Se calcula utilizando la siguiente formula:

$$Fr=F/(\sum F) \times 100$$



Dónde:

FR = Frecuencia relativa de la especie

F = Frecuencia absoluta de la especie

ΣF = Sumatoria de todas las frecuencias de todas las especies

Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVI)

Este índice es un resumen de los valores cuantificativos de cada especie, el cual jerarquiza la Densidad relativa, Dominancia relativa y Frecuencia relativa de cada especie y define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura ecológica del ecosistema, lo cual permite definir cales especies son las más importantes.

La fórmula para calcular el IVI es la siguiente:

$$IVI=Dr+Fr+Dr$$

Dónde:

IVI= Índice de Valor de Importancia de las especies

Dr= Densidad relativa

FR= Frecuencia relativa

DR= Dominancia relativa

Diversidad de la vegetación

Para medir la diversidad de la flora se utilizó el Índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener, el cual mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de cada estrato de cada Tipo de vegetación. Por lo tanto a mayor valor del índice de Shannon, la diversidad es más grande.

La fórmula para calcular el índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)$$

Dónde:

H = Índice de diversidad de Shannon

S = Número de especies

ln= Logaritmo natural de P_i

P_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (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

Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental

De acuerdo a la clasificación potencial propuesta por Rzedowski, (Rzedowski, 1994), en el Sistema Ambiental del Proyecto, se señala que es posible encontrar vegetación de Matorral xerófilo, lo cual se observa en la siguiente figura.

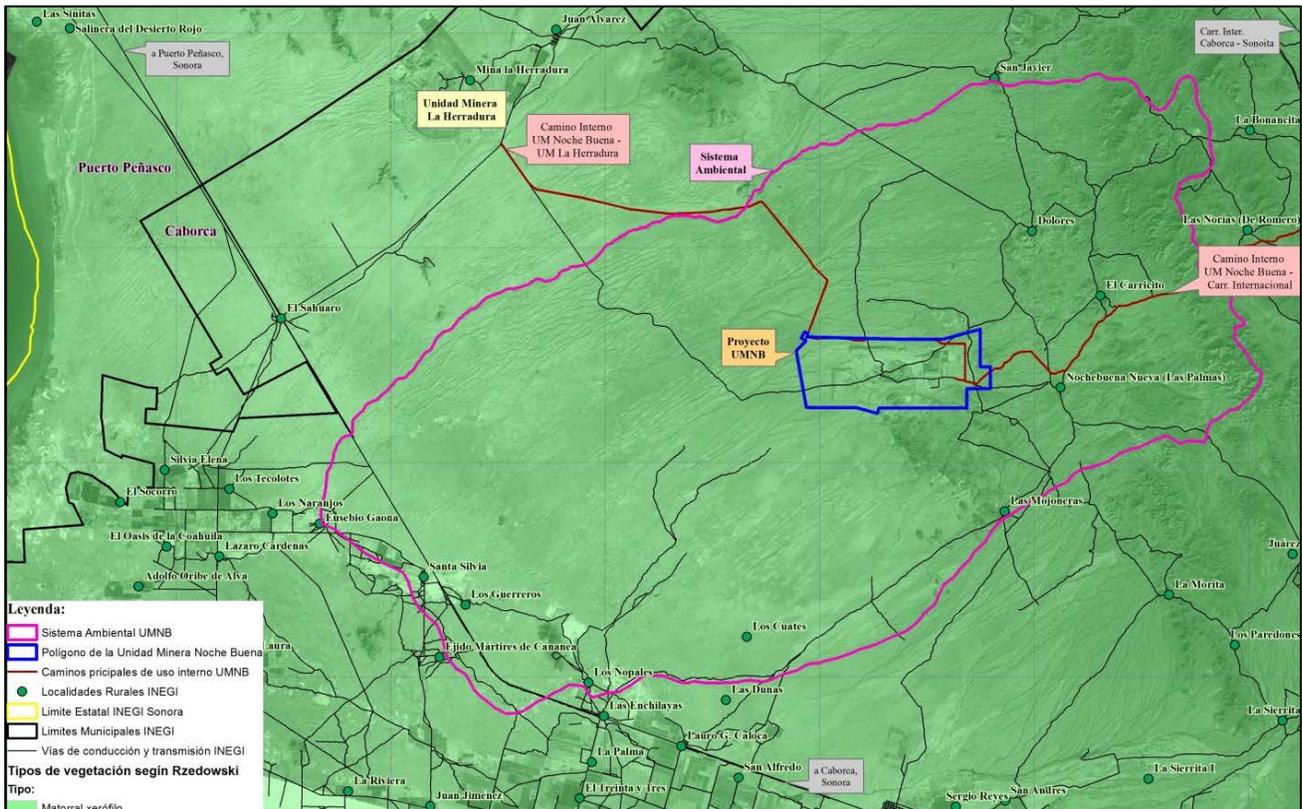


Figura 4. 28 Tipos de vegetación potencial según Rzedowski.

Por otra parte la clasificación más reciente propuesta por INEGI en la información temática de Uso de Suelo y Vegetación Serie V (INEGI, 2012), muestra cinco tipos de vegetación dentro del SA, los cuales son; Matorral sarcocaulé, Matorral desértico micrófilo, Pastizal inducido, Vegetación de desiertos arenosos y Vegetación halófila xerófila.

La información de INEGI concuerda casi en su totalidad con la de Rzedowski ya que los tipos de vegetación presentes en la clasificación de INEGI quedan incluidos en el Matorral xerófilo propuesto por Rzedowski a excepción del Pastizal y la Vegetación halófila.

En la siguiente figura muestra el tipo de vegetación dentro del SA, de acuerdo a la información temática de Uso de Suelo y Vegetación Serie V de INEGI.

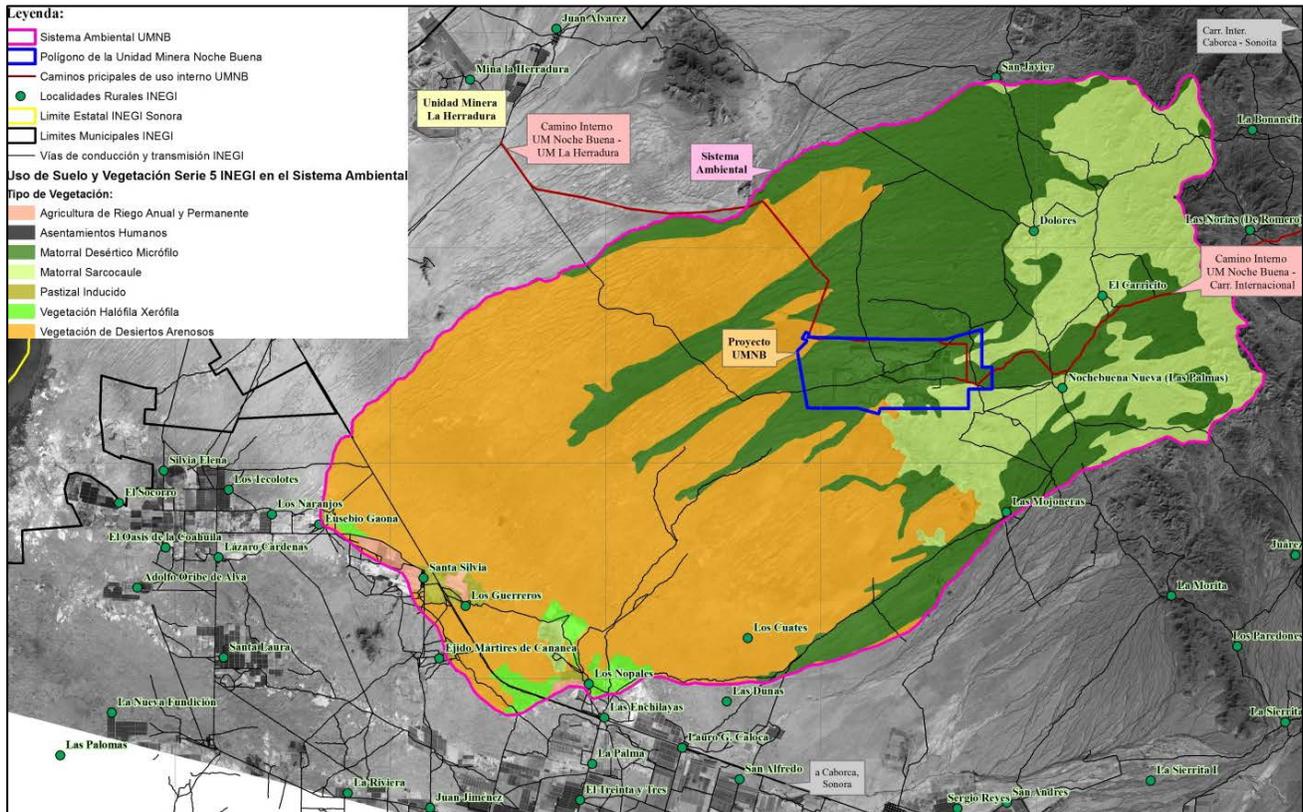


Figura 4. 29 Tipo de vegetación de acuerdo al Uso de Suelo y Vegetación Serie V INEGI.

No obstante de acuerdo a los datos recabados en campo durante el muestreo realizado para el SA del Proyecto y con base en la clasificación de los tipos de vegetación propuesta de INEGI, se determinó que los tipos de vegetación existentes dentro del SA son: Matorral sarcocaula (MSC), Matorral desértico micrófilo (MDM) y Vegetación de desierto arenosos (VD). La superficie que ocupa cada tipo de vegetación dentro del SA del Proyecto se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4. 13 Superficie por tipo de vegetación dentro del SA

| Nombre | Superficie en m ² | Superficie en ha |
|--|------------------------------|------------------|
| Vegetación Desiertos Arenosos (VD) | 334164914.22 | 33416.49 |
| Matorral Sarcocaula (MSC) | 233152607.81 | 23315.26 |
| Matorral Desértico Micrófilo (MDM) | 193623875.13 | 19362.39 |
| Totales | | |
| Superficie por tipo de vegetación | 760941397.15 | 76094.14 |
| Superficie total del Sistema Ambiental | 781914312.70 | 78191.43 |

Como se puede observar en la tabla anterior el 97 % de la superficie total del Sistema Ambiental está representado por alguno de los tres tipos de vegetación, el 3 % restante corresponde a usos no forestales.

El 44% del total de la vegetación dentro del SA corresponde a la Vegetación de desiertos arenosos (VD), cuya distribución se localiza hacia el centro oeste del SA y el cual presenta áreas muy abiertas con poca cobertura vegetal y en las partes más planas del SA. El 31% corresponde al Matorral sarcocaulé (MSC), el cual se distribuye en las partes más altas, hacia el este del SA y en menor proporción y superficie se presenta el Matorral desértico micrófilo (MDM), el cual se encuentra mezclado con los ecotonos del MSC y la VD al centro del SA.

En la siguiente figura se observan los tipos de vegetación y su distribución respecto al SA del Proyecto. Así mismo, se puede apreciar en el Anexo 4.9 Tipos de vegetación del SA (Clasificación espectral).

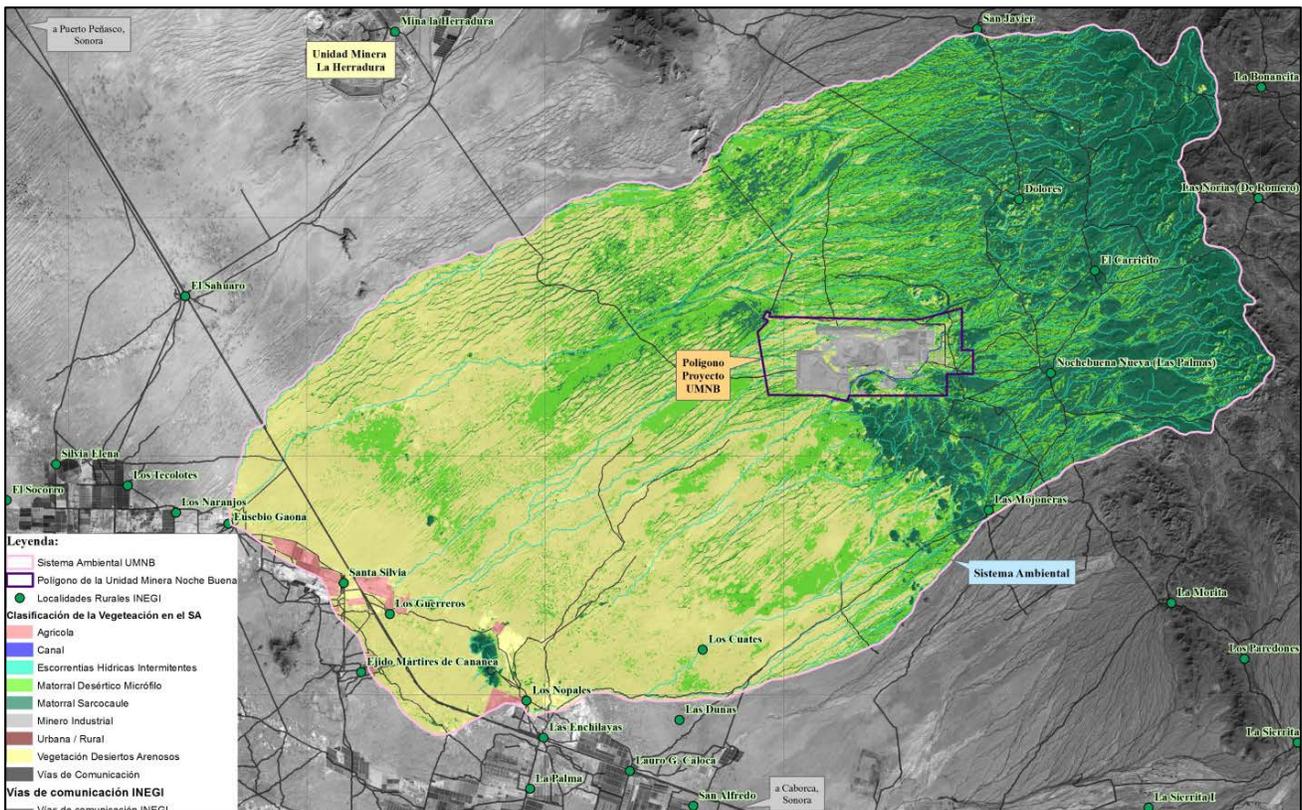


Figura 4. 30 Tipo de vegetación dentro del SA (Clasificación espectral de la vegetación)

La descripción detallada de los tipos de vegetación presentes en el SA del Proyecto se detalla en los siguientes apartados, los cuales son: “Riqueza florística de la vegetación”, “Estructura de la vegetación” y “Diversidad de la Vegetación del SA”.

Riqueza florística de la vegetación en el Sistema Ambiental

Dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, se obtuvo un listado florístico el cual incluye 20 Familias, 40 Géneros y 49 especies de plantas vasculares, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4. 14 Listado florístico de especies registradas en el Sistema Ambiental

| Nº | Familia | Nombre científico | Autor | Nombre común | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|----|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | Acanthaceae | <i>Justicia californica</i> | (Benth.) D.N. Gibson | Chupar rosa | - |
| 2 | Amaranthaceae | <i>Atriplex canescens</i> | (Pursh) Nutt. | Cenizo | - |
| 3 | Asparagaceae | <i>Hesperocallis undulata</i> | A. Gray | Lirio del desierto | - |
| 4 | | <i>Triteleiopsis palmeri</i> | (S. Watson) Hoover | - | - |
| 5 | Asteraceae | <i>Ambrosia deltoidea</i> | (Torr.) W.W. Payne | Cenizo | - |
| 6 | | <i>Ambrosia dumosa</i> | (A. Gray) W.W. Payne | Arbusto burro | - |
| 7 | | <i>Encelia farinosa</i> | A. Gray ex Torr. | Inciense | - |
| 8 | | <i>Helianthus niveus</i> | (Benth.) Brandegee | Girasol del desierto | - |
| 9 | | <i>Perityle microglossa</i> | Benth. | - | - |
| 10 | Boraginaceae | <i>Cryptantha angustifolia</i> | (Torr.) Greene | - | - |
| 11 | Brassicaceae | <i>Descurainia pinnata</i> | (Walter) Britton | - | - |
| 12 | Burseraceae | <i>Bursera microphylla</i> | A. Gray | Torote | - |
| 13 | Cactaceae | <i>Carnegiea gigantea</i> | (Engelm.) Britton & Rose | Sahuaro | A |
| 14 | | <i>Cylindropuntia acanthocarpa</i> | (Engelm. & J.M. Bigelow) F.M. Knuth | Choya | - |
| 15 | | <i>Cylindropuntia arbuscula</i> | (Engelm.) F.M. Knuth | Sibiri | - |
| 16 | | <i>Cylindropuntia bigelovii</i> | (Engelm.) F.M. Knuth | Choya | - |
| 17 | | <i>Cylindropuntia fulgida</i> | (Engelm.) F.M. Knuth | Choya | - |
| 18 | | <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | (DC.) F.M. Knuth | Tasajillo | - |
| 19 | | <i>Echinocereus engelmannii</i> | (Parry ex Engelm.) Lem. | Alicoche fresa | - |
| 20 | | <i>Ferocactus emoryi</i> | (Engelm.) Orcutt | Biznaga barril | - |
| 21 | | <i>Grusonia reflexispina</i> | (Wiggins & Rollins) E.F. Anderson | - | - |
| 22 | | <i>Lophocereus schottii</i> | (Engelm.) Britton & Rose | Senita | Pr |

| | | | | | |
|----|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------|----|
| 23 | | <i>Mammillaria grahamii</i> | Engelm. | Biznaga | - |
| 24 | | <i>Opuntia macrocentra</i> | Engelm. | Nopal | - |
| 25 | | <i>Stenocereus thurberi</i> | (Engelm.) Buxb. | Pitayo dulce | - |
| 26 | Cannabaceae | <i>Celtis pallida</i> | Torr. | Acebuche | - |
| 27 | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia micromera</i> | Boiss. | Golondrina | - |
| 28 | | <i>Jatropha cinerea</i> | (Ortega) Müll. Arg. | Sangre grado | - |
| 29 | | <i>Jatropha cuneata</i> | Wiggins & Rollins | - | - |
| 30 | | <i>Sebastiania bilocularis</i> | S. Watson | Semillas brincadoras | - |
| 31 | Fabaceae | <i>Acacia constricta</i> | Benth. | Vara prieta | - |
| 32 | | <i>Acacia greggii</i> | A. Gray | Uña de gato | - |
| 33 | | <i>Calliandra eriophylla</i> | Benth. | Cosahui | - |
| 34 | | <i>Olneya tesota</i> | A. Gray | Palo fierro | Pr |
| 35 | | <i>Parkinsonia florida</i> | (Benth. ex A. Gray) S. Watson | Palo verde | - |
| 36 | | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Torr. | Palo verde | - |
| 37 | | <i>Prosopis juliflora</i> | (Sw.) DC. | Mezquite | - |
| 38 | Fouquieriaceae | <i>Fouquieria splendens</i> | Engelm. | Ocotillo | - |
| 39 | Krameriaceae | <i>Krameria grayi</i> | Rose & J.H. Painter | Cosahui | - |
| 40 | Lamiaceae | <i>Stachys bigelovii</i> | A. Gray | - | - |
| 41 | Malvaceae | <i>Horsfordia alata</i> | (S. Watson) A. Gray | - | - |
| 42 | Poaceae | <i>Aristida californica</i> | Thurb. | | - |
| 43 | | <i>Erioneuron pulchellum</i> | (Kunth) Tateoka | Zacate borreguero | - |
| 44 | | <i>Hilaria rigida</i> | (Thurb.) Benth. ex Scribn. | - | - |
| 45 | Rhamnaceae | <i>Condalia spathulata</i> | A. Gray | Abrojo | - |
| 46 | Simmondsiaceae | <i>Simmondsia chinensis</i> | (Link) C.K. Schneid. | Jojoba | - |
| 47 | Solanaceae | <i>Lycium andersonii</i> | A. Gray | Frutilla | - |
| 48 | | <i>Lycium brevipes</i> | Benth. | Frutilla | - |
| 49 | Zygophyllaceae | <i>Larrea tridentata</i> | (DC.) Coville | Gobernadora | - |

Las familias de plantas que mejor representa el Sistema Ambiental son: Cactaceae, con 13 especies, las cuales presentan el 27 % de las especies totales, seguido de las Fabaceae, con 7 especies

las cuales representan el 14 % del total de especies y Asteraceae con 5 especies las cuales representan el 10 % del total de las especies. Las familias Euphorbiaceae y Poaceae representan el 14 % de las especies totales con 4 y 3 especies respectivamente. Las 15 familias restantes representan el 35 % del total de las especies con menos de 3 especies cada una.

A continuación se presenta la figura donde se puede observar el número de especies por familia.

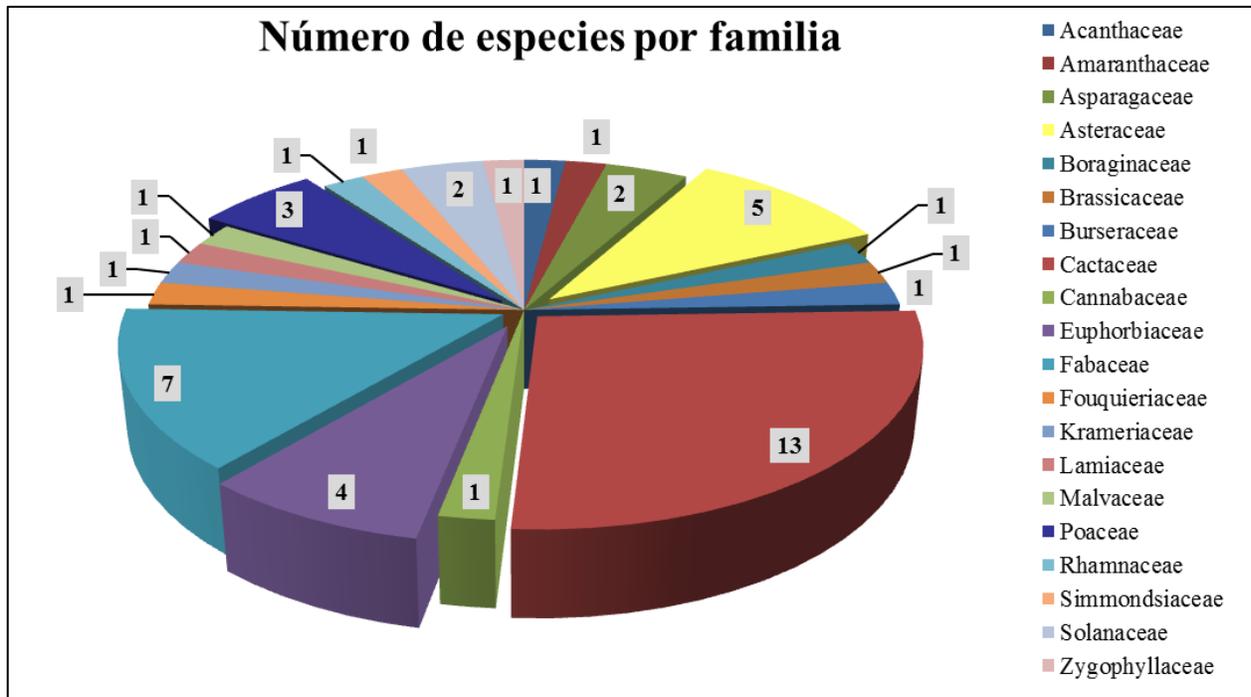


Figura 4. 31 Numero de especies por familia

Especies catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059) establece la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, así como las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de categoría, mismas que se describen a continuación.

- Categoría “Probablemente extinta en el medio silvestre” (E): Aquellas especies nativas que en vida libre dentro del territorio mexicano han desaparecido.
- Categoría “En peligro de extinción” (P): Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica.
- Categoría “Amenazada” (A): Aquellas especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad.

- Categoría “Sujetas a protección especial” (Pr): Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Dentro de los sitios de muestreo realizados dentro del Sistema Ambiental, se logró identificar la presencia de tres especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059- SEMARNAT-2010, las cuales se presentan a continuación.

Tabla 4. 15 Datos ecológicos absolutos del estrato arbóreo presentes en la VD del SA

| Familia | Nombre científico | Autor | Nombre común | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|-----------|-----------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|
| Cactaceae | <i>Carnegiea gigantea</i> | (Engelm.) Britton & Rose | Sahuaro | A |
| | <i>Lophocereus schottii</i> | (Engelm.) Britton & Rose | Senita | Pr |
| Fabaceae | <i>Olneya tesota</i> | A. Gray | Palo fierro | Pr |

Existen tres especies dentro del SA enlistadas en la NOM-059, bajo las categorías de riesgo, “Amenazada” (A) y “Sujetas a protección especial” (Pr), tales especies son aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad. Tales especies pertenecen a las familias “Cactaceae” y “Fabaceae”.

Cabe señalar que las especies anteriormente señaladas se encuentran en los tres tipos de vegetación del SA del Proyecto, principalmente en el MSC y MDM. Así mismo estas especies presentan valores ecológicos altos como abundancia, cobertura y frecuencia y son componentes principales de los estratos arbóreos.

Estructura de la vegetación

En el SA del proyecto se presentan tres tipos de vegetación, los cuales son: Matorral sarcocaula (MSC), Matorral desértico micrófilo (MDM) y Vegetación de desierto arenosos (VD).

A continuación se presentan los resultados de los cálculos de los datos ecológicos en el Sistema Ambiental del Proyecto para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo para cada tipo de vegetación.

Vegetación de desiertos arenosos (VD)

A ésta comunidad vegetal dentro del SA la constituyen organismos adaptados perfectamente al suelo no consolidado, las condiciones del suelo donde se desarrolla ésta comunidad son producto del desplazamiento de partículas acarreadas por el viento. Los elementos florísticos de este tipo de vegetación se agrupan principalmente en manchones, dejando grandes áreas o espacios abiertos, escasos de cobertura vegetal. La estructura de ésta comunidad, se encuentra representada por tres

estratos bien definidos, los cuales son: arbóreo, arbustivo y herbáceo. La descripción de los estratos de la VD del SA se describe a continuación.

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos absolutos del estrato arbóreo del tipo de vegetación VD presente en el SA.

Tabla 4. 16 Datos ecológicos absolutos del estrato arbóreo presentes en la VD del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia | Dominancia | Frecuencia |
|--------------|--------------------------------|--------------|------------|------------|------------|
| 1 | <i>Carnegiea gigantea</i> | Sahuaro | 5 | 0.80 | 3 |
| 2 | <i>Cylindropuntia fulgida</i> | Choya | 38 | 1.61 | 3 |
| 3 | <i>Lophocereus schottii</i> | Senita | 7 | 51.26 | 3 |
| 4 | <i>Parkinsonia florida</i> | Palo verde | 1 | 0.00 | 1 |
| 5 | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Palo verde | 12 | 1.41 | 4 |
| 6 | <i>Prosopis juliflora</i> | Mezquite | 4 | 0.44 | 1 |
| Total | | | 67 | 56 | 15 |

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos en el estrato arbóreo del tipo de vegetación VD presente en el SA.

Tabla 4. 17 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbóreo presentes en la VD del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | I.V.I |
|--------------|--------------------------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|
| 1 | <i>Lophocereus schottii</i> | Senita | 10 | 92.33 | 20 | 122.78 |
| 2 | <i>Cylindropuntia fulgida</i> | Choya | 57 | 2.89 | 20 | 79.61 |
| 3 | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Palo verde | 18 | 2.54 | 27 | 47.12 |
| 4 | <i>Carnegiea gigantea</i> | Sahuaro | 7 | 1.44 | 20 | 28.91 |
| 5 | <i>Prosopis juliflora</i> | Mezquite | 6 | 0.79 | 7 | 13.42 |
| 6 | <i>Parkinsonia florida</i> | Palo verde | 1 | 0.01 | 7 | 8.17 |
| Total | | | 100 | 100 | 100 | 300 |

Éste estrato lo componen organismos vegetales los cuales alcanzan alturas que van desde 2.15 m, como es el caso de algunas “Choyas” *Cylindropuntia fulgida* principalmente, que a pesar de ser una especie generalmente arbustiva llega a desarrollarse en gran manera y así formar parte del estrato arbóreo, hasta los 5.70 m de altura que presentan algunos individuos de la cactácea columnar *Carnegiea gigantea*, “Sahuaro”. El promedio de altura del estrato arbóreo es de 3.70 m.

La especie más abundante de este estrato es, la “Choya” *Cylindropuntia fulgida*, la cual puede ser indicador de varios aspectos relacionados con la fauna, como la presencia de roedores, o grandes mamíferos. La especie más dominante en cobertura del estrato arbóreo de la VD del SA es la “Senita” *Lophocereus schottii*, la cual aunque no es muy abundante, su desarrollo ramificado hace

que cubra una amplia porción de superficie en el punto donde crece, algunos individuos llegan a tener hasta 40 brazos de 15 cm de diámetro aproximadamente, consecuencia de lo anterior los valores de dominancia de ésta especie son los más altos. Así mismo la especie más frecuente del estrato arbóreo de la VD del SA, es decir la especie que presenta la distribución más homogénea en ésta comunidad es el “Palo verde” *Parkinsonia microphylla*, la cual es una especie muy resistente a las condiciones climáticas y edáficas extremas de ésta comunidad vegetal.

Aunado a lo anterior la especie con el valor de importancia más alto del estrato arbóreo es la “Senita” *Lophocereus schottii*, la cual alcanza el índice más alto influenciado directamente por la cobertura que presentan los individuos. Ésta especie es propia del Matorral Sarcocaula (MSC), lo cual indica la contigüidad de los diferentes tipos de vegetación presentes en el SA, cabe mencionar que *L. schottii*, es una especie sujeta a Protección especial (Pr). Con base en el los valores ecológicos calculados para el estrato arbóreo se puede decir que se encuentra en una situación ecológica estable, sin embargo existen algunos manchones de vegetación dominados por “Choyas” *Cylindropuntia fulgida*, las cuales denotan un sobre pastoreo en la zona, o en todo caso el paso de grandes mamíferos o abundancia de roedores.

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos absolutos del estrato arbustivo del tipo de vegetación VD presente en el SA.

Tabla 4. 18 Datos ecológicos absolutos del estrato arbustivo presentes en la VD del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia | Dominancia | Frecuencia |
|--------------|---------------------------------|----------------------|------------|---------------|------------|
| 1 | <i>Ambrosia deltoidea</i> | Cenizo | 31 | 24.45 | 3 |
| 2 | <i>Ambrosia dumosa</i> | Arbusto burro | 91 | 61.10 | 4 |
| 3 | <i>Atriplex canescens</i> | Cenizo | 145 | 117.00 | 5 |
| 4 | <i>Cylindropuntia bigelovii</i> | Choya | 3 | 2.10 | 1 |
| 5 | <i>Cylindropuntia fulgida</i> | Choya | 57 | 78.05 | 3 |
| 6 | <i>Encelia farinosa</i> | Incienso | 320 | 351.40 | 6 |
| 7 | <i>Helianthus niveus</i> | Girasol del desierto | 4 | 1.60 | 1 |
| 8 | <i>Larrea tridentata</i> | Gobernadora | 73 | 120.30 | 6 |
| 9 | <i>Lophocereus schottii</i> | Senita | 4 | 5.55 | 2 |
| 10 | <i>Lycium andersonii</i> | Frutilla | 3 | 3.40 | 1 |
| 11 | <i>Lycium brevipes</i> | Frutilla | 27 | 27.20 | 4 |
| 12 | <i>Mammillaria grahamii</i> | Biznaga | 1 | 0.07 | 1 |
| 13 | <i>Parkinsonia florida</i> | Palo verde | 6 | 15.15 | 2 |
| 14 | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Palo verde | 16 | 22.85 | 4 |
| 15 | <i>Prosopis juliflora</i> | Mezquite | 11 | 27.90 | 2 |
| Total | | | 792 | 858.12 | 45 |

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el IVI calculados para el estrato arbustivo del tipo de vegetación VD presente en el SA.

Tabla 4. 19 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presentes en la VD del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | I.V.I |
|--------------|---------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|
| 1 | <i>Encelia farinosa</i> | Incienso | 40 | 40.95 | 13 | 94.69 |
| 2 | <i>Atriplex canescens</i> | Cenizo | 18 | 13.63 | 11 | 43.05 |
| 3 | <i>Larrea tridentata</i> | Gobernadora | 9 | 14.02 | 13 | 36.57 |
| 4 | <i>Ambrosia dumosa</i> | Arbusto burro | 11 | 7.12 | 9 | 27.50 |
| 5 | <i>Cylindropuntia fulgida</i> | Choya | 7 | 9.10 | 7 | 22.96 |
| 6 | <i>Lycium brevipes</i> | Frutilla | 3 | 3.17 | 9 | 15.47 |
| 7 | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Palo verde | 2 | 2.66 | 9 | 13.57 |
| 8 | <i>Ambrosia deltoidea</i> | Canizo | 4 | 2.85 | 7 | 13.43 |
| 9 | <i>Prosopis juliflora</i> | Mezquite | 1 | 3.25 | 4 | 9.08 |
| 10 | <i>Parkinsonia florida</i> | Palo verde | 1 | 1.77 | 4 | 6.97 |
| 11 | <i>Lophocereus schottii</i> | Senita | 1 | 0.65 | 4 | 5.60 |
| 12 | <i>Lycium andersonii</i> | Frutilla | 0 | 0.40 | 2 | 3.00 |
| 13 | <i>Helianthus niveus</i> | Girasol del desierto | 1 | 0.19 | 2 | 2.91 |
| 14 | <i>Cylindropuntia bigelovii</i> | Choya | 0 | 0.24 | 2 | 2.85 |
| 15 | <i>Mammillaria grahamii</i> | Biznaga | 0 | 0.01 | 2 | 2.36 |
| Total | | | 100 | 100 | 100 | 300 |

Éste estrato lo componen organismos vegetales los cuales alcanzan alturas que van desde los 12.0 cm, como es el caso de la *Mammillaria grahamii* comúnmente llamada “biznaga”, hasta arbustos de gran altura como el “Palo verde” *Parkinsonia microphylla* el cual llega a alcanzar los 2.0 m, sin embargo los diámetros que presentan los individuos de esta especie no sobrepasan los 5.0 cm. El promedio de altura del estrato arbustivo de la VD del SA es de 1.22 m.

El estrato arbustivo es el estrato con mayor riqueza de especies, sin embargo los mayores valores ecológicos los representan solo cuatro especies. El valor más alto de Abundancia y Dominancia están encabezados por el “Incienso” *Encelia farinosa*, seguido del “Cenizo” *Atriplex canescens*, y “Gobernadora” *Larrea tridentata*. La “gobernadora” y el “inciense” son las especies que presentan la más alta frecuencia, esto es son las especies mejor representadas en el estrato arbustivo de la vegetación de desiertos arenosos del SA. Cabe mencionar que las especies anteriores son propias de la VD, lo que permite inferir que el hábitad donde se encuentran éstas especies puede reflejar una condición estable ecológicamente. Dentro del estrato arbustivo también se encuentran especies de interés ecológico como la “Senita” *Lophocereus schottii*, la cual se encuentra sujeta a protección especial y en un futuro si las condiciones actuales se mantienen puede pasar a formar parte del estrato superior.

Aunado a lo anterior la especie con el valor de importancia más alto del estrato arbustivo es el “Incienso” *Encelia farinosa*, la cual alcanza el índice más alto influenciado directamente por la abundancia y dominancia que presentaron los individuos registrados. Ésta especie es propia de la Vegetación de desiertos arenosos, sin embargo, la alta dominancia y la mayor abundancia que presenta, permite inferir que hay un pequeño desequilibrio ecológico en el estrato, ya que las especies deberían presentar índices ecológicos similares.

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos absolutos del estrato herbáceo del tipo de vegetación VD presente en el SA.

Tabla 4. 20 Datos ecológicos absolutos del estrato herbáceo presentes en la VD del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia | Dominancia | Frecuencia |
|--------------|--------------------------------|--------------------|-------------|---------------|------------|
| 1 | <i>Atriplex canescens</i> | Cenizo | 915 | 83.00 | 2 |
| 2 | <i>Cryptantha angustifolia</i> | - | 1000 | 50.00 | 3 |
| 3 | <i>Hesperocallis undulata</i> | Lirio del desierto | 8 | 2.90 | 2 |
| 4 | <i>Hilaria rigida</i> | - | 109 | 58.80 | 3 |
| 5 | <i>Triteleiosis palmeri</i> | - | 200 | 30.00 | 1 |
| Total | | | 2232 | 224.70 | 11 |

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato herbáceo del tipo de vegetación VD presente en el SA.

Tabla 4. 21 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en la VD del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | I.V.I |
|--------------|--------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| 1 | <i>Atriplex canescens</i> | Cenizo | 41 | 36.94 | 18 | 96.11 |
| 2 | <i>Cryptantha angustifolia</i> | - | 45 | 22.25 | 27 | 94.33 |
| 3 | <i>Hilaria rigida</i> | - | 5 | 26.17 | 27 | 58.32 |
| 4 | <i>Triteleiosis palmeri</i> | - | 9 | 13.35 | 9 | 31.40 |
| 5 | <i>Hesperocallis undulata</i> | Lirio del desierto | 0 | 1.29 | 18 | 19.83 |
| Total | | | 100 | 100.00 | 100 | 300.00 |

El estrato herbáceo de la vegetación de desiertos arenoso del SA, ésta representado por muy pocas especies las cuales son especies comunes y propias de ésta comunidad vegetal. Éste estrato lo componen especies rastreras como *Cryptantha angustifolia*, *Hesperocallis undulata* “Lirio del desierto” las cuales alcanzan alturas que van de 5 a 20 cm. Sin embargo se registraron especies de

mayor altura las cuales son *Triteleopsis palmeri* y *Hilaria rigida*, las cuales presentan alturas de 20 a 70 cm. En general la altura promedio del estrato herbáceo de la VD del SA es de 30 cm.

La especie más abundante de éste estrato es la *Cryptantha angustifolia*, la cual es una especie bastante resistente y adaptada a las condiciones climáticas y edáficas que se presentan la VD del SA, ya que presenta diversas estrategias de supervivencia, además de presentar algún tipo de asociación con la “Gobernadora” *Larrea tridentata* (Sivinski, R. C. 1998).

La especie más dominante en cobertura del estrato herbáceo es el “Cenizo” *Atriplex canescens*, la cual alcanza los valores de dominancia más altos, debido a que presenta mayores dimensiones de copa que el resto de las especies. El “Cenizo” es una especie principalmente del estrato arbustivo, sin embargo los individuos registrados en éste estrato son plantas jóvenes que aún no alcanzan la madurez por lo cual presentan tallos aun no lignificados y por lo tanto forman parte del estrato herbáceo. Sin embargo, las especies más frecuentes son: *Cryptantha angustifolia* y *Hilaria rigida*, ésta última es un pasto perenne el cual es muy tolerante a la sequía lo que contribuye a su fácil crecimiento en toda la superficie que presenta vegetación de desiertos arenosos.

Aunado a lo anterior la especie con el valor de importancia más alto del estrato herbáceo es la *Cryptantha angustifolia*, la cual alcanza el índice de valor ecológico más alto más alto influenciado directamente por la abundancia y frecuencia de los individuos, ésta especie es propia de la VD del SA. Con base en los datos ecológicos registrados, se puede inferir que los elementos que conforman el estrato herbáceo de la VD del SA, se encuentran ecológicamente estables.

Matorral Sarcocauale (MSC)

El MSC dentro del SA la constituyen organismos los cuales presentan tallos suculentos, es decir, tallos carnosos, gruesos frecuentemente retorcidos como lo son algunas especies de cactáceas, así mismo especies semisuculentas, con ramaje tortuoso y a veces corteza exfoliante como algunas especies de las familias burseraceae y euforbiácea. El MSC se encuentra distribuido principalmente sobre los cerros y laderas en terrenos rocosos y suelos someros, al centro-este del SA.

La estructura del MSC del SA, se encuentra representada por tres estratos bien definidos, los cuales son: arbóreo, arbustivo y herbáceo. La descripción de los estratos del MSC se describe a continuación.

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos absolutos del estrato arbóreo del tipo de vegetación MSC presente en el SA.

Tabla 4. 22 Datos ecológicos absolutos del estrato arbóreo presentes en MSC del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia | Dominancia | Frecuencia |
|----|----------------------------|--------------|------------|------------|------------|
| 1 | <i>Bursera microphylla</i> | Torote | 25 | 11.79 | 5 |
| 2 | <i>Carnegiea gigantea</i> | Sahuaro | 12 | 2.08 | 9 |

| | | | | | |
|--------------|---------------------------------|--------------|------------|------------|-----------|
| 3 | <i>Cylindropuntia bigelovii</i> | Choya | 17 | 0.66 | 5 |
| 4 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 55 | 49.03 | 8 |
| 5 | <i>Jatropha cuneata</i> | - | 1 | 1.29 | 1 |
| 6 | <i>Lophocereus schottii</i> | Senita | 9 | 7.94 | 3 |
| 7 | <i>Olneya tesota</i> | Palo fierro | 8 | 0.13 | 3 |
| 8 | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Palo verde | 35 | 4.91 | 7 |
| 9 | <i>Stenocereus thurberi</i> | Pitayo dulce | 21 | 66.58 | 8 |
| Total | | | 183 | 144 | 49 |

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos en el estrato arbóreo del tipo de vegetación MSC presente en el SA.

Tabla 4. 23 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbóreo presentes en el MSC del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | I.V.I |
|--------------|---------------------------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|
| 1 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 30 | 33.95 | 16 | 80.33 |
| 2 | <i>Stenocereus thurberi</i> | Pitayo dulce | 11 | 46.11 | 16 | 73.91 |
| 3 | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Palo verde | 19 | 3.40 | 14 | 36.81 |
| 4 | <i>Bursera microphylla</i> | Torote | 14 | 8.16 | 10 | 32.03 |
| 5 | <i>Carnegiea gigantea</i> | Sahuaro | 7 | 1.44 | 18 | 26.37 |
| 6 | <i>Cylindropuntia bigelovii</i> | Choya | 9 | 0.46 | 10 | 19.95 |
| 7 | <i>Lophocereus schottii</i> | Senita | 5 | 5.50 | 6 | 16.54 |
| 8 | <i>Olneya tesota</i> | Palo fierro | 4 | 0.09 | 6 | 10.58 |
| 9 | <i>Jatropha cuneata</i> | - | 1 | 0.89 | 2 | 3.48 |
| Total | | | 100 | 100 | 100 | 300 |

El estrato arbóreo lo componen organismos vegetales los cuales alcanzan alturas que van desde los 2.30 m, como es el caso de algunas “Choyas” *Cylindropuntia bigelovii* y “Torote” *Bursera microphylla*, hasta los 4.50 m, que presentan algunas cactáceas representativas de éste tipo de vegetación, como los “Sahuaros” *Carnegiea gigantea* y “Senita” *Lophocereus schottii*. El promedio de altura del estrato arbóreo es de 3.50 m.

La especie más abundante de éste estrato es el “Ocotillo” *Fouquieria splendens*, la cual alcanza alturas que sobrepasan los 3.50 m. *F. splendens* es una especie más asociada al Matorral desértico micrófilo, el cual en algunas parten se encuentra entremezclado con el límite entre el MSC del SA del Proyecto. Algunos autores señalan que *F. splendens* presenta una fuerte asociación con la “Gobernadora” *L. tridentata*, la cual es uno de los componentes principales del Matorral micrófilo (Zamudio, S. 1995).

La especie con mayor valor de dominancia es el “Pitayo” *Stenocereus thurberi*, la cual pese a su forma de crecimiento, hace que cubra una amplia porción de superficie en el punto donde crece, algunos individuos llegan a tener hasta 24 brazos de 20 cm de diámetro aproximadamente,

consecuencia de lo anterior los valores de dominancia de ésta especie son los más altos. Así mismo la especie más frecuente del estrato arbóreo es *Carnegiea gigantea* “Sahuaro”, la cual es una de las especies principales del MSC.

Aunado a lo anterior la especie con el valor de importancia más alto del estrato arbóreo es el “Ocotillo”, sin embargo, los factores que inciden en éste resultado son la abundancia y dominancia en cobertura de la especie.

Considerando los valores ecológicos obtenidos de las especies, en el estrato arbóreo del MSC del SA puede inferirse que éste estrato se encuentra estable ecológicamente. Cabe destacar que en éste estrato convergen especies clave para atraer aves y enriquecer la comunidad vegetal, por ejemplo: “Choya” *Cylindropuntia bigelovii*, *Carnegiea gigantea* “Sahuaro” y *Stenocereus thurberi* “Pitayo”, éstas especies vegetales producen frutos apetecibles para las aves, las cuales al comerlos regurgitan o defecan las semillas en su trayectoria, contribuyendo así el establecimiento de especies arbóreas y arbustivas en toda la comunidad vegetal.

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos absolutos del estrato arbustivo del tipo de vegetación MSC presente en el SA.

Tabla 4. 24 Datos ecológicos absolutos del estrato arbustivo presentes en el MSC del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia | Dominancia | Frecuencia |
|----|------------------------------------|----------------|------------|------------|------------|
| 1 | <i>Acacia constricta</i> | Vara prieta | 4 | 9.00 | 2 |
| 2 | <i>Acacia greggii</i> | Uña de gato | 3 | 8.25 | 1 |
| 3 | <i>Ambrosia deltoidea</i> | Cenizo | 423 | 319.86 | 10 |
| 4 | <i>Ambrosia dumosa</i> | Arbusto burro | 6 | 4.65 | 3 |
| 5 | <i>Bursera microphylla</i> | Torote | 16 | 31.70 | 6 |
| 6 | <i>Carnegiea gigantea</i> | Sahuaro | 6 | 6.30 | 4 |
| 7 | <i>Cylindropuntia acanthocarpa</i> | Choya | 15 | 18.50 | 4 |
| 8 | <i>Cylindropuntia arbuscula</i> | Sibiri | 1 | 1.40 | 1 |
| 9 | <i>Cylindropuntia bigelovii</i> | Choya | 25 | 21.85 | 6 |
| 10 | <i>Cylindropuntia fulgida</i> | Choya | 1 | 0.45 | 1 |
| 11 | <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | Tasajillo | 2 | 1.20 | 2 |
| 12 | <i>Echinocereus engelmannii</i> | Alicoche fresa | 16 | 3.80 | 2 |
| 13 | <i>Encelia farinosa</i> | Incienso | 154 | 147.84 | 7 |
| 14 | <i>Euphorbia micromera</i> | Golondrina | 21 | 1.45 | 2 |
| 15 | <i>Ferocactus emoryi</i> | Biznaga barril | 9 | 5.15 | 4 |
| 16 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 36 | 87.90 | 8 |
| 17 | <i>Grusonia reflexispina</i> | - | 2 | 0.25 | 2 |
| 18 | <i>Jatropha cinerea</i> | Sangregrado | 4 | 6.00 | 1 |

| | | | | | |
|--------------|--------------------------------|-------------------------|-------------|----------------|------------|
| 19 | <i>Jatropha cuneata</i> | - | 166 | 294.85 | 9 |
| 20 | <i>Krameria grayi</i> | Cosahui | 19 | 14.19 | 6 |
| 21 | <i>Larrea tridentata</i> | Gobernadora | 209 | 350.25 | 9 |
| 22 | <i>Lophocereus schottii</i> | Senita | 3 | 7.70 | 2 |
| 23 | <i>Lycium andersonii</i> | Frutilla | 12 | 26.50 | 4 |
| 24 | <i>Lycium brevipes</i> | Frutilla | 1 | 0.85 | 1 |
| 25 | <i>Mammillaria grahamii</i> | Biznaga | 72 | 5.05 | 6 |
| 26 | <i>Olneya tesota</i> | Palo fierro | 3 | 9.00 | 1 |
| 27 | <i>Opuntia macrocentra</i> | Nopal | 2 | 2.10 | 1 |
| 28 | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Palo verde | 9 | 20.05 | 6 |
| 29 | <i>Sebastiania bilocularis</i> | Semillas brincadoras | 4 | 8.55 | 3 |
| 30 | <i>Simmondsia chinensis</i> | Jojoba | 14 | 20.55 | 2 |
| 31 | <i>Stenocereus thurberi</i> | Pitayo dulce | 12 | 7.15 | 5 |
| Total | | | 1270 | 1442.34 | 121 |

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el IVI calculado, para el estrato arbustivo del tipo de vegetación MSC presente en el SA.

Tabla 4. 25 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presentes en el MSC del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | I.V.I |
|----|------------------------------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| 1 | <i>Ambrosia deltoidea</i> | Cenizo | 33.31 | 22.18 | 8.26 | 63.75 |
| 2 | <i>Larrea tridentata</i> | Gobernadora | 16.46 | 24.28 | 7.44 | 48.18 |
| 3 | <i>Jatropha cuneata</i> | - | 13.07 | 20.44 | 7.44 | 40.95 |
| 4 | <i>Encelia farinosa</i> | Incienso | 12.13 | 10.25 | 5.79 | 28.16 |
| 5 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 2.83 | 6.09 | 6.61 | 15.54 |
| 6 | <i>Mammillaria grahamii</i> | Biznaga | 5.67 | 0.35 | 4.96 | 10.98 |
| 7 | <i>Cylindropuntia bigelovii</i> | Choya | 1.97 | 1.51 | 4.96 | 8.44 |
| 8 | <i>Bursera microphylla</i> | Torote | 1.26 | 2.20 | 4.96 | 8.42 |
| 9 | <i>Krameria grayi</i> | Cosahui | 1.50 | 0.98 | 4.96 | 7.44 |
| 10 | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Palo verde | 0.71 | 1.39 | 4.96 | 7.06 |
| 11 | <i>Lycium andersonii</i> | Frutilla | 0.94 | 1.84 | 3.31 | 6.09 |
| 12 | <i>Cylindropuntia acanthocarpa</i> | Choya | 1.18 | 1.28 | 3.31 | 5.77 |
| 13 | <i>Stenocereus thurberi</i> | Pitayo dulce | 0.94 | 0.50 | 4.13 | 5.57 |
| 14 | <i>Ferocactus emoryi</i> | Biznaga barril | 0.71 | 0.36 | 3.31 | 4.37 |
| 15 | <i>Carnegiea gigantea</i> | Sahuaro | 0.47 | 0.44 | 3.31 | 4.22 |
| 16 | <i>Simmondsia chinensis</i> | Jojoba | 1.10 | 1.42 | 1.65 | 4.18 |
| 17 | <i>Euphorbia micromera</i> | Golondrina | 1.65 | 0.10 | 1.65 | 3.41 |

| | | | | | | |
|--------------|-----------------------------------|----------------------|----------------|------------|------------|------------|
| 18 | <i>Sebastiania bilocularis</i> | Semillas brincadoras | 0.31 | 0.59 | 2.48 | 3.39 |
| 19 | <i>Ambrosia dumosa</i> | Arbusto burro | 0.47 | 0.32 | 2.48 | 3.27 |
| 20 | <i>Echinocereus engelmannii</i> | Alicoche fresa | 1.26 | 0.26 | 1.65 | 3.18 |
| 21 | <i>Acacia constricta</i> | Vara prieta | 0.31 | 0.62 | 1.65 | 2.59 |
| 22 | <i>Lophocereus schottii</i> | Senita | 0.24 | 0.53 | 1.65 | 2.42 |
| 23 | <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | Tasajillo | 0.16 | 0.08 | 1.65 | 1.89 |
| 24 | <i>Grusonia reflexispina</i> | - | 0.16 | 0.02 | 1.65 | 1.83 |
| 25 | <i>Olneya tesota</i> | Palo fierro | 0.24 | 0.62 | 0.83 | 1.69 |
| 26 | <i>Acacia greggii</i> | Uña de gato | 0.24 | 0.57 | 0.83 | 1.63 |
| 27 | <i>Jatropha cinerea</i> | Sangregrado | 0.31 | 0.42 | 0.83 | 1.56 |
| 28 | <i>Opuntia macrocentra</i> | Nopal | 0.16 | 0.15 | 0.83 | 1.13 |
| 29 | <i>Cylindropuntia arbuscula</i> | Sibiri | 0.08 | 0.10 | 0.83 | 1.00 |
| 30 | <i>Lycium brevipes</i> | Frutilla | 0.08 | 0.06 | 0.83 | 0.96 |
| 31 | <i>Cylindropuntia fulgida</i> | Choya | 0.08 | 0.03 | 0.83 | 0.94 |
| Total | | | 100.000 | 100 | 100 | 300 |

Éste estrato lo componen organismos vegetales los cuales alcanzan alturas que van desde los 15.0 cm, como es el caso de la *Mammillaria grahamii* comúnmente llamada “biznaga” y la *Grusonia reflexispina* ambas especies de cactáceas, hasta arbustos de gran altura pero diámetro no mayor a 5.0 cm como el “Palo fierro” *Olneya tesota*. La altura promedio del estrato arbustivo del MSC es de 1.25 m.

El valor más alto de abundancia y frecuencia lo presenta la especie *Ambrosia deltoidea* “Cenizo”, así mismo el valor más alto de dominancia lo presenta la “Gobernadora” *L. tridentata*. Lo anterior denota una fuerte influencia de elementos del matorral microfilo en éste estrato y por lo cual, un estado de sucesión de la vegetación en los estratos inferiores. Sin embargo especies características propias del MSC presentan valores ecológicos medios, respecto a los de las especies que encabezan los listados. Ejemplo a lo anterior son: *Bursera microphylla* “Torote”, *Ferocactus emoryi* “Biznaga”, *Echinocereus engelmannii* “Alicoche”, *Olneya tesota* “Palo fierro” entre otras.

Cabe destacar que dentro de éste estrato del MSC del SA, a lo largo de las vías de drenaje o en lugares con declive pronunciado se registraron especies fisonómicamente distintitas a las especies típicas, por ejemplo: *Lycium andersonii* “Frutilla”, *Simmondsia chinensis* “Jojoba”, *Sebastiania bilocularis* “Semillas brincadoras” y *Opuntia macrocentra* “Nopal”. Cabe mencionar que las especies anteriores son propias de la VD, lo que permite inferir que el habitat donde se encuentran éstas especies puede reflejar una condición estable ecológicamente. Dentro del estrato arbustivo también se encuentran especies de interés ecológico como la “Senita” *Lophocereus schottii*, la cual se encuentra sujeta a protección especial y en un futuro si las condiciones actuales se mantienen puede pasar a formar parte del estrato superior.

El estrato arbustivo, es el estrato con mayor riqueza de especies en el MSC del SA, sin embargo los valores ecológicos más altos denotan un desequilibrio en éste, ya que dichos valores están influenciados por solo unas cuantas especies.

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos absolutos del estrato herbáceo del tipo de vegetación MSC presente en el SA.

Tabla 4. 26 Datos ecológicos absolutos del estrato herbáceo presente en el MSC del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia | Dominancia | Frecuencia |
|-------|--------------------------------|----------------------|------------|------------|------------|
| 1 | <i>Cryptantha angustifolia</i> | - | 20 | 7.00 | 1 |
| 2 | <i>Descurainia pinnata</i> | - | 5 | 0.43 | 1 |
| 3 | <i>Erioneuron pulchellum</i> | Zacate borreguero | 100 | 6.00 | 1 |
| 4 | <i>Euphorbia micromera</i> | Golondrina | 1050 | 105.00 | 4 |
| 5 | <i>Helianthus niveus</i> | Girasol del desierto | 10 | 3.50 | 1 |
| Total | | | 1185 | 121.93 | 8 |

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I del estrato herbáceo del tipo de vegetación MSC presente en el SA.

Tabla 4. 27 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente en el MSC del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | I.V.I |
|-------|--------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|
| 1 | <i>Euphorbia micromera</i> | Golondrina | 88.61 | 87.55 | 50 | 226.16 |
| 2 | <i>Erioneuron pulchellum</i> | Zacate borreguero | 8.44 | 5.00 | 13 | 25.94 |
| 3 | <i>Cryptantha angustifolia</i> | - | 1.69 | 4.17 | 13 | 18.36 |
| 4 | <i>Helianthus niveus</i> | Girasol del desierto | 0.84 | 2.92 | 13 | 16.26 |
| 5 | <i>Descurainia pinnata</i> | - | 0.42 | 0.35 | 13 | 13.28 |
| Total | | | 100.00 | 100.00 | 100 | 300.00 |

El estrato herbáceo de la vegetación del Matorral sarcocaule, del SA, ésta representado por solo cinco especies las cuales van desde los 5 cm de altura, como la *Euphorbia micromera* “Golondrina” la cual es se habitó rastrero, hasta el “Girasol del desierto” *Helianthus niveus* el cual llega a alcanzar los 70 cm de altura. La altura promedio de éste estrato es de 30 cm.

La especie más abundante, dominante y frecuente de éste estrato es la “Golondrina” *Euphorbia micromera*, la cual es una especie nativa de Sur de EUA y Norte de México. Ésta especie es característica de los hábitats secos y suelos arenosos. Cabe mencionar que las especies restantes son especies con mayor afinidad a la vegetación de desiertos arenosos por ejemplo: *Erioneuron pulchellum* “Zacate borreguero” y *Descurainia pinnata*, las cuales son especies oportunistas ya que crecen en lugares perturbados, se puede inferir que el paso o la estancia de mamíferos o roedores contribuyen a su establecimiento.

Con base en los datos ecológicos registrados, se puede inferir que los elementos que conforman el estrato herbáceo del MSC del SA, se encuentra en desequilibrio, evidencia de esto son: la dominancia abundancia y frecuencia de una sola especie y el registro de especies oportunistas.

Matorral desértico micrófilo (MDM)

El MDM se extiende hacia centro y en las bajadas suaves y llanos del SA. Ésta comunidad mantiene una estrecha relación con la vegetación de MSC ya que al desarrollarse en las áreas de pendiente muy suave o planas cubre los suelos originados por el arrastre de material procedente de las pendientes. A ésta comunidad dentro del SA la constituyen principalmente *Larrea tridentata* y *Ambrosia spp*, en los estratos inferiores, sin embargo a lo largo de las vías de drenaje crecen especies principalmente arbóreas las cuales se comparten con la vegetación de MSC. La estructura de ésta comunidad, se encuentra representada por tres estratos bien definidos, los cuales son: arbóreo, arbustivo y herbáceo. La descripción de los estratos del MDM del SA se describe a continuación.

Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos absolutos del estrato arbóreo del tipo de vegetación MDM presente en el SA.

Tabla 4. 28 Datos ecológicos absolutos del estrato arbóreo presentes en el MDM del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia | Dominancia | Frecuencia |
|--------------|---------------------------------|--------------|------------|--------------|------------|
| 1 | <i>Acacia greggii</i> | Uña de gato | 1 | 0.01 | 1 |
| 2 | <i>Carnegiea gigantea</i> | Sahuaro | 9 | 1.30 | 4 |
| 3 | <i>Celtis pallida</i> | Acebuche | 1 | 0.10 | 1 |
| 4 | <i>Cylindropuntia bigelovii</i> | Choya | 9 | 0.50 | 5 |
| 5 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 23 | 47.90 | 6 |
| 6 | <i>Lophocereus schottii</i> | Senita | 4 | 3.65 | 3 |
| 7 | <i>Olneya tesota</i> | Palo fierro | 10 | 0.86 | 5 |
| 8 | <i>Parkinsonia florida</i> | Palo verde | 3 | 0.16 | 1 |
| 9 | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Palo verde | 6 | 0.44 | 6 |
| 10 | <i>Prosopis juliflora</i> | Mezquite | 13 | 3.66 | 3 |
| 11 | <i>Stenocereus thurberi</i> | Pitayo dulce | 2 | 10.81 | 2 |
| Total | | | 81 | 69.38 | 37 |

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos en el estrato arbóreo del tipo de vegetación MDM presente en el SA.

Tabla 4. 29 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbóreo presentes en el MDM del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | I.V.I |
|--------------|---------------------------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| 1 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 28.40 | 69.04 | 16.22 | 113.65 |
| 2 | <i>Prosopis juliflora</i> | Mezquite | 16.05 | 5.28 | 8.11 | 29.44 |
| 3 | <i>Olneya tesota</i> | Palo fierro | 12.35 | 1.24 | 13.51 | 27.10 |
| 4 | <i>Cylindropuntia bigelovii</i> | Choya | 11.11 | 0.72 | 13.51 | 25.34 |
| 5 | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Palo verde | 7.41 | 0.64 | 16.22 | 24.26 |
| 6 | <i>Carnegiea gigantea</i> | Sahuaro | 11.11 | 1.87 | 10.81 | 23.79 |
| 7 | <i>Stenocereus thurberi</i> | Pitayo dulce | 2.47 | 15.59 | 5.41 | 23.46 |
| 8 | <i>Lophocereus schottii</i> | Senita | 4.94 | 5.25 | 8.11 | 18.30 |
| 9 | <i>Parkinsonia florida</i> | Palo verde | 3.70 | 0.23 | 2.70 | 6.63 |
| 10 | <i>Celtis pallida</i> | Acebuche | 1.23 | 0.14 | 2.70 | 4.08 |
| 11 | <i>Acacia greggii</i> | Uña de gato | 1.23 | 0.01 | 2.70 | 3.95 |
| Total | | | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 300.00 |

El estrato arbóreo ésta representado por elementos del MSC principalmente y la altura promedio es de 4.0 m. Las especies que alcanzan las mayores alturas son la *Parkinsonia florida* “Palo verde” con un promedio de 5.6 m de alto. Por lo contrario la especie de talla más baja es *Cylindropuntia bigelovii* “Choya” con tan solo 2.30 m de altura.

La especie más abundante de éste estrato es, el “Ocotillo” *Fouquieria splendens*, seguida del “Mezquite” *Prosopis juliflora*, cabe destacar que el tercer lugar de mayor abundancia lo ocupa la *Olneya tesota* “Palo fierro”, la cual es una especie ecológicamente importante y se encuentra en listada en la NOM-059. Así mismo la especie más dominante es el “Ocotillo” seguida del “Pitayo” *Stenocereus thurberi*, las cuales alcanzan éstos valores debido al crecimiento ramificado que presentan. Sin embargo la especie más frecuente de éste estrato es *Parkinsonia microphylla* “Palo verde” la cual es una especie bastante resistente a las condiciones ambientales que se presentan en la región.

Aunado a lo anterior la especie con el valor de importancia más alto del estrato arbóreo es el “Ocotillo” *Fouquieria splendens*, la cual alcanza el índice más alto influenciado directamente por la abundancia, cobertura y frecuencia que presentan los individuos. El estrato arbóreo está bien representado por especies que se desarrollan sobre drenajes hídricos, los cuales son muy comunes y abundantes en el SA.

Estrato arbustivo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos absolutos del estrato arbustivo del tipo de vegetación MDM presente en el SA.

Tabla 4. 30 Datos ecológicos absolutos del estrato arbustivo presente en el MDM del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia | Dominancia | Frecuencia |
|--------------|------------------------------------|-------------------------|------------|---------------|------------|
| 1 | <i>Acacia greggii</i> | Uña de gato | 5.00 | 12.40 | 3.00 |
| 2 | <i>Ambrosia deltoidea</i> | Cenizo | 105.00 | 72.20 | 7.00 |
| 3 | <i>Ambrosia dumosa</i> | Arbusto burro | 39.00 | 18.00 | 4.00 |
| 4 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Cosahui | 5.00 | 2.25 | 2.00 |
| 5 | <i>Carnegiea gigantea</i> | Sahuaro | 2.00 | 0.75 | 2.00 |
| 6 | <i>Celtis pallida</i> | Acebuche | 4.00 | 15.60 | 1.00 |
| 7 | <i>Condalia spathulata</i> | Abrojo | 1.00 | 2.75 | 1.00 |
| 8 | <i>Cylindropuntia acanthocarpa</i> | Choya | 3.00 | 1.30 | 2.00 |
| 9 | <i>Cylindropuntia bigelovii</i> | Choya | 13.00 | 18.50 | 5.00 |
| 10 | <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | Tasajillo | 1.00 | 1.25 | 1.00 |
| 11 | <i>Echinocereus engelmannii</i> | Alicoche fresa | 11.00 | 1.85 | 3.00 |
| 12 | <i>Encelia farinosa</i> | Incienso | 25.00 | 22.50 | 6.00 |
| 13 | <i>Ferocactus emoryi</i> | Biznaga barril | 8.00 | 3.80 | 5.00 |
| 14 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 23.00 | 36.70 | 3.00 |
| 15 | <i>Grusonia reflexispina</i> | - | 1.00 | 0.55 | 1.00 |
| 16 | <i>Horsfordia alata</i> | - | 4.00 | 8.60 | 1.00 |
| 17 | <i>Jatropha cuneata</i> | - | 23.00 | 43.30 | 3.00 |
| 18 | <i>Justicia californica</i> | Chuparrosa | 2.00 | 4.50 | 1.00 |
| 19 | <i>Krameria grayi</i> | Cosahui | 16.00 | 9.75 | 3.00 |
| 20 | <i>Larrea tridentata</i> | Gobernadora | 237.00 | 345.50 | 8.00 |
| 21 | <i>Lophocereus schottii</i> | Senita | 12.00 | 17.05 | 3.00 |
| 22 | <i>Lycium andersonii</i> | Frutilla | 3.00 | 3.80 | 1.00 |
| 23 | <i>Lycium brevipes</i> | Frutilla | 20.00 | 49.95 | 1.00 |
| 24 | <i>Mammillaria grahamii</i> | Biznaga | 11.00 | 0.54 | 1.00 |
| 25 | <i>Olneya tesota</i> | Palo fierro | 1.00 | 1.40 | 1.00 |
| 26 | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Palo verde | 3.00 | 4.20 | 2.00 |
| 27 | <i>Sebastiania bilocularis</i> | Semillas brincadoras | 1.00 | 2.45 | 1.00 |
| 28 | <i>Simmondsia chinensis</i> | Jojoba | 8.00 | 4.70 | 1.00 |
| 29 | <i>Stachys bigelovii</i> | - | 1.00 | 2.00 | 1.00 |
| 30 | <i>Stenocereus thurberi</i> | Pitayo dulce | 1.00 | 0.10 | 1.00 |
| Total | | | 589 | 708.24 | 752 |

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el IVI calculado para el estrato arbustivo del tipo de vegetación MDM presente en el SA.

Tabla 4. 31 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato arbustivo presentes en el MDM del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | I.V.I |
|--------------|------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| 1 | <i>Larrea tridentata</i> | Gobernadora | 40.24 | 48.78 | 10.67 | 99.69 |
| 2 | <i>Ambrosia deltoidea</i> | Cenizo | 17.83 | 10.19 | 9.33 | 37.35 |
| 3 | <i>Encelia farinosa</i> | Inciense | 4.24 | 3.18 | 8.00 | 15.42 |
| 4 | <i>Ambrosia dumosa</i> | Arbusto burro | 6.62 | 2.54 | 5.33 | 14.50 |
| 5 | <i>Jatropha cuneata</i> | - | 3.90 | 6.11 | 4.00 | 14.02 |
| 6 | <i>Fouquieria splendens</i> | Ocotillo | 3.90 | 5.18 | 4.00 | 13.09 |
| 7 | <i>Lycium brevipes</i> | Frutilla | 3.40 | 7.05 | 1.33 | 11.78 |
| 8 | <i>Cylindropuntia bigelovii</i> | Choya | 2.21 | 2.61 | 6.67 | 11.49 |
| 9 | <i>Ferocactus emoryi</i> | Biznaga barril | 1.36 | 0.54 | 6.67 | 8.56 |
| 10 | <i>Lophocereus schottii</i> | Senita | 2.04 | 2.41 | 4.00 | 8.44 |
| 11 | <i>Krameria grayi</i> | Cosahui | 2.72 | 1.38 | 4.00 | 8.09 |
| 12 | <i>Acacia greggii</i> | Uña de gato | 0.85 | 1.75 | 4.00 | 6.60 |
| 13 | <i>Echinocereus engelmannii</i> | Alicoche fresa | 1.87 | 0.26 | 4.00 | 6.13 |
| 14 | <i>Celtis pallida</i> | Acebuche | 0.68 | 2.20 | 1.33 | 4.22 |
| 15 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Cosahui | 0.85 | 0.32 | 2.67 | 3.83 |
| 16 | <i>Parkinsonia microphylla</i> | Palo verde | 0.51 | 0.59 | 2.67 | 3.77 |
| 17 | <i>Cylindropuntia acanthocarpa</i> | Choya | 0.51 | 0.18 | 2.67 | 3.36 |
| 18 | <i>Simmondsia chinensis</i> | Jojoba | 1.36 | 0.66 | 1.33 | 3.36 |
| 19 | <i>Mammillaria grahamii</i> | Biznaga | 1.87 | 0.08 | 1.33 | 3.28 |
| 20 | <i>Horsfordia alata</i> | - | 0.68 | 1.21 | 1.33 | 3.23 |
| 21 | <i>Carnegiea gigantea</i> | Sahuaro | 0.34 | 0.11 | 2.67 | 3.11 |
| 22 | <i>Lycium andersonii</i> | Frutilla | 0.51 | 0.54 | 1.33 | 2.38 |
| 23 | <i>Justicia californica</i> | Chuparrosa | 0.34 | 0.64 | 1.33 | 2.31 |
| 24 | <i>Condalia spathulata</i> | Abrojo | 0.17 | 0.39 | 1.33 | 1.89 |
| 25 | <i>Sebastiania bilocularis</i> | Semillas brincadoras | 0.17 | 0.35 | 1.33 | 1.85 |
| 26 | <i>Stachys bigelovii</i> | - | 0.17 | 0.28 | 1.33 | 1.79 |
| 27 | <i>Olneya tesota</i> | Palo fierro | 0.17 | 0.20 | 1.33 | 1.70 |
| 28 | <i>Cylindropuntia leptocaulis</i> | Tasajillo | 0.17 | 0.18 | 1.33 | 1.68 |
| 29 | <i>Grusonia reflexispina</i> | - | 0.17 | 0.08 | 1.33 | 1.58 |
| 30 | <i>Stenocereus thurberi</i> | Pitayo dulce | 0.17 | 0.01 | 1.33 | 1.52 |
| Total | | | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 300.00 |

Éste estrato lo componen organismos vegetales los cuales alcanzan alturas que van desde los 12.0 cm, como es el caso de las cactáceas *Mammillaria grahamii* y *Grusonia reflexispina* comúnmente llamadas “biznagas”, hasta arbustos de gran altura como el “Acebuche” *Celtis pallida* el cual llega a alcanzar los 3.50 m de alto, sin embargo los diámetros que presentan los individuos de ésta especie no sobrepasan los 5.0 cm. El promedio de altura del estrato arbustivo del MDM del SA es de 1.30 m.

El estrato arbustivo es el estrato con mayor riqueza de especies del MDM. Los mayores valores ecológicos los obtuvieron las especies comúnmente más representativas de éstos matorrales. El valor más alto de abundancia, dominancia y frecuencia, lo obtuvo la “Gobernadora” *Larrea tridentata*, “Cenizo” *Ambrosia deltoidea*, “Arbusto burro” *Ambrosia dumosa*, y el “Incienso” *Encelia farinosa*, así mismo éstas especies se desarrollan muy bien en áreas de escaso relieve y se han adaptado a las condiciones extremas climáticas que predominan en la región.

Aunado a lo anterior se puede inferir que el estrato arbustivo del MDM del SA, se encuentra representado por especies propias de ésta comunidad, lo cual indica un estado ecológico estable. Cabe mencionar que el resto de las especies las cuales presentan valores ecológicos medios se presentan también en el matorral sarcocaulo lo cual indica la contigüidad entre el MSC y MDM del SA.

Estrato herbáceo

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos absolutos del estrato herbáceo del tipo de vegetación MDM presente en el SA.

Tabla 4. 32 Datos ecológicos absolutos del estrato herbáceo presentes en el MDM del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia | Dominancia | Frecuencia |
|--------------|-------------------------------|--------------------|------------|---------------|------------|
| 1 | <i>Aristida californica</i> | - | 100 | 17.5 | 1 |
| 2 | <i>Euphorbia micromera</i> | Golondrina | 800 | 100 | 2 |
| 3 | <i>Hesperocallis undulata</i> | Lirio del desierto | 1 | 0.3 | 1 |
| 4 | <i>Perityle microglossa</i> | - | 55 | 10.25 | 1 |
| Total | | | 956 | 128.05 | 5 |

En la siguiente tabla se presentan los datos ecológicos relativos y el I.V.I en el estrato herbáceo del tipo de vegetación MDM presente en el SA.

Tabla 4. 33 Datos ecológicos relativos e I.V.I del estrato herbáceo presente el MDM del SA

| Nº | Especie | Nombre común | Abundancia relativa | Dominancia relativa | Frecuencia relativa | I.V.I |
|----|-----------------------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|
| 1 | <i>Euphorbia micromera</i> | Golondrina | 83.68 | 78.09 | 40.00 | 201.78 |
| 2 | <i>Aristida californica</i> | - | 10.46 | 13.67 | 20.00 | 44.13 |
| 3 | <i>Perityle microglossa</i> | - | 5.75 | 8.00 | 20.00 | 33.76 |

| | | | | | | |
|--------------|-------------------------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|
| 4 | <i>Hesperocallis undulata</i> | Lirio del desierto | 0.10 | 0.23 | 20.00 | 20.34 |
| Total | | | 100 | 100 | 100 | 300 |

El estrato herbáceo de la vegetación del matorral desértico microfilo, ésta representado por muy pocas especies las cuales son especies comunes y propias de ésta comunidad vegetal. Éste estrato lo componen especies rastreras como *Euphorbia micromera* “Golondrina” y *Hesperocallis undulata* “Lirio del desierto” las cuales alcanzan alturas que van de 5 a 20 cm. Sin embargo se registraron especies de mayor altura las cuales como la poaceae *Aristida californica*, las cuales presentan alturas de 20 a 30 cm. En general la altura promedio del estrato herbáceo del MDM del SA es de 30 cm.

Las especies mejor representadas en éste estrato son *Euphorbia micromera* “Golondrina” y *Aristida californica*, las cuales son especies nativas del norte de México y sur de EUA. El estrato herbáceo es el más pobre en riqueza florística, que el resto de los estratos y ésta fuertemente influenciado por la vegetación de desiertos arenosos, lo cual se puede constatar con la presencia del “lirio del desierto” *Hesperocallis undulata* y la *Aristida californica*.

Aunado a lo anterior con base en los datos ecológicos registrados, se puede inferir que los elementos que conforman el estrato herbáceo del MDM del SA son escasos, sin embargo, son elementos propios de la comunidad.

Diversidad de la vegetación del Sistema Ambiental

De acuerdo a la metodología descrita en el apartado “Metodología utilizada en la descripción de la vegetación del SA”, a continuación se presentan los resultados de los cálculos diversidad en el Sistema Ambiental (SA) del Proyecto; para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo para cada tipo de vegetación identificado.

Índice de diversidad en el tipo de Vegetación de desiertos arenosos (VD)

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para la VD, en el SA por estrato, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. 34 Da Índice de diversidad de las especies arbóreas de la VD presentes en el SA

| Parámetro | Valor |
|-------------|-------|
| Riqueza | 7 |
| H Calculado | 1.29 |

Tabla 4. 35 Da Índice de diversidad de las especies arbustivas de la VD presentes en el SA

| Parámetro | Valor |
|-----------|-------|
|-----------|-------|

| | |
|-------------|------|
| Riqueza | 15 |
| H Calculado | 1.85 |

Tabla 4. 36 Da Índice de diversidad de las especies herbáceas de la VD presentes en el SA

| Parámetro | Valor |
|-------------|-------|
| Riqueza | 5 |
| H Calculado | 1.10 |

La VD del SA está conformado por 27 especies de plantas, las cuales en su mayoría forman parte de los estratos arbóreo y arbustivo, el estrato herbáceo es el menos rico en especies con tan solo cinco sin embargo, éste estrato presenta el mayor índice de diversidad que el resto de los estratos herbáceos de los otros tipos de vegetación.

En general la diversidad en el VD se considera baja, respecto al resto de los tipos de vegetación en el SA, sin embargo al analizar este indicador se infiere que los factores que inciden en este resultado son la escases de especies y la poca o nula entrada de nuevas especies propias o ajenas a la VD, debido principalmente a que los factores ambientales que inciden en ésta comunidad vegetal son extremos y el suelo se encuentra constituido principalmente por arena, lo cual dificulta el establecimiento y desarrollo de las especies.

Índice de diversidad en el tipo de Vegetación de Matorral Sarcocaulle (MSC)

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para la MSC, en el SA por estrato, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. 37 Da Índice de diversidad de las especies arbóreas del MSC presentes en el SA

| Parámetro | Valor |
|-------------|-------|
| Riqueza | 9 |
| H Calculado | 1.91 |

Tabla 4. 38 Da Índice de diversidad de las especies arbustivas del MSC presentes en el SA

| Parámetro | Valor |
|-------------|-------|
| Riqueza | 31 |
| H Calculado | 2.22 |

Tabla 4. 39 Da Índice de diversidad de las especies herbáceas del MSC presentes en el SA

| Parámetro | Valor |
|-----------|-------|
|-----------|-------|

| | |
|-------------|------|
| Riqueza | 5 |
| H Calculado | 0.44 |

El MSC del SA está conformado por 45 especies de plantas, las cuales en su mayoría forman parte de los estratos arbóreo y arbustivo, el estrato herbáceo es el menos rico y es el que presenta el menor índice de diversidad que el resto de los estratos herbáceos de los otros tipos de vegetación.

En general la diversidad en el MSC del SA, se considera media respecto al resto de los tipos de vegetación en el SA. Al analizar este indicador se infiere que los factores que inciden en este resultado son la entrada de especies de los tipos de vegetación contiguos, los cuales son el MDM y algunos elementos de la VD, principalmente en los estratos superiores.

En el Anexo 4.10 se presenta el reporte fotográfico de los tipos de vegetación del SA.

Índice de diversidad en el tipo de Vegetación de Matorral desértico microfilo (MDM)

El Índice de Diversidad de Shannon-Wiener calculado para la MDM, en el SA por estrato, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. 40 Da Índice de diversidad de las especies arbóreas del MDM presentes en el SA

| Parámetro | Valor |
|-------------|-------|
| Riqueza | 11 |
| H Calculado | 2.06 |

Tabla 4. 41 Da Índice de diversidad de las especies arbustivas del MDM presentes en el SA

| Parámetro | Valor |
|-------------|-------|
| Riqueza | 30 |
| H Calculado | 2.23 |

Tabla 4. 42 Da Índice de diversidad de las especies herbáceas del MDM presentes en el SA

| Parámetro | Valor |
|-------------|-------|
| Riqueza | 4 |
| H Calculado | 0.56 |

El MDM del SA está conformado por 45 especies de plantas, las cuales en su mayoría forman parte de los estratos arbóreo y arbustivo.

En general la diversidad en el MDM, se considera alta respecto al resto de los tipos de vegetación en el SA, éste indicador infiere que los factores que inciden en este resultado son la



aportación de especies tanto del MSC como de la VD, ya que la franja de vegetación de matorral microfilo divide a éstos dos tipos de vegetación y por lo tanto se comparten elementos entre sí. Así mismo la existencia de drenajes hídricos en el terreno donde se encuentra ésta comunidad ha contribuido a la aparición y el desarrollo de especies diversas, principalmente en los estratos superiores.

Conclusiones

En el SA del proyecto se presentan 3 tipos de vegetación, los cuales son, Matorral sarcocaulé (MSC), Matorral desértico micrófilo (MDM) y Vegetación de desierto arenosos (VD).

La riqueza florística del SA incluye 20 Familias, 40 Géneros y 49 especies de plantas vasculares, de las cuales algunas de estas se comparten entre los diferentes tipos de vegetación que se describen para el SA.

Los diferentes tipos de vegetación que se desarrollan en el SA presentan una estructura arbórea, arbustiva y herbácea bien definida, sin embargo en los tres tipos de vegetación el estrato herbáceo es el más pobre y sencillo florísticamente.

La diversidad entre los tipos de vegetación en el SA es; alta en MDM, media en MSC y baja en VD. Sin embargo, la influencia de los valores de diversidad en la vegetación del SA está fuertemente ligada a que se comparten elementos florísticos entre sí, debido a la distribución espacial de cada comunidad dentro del SA.

En general se puede inferir que la vegetación del SA se encuentra ecológicamente estable y no ha sido afectada por las actividades antrópicas que durante varias décadas ahí se han desarrollado. Evidencia de lo anterior es que existen muy pocos elementos florísticos exóticos, los cuales se actúan como malezas y desequilibren la vegetación de las comunidades ecológicas presentes en el SA, así mismo los resultados ecológicos de los diferentes tipos de vegetación señalan una buena riqueza y diversidad principalmente en los estratos superiores. Cabe destacar que existen algunos manchones dominados generalmente por una sola especie, estos son los llamados “Choyales” los cuales guardan mayor relación con la fauna, como la presencia de roedores, o grandes mamíferos que con las actividades antrópicas que en la región se desarrollan.



b) Fauna

La fauna silvestre es un componente esencial de los ecosistemas tanto por la diversidad biológica que aporta como por las complejas interacciones ecológicas en las que participa, permitiendo así el funcionamiento de los procesos biológicos en la biósfera.

Así pues, la fauna junto con la flora son los elementos que componen la biodiversidad, representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han venido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra.

La dinámica historia geológica de México, relacionada en gran parte con su posición geográfica, explica fundamentalmente su alta biodiversidad faunística. La confluencia de regiones biogeográficas (Neártica y Neotropical) en territorio mexicano, ha originado la mezcla de faunas templadas y tropicales, la cual es en algunas zonas suave, en otras abrupta o en algunos casos ha dado origen a comunidades únicas.

En México se estima una riqueza de 1,165 especies de anfibios y reptiles (Flores-Villela y Canseco Márquez, 2004 en Reyna et. al., 2005) 1,050 especies de aves (Howell y Webb, 1995) y 525 especies de mamíferos (Ceballos y Oliva, 2005), entre los que se encuentran numerosos endemismos y especies bajo alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Metodología de muestreo

El muestreo faunístico se intensificó en aquellas zonas de interés en las que se incrementaba la posibilidad de registros dentro de la huella de desmonte. Estas zonas se eligieron con base en las características que presentaban y tomando en cuenta factores como: cobertura vegetal, disponibilidad de alimento, agua y refugio.

Para el muestreo de la fauna se utilizaron distintas variantes de metodologías para cada uno de los grupos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). A continuación se describen las técnicas utilizadas para hacer registros directos e indirectos de especies durante el trabajo de campo.

- Observación directa

Los registros directos se realizan cuando es posible observar o incluso capturar al animal, este tipo de registros son los más confiables pues proporcionan determinaciones precisas de las especies así como la posibilidad de obtener información adicional como estado de salud general, sexo y condición reproductiva. A continuación se describen algunos métodos y técnicas para realizar registros directos de fauna:

- Métodos de detección en silencio.- Consiste en la detección en silencio de las especies, para lograr este tipo de registro es necesaria la cautela, ya que solo de esa forma el observador puede lograr un acercamiento mayor a los animales. Las observaciones en puntos altos en donde se procura hacer el mínimo de ruido y movimientos, hacen posible el registro especies

más cautelosas. 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

- Transectos aleatorios no restringidos y censos de búsqueda intensiva.- En estos tipos de muestreo se intenta cubrir la mayor superficie posible sin restricción de movimiento, esto con la finalidad de incrementar la probabilidad de detección del mayor número de especies (Anexo 4.11). Para el caso de los reptiles y anfibios es necesaria la remoción de rocas y restos vegetales como troncos, hojas y ramas, con el fin de encontrar especies que eventualmente utilizan esos sitios para resguardarse. Durante este tipo de trabajo se tiene a disposición equipo tal como: binoculares, cámaras digitales, GPS, planos georeferenciados, guías para la determinación de las especies de aves (Howell & Webb 1995, Sibley 2001, National Geographic, 2006 y Peterson, 1994) mamíferos (Aranda, 2000; Ceballos y Oliva, 2005; Reid, 2006) y reptiles (Reyna et. al., 2007; Behler & King 1979., etc.)
- Fototrampeo.- Consiste en colocar cámaras que se activan automáticamente al ser interrumpida una señal de un láser infrarrojo. Ello permite la captura de imágenes de la fauna que pasa por delante de las cámaras montadas. En total se colocaron 8 cámaras trampa dentro del Sistema Ambiental (Anexo 4.11).
- 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 ornitológicas y para murciélagos. Este tipo de técnicas son utilizadas en donde los objetivos del trabajo de campo va encaminado a caracterizar la estructura de la población en base a la toma de datos morfométricos, así pues, para el caso específico de este proyecto, esta técnica no fue utilizada en cambio se optó por el fototrampeo que es una técnica no invasiva y que no genera estrés a la fauna silvestre.
- Observación indirecta.- En esta técnica se consideraron las señales que los animales dejan de su presencia y actividades (plumas, huellas, excretas, marcas, cadáveres, etc.). Los recorridos fueron realizados de forma aleatoria y no restringida.

Composición faunística dentro del Sistema Ambiental donde se localiza el proyecto

Durante el muestreo en el Sistema Ambiental, se registraron un total de 53 especies de 3 grupos de vertebrados terrestres (Reptiles, Aves y Mamíferos). En el Anexo 4.12 se presenta el Reporte fotográfico de fauna silvestre dentro del Sistema Ambiental.

Las aves fueron el grupo mejor representado, con un total de 33 especies repartidas en 18 familias y 9 órdenes, el grupo de los reptiles se reportaron 7 especies pertenecientes a 2 familias y 1 orden, mientras que el grupo de los mamíferos se registraron un total de 13 especies pertenecientes a 9 familias y 5 órdenes, por último, para el grupo de los anfibios no se realizaron registros, las

condiciones climáticas del Sistema Ambiental y la escasas de hábitats (cuerpos de agua) disminuye la presencia y actividad de estos organismos.

Enseguida se presenta un gráfico donde se expone el porcentaje de registro de especies por grupo zoológico dentro del Sistema Ambiental.

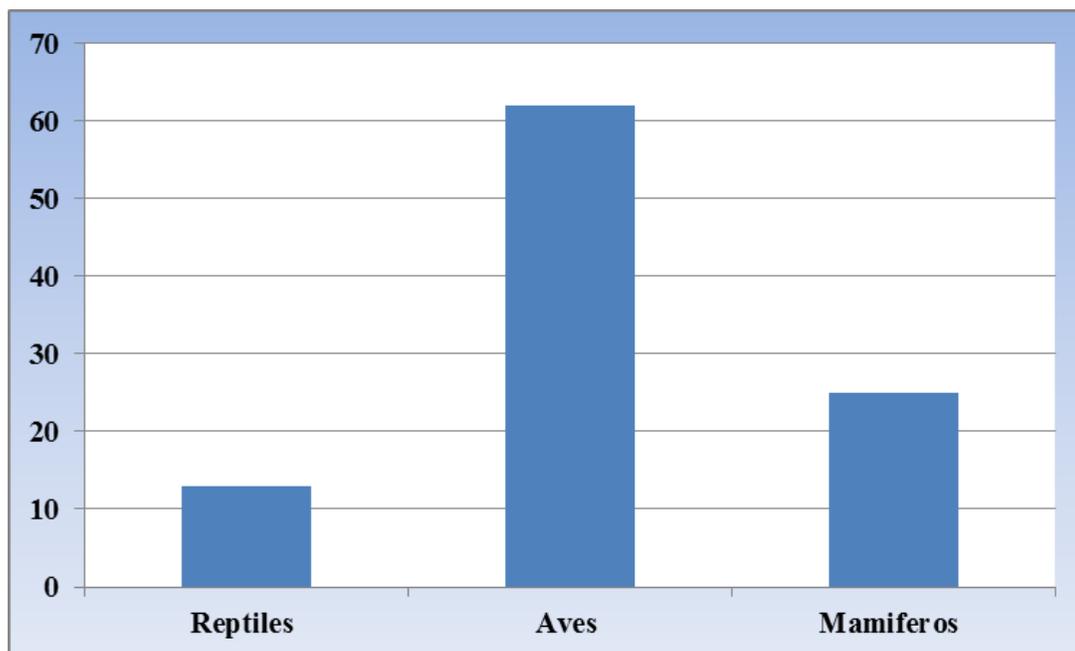


Figura 4. 32. Riqueza faunística obtenida dentro del Sistema Ambiental

A continuación, se presenta la siguiente tabla donde se despliegan los datos de las especies registradas en los muestreos dentro del Sistema Ambiental, primeramente se señala el grupo zoológico al que pertenece cada especie, su orden, familia, especie, nombre común y tipo de registro.

Tabla 4.43. Listado de especies presentes dentro del Sistema Ambiental

| REPTILES | | | | |
|--------------------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|------------------|
| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Tipo de registro |
| Squamata (suborden Lacertilia) | Teiidae | <i>Aspidoscelis tigris</i> | Huico occidental | Od |
| | Phrynosomatidae | <i>Cophosaurus texanus</i> | Lagartija sorda mayor | Od |
| | | <i>Holbrookia elegans</i> | Lagartija sorda elegante | Od |
| | | <i>Sceloporus clarki</i> | Lagartija | Od |
| | | <i>Sceloporus magister</i> | Roño | Od |
| | | <i>Sceloporus jarrovi</i> | Escamoso | Od |
| | | <i>Uta stansburiana</i> | Lagartija manchada norteña | Od |
| AVES | | | | |
| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Tipo de registro |
| Galliformes | Odontophoridae | <i>Callipepla gambelii</i> | Codorniz chiquiri | Od |
| Cathartiformes | Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote común | Od |

| | | | | |
|------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|-------------------------|
| | | <i>Cathartes aura</i> | Zopilote aura | Od |
| Accipitriformes | Accipitridae | <i>Parabuteo unicinctus</i> | Aguililla rojinegra | Od |
| | | <i>Buteo jamaicensis</i> | Aguililla cola-roja | Od |
| Falconiformes | Falconidae | <i>Caracara cheriway</i> | Caracara quebrantahuesos | Od |
| | | <i>Falco sparverius</i> | Cernícalo americano | Od |
| Columbiformes | Columbidae | <i>Zenaida asiatica</i> | Paloma alablanca | Od |
| | | <i>Zenaida macroura</i> | Paloma huilota | Od |
| Cuculiformes | Cuculidae | <i>Geococcyx californianus</i> | Correcaminos norteño | Od |
| Apodiformes | Trochilidae | <i>Calypte costae</i> | Colibrí Cabeza Violeta | Od |
| Piciformes | Picidae | <i>Melanerpes uropygialis</i> | Carpintero del desierto | Od |
| | | <i>Colaptes auratus</i> | Carpintero de pechera | Od |
| Passeriformes | Tyrannidae | <i>Sayornis nigricans</i> | Papamoscas negro | Od |
| | | <i>Sayornis saya</i> | Papamoscas llanero | Od |
| | | <i>Myarchus tuberculifer</i> | Papamoscas triste | Od |
| | Laniidae | <i>Lanius ludovicianus</i> | Alcaudón verdugo | Od |
| | Corvidae | <i>Corvus corax</i> | Cuervo común | Od |
| | | Troglodytidae | <i>Campylorhynchus brunneicapillus</i> | Matraca del desierto |
| | <i>Salpinctes obsoletus</i> | | Chivirín saltaroca | Od |
| | Poliopitidae | <i>Poliopitila caerulea</i> | Perlita azul-gris | Od |
| | Mimidae | <i>Mimus polyglottos</i> | Centzontle norteño | Od |
| | | <i>Toxostoma curvirostre</i> | Cuitlacoche pico curvo | Od |
| | Ptilonotidae | <i>Phainopepla nitens</i> | Capulinerio negro | Od |
| | Emberzidae | <i>Pipilo chlorurus</i> | Toquí cola verde | Od |
| | | <i>Amphispiza bilineata</i> | Zacatonero garganta negra | Od |
| | | <i>Spizella passerina</i> | Gorrión ceja blanca | Od |
| | | <i>Spizella atrogularis</i> | Gorrión barba negra | Od |
| | | <i>Poocetes gramineus</i> | Gorrión cola blanca | Od |
| | | | <i>Zonotrichia leucophrys</i> | Gorrión Corona Blanca |
| Cardinalidae | <i>Cardinalis sinuatus</i> | Cardenal pardo | Od | |
| Fringilidae | <i>Haemorhous mexicanus</i> | Pinzón mexicano | Od | |
| | <i>Spinus psaltria</i> | Jilguero dominico | Od | |
| MAMIFEROS | | | | |
| Orden | Familia | Especie | Nombre común | Tipo de registro |
| Didelphimorphia | Didelphidae | <i>Didelphis virginiana</i> | Tlacuache | H |
| Carnívora | Canidae | <i>Canis latrans</i> | Coyote | H, Ct |
| | | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | Zorra gris | Ct, H, E |
| | Felidae | <i>Lynx rufus</i> | Lince, Gato montes | Ct, H |
| | Mephitidae | <i>Conepatus leuconotus</i> | Zorrillo | Od |
| Artiodactyla | Cervidae | <i>Odocoileus hemionus</i> | Venado bura | E, H |
| | | <i>Odocoileus virginianus</i> | Venado cola blanca | H |

| | | | | |
|--|-------------|---------------------------------|--------------------|----|
| | Tayassuidae | <i>Pecari tajacu</i> | Jabalí de collar | Od |
| Rodentia | Sciuridae | <i>Ammospermophilus harrisi</i> | Chichimoco | Od |
| | Heteromidae | <i>Dipodomys deserti</i> | Rata canguro | Od |
| Lagomorpha | Leporidae | <i>Lepus californicus</i> | Liebre cola negra | Od |
| | | <i>Lepus alleni</i> | Liebre torda | Od |
| | | <i>Sylvilagus floridanus</i> | Conejo cola blanca | Od |
| Tipo de registro: Od = Observación directa; H= Huella; E= Excreta; C= Cadáver; Cap = Capturado; Ct= Cámara trampa; Ot= Otro | | | | |

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

Los índices de diversidad cuantifican la diferencia entre la estructura biológica de las comunidades, pues consideran tanto número como abundancia relativa de las especies dentro de la comunidad, esto mediante la unificación de la equitatividad, o sea la falta de variabilidad en las abundancias relativas, y la riqueza, o sea el número total de especies.

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 siguiente tabla se expresa la siguiente formula:

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

Tabla 4.44. 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) |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|-----------|
| Reptiles | <i>Aspidoscelis tigris</i> | 1 | 0.111 | 2.197 | 0.244 |
| | <i>Cophosaurus texanus</i> | 2 | 0.222 | 1.504 | 0.334 |
| | <i>Holbrookia elegans</i> | 2 | 0.222 | 1.504 | 0.334 |
| | <i>Sceloporus clarki</i> | 1 | 0.111 | 2.197 | 0.244 |
| | <i>Sceloporus magister</i> | 1 | 0.111 | 2.197 | 0.244 |
| | <i>Sceloporus jarrovi</i> | 1 | 0.111 | 2.197 | 0.244 |
| | <i>Uta stansburiana</i> | 1 | 0.111 | 2.197 | 0.244 |
| | Total | 9 | H= | 1.889 | |
| Aves | <i>Callipepla gambelii</i> | 29 | 0.171 | 1.769 | 0.302 |
| | <i>Coragyps atratus</i> | 3 | 0.018 | 4.037 | 0.071 |
| | <i>Cathartes aura</i> | 7 | 0.041 | 3.190 | 0.131 |
| | <i>Parabuteo unicinctus</i> | 3 | 0.018 | 4.037 | 0.071 |
| | <i>Buteo jamaicensis</i> | 2 | 0.012 | 4.443 | 0.052 |
| | <i>Caracara cheriway</i> | 2 | 0.012 | 4.443 | 0.052 |
| | <i>Falco sparverius</i> | 1 | 0.006 | 5.136 | 0.030 |
| | <i>Zenaida asiatica</i> | 8 | 0.047 | 3.056 | 0.144 |
| | <i>Zenaida macroura</i> | 4 | 0.024 | 3.750 | 0.088 |

| | | | | | |
|-----------|--|--------------|-----------|--------------|--------------|
| | <i>Geococcyx californianus</i> | 2 | 0.012 | 4.443 | 0.052 |
| | <i>Calypte costae</i> | 1 | 0.006 | 5.136 | 0.030 |
| | <i>Melanerpes uropygialis</i> | 2 | 0.012 | 4.443 | 0.052 |
| | <i>Colaptes auratus</i> | 2 | 0.012 | 4.443 | 0.052 |
| | <i>Sayornis nigricans</i> | 5 | 0.029 | 3.526 | 0.104 |
| | <i>Sayornis saya</i> | 2 | 0.012 | 4.443 | 0.052 |
| | <i>Myarchus tuberculifer</i> | 3 | 0.018 | 4.037 | 0.071 |
| | <i>Lanius ludovicianus</i> | 6 | 0.035 | 3.344 | 0.118 |
| | <i>Corvus corax</i> | 7 | 0.041 | 3.190 | 0.131 |
| | <i>Campylorhynchus brunneicapillus</i> | 9 | 0.053 | 2.939 | 0.156 |
| | <i>Salpinctes obsoletus</i> | 4 | 0.024 | 3.750 | 0.088 |
| | <i>Polioptila caerulea</i> | 7 | 0.041 | 3.190 | 0.131 |
| | <i>Mimus polyglottos</i> | 4 | 0.024 | 3.750 | 0.088 |
| | <i>Toxostoma curvirostre</i> | 8 | 0.047 | 3.056 | 0.144 |
| | <i>Phainopepla nitens</i> | 3 | 0.018 | 4.037 | 0.071 |
| | <i>Pipilo chlorurus</i> | 3 | 0.018 | 4.037 | 0.071 |
| | <i>Amphispiza bilineata</i> | 2 | 0.012 | 4.443 | 0.052 |
| | <i>Spizella passerina</i> | 6 | 0.035 | 3.344 | 0.118 |
| | <i>Spizella atrogularis</i> | 7 | 0.041 | 3.190 | 0.131 |
| | <i>Poocetes gramineus</i> | 10 | 0.059 | 2.833 | 0.167 |
| | <i>Zonotrichia leucophrys</i> | 1 | 0.006 | 5.136 | 0.030 |
| | <i>Cardinalis sinuatus</i> | 1 | 0.006 | 5.136 | 0.030 |
| | <i>Haemorhous mexicanus</i> | 13 | 0.076 | 2.571 | 0.197 |
| | <i>Spinus psaltria</i> | 3 | 0.018 | 4.037 | 0.071 |
| | Total | 169 | H= | 3.152 | |
| Mamíferos | <i>Didelphis virginiana</i> | 2 | 0.027 | 3.597 | 0.099 |
| | <i>Canis latrans</i> | 4 | 0.055 | 2.904 | 0.159 |
| | <i>Urocyon cinereoargenteus</i> | 9 | 0.123 | 2.093 | 0.258 |
| | <i>Lynx rufus</i> | 3 | 0.041 | 3.192 | 0.131 |
| | <i>Conepatus leuconotus</i> | 1 | 0.014 | 4.290 | 0.059 |
| | <i>Odocoileus hemionus</i> | 5 | 0.068 | 2.681 | 0.184 |
| | <i>Odocoileus virginianus</i> | 16 | 0.219 | 1.518 | 0.333 |
| | <i>Pecari tajacu</i> | 4 | 0.055 | 2.904 | 0.159 |
| | <i>Ammospermophilus harrisi</i> | 8 | 0.110 | 2.211 | 0.242 |
| | <i>Dipodomys deserti</i> | 1 | 0.014 | 4.290 | 0.059 |
| | <i>Lepus californicus</i> | 6 | 0.082 | 2.499 | 0.205 |
| | <i>Lepus alleni</i> | 3 | 0.041 | 3.192 | 0.131 |
| | <i>Sylvilagus floridanus</i> | 11 | 0.151 | 1.893 | 0.285 |
| | | Total | 73 | H= | 2.304 |

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 Boda, 2009).

Enseguida se presenta la Tabla 4.45 donde se expone de manera resumida el número de especies registradas de cada grupo zoológico, así como el número de individuos y el índice de Shannon-Wiener obtenido para cada grupo, finalmente una columna con la interpretación del índice de diversidad obtenido.

Tabla 4.45. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (Sistema Ambiental)

| Grupo zoológico | Número de especies | Número de Individuos | Índice de Shannon-Wiener | Interpretación del Índice |
|-----------------|--------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|
| Reptiles | 7 | 9 | 1.88 | Diversidad media |
| Aves | 33 | 170 | 3.15 | Diversidad alta |
| Mamíferos | 13 | 73 | 2.30 | Diversidad media |

Como se puede observar en la tabla anterior para los grupos zoológicos de reptiles se registró una “Diversidad media” al registrarse 7 especies, el grupo de las aves fue el grupo que presento una “Diversidad alta” con 32 especies, por último el grupo de los mamíferos se reporta una diversidad media con 13 especies.

Especies registradas en los muestreos y enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010 con alguna categoría de riesgo, o endémicas

Durante los muestreos realizados en campo se registraron un total de 3 especies con alguna categoría de riesgo (2 reptiles y 1 ave) dentro de la NOM 059-SEMARNAT-2010, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.46. Especies registradas, enlistadas dentro de la NOM 059-SEMARNAT-2010

| Grupo zoológico | Especie | Nombre común | Categoría de riesgo |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Reptiles | <i>Cophosaurus texanus</i> | Lagartija sorda mayor | Amenazada |
| | <i>Uta stansburiana</i> | Lagartija manchada nortea | Amenazada |
| Aves | <i>Parabuteo unicinctus</i> | Aguililla rojinegra | Sujeta a Protección especial |

Especies endémicas

De las 53 especies de los 3 grupos de vertebrados registrados en el presente estudio, únicamente se registró 1 especie endémica para México, la cual corresponde a la especie *Uta stansburiana*.

Especies de interés cinegético, comercial, ecológico, etc.

Del total de especies registradas durante los muestreos en campo, se concluye que 11 especies (3 aves y 8 mamíferos) se enlistan en el calendario oficial de caza de aves y mamíferos para el periodo 2016-2017 del Estado de Sonora (ver Tabla 4.47), según el calendario de épocas hábiles emitido por la SEMARNAT.

Cabe hacer mención que dentro del Sistema Ambiental no existen ranchos cinegéticos donde se pueda practicar la cacería de manera legal.

Tabla 4.47. Especies en el calendario oficial de épocas hábiles para el periodo 2016-2017 del Estado de Sonora

| Grupo | Especie | Inicia | Termina | Especie registrada durante el muestreo |
|---|---|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| Aves | Agachona (<i>Gallinago gallinago</i>) | Segundo Viernes de Octubre de 2016 | Cuarto Domingo de Febrero de 2017 | - |
| | Brantas (<i>Branta nigricans, B. canadensis</i>) | Ultimo viernes de Octubre de 2016 | Cuarto domingo de Febrero de 2017 | - |
| | Codornices (<i>Lophortyx douglasii, Callipepla gambelii</i>) | Cuarto viernes de Septiembre de 2016 | Cuarto Domingo de Febrero de 2017 | <i>Callipepla gambelii</i> |
| | Faisán de collar (<i>Phasianus colchicus</i>) | Cuarto Viernes de Septiembre de 2016 | Cuarto Domingo de Marzo de 2017 | - |
| | Gallareta (<i>Fulica Americana</i>) | Ultimo Viernes de Octubre de 2016 | Cuarto Domingo de Febrero de 2017 | - |
| | Gansos (<i>Anser albifrons, Chen caureleccens, Chen rosii</i>) | Ultimo Viernes de Octubre de 2016 | Primer Domingo de Febrero de 2017 | - |
| | Grulla gris (<i>Grus canadensis</i>) | Segundo Viernes de Octubre de 2016 | Segundo Domingo de Febrero de 2017 | - |
| | Guajolote Silvestre (<i>Meleagris gallopavo</i>) | Ultimo Viernes de Marzo de 2017 | Último domingo de mayo de 2017 | - |
| | Palomas (<i>Zenaida asiática, Zenaida macroura</i>) | Cuarto Viernes de Septiembre de 2016 | Primer Domingo de Marzo de 2017 | ✓ |
| | Palomas morada (<i>Columba flavirostris</i>) | Segundo Viernes de Octubre de 2016 | Tercer Domingo de Febrero de 2017 | - |
| | Patos y cercetas (<i>Anas ssp, Aythya ssp, Bucephala ssp, Oxyura ssp, etc</i>) | Ultimo Viernes de Octubre de 2016 | Cuarto Domingo de Febrero de 2017 | - |
| Mamíferos | Borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis mexicana</i>) | Primer Viernes de Noviembre de 2016 | Tercer Domingo de Marzo de 2017 | - |
| | Coyote (<i>Canis latrans</i>) | Primer Viernes de Noviembre de 2016 | Primer Domingo de Febrero de 2017 | ✓ |
| | Liebres y Conejos (<i>Lepus ssp, Sylvilagus ssp</i>) | Primer Viernes de Noviembre de 2016 | Primer Domingo de Febrero de 2017 | <i>Lepus californicus</i> <i>L. alleni,</i> <i>Sylvilagus floridanus</i> |
| | Mapache y tejón o catí (<i>Procyon lotor; Nasua narica</i>) | Primer Viernes de Noviembre de 2016 | Primer Domingo de Febrero de 2017 | - |
| | Pecarí de collar (<i>Pecari tajacu</i>) | primer viernes de junio de 2016 | último domingo de febrero de 2016 | ✓ |
| | Puma (<i>Puma concolor</i>) | Primer Viernes de Noviembre de 2016 | Primer Domingo de Febrero de 2017 | - |
| | Gato montés (<i>Lynx rufus</i>) | Primer Viernes de Noviembre de 2016 | Primer Domingo de Febrero de 2017 | ✓ |
| | Venado bura (<i>Odocoileus hemionus</i>) | Primer Viernes de Noviembre de 2016 | Primer Domingo de Febrero de 2017 | ✓ |
| Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) | Primer Viernes de Noviembre de 2016 | Primer Domingo de Febrero de 2017 | ✓ | |

En lo que respecta a las especies de interés ecológico dentro del SA, se reconoce en general al grupo de los reptiles, el cual tiene una gran importancia de manera grupal como a nivel de especies,



ya que algunas de ellas son muy susceptibles a cualquier cambio en su ecosistema y cadena trófica a la cual están intrínsecamente vinculadas. 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, pequeños mamíferos como roedores, entre otros.

Los reptiles son fuente de alimento para los carnívoros primarios, como por ejemplo los Coyotes y algunas aves de presa. Así mismo presentan una importancia científica ya que dentro del área de estudio se encuentran al menos 2 especies venenosas del Género *Crotalus*.

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 nicho 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.

En conclusión, la interacción que las especies de fauna tiene entre sí y con su entorno biótico y abiótico, permite la estabilidad ecológica del Sistema Ambiental, por tanto, cada una de las especies que ahí se desarrollan deben ser consideradas en cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación, aun cuando estas no se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estado de conservación del Sistema Ambiental

La presencia de obras y actividades mineras en la zona, han propiciado un drástico cambio al hábitat de la fauna silvestre sobre todo en el Área de la Unidad Minera Noche Buena, contrario a esto, dentro del Sistema Ambiental aún existen hábitats adecuados para la vida silvestre, sin dejar de considerar que dentro del Sistema Ambiental existen actividades antrópicas como lo es la ganadería, a pesar de las afectaciones al hábitat de la fauna silvestre, existen especies faunísticas capaces de tolerar y adaptarse a las condiciones adversas sacando provecho de las mismas, tal es el caso de la zorra gris, coyotes y aves entre algunos otros.

De acuerdo a los resultados obtenidos del Índice de diversidad de Shannon-Wiener para cada grupo zoológico, para el grupo de los reptiles se obtuvo un valor de 1.88, lo cual se interpreta como una "Diversidad media", mientras que el grupo de las aves, de acuerdo al Índice de diversidad, registro un valor de 3.13, que se interpreta como una "Diversidad alta", por ultimo para el grupo de los mamíferos se registró un valor de 2.30 que se interpreta como una "Diversidad media".



En cuanto a las especies de fauna silvestre enlistadas dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010, se registraron un total de 3 especies, (*Cophosaurus texanus*, *Uta stansburiana* y *Parabuteo unicinctus*), de las cuales solo la especie *Uta stansburiana* es endémica al territorio nacional.

IV.2.3 Paisaje

Cuenca Visual

La cuenca visual es el elemento clave para el estudio de las condiciones visuales de un territorio tanto a efectos de su clasificación por calidad o fragilidad, como para estudios de impactos en la cuenca visual. La cuenca visual es el área perceptible desde una porción determinada o un conjunto de puntos que construyen un área de interés concordante con los objetos de estudio.

Para conocer la cuenca visual que tendrá el Proyecto en relación de la superficie del SA se utilizó la plataforma del *Arc Gis 9.3* con la ayuda de la herramienta *View Shed*, en la cual se utilizó el modelo del relieve y la superficie del Proyecto, como resultado se obtuvo lo siguiente; como se puede observar en la Figura 4.33 (Anexo 4.13) en aproximadamente 2,4911.504 ha (31.85%) del área del SA podrá percibirse visualmente la superficie donde se contempla el desarrollo del Proyecto. Por otro lado, la superficie del SA que no será visible por la implementación del Proyecto es en 53,279.926 ha (68.14%).

Tabla 4.48. Visibilidad que tendrá el Proyecto en relación al Sistema Ambiental

| Visibilidad | Sistema Ambiental (Hectáreas) | Sistema Ambiental (Porcentaje) |
|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Superficie Visible (Ha) | 2,4911.504 | 31.85 |
| Superficie No Visible (Ha) | 53,279.926 | 68.14 |

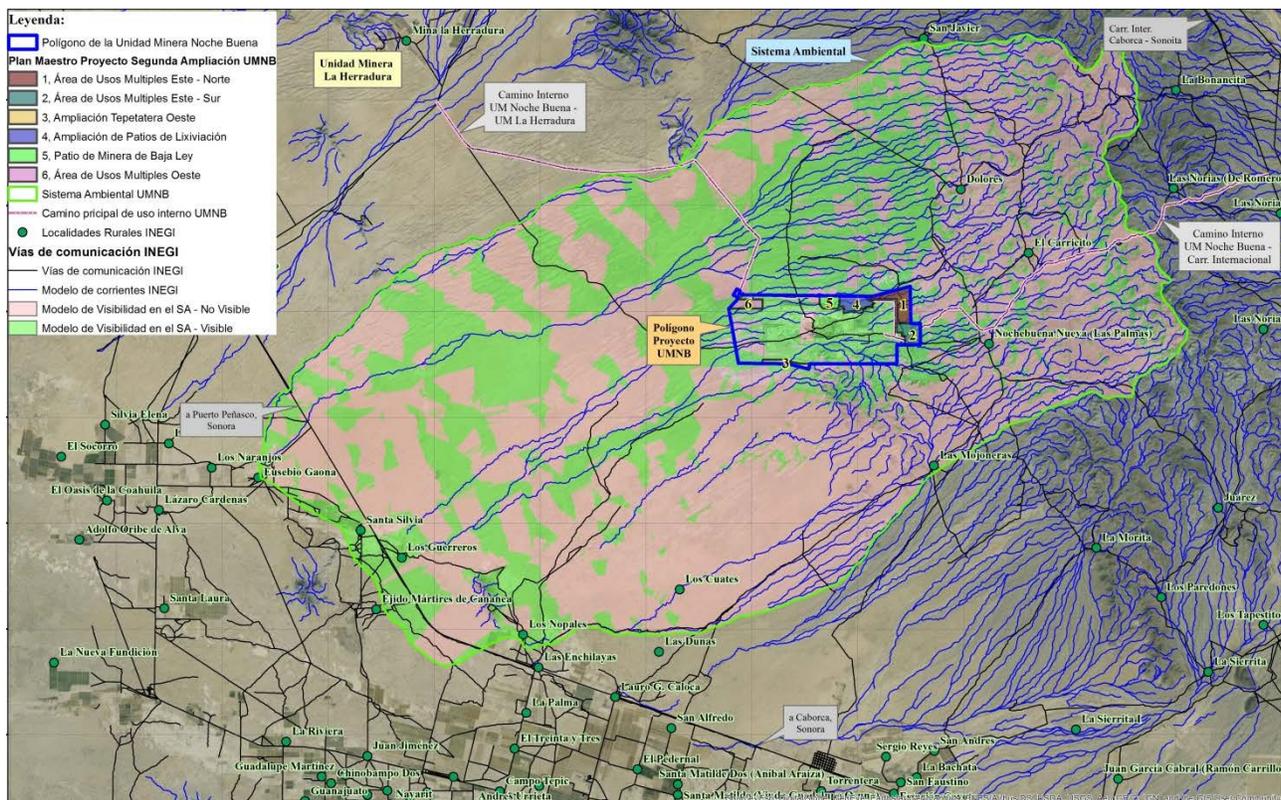


Figura 4.33. Visibilidad del Proyecto en la superficie del Sistema Ambiental

Para tener una mejor perspectiva de la calidad y fragilidad visual del paisaje en el Sistema Ambiental se ha considerado la delimitación de unidades de paisaje, en dicha delimitación se contempla la homogeneidad del territorio, puesto que, se toma como elemento principal de división de unidades de paisaje las acciones antrópicas, por esta razón se ha considerado la partición del SA en tres unidades paisajistas, una de ellas abarca todas las acciones antrópicas perceptibles que existen en el SA, mientras que las otras unidades se encuentra libre o casi libre de acciones antrópicas.

Para detallar en la delimitación de dichas unidades se utilizó el método de individualización de unidades irregulares con el apoyo de la forma y estructuras encontradas en el SA. En este sentido, la categorización paisajista en el SA se cataloga en 3 unidades de paisaje (Figura 4.34); la primera está determinada por el valle, la segunda unidad por sierra y lomeríos, y la tercera unidad es una zona con actividades antrópicas.

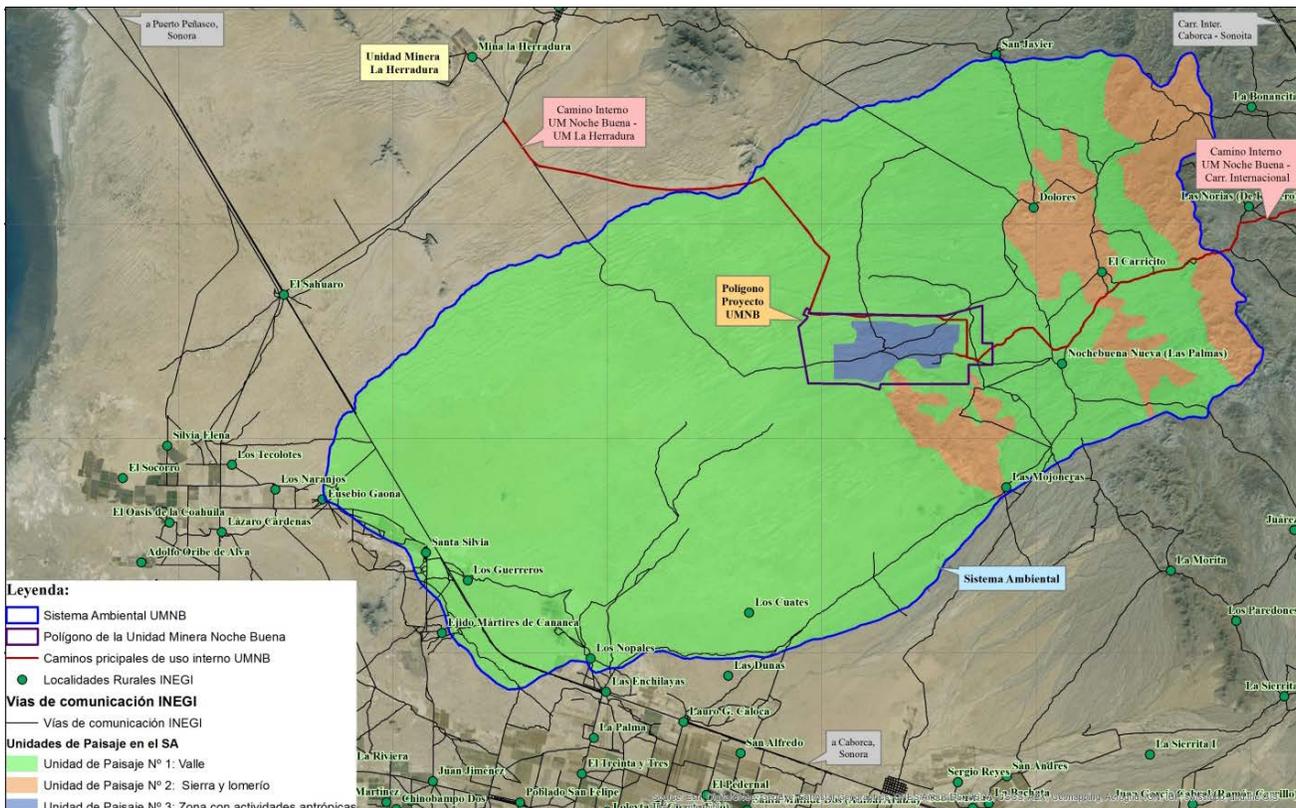


Figura 4.34. Unidades del paisaje en el Sistema Ambiental

A continuación se presenta las vistas representativas de las unidades del paisaje (Anexo 4.14).



Figura 4.35. Unidad de Paisaje N°1 Valle



Figura 4.36. Unidad de Paisaje N°2 Sierra y Lomeríos



Figura 4.37. Unidad de Paisaje N°3 Zona con actividades antrópicas

Calidad visual de paisaje

La calidad visual determinada para el Proyecto 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 4.49).

Tabla 4.49. 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 ForestService (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 4.50 se presentan los elementos a ser valorados.

Tabla 4.50. 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 | Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión son vegetación herbácea, ausencia de |

| Elemento valorado | Calidad visual paisajística | | |
|------------------------|--|--|--|
| | Alta | Media | Baja |
| | | dominancia visual. | 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 añaden calidad visual. | Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del 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 4.51. Unidad de Paisaje N°1 Valle

| Elemento Valorado | Calidad Visual |
|-------------------------|----------------|
| Morfología o Topografía | Baja (1) |
| Fauna | Media (3) |
| Vegetación | Media (3) |

| Elemento Valorado | Calidad Visual |
|--------------------------|-----------------------|
| Formas de agua | Media (3) |
| Acción Antrópica | Media (1) |
| Fondo Escénico | Alta (5) |
| Variabilidad Cromática | Media (3) |
| Singularidad o Rareza | Media (2) |
| Valoración Final | Media (21) |

Tabla 4.52. Unidad de Paisaje N°2 Sierra y Lomerío

| Elemento Valorado | Calidad Visual |
|--------------------------|-----------------------|
| Morfología o Topografía | Alta (5) |
| Fauna | Media (3) |
| Vegetación | Alta (5) |
| Formas de agua | Baja (1) |
| Acción Antrópica | Alta (2) |
| Fondo Escénico | Alta (5) |
| Variabilidad Cromática | Alta (5) |
| Singularidad o Rareza | Media (2) |
| Valoración Final | Alta (28) |

Tabla 4.53. Unidad de Paisaje N°3 Zona con actividades antrópicas

| Elemento Valorado | Calidad Visual |
|--------------------------|-----------------------|
| Morfología o Topografía | Baja (1) |
| Fauna | Baja (1) |
| Vegetación | Baja (1) |
| Formas de agua | Baja (1) |
| Acción Antrópica | Baja (0) |
| Fondo Escénico | Alta (5) |
| Variabilidad Cromática | Baja (1) |
| Singularidad o Rareza | Baja (0) |
| Valoración Final | Baja (10) |

De acuerdo a la valoración de calidad visual hecha para cada unidad de paisaje delimitada para el SA, se presenta el siguiente análisis (Figura 4.38).

Las unidades de paisaje N°1 presentan calidad visual media, los elementos valorados poseen moderada calidad en la variedad de la forma, color y línea. Entre las características que se presentan con calidad baja y moderada se encuentran, pendientes menores de 15% con dominancia del plano horizontal de visualización, existencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual, presencia de vegetación con baja estratificación, libre a casi libre de acciones antrópicas estéticamente no deseadas, en consideración a lo anteriormente expuesto se considera a dichas unidades de paisaje como áreas poco singulares puesto que se presentan similares a otros de la región.

Unidad N°2 presenta calidad visual alta, es decir, los elementos valorados poseen alta calidad por la variedad en la forma, color y línea. La mayor parte de los elementos valorados presentan calidad visual alta, entre los cuales se presenta la presencia de estructuras morfológicas con pendientes mayores a 30%, combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre el suelo, vegetación y rocas, presencia de fauna nativa y áreas de nidificación, reproducción y nidificación, libre a casi libre de acciones antrópicas estéticamente no deseables, presencia de vegetación con baja estratificación de especies, el sitio es característico pero similar a otros de la región.

Unidad N°3 presenta calidad visual baja, dado a que la mayor superficie se presenta con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. El principal elemento valorado que reduce la calidad visual son las modificaciones antrópicas que se presentan en forma intensa y que reducen o anulan la calidad visual del paisaje, de la misma forma, otros elementos valorados que reducen la calidad a dicha unidad son, pendientes no mayores a 15%, con dominancia del plano horizontal, presencia de fauna nativa esporádica y presencia de animales domésticos, presencia de cuerpos de agua pero sin jerarquía visual, el paisaje circundante incrementa fuertemente 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.

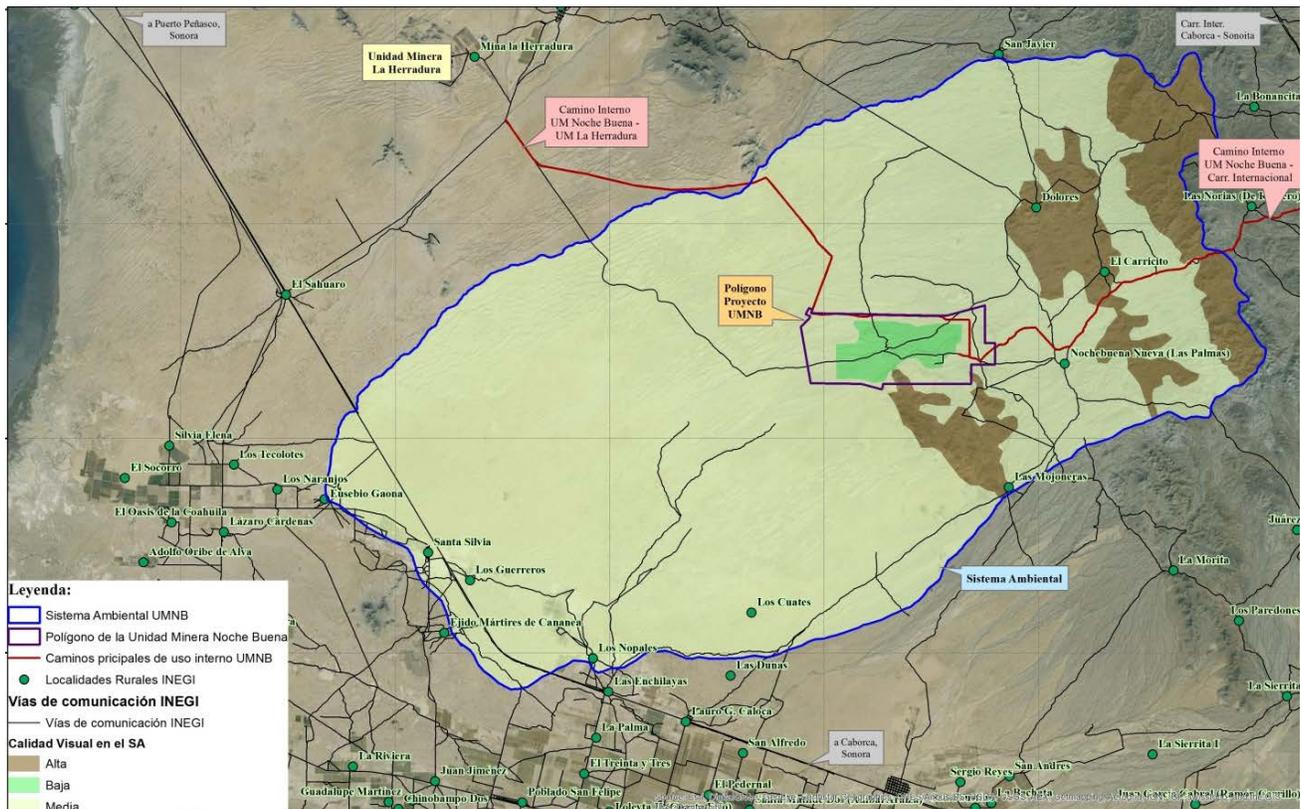


Figura 4.38. Calidad visual del paisaje en el Sistema Ambiental

Fragilidad visual

La valoración final de fragilidad visual se obtiene de la suma de los valores de los elementos valorados en el SA, en la Tabla 4.54 se presentan los rangos de valoración.

Tabla 4.54. Criterios de evaluación de fragilidad visual del paisaje

| 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 del SA ante las obras y actividades del Proyecto, se analizó según el modelo general de fragilidad visual de Escribano et al. 1987. En esta metodología son analizados y clasificados el SA, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, divididos en 4 factores (biofísicos, visualización, singularidad y accesibilidad). En la siguiente Tabla 4.55 se presenta la escala valórica.

Tabla 4.55. Fragilidad visual del paisaje

| Factor | Elemento de influencia | Fragilidad Visual de Paisaje | | |
|---------------------|---|--|--|--|
| | | Alta | Media | Baja |
| Biofísicos | Pendiente | Pendiente de más un 30%, terrenos con dominio del plano vertical de visualización. | Pendientes entre 15 y 30%, terrenos con modelados suaves u ondulados. | Pendientes entre 0 a 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 arbustivo 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. | |

| Factor | Elemento de influencia | Fragilidad Visual de Paisaje | | |
|-----------------|------------------------|---|---|--|
| | | Alta | Media | Baja |
| | 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 mayor 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 mayor restricción. | Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles. | Baja accesibilidad visual, vistas 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 4.56. Unidad de Paisaje N°1 Valle

| Factor | Elemento de Influencia | Fragilidad Visual |
|------------|------------------------|-------------------|
| Biofísicos | Pendiente | Baja (1) |
| | Vegetación (densidad) | Media (2) |
| | Vegetación (contraste) | Media (2) |
| | Vegetación (altura) | Media (2) |

| Factor | Elemento de Influencia | Fragilidad Visual |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Visualización | Tamaño de la cuenca visual | Baja (2) |
| | Forma de la cuenca visual | Baja (1) |
| | Capacidad | Media (2) |
| Singularidad | Unidad del paisaje | Media (2) |
| Accesibilidad | Visual | Media (2) |
| Valoración Final | | Media (16) |

Tabla 4.57. Unidad de Paisaje N°2 Sierra y Lomerío

| 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 | Media (2) |
| | Forma de la cuenca visual | Alta (3) |
| | Capacidad | Media (2) |
| Singularidad | Unidad del paisaje | Media (2) |
| Accesibilidad | Visual | Alta (3) |
| Valoración Final | | Alta (21) |

Tabla 4.58. Unidad de Paisaje N°3 Zona con actividades antrópicas

| Factor | Elemento de Influencia | Fragilidad Visual |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Biofísicos | Pendiente | Baja (1) |
| | Vegetación (densidad) | Baja (1) |
| | Vegetación (contraste) | Alta (3) |
| | Vegetación (altura) | Baja (1) |
| Visualización | Tamaño de la cuenca visual | Baja (1) |
| | Forma de la cuenca visual | Baja (1) |
| | Capacidad | Media (2) |
| Singularidad | Unidad del paisaje | Baja (1) |
| Accesibilidad | Visual | Baja (1) |
| Valoración Final | | Baja (12) |

En consideración al método para valorar la fragilidad que presentan las unidades de paisaje determinadas para el Sistema Ambiental (Figura 4.39), se determina lo siguiente:

Unidad N°1 presentan fragilidad visual media. La mayoría de los elementos valorados presentan fragilidad visual media, las pendientes 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, diversidad de especies media, dominio de los planos medios de visualización (visión no mayor a los 4,000 m), cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas, 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.

Unidad N°2 presenta fragilidad visual alta, 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, además de que la forma alargada de las cuencas permite direccionalidad a la vista, generalmente unidas en el flujo visual, por lo cual se considera un elemento frágil. La altura de la vegetación no sobrepasa los 10 metros de altura, diversidad de especies media, dominancia de estrato arbustivo. 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 a alta, por lo cual la capacidad de absorción y respuesta del paisaje ante cualquier obra proyectada en dicha superficie es baja.

Unidad N°3 presentan fragilidad visual baja. La mayoría de los elementos valorados presentan fragilidad visual baja, en dicha superficie la calidad visual es mala, puesto a la existencia de modificaciones antrópicas de forma intensa. El paisaje natural se encuentra transformado en su totalidad por obras que no añaden valor visual al paisaje.

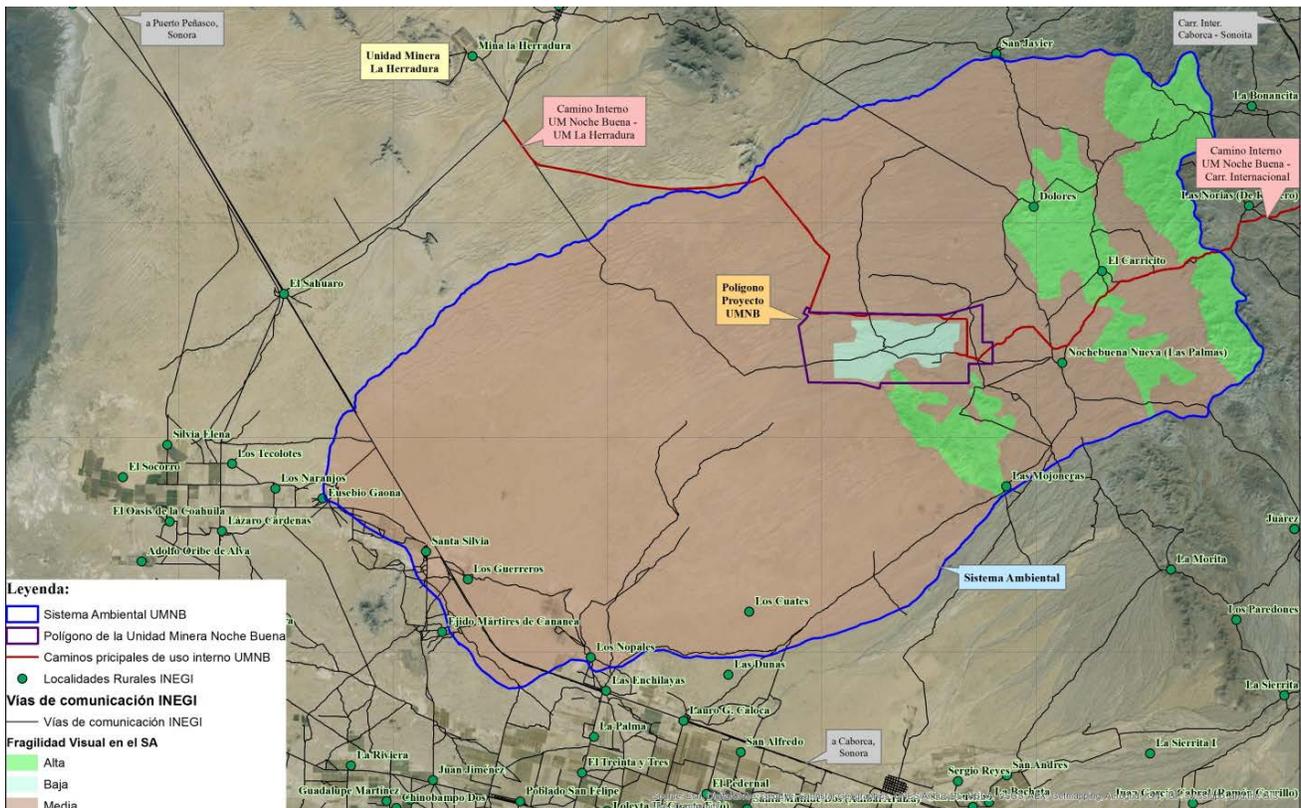


Figura 4.39. Fragilidad visual del paisaje en el Sistema Ambiental

IV.2.4 Medio socioeconómico

El Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena se enclava en el municipio de Caborca, Sonora; a 289 msnm. Se encuentra al Noroeste de la capital del estado. Colinda con los municipios de Puerto Peñasco, General Plutarco Elías Calles, Pitiquito y Altar. Según el censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, el estado de Sonora ocupa el décimo quinto lugar nacional en cuanto a número de habitantes con 2,662,480; mientras que la población del Municipio Caborca ronda los 81,309 habitantes (3.05% de la población estatal). La densidad de población del municipio es de 7.62 habitantes por kilómetro cuadrado (Hab/km²).

El municipio de Caborca cuenta con una superficie de 10,730.80 km², se encuentra conformado por 341 localidades activas (ITER, 2010).

A continuación, se presentan los datos socioeconómicos y financieros generados por el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED).

Tabla 4.59. Valores socioeconómicos del municipio

| Municipio de Caborca | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Año | 2000 | 2005 | 2010 |
| Componentes Socioeconómicos | | | |
| Total de viviendas | 21,440 | 18,136 | 21,440 |
| Población Total | 69,516 | 70,113 | 81,309 |
| Tasa de Mortalidad Infantil | 21.76 | 16.38 | 15.69 |
| Tasa de Alfabetización | 93.75 | 94.55 | 94.94 |
| Tasa de asistencia escolar | 59.96 | 64.92 | 63.01 |
| Producto Interno Bruto per cápita (dólares PPC, precios 2010) | 11,718 | 14,245 | 14,359 |
| Índice de Salud | 0.8272 | 0.8767 | 0.8831 |
| Índice de Educación | 0.8248 | 0.8468 | 0.8430 |
| Índice de Ingreso | 0.7951 | 0.8277 | 0.8290 |
| Valor del Índice de Desarrollo Humano (IDH) | 0.8157 | 0.8504 | 0.8517 |
| Población Económicamente Activa | | | 35,026 |
| Ocupada | S/D | S/D | 33,698 |
| Desocupada | | | 1,328 |
| Población No Económicamente Activa | | | 26,284 |

Factores socioculturales y económicos: Educación, Vivienda y Derechohabienca

Con base en estimaciones del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2010) el cual a su vez se basa en los censos y conteos del INEGI, se analizaron los indicadores de marginación y rezago social (Tabla 4.60).

Tabla 4.60. Marginación y rezago social en el municipio de Caborca

| Grados de marginación y rezago social | Localidad |
|--|-----------|
| | Caborca |
| Grado de marginación | Muy Bajo |
| Grado de rezago social | Muy Bajo |
| Indicadores de marginación y rezago social | Caborca |
| Porcentaje de población analfabeta de 15 años o más | 4.43 |
| Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela | 5.57 |
| Porcentaje de población de 15 años y más con educación básica incompleta | 42.24 |
| Porcentaje de población sin derechohabiencia a servicios de salud | 29.12 |
| Viviendas particulares habitadas | 81,288 |
| Porcentaje viviendas con piso de tierra | 4.70 |
| Porcentaje viviendas que no disponen de excusado o sanitario | 2.98 |
| Porcentaje viviendas que no disponen de agua entubada a red pública | 3.72 |
| Porcentaje viviendas que no disponen de drenaje | 12.58 |
| Porcentaje viviendas que no disponen de energía eléctrica | 1.34 |
| Indicadores de marginación y rezago social | Caborca |
| Porcentaje viviendas que no disponen de lavadora | 24.81 |
| Porcentaje viviendas que no disponen de refrigerador | 6.42 |

Respecto a las actividades económicas por sectores, en los municipios de Caborca y Puerto Peñasco (también influenciado por la dinámica económica generada por la actividad minera), la mayor parte de la población se dedica a actividades terciarias, principalmente el comercio (Tabla 4.61). El 17% de la población ocupada en Caborca y el 27% en Puerto Peñasco se dedican a actividades secundarias, dentro de las cuales se encuentra la industria manufacturera, que es la más importante. Y en cuanto a las actividades primarias el 37% de la población ocupada en Caborca se dedica a tales actividades.

Tabla 4.61. Porcentaje de población ocupada por sectores de actividad

| Municipio | Porcentaje de población ocupada | | |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Actividades primarias | Actividades secundarias | Actividades terciarias |
| Caborca | 37% | 17% | 46% |
| Puerto Peñasco | 10% | 27% | 62% |

En Puerto Peñasco (Tabla 4.62), el comercio es la actividad que aporta la mayor cantidad de Valor Agregado Bruto (VAB), siguiéndole en importancia económica las actividades de pesca. Para el municipio de Caborca la actividad minera es la actividad de mayor importancia económica y le siguen el comercio y la industria.

Tabla 4.62. Valor Agregado Bruto por actividades realizadas

| Municipio | Valor Agregado Bruto por actividad (miles de pesos) | | | | |
|----------------|---|---------------------------------------|------------------------------|---|---|
| | Minería | Comercio Hoteles y Restaurantes | Industrias Manufactureras | Pesca, Caza y Captura (acuacultura) | Servicios financieros, seguros e inmobiliarios |
| Caborca | 900,974 | 596,225 | 543,619 | 5,453 | 13,665 |
| Puerto Peñasco | 174 | 502,523 | 65,170 | 115,788 | 303,929 |

En las tablas anteriores se observa que aunque la mayor parte de la población ocupada en Caborca, se dedica a realizar actividades terciarias (46%), el VAB que aportan éstas es un poco más de la mitad (66%) de lo que aporta la actividad minera, aun y cuando esta emplea únicamente al 1% de la población ocupada actualmente.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

La descripción de los componentes ambientales en el sitio del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, presentada en los apartados anteriores del presente capítulo 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 preoperacional del área donde se establecerá el proyecto, y que además funge como base para la identificación de los impactos potenciales (Capítulo V), y para el establecimiento de medidas de prevención y mitigación (Capítulo 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 Segunda Ampliación Noche Buena; 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 georeferenciados 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.

Inventario Ambiental

A fin de demarcar el panorama ambiental, se presenta la siguiente síntesis (Tabla 4.63) con las principales características de los componentes ambientales descritos en el Capítulo IV de la presente MIA, acotados al área de estudio que abarca los sitios donde se pretende desarrollar el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

Tabla 4.63. Síntesis de los principales componentes ambientales

| Componente Ambiental | Estado Actual |
|-----------------------------|--|
| Atmosfera | <p>El SA se encuentra influenciado únicamente por un tipo de clima. De acuerdo el modelo de Köppen modificado por E. García, 1998. El cual se identifica con la clave BWhw(x'), que refiere a que el clima en el SA es desértico, semicálido con invierno fresco, temperatura media anual entre 18° a 22 °C, y temperatura del mes más frío menor a 18 °C, con lluvias en verano con un porcentaje mayor a 10.2 % y lluvias invernales menores al 36%. Se presenta una temperatura promedio de 16 a 18°C. La precipitación media anual oscila entre 0 y 400mm. De acuerdo al CENAPRED el grado de riesgo por ciclones tropicales el muy bajo, así como el grado de riesgo por inundaciones, bajas temperaturas y nevadas, mientras que el riesgo por sequias en el área es alto. La velocidad promedio del viento fue de 7.0 km/h. Por otro lado, se registró una velocidad máxima de 96.6 km/hr con dirección predominante al Sureste (SE).</p> |
| Geología y Geomorfología | <p>El Sistema Ambiental del Proyecto encuentra inmerso en la provincia fisiográfica denominada Llanura Sonorense, en la subprovincia Sierras y llanuras Sonorenses. El área de estudio se encuentra constituida de tres distintos tipos de rocas originadas en el Cenozoico medio, siendo los Aluviones Q(s) los predominantes en el área, las Rocas Ígneas Extrusivas Intermedia Ts (Mgei) y los Conglomerados T (cg) los tipos de roca con menor proporción. Las geoformas predominantes dentro del SA son las planicies y se distingue la presencia de Cumbres Cerriles y cañadas intercaladas, con una mayor concentración en la zona Este. Conforme al modelo digital de elevación se presenta un rango de elevación que se oscila entre 30 y los 702 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Siendo las principales elevaciones las presentes en la porción Este, llegando a los parteaguas más altos que delimitan al SA.</p> |
| Suelos | <p>El tipo de suelo que se presentó con mayor frecuencia dentro del SA fueron los Calcisoles, seguido de los Arenosoles, Regosoles y Leptosoles. 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, en algunas áreas la textura es media siendo comúnmente llamados suelos con textura franca, equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo. El tipo de erosión que se encuentra en el SA de forma dominante es hídrica la cual se puede presentar en forma laminar y surcos, en algunas áreas se presenta erosión eólica en un grado leve. La mayor parte del área 76,816.80 ha (98.2%) del SA, presenta con un grado de</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>erosión muy baja y baja, donde solo se erosiona una cantidad de suelo que va de 0 a 10 ton/ha/año, mientras que, en 1,978.28218 ha (1.73%) se presenta con un grado de erosión moderada y 17.35 ha (0.022%) un grado de erosión fuerte y muy fuerte.</p> <p>Los suelos que se presentan con mayor fragilidad a procesos erosivos hídricos son los que se encuentran en fuertes pendientes como los Leptosoles y Regoles, donde el grado de erosión promedio se encuentra en un rango de 10 a 50 toneladas por hectárea por año. Por otro lado, los suelos con menor fragilidad a procesos erosivos de acuerdo a las características físicas y químicas que presentan, son los Arenosoles y Calcisoles.</p> |
| <p>Hidrología superficial</p> | <p>El SA se encuentra ubicado dentro de la Región Hidrológica-Administrativa N° II Noroeste. Dentro la Región Hidrológica Número 8 denominada Sonora Norte (RH08) Asimismo, se ubica dentro de la Cuenca Río Concepción, y en la Subcuenca Costa Rica (RH08Cd). Dentro del Sistema Ambiental se presenta una red de drenaje de agua pluvial, que conduce escurrimientos intermitentes de tipo radial, desde el parteaguas en la parte alta al Este del SA hacia las planicies al Oeste. Dadas las condiciones de alta permeabilidad (suelos arenosos), los cauces no llegan a desembocar al mar y la totalidad del agua pluvial se infiltra al subsuelo.</p> |
| <p>Hidrología Subterránea e Hidrogeología</p> | <p>El SA incide en dos acuíferos: el acuífero Caborca (Clave 2605), el cual comprende principalmente los municipios de Caborca, Pitiquito, Trincheras, Altar y Oquitoa, ocupando una superficie de 13.242 km²; y el acuífero Arroyo Sahuaro (Clave 2604), el cual cubre una superficie aproximada de 3,051 km², comprende parte de los municipios de Caborca, Puerto peñasco y General Plutarco Elías Calles (Sonoyta). De acuerdo a INEGI el SA delimitado para el Proyecto se encuentra bajo la influencia de cuatro diferentes unidades geohidrológicas: el área dominante corresponde a Materiales no consolidados con rendimiento alto (mayor a 40 litros por segundo), seguido por materiales consolidados con posibilidades medias, y materiales consolidados con posibilidades bajas los cuales corresponden a la menor porción del SA ubicados al Este y Sureste.</p> |
| <p>Vegetación</p> | <p>En el SA del proyecto se presentan 3 tipos de vegetación, los cuales son, Matorral sarcocaula (MSC), Matorral desértico micrófilo (MDM) y Vegetación de desierto arenosos (VD). La riqueza florística del SA incluye 20 Familias, 40 Géneros y 49 especies de plantas vasculares, de las cuales algunas de estas se comparten entre los diferentes tipos de vegetación que se describen para el SA. Los diferentes tipos de vegetación que se desarrollan en el SA presentan una estructura arbórea, arbustiva y herbácea bien definida, sin embargo en los tres tipos de vegetación el estrato herbáceo es el más pobre y sencillo florísticamente.</p> |
| <p>Fauna</p> | <p>En el SA se registraron un total de 53 especies de 3 grupos de vertebrados terrestres (Reptiles, Aves y Mamíferos), Las aves fueron el grupo mejor representado, con un total de 33 especies repartidas en 18 familias y 9 órdenes, Passeriformes fue el mejor representado, el grupo de los reptiles se reportaron 7 especies pertenecientes a 2 familias, y 1 orden, mientras que el grupo de los</p> |

| | |
|----------------------------------|---|
| | <p>mamíferos se registraron un total de 13 especies pertenecientes a 9 familias y 5 órdenes, para el grupo de los anfibios no se realizaron registros.</p> <p>En cuanto a las especies de fauna silvestre enlistadas dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010, se registraron un total de 3 especies, (<i>Cophosaurus texanus</i>, <i>Uta stansburiana</i> y <i>Parabuteo unicinctus</i>), de las cuales solo la especie <i>Uta stansburiana</i> es endémica al territorio nacional. Dentro del Sistema Ambiental no existen ranchos cinegéticos donde se pueda practicar la cacería de manera legal. Aún existen hábitats adecuados para la vida silvestre, sin dejar de considerar que hay influencia de actividades antrópicas como lo es la ganadería y la minería, a pesar de las afectaciones al hábitat de la fauna silvestre, existen especies capaces de tolerar y adaptarse a las condiciones adversas sacando provecho de las mismas, tal es el caso de la zorra gris, coyotes y aves.</p> |
| <p>Paisaje</p> | <p>La calidad visual en el SA, presenta una baja calidad en la zona de valles y alta en el área de sierras y lomeríos.</p> <p>La fragilidad visual dentro del SA en el área de valle concluye que la capacidad de absorción y respuesta del paisaje ante cualquier obra proyectada en dicha superficie es moderada, mientras que para la zona de sierras y lomeríos se presenta fragilidad media a alta, por lo cual la capacidad de absorción y respuesta del paisaje ante cualquier obra proyectada en dicha superficie es baja.</p> |
| <p>Socioeconómico y Cultural</p> | <p>El SA delimitado para el proyecto se enclava en el municipio de Caborca, Sonora. Tal municipio tiene una población de 81,309 personas (INEGI, 2010), de acuerdo a la CONEVAL la marginación en el municipio es muy baja, según los datos de INEGI Respecto a las actividades económicas por sectores, en los municipios de Caborca y Puerto Peñasco (también influenciado por la dinámica económica generada por la actividad minera), la mayor parte de la población se dedica a actividades terciarias, principalmente el comercio. El 17% de la población ocupada en Caborca y el 27% en Puerto Peñasco se dedican a actividades secundarias, dentro de las cuales se encuentra la industria manufacturera, que es la más importante. Y en cuanto a las actividades primarias el 37% de la población ocupada en Caborca se dedica a estas actividades.</p> |

Metodología para la elaboración del DA

Con este contexto, 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-Geomorfología y Socioeconomía y Cultura, 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 –*Analytic Hierarchy Process*).

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 desarrollo 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 4.64

Tabla 4.64. 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 Figura 4.40.

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

Figura 4.40. 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. Con n criterios se tienen $n(n-1)/2$ comparaciones. En este caso, con los 8 criterios de evaluación considerados, se requieren 28 comparaciones pareadas. A fin de facilitar el procesamiento de la información, se ha realizado el análisis en un software de uso libre denominado “*PriEsT – A Priority Estimation Tool*” (Siraj, 2013), basado completamente en el Proceso Analítico Jerárquico.

A continuación se presentan los resultados de las comparativas por pares realizadas para cada uno de los criterios utilizados.

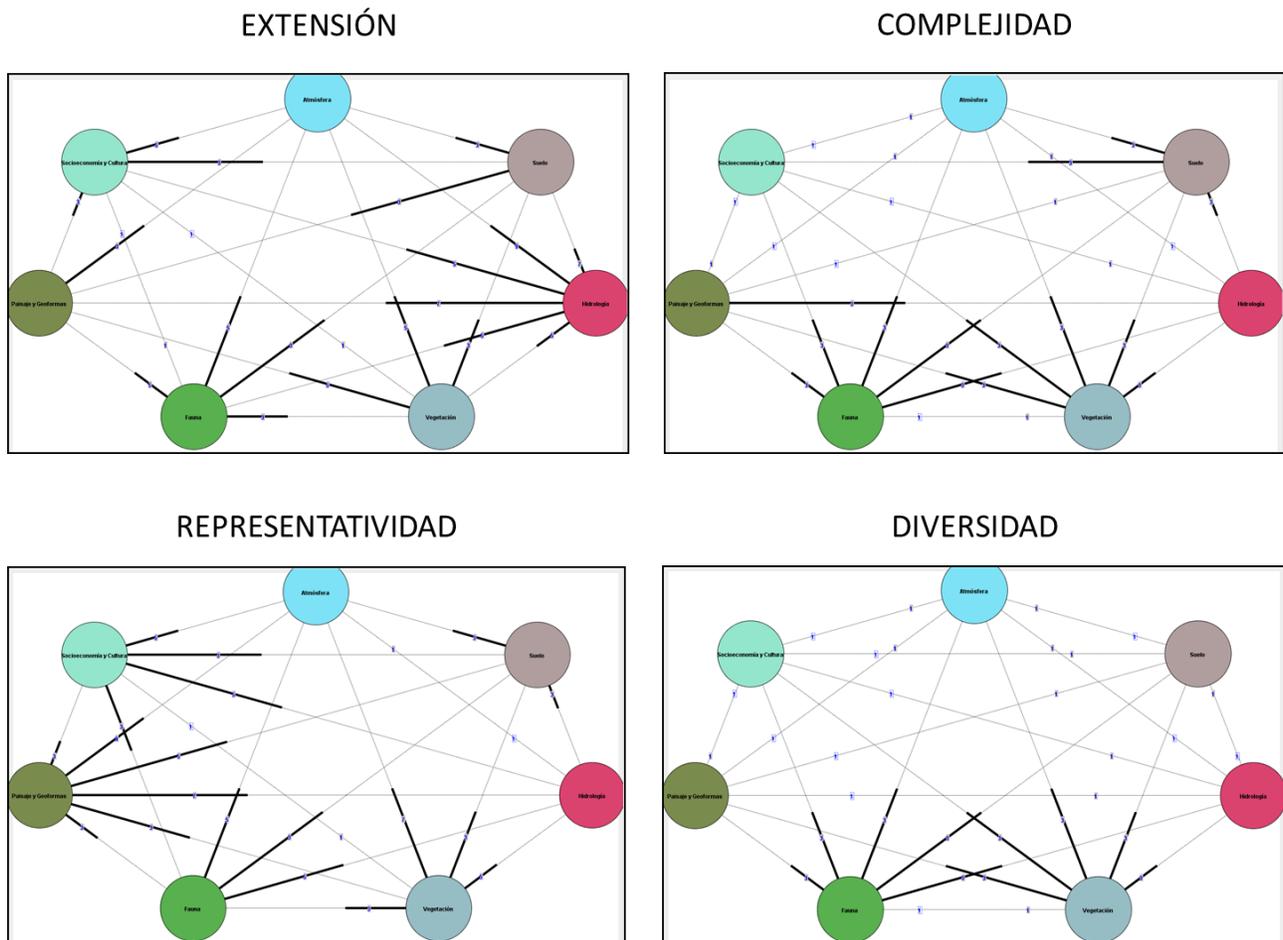
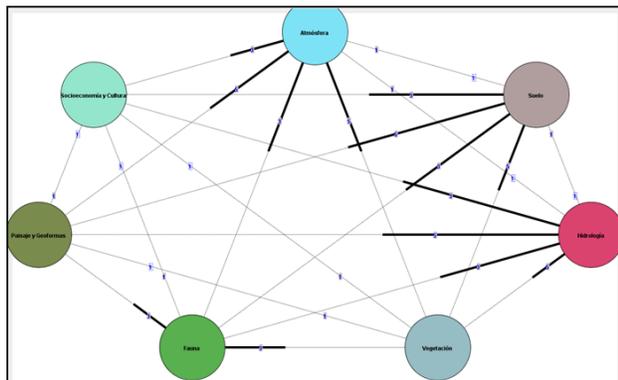
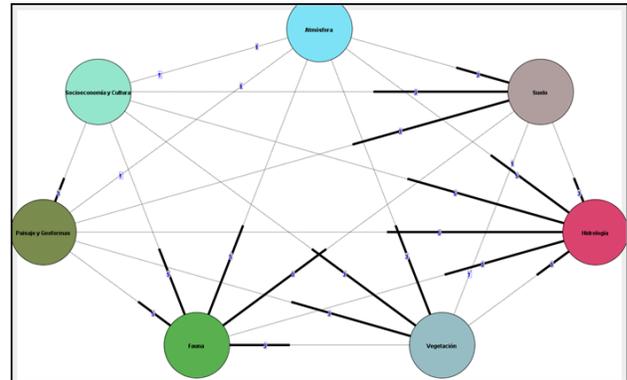


Figura 4.41. Grafica de comparación por pares para cada criterio (1 de 2)

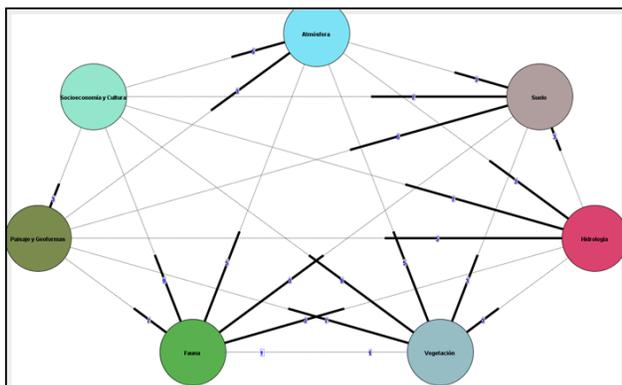
ESTABILIDAD



FRAGILIDAD



INTERÉS ECOLÓGICO



INTERÉS HISTÓRICO CULTURAL

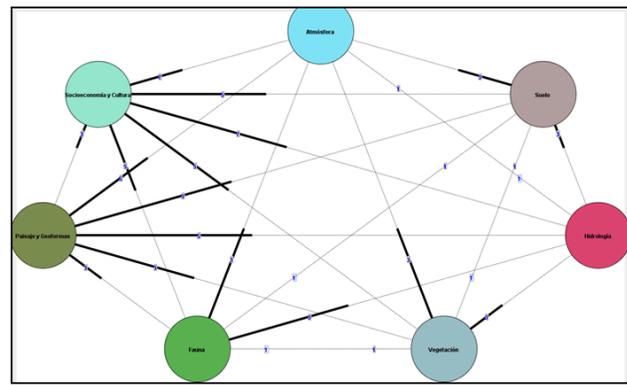


Figura 4.42. Grafica de comparación por pares para cada criterio (2 de 2)

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 que conforman el Sistema Ambiental del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, 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 4.65. La proporción o índice de consistencia obtenido con el software es de 0.025, lo que de acuerdo a la metodología, es una jerarquización consistente.

Tabla 4.65. Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SA

| No. | Componente | Peso Ponderado |
|-----|---------------------------|----------------|
| 1 | Fauna | 22 |
| 2 | Hidrología | 19 |
| 3 | Vegetación | 18 |
| 4 | Suelo | 14 |
| 5 | Paisaje y Geoformas | 10 |
| 6 | Socioeconómico y cultural | 9 |
| 7 | Atmósfera | 8 |

Proporción de Consistencia (PC) = 0.025 → Consistente

Gráficamente, la ponderación de cada componente dentro del Sistema Ambiental se muestra en las siguientes figuras.

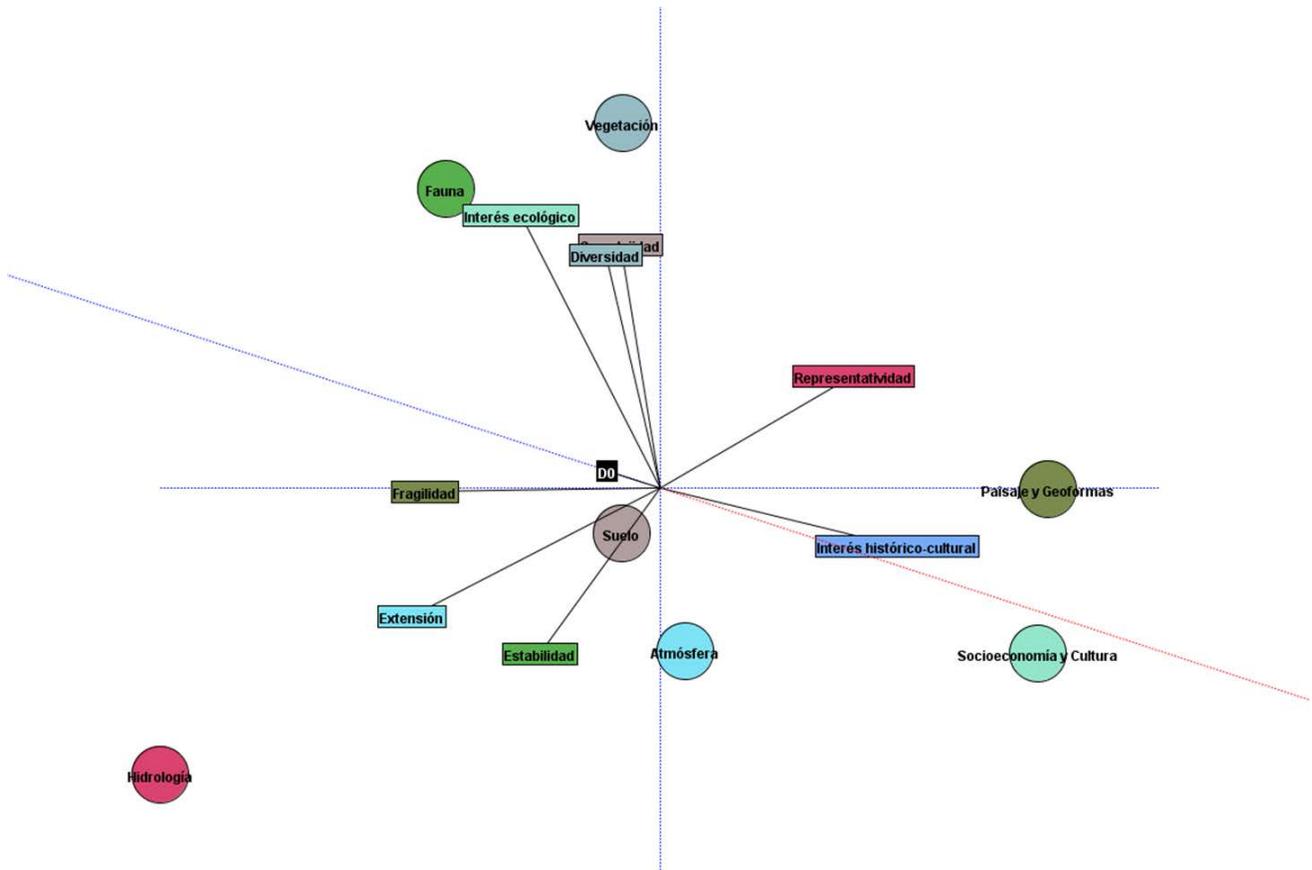


Figura 4.43. Vista general de comparativa por pares

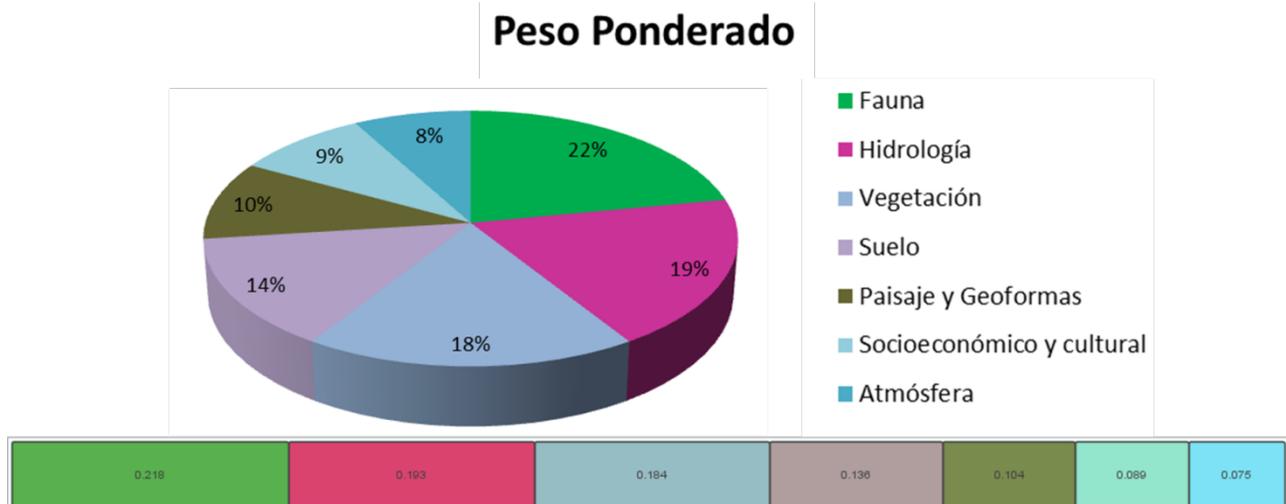


Figura 4.44. Pesos ponderados para cada componente ambiental en el SA



Los componentes Fauna e Hidrología 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 sigue la Vegetación, Suelo, Paisaje y Geoformas, Socioeconómico y Atmósfera en la jerarquización de los componentes. Esta información se considera de utilidad para la siguiente etapa en el proceso de elaboración del Diagnóstico Ambiental, y será retomada más adelante para la asignación de Unidades de Importancia Ambiental (UIP), durante la evaluación de los impactos ambientales generados por el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

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-P, 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 5 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 4.66.

Tabla 4.66. Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental

| Componente Ambiental | Criterio | Factor | Valor de Importancia | Valor Ponderado | |
|-------------------------------|----------------------------------|--|---------------------------------|--------------------|------|
| Atmósfera 8 | Actividades humanas 4 | Zonas conservadas | 4.0 | 16.0 | |
| | | Zonas moderadamente conservadas | 3.5 | 14.0 | |
| | | Zonas degradadas | 3.0 | 12.0 | |
| | | Caminos pavimentados | 2.0 | 8.0 | |
| | | Localidades urbanas y rurales | 1.5 | 6.0 | |
| | | Agostaderos y parcelas | 1.5 | 6.0 | |
| | | Actividades industriales | 1.0 | 4.0 | |
| | | Actividades mineras | 1.0 | 4.0 | |
| | | Caminos no pavimentados | 1.0 | 4.0 | |
| | Captura de polvos fugitivos 1 | Cobertura cerrada | 4.0 | 4.0 | |
| | | Cobertura dispersa | 1.0 | 1.0 | |
| | | Cobertura abierta | 2.0 | 2.0 | |
| | Ruido 3 | Áreas con ruido natural | 3.0 | 9.0 | |
| | | Áreas con generación de ruido artificial esporádico moderado | 2.0 | 6.0 | |
| | | Áreas con generación de ruido artificial esporádico alto | 1.0 | 3.0 | |
| | | Áreas con generación de ruido artificial constante moderado | 1.0 | 3.0 | |
| | | Áreas con generación de ruido artificial constante alto | 0.5 | 1.5 | |
| | Suelo 14 | Actividades humanas 4 | Zonas conservadas | 4.0 | 16.0 |
| | | | Zonas moderadamente conservadas | 3.5 | 14.0 |
| Zonas degradadas | | | 2.0 | 8.0 | |
| Caminos pavimentados | | | 0.0 | 0.0 | |
| Localidades urbanas y rurales | | | 1.5 | 6.0 | |
| Agostaderos y parcelas | | | 1.5 | 6.0 | |
| Actividades industriales | | | 0.5 | 2.0 | |
| Actividades mineras | | | 0.5 | 2.0 | |
| Erosión Actual 5 | | Caminos no pavimentados | 1.0 | 4.0 | |
| | | Muy baja | 5.0 | 25.0 | |
| | | Baja | 4.0 | 20.0 | |
| | | Media | 2.5 | 12.5 | |
| | | Alta | 1.0 | 5.0 | |
| Grado de degradación 5 | | Muy alta | 0.5 | 2.5 | |
| | | Leve | 5.0 | 25.0 | |
| | | Moderado | 3.0 | 15.0 | |
| | | Fuerte | 1.5 | 7.5 | |
| Extremo | | Extremo | 0.0 | 0.0 | |
| | | Hidrología 4.5 | Presencia de cuerpos de agua | Corrientes perenes | 4.5 |
| | Cuerpos lénticos | | 4.5 | 20.3 | |

| | | | | | |
|------------------------------------|--|--------------------------|--|------|------|
| 19 | | Corrientes intermitentes | 2.0 | 9.0 | |
| | Ordenes de corrientes | 3.5 | (n°) 6° Orden (20 m)**** | 3.5 | 12.3 |
| | | | 5° Orden (15 m) | 3.0 | 10.5 |
| | | | 4° Orden (10 m) | 2.7 | 9.5 |
| | | | 3° Orden (5 m) | 2.3 | 8.1 |
| | | | 2° Orden (5 m) | 2.0 | 7.0 |
| | | | 1° Orden (5 m) | 1.5 | 5.3 |
| | Calidad del agua por influencia directa o indirecta (antrópica) en la nanocuenca | 3 | Sin influencia antrópica (conservado) | 3.0 | 9.0 |
| | | | Sin influencia antrópica (degradado) | 2.0 | 6.0 |
| | | | Con influencia antrópica (controlado) | 2.0 | 6.0 |
| | | | Con influencia antrópica (no controlado) | 1.0 | 3.0 |
| | Zonas con potencial de infiltración en función del material | 2 | Material NO consolidado con rendimiento Alto | 2.0 | 4.0 |
| | | | Material NO consolidado con posibilidades bajas | 1.0 | 2.0 |
| | | | Material NO consolidado con posibilidades medias | 1.5 | 3.0 |
| | | | Material Consolidado con posibilidades bajas | 0.5 | 1.0 |
| | Zonas con potencial de infiltración en función del uso de suelo | 2 | Matorral Desértico Micrófilo | 2.0 | 4.0 |
| | | | Matorral Sarcocaula | 1.0 | 2.0 |
| | | | Vegetación Desiertos Arenosos | 2.0 | 4.0 |
| | | | Agostaderos y parcelas | 0.5 | 1.0 |
| | | | Caminos no pavimentados | 0.5 | 1.0 |
| | | | Suelo sin vegetación aparente | 2.0 | 4.0 |
| | | | Caminos pavimentados | 0.0 | 0.0 |
| | | | Localidades urbanas y rurales | 0.0 | 0.0 |
| | Zonas con potencial de infiltración en función de las pendientes | 2 | 0° - 5° | 2.0 | 4.0 |
| | | | 6° - 10° | 1.7 | 3.4 |
| 11° - 15° | | | 1.5 | 3.0 | |
| 15° - 30° | | | 1.3 | 2.6 | |
| 31° - 44° | | | 1.0 | 2.0 | |
| > 45° | | | 0.5 | 1.0 | |
| Áreas de captación de microcuencas | 2 | 25000 a 30000 ha | 2.0 | 4.0 | |
| | | 20000 a 25000 ha | 1.6 | 3.2 | |
| | | 15000 a 20000 ha | 1.3 | 2.6 | |
| | | 10000 a 15000 ha | 1.0 | 2.0 | |
| | | 5000 a 10000 ha | 0.7 | 1.4 | |
| | | 1000 a 5000 ha | 0.5 | 1.0 | |
| Vegetación | Actividades humanas | Zonas conservadas | 7.0 | 49.0 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|--|-------------------------------|-------|------|-----|
| 18 | 7 | Zonas moderadamente conservadas | 5.5 | 38.5 | | | |
| | | Zonas degradadas | 3.5 | 24.5 | | | |
| | | Caminos pavimentados | 0.0 | 0.0 | | | |
| | | Localidades urbanas y rurales | 0.0 | 0.0 | | | |
| | | Agostaderos y parcelas | 1.5 | 10.5 | | | |
| | | Oficinas e infraestructura de apoyo de la unidad minera | 0.0 | 0.0 | | | |
| | | Actividades mineras | 0.0 | 0.0 | | | |
| | | Caminos no pavimentados | 0.0 | 0.0 | | | |
| | Tipos de vegetación valorada por su capacidad de regeneración | Matorral Desértico Micrófilo | Matorral Desértico Micrófilo | 5.8 | 34.8 | | |
| | | | Matorral Sarcocaulé | 3.1 | 18.6 | | |
| | | 6 | Vegetación Desiertos Arenosos | 4.3 | 25.8 | | |
| | | | Suelo sin vegetación aparente | 0.0 | 0.0 | | |
| | | | Zonas incendiadas | 0.0 | 0.0 | | |
| | Cobertura de la vegetación | 5 | Cobertura cerrada (<i>Usar sólo coberturas en áreas forestales</i>) | 5.00 | 25.0 | | |
| | | | Cobertura dispersa (<i>Usar sólo coberturas en áreas forestales</i>) | 3.50 | 17.5 | | |
| Cobertura abierta (<i>Usar sólo coberturas en áreas forestales</i>) | | | 1.75 | 8.8 | | | |
| Fauna | 20 | Influencia de zonas de ahuyentamiento | Zonas conservadas | 9.0 | 81.0 | | |
| | | | Zonas moderadamente conservadas | 7.0 | 63.0 | | |
| | | | 9 | Zonas degradadas | 4.0 | 36.0 | |
| | | | | Caminos pavimentados | 0.0 | 0.0 | |
| | | | | Localidades urbanas y rurales | 1.0 | 9.0 | |
| | | | | Agostaderos y parcelas | 3.0 | 27.0 | |
| | | | | Actividades industriales | 1.0 | 9.0 | |
| | | | | Actividades mineras | 1.0 | 9.0 | |
| | Caminos no pavimentados | 2.0 | 18.0 | | | | |
| | Zonas aptas para el establecimiento de hábitats | 11 | Matorral Desértico Micrófilo | 7.0 | 77.0 | | |
| | | | Matorral Sarcocaulé | 11.0 | 121.0 | | |
| | | | Vegetación Desiertos Arenosos | 5.0 | 55.0 | | |
| | | | Suelo sin vegetación aparente | 3.0 | 33.0 | | |
| | | | Corrientes de agua perenes | 8.0 | 88.0 | | |
| | | | Cuerpos de agua lénticos | 11.0 | 121.0 | | |
| | | | Corrientes de agua intermitentes | 5.0 | 55.0 | | |
| | Paisaje y Geoformas | 10 | Calidad visual del paisaje | 3 | Alta | 3.0 | 9.0 |
| | | | | | Media | 1.5 | 4.5 |
| Baja | | | | | 0.5 | 1.5 | |
| Fragilidad visual del paisaje | | 2 | Alta | 2.0 | 6.0 | | |
| | | | Media | 1.0 | 3.0 | | |
| | | | Baja | 0.2 | 0.6 | | |

| | | | | | |
|---|--|---------------------|---------------------------------|-------------------|------|
| | Actividades humanas | 2 | Zonas conservadas | 2.0 | 4.0 |
| | | | Zonas moderadamente conservadas | 1.5 | 3.0 |
| | | | Zonas degradadas | 0.7 | 1.4 |
| | | | Caminos pavimentados | 0.2 | 0.4 |
| | | | Localidades urbanas y rurales | 0.2 | 0.4 |
| | | | Agostaderos y parcelas | 0.2 | 0.4 |
| | | | Actividades mineras | 0.1 | 0.2 |
| | | | Caminos no pavimentados | 0.2 | 0.4 |
| | Modelo de Topoformas valoradas por su grado de influencia al entorno | 2 | Cañones | 2.0 | 4.0 |
| | | | Valles poco profundos | 1.0 | 2.0 |
| | | | Drenajes de tierras altas | 1.0 | 2.0 |
| | | | Valles en forma de U | 2.0 | 4.0 |
| | | | Planicies | 0.5 | 1.0 |
| | | | Pendientes abiertas | 0.5 | 1.0 |
| | | | Laderas altas | 1.0 | 2.0 |
| | | | Colinas locales en los valles | 2.0 | 4.0 |
| | | | Colinas pequeñas llanuras | 2.0 | 4.0 |
| | Cimas cerrl | 1.5 | 3.0 | | |
| | Modelo de Rumbos de Pendientes | 1 | N | 1.0 | 1.0 |
| | | | NE y NO | 0.7 | 0.7 |
| | | | E y O | 0.5 | 0.5 |
| | | | Plano | 0.7 | 0.7 |
| | | | S | 0.3 | 0.3 |
| | | | SE y SO | 0.5 | 0.5 |
| | Socioeconómico y Cultural | Actividades humanas | 4 | Zonas conservadas | 2.0 |
| Zonas moderadamente conservadas | | | | 1.0 | 4.0 |
| Zonas degradadas | | | | 0.0 | 0.0 |
| Caminos pavimentados | | | | 3.0 | 12.0 |
| Localidades urbanas y rurales | | | | 4.0 | 16.0 |
| Agostaderos y parcelas | | | | 3.0 | 12.0 |
| Actividades mineras | | | | 4.0 | 16.0 |
| Caminos no pavimentados | | | | 2.0 | 8.0 |
| Grado de rezago social por localidad | | 2.5 | Muy bajo | 2.00 | 5.0 |
| | | | Bajo | 1.50 | 3.8 |
| | Medio | | 1.00 | 2.5 | |
| | Alto | | 0.50 | 1.3 | |
| Grados de marginación a nivel localidad | | Muy bajo | 2.00 | 5.0 | |

| | | | | |
|--|-----|--|------|------|
| Conabio 2010 | 2.5 | Bajo | 1.50 | 3.8 |
| | | Medio | 1.00 | 2.5 |
| | | Alto | 0.50 | 1.3 |
| | | Muy Alto | 0.00 | 0.0 |
| Áreas con regulación del uso del suelo: Áreas Naturales Protegidas, de Conservación de Recursos, UMAS | +5 | Áreas Naturales Protegidas (Federales, estatales, municipales) | 5.00 | 25.0 |
| | | Regiones prioritarias para la conservación de recursos (CONABIO) | 4.50 | 22.5 |
| | | UMAS | 4.00 | 20.0 |
| Áreas de importancia para la conservación restauración y producción | +3 | Áreas sin regulación | 0.00 | 0.0 |
| | | Conservación | 3.00 | 9.0 |
| | | Producción | 3.00 | 9.0 |
| | | Restauración | 1.00 | 3.0 |
| | | No aplica | 0.00 | 0.0 |

Una vez generados los Diagnósticos Individuales de todos los componentes, fueron validados por el equipo antes de pasar al siguiente punto. Luego, 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 los componentes del medio físico (todos excepto Socioeconomía y Cultura) en un solo modelo, que se realizó sobreponiendo los shapes de los Diagnósticos Individuales, haciendo luego una sumatoria con los Grids y clasificando los valores resultantes en cinco rangos equidistantes, generando así el Diagnóstico Ambiental Integrado del Medio Físico (DA-I) del SA del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

Con la finalidad de resumir y esquematizar la metodología empleada para la elaboración del DA-I, en la Figura 4.45 se presenta el procedimiento seguido que dio origen a los Diagnósticos Individuales de los 7 componentes ambientales y finalmente los Diagnósticos Ambientales Integrados. Asimismo, en la Figura 4.47 se muestra un mosaico de los diagnósticos generados para el Sistema Ambiental.

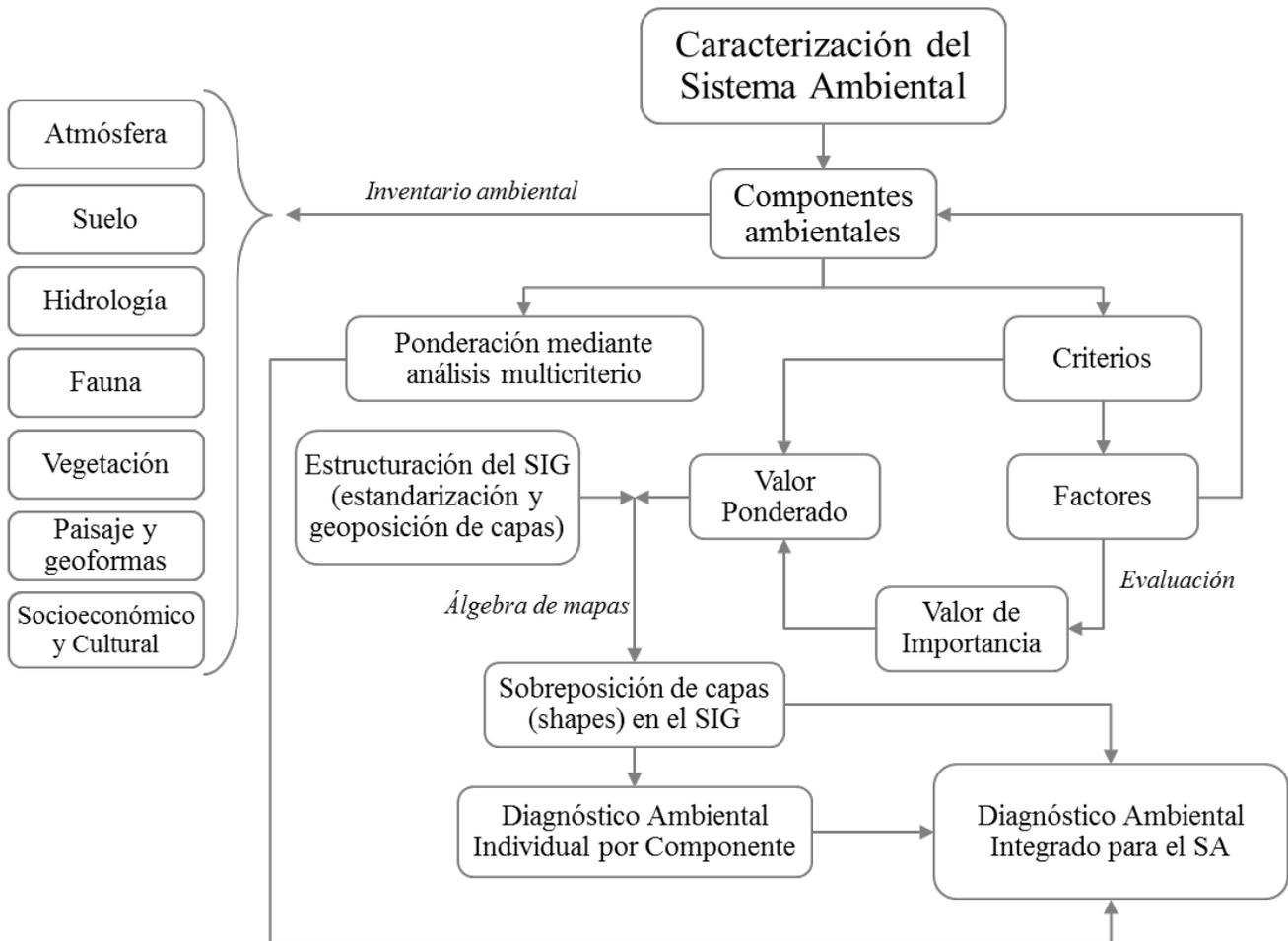
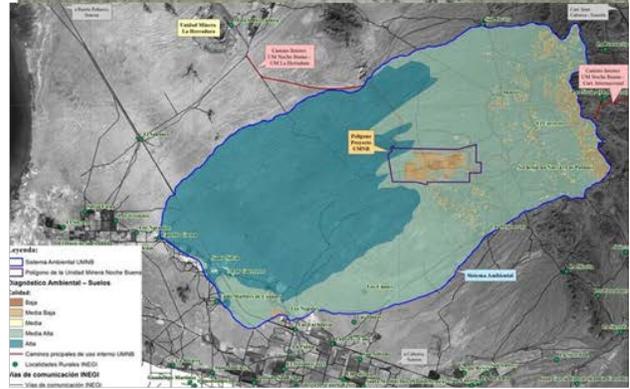
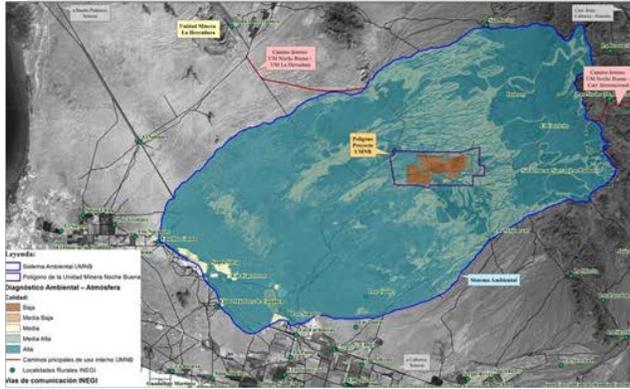


Figura 4.45. Procedimiento para la generación del Diagnóstico Ambiental Integrado

ATMÓSFERA

SUELOS



VEGETACIÓN

HIDROLOGÍA

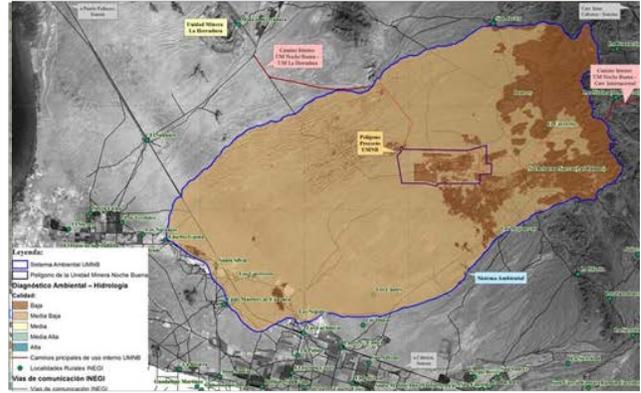
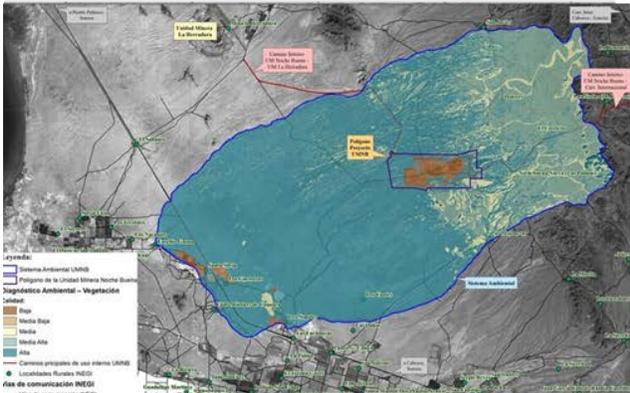


Figura 4.46. Presentación de los Diagnósticos Individuales por componente (1)

FAUNA

PAISAJE Y GEOFORMAS

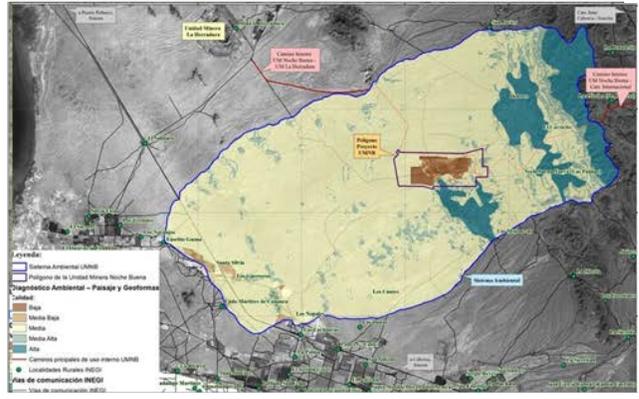
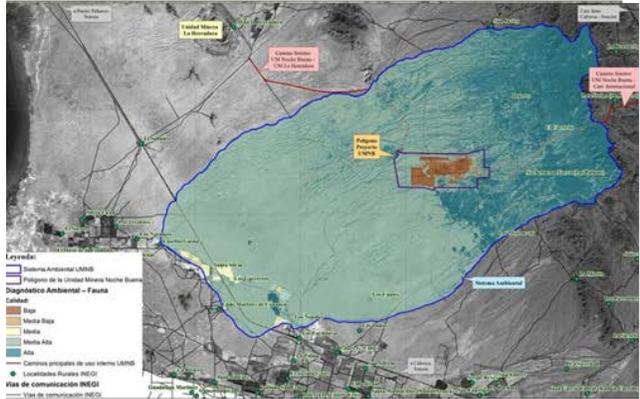


Figura 4.47. Presentación de los Diagnósticos Individuales por componente (2)



Diagnóstico Ambiental Integrado del Medio Físico

Para la integración de los diagnósticos individuales que dan origen al diagnóstico ambiental general del medio físico en el Sistema Ambiental, se han tomado los valores de los Grids de los modelos de cada componente y se han multiplicado por su respectivo peso ponderado, determinado mediante el Proceso Analítico Jerárquico (Tabla 4.65). Es importante resaltar que la multiplicación se hace con el fin de comparar en la escala adecuada a los valores resultantes en los modelos de cada componente ambiental. En otras palabras, se compatibilizan las escalas de valores, y posteriormente se suman para generar el Diagnóstico Ambiental Integrado. Una vez realizadas las operaciones matemáticas sobre los Grids de cada modelo, la escala de valores resultantes se vuelve a dividir en cinco categorías ecualizadas, y se asigna un rango de calidad a cada categoría. De esta manera, son los valores de cada modelo y no los grados de calidad mostrados en las figuras de los diagnósticos ambientales individuales de los apartados previos, los que influyen directamente sobre el Diagnóstico Ambiental Integrado del Medio Físico, puesto que para el DA-I se ha generado su propia clasificación.

Habiendo empleado la información geográfica disponible y generada para el área de estudio, y procesándola en el Sistema de Información Geográfica mediante el software especializado (ArcGIS), se obtuvo un diagnóstico del estado (estimado o modelado) que guarda el medio ambiente en el SA, que servirá de referencia para la modelación de los escenarios futuros, a partir de la estimación de los impactos ambientales generados por el proyecto una vez que esté en desarrollo, y con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación. Todo esto se aborda en el Capítulo VII de la MIA.

El Diagnóstico Ambiental Integrado del Medio Físico se muestra en la Figura 4.48, y se replica en el plano con una mayor escala adjunto en el Anexo 4.16, que permite apreciar con más detalle las zonas mejor conservadas contra las zonas con mayor grado de deterioro en el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

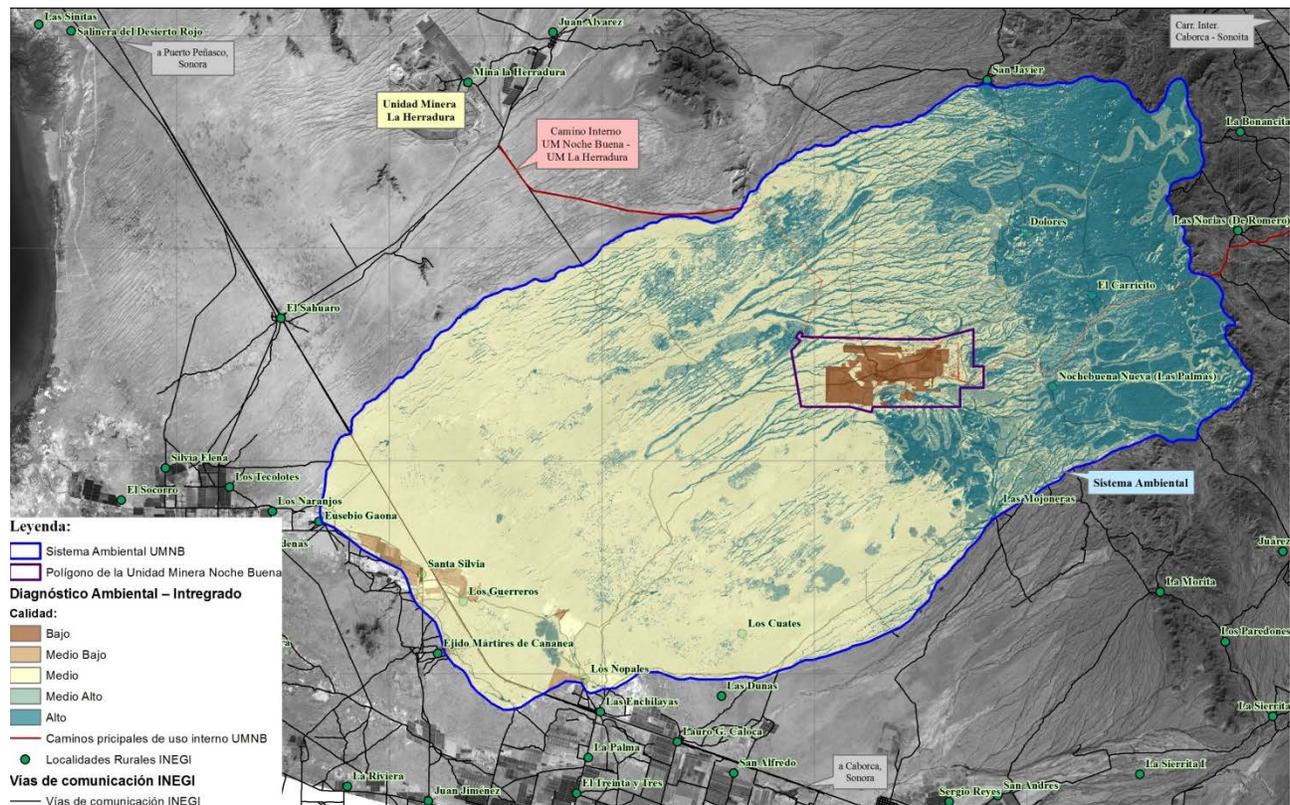


Figura 4.48. Diagnóstico Ambiental Integrado del Medio Físico para el SA

De acuerdo al DA-I generado, se puede concluir que la calidad predominante en el Sistema Ambiental es Media. Esta calidad es generada principalmente por factores relacionados a los tipos de vegetación presentes en el SA, y principalmente el denominado Vegetación de Desiertos Arenosos, ya que este no representa un área de alta calidad para el establecimiento de hábitats para fauna. A esto se le añade que las pocas variaciones topográficas existentes suponen que las obras de la Unidad sean perceptibles a grandes distancias, degradando la calidad visual de estas áreas.

A su vez, se puede apreciar que la parte Noreste del SA está principalmente constituido por calidad Alta, ya que estas zonas presentan ecosistemas conservados de matorral crasicaule, suponiendo una mejor área para el establecimiento de hábitats de fauna. Además, las características topográficas de esta zona permiten generar paisajes de mayor calidad visual que el resto del SA.

Por otra parte, es fácil identificar la presencia de la Unidad Minera Noche Buena en el SA, ya que esta presenta superficies con calidad Baja, debido a que el desarrollo de las actividades minero industriales ha supuesto la pérdida de la cobertura vegetal y del suelo en el sitio, además de que genera impactos continuos sobre la distribución espacial y temporal de la fauna y sobre la calidad del aire.

Por último, el Diagnóstico Ambiental Integrado del Medio Físico nos permite apreciar que los límites al Sureste del SA presentan variaciones en la calidad ambiental que van de Medio Alto a Bajo, debido a la presencia de diferentes usos de suelo en el área, como lo es la agricultura y zonas urbanas o rurales.

Diagnóstico del Medio Socioeconómico

Por su parte, el Diagnóstico del Medio Socioeconómico y Cultural (Figura 4.49) se presenta de forma independiente con la finalidad de evaluar el impacto benéfico que generará el desarrollo del Proyecto.

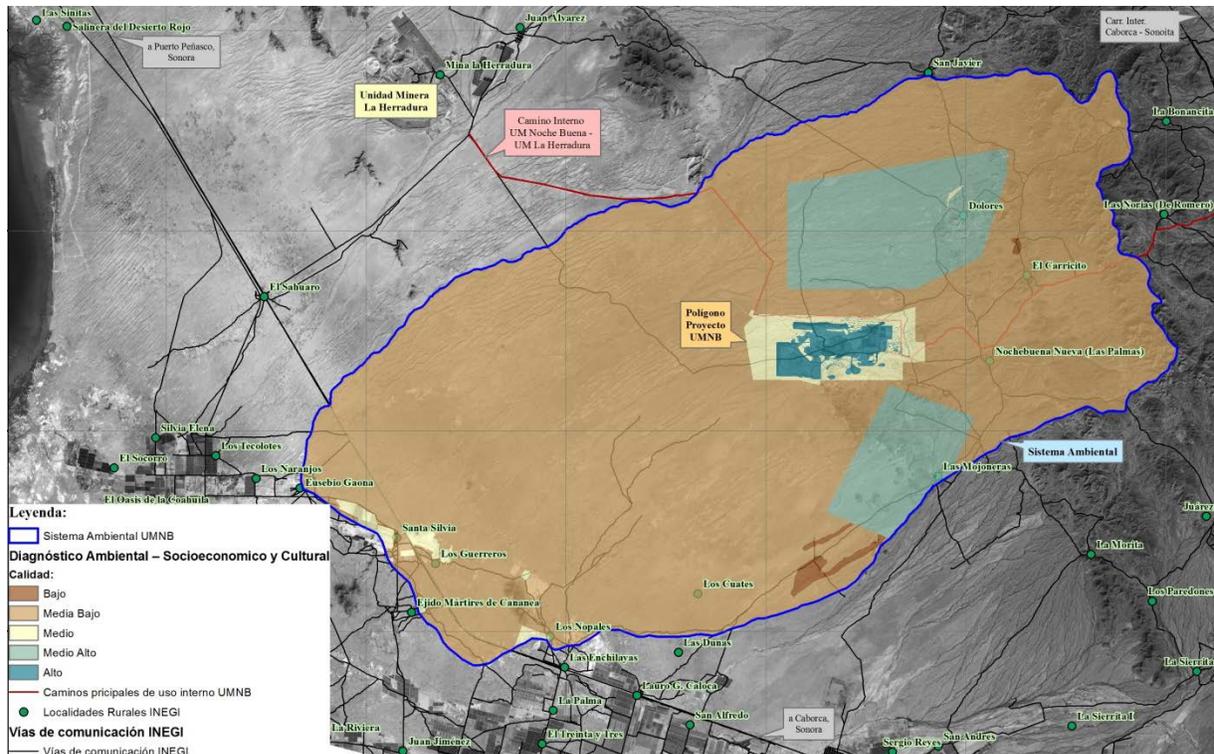


Figura 4.49. Diagnóstico del Medio Socioeconómico para el SA (Anexo 4.17)

De acuerdo al Diagnóstico del Medio Socioeconómico, el SA está compuesto principalmente por zonas de calidad Baja, ya que corresponden a zonas conservadas que no representan actividades socioeconómicas. Sin embargo se puede apreciar que existen 3 polígonos que presentan calidades diferentes al resto del SA. El primero de ellos, ubicado al centro del SA, corresponde a la Unidad Minera Noche Buena, en donde se aprecia que la huella de la infraestructura presenta calidad Alta, mientras que el resto de superficie de la unidad presenta calidad Media. Por otra parte, se pueden apreciar dos polígonos con calidad Media Alta, ubicado al Norte y al Sur de la Unidad Minera Noche Buena; estas superficies corresponden a Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) registradas ante SEMARNAT, por lo que representan zonas de importancia socioeconómica.

Descripción de la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto

El objetivo de esta sección es la descripción puntual de la problemática ambiental identificada dentro del Área de Influencia (AI) del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, que si bien es abarcada por el polígono del Sistema Ambiental definido en la Sección IV.1, 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 analizaron las interacciones que habrá desde los componentes ambientales hacia el Proyecto, lo que se representa esquemáticamente en la Figura 4.50.

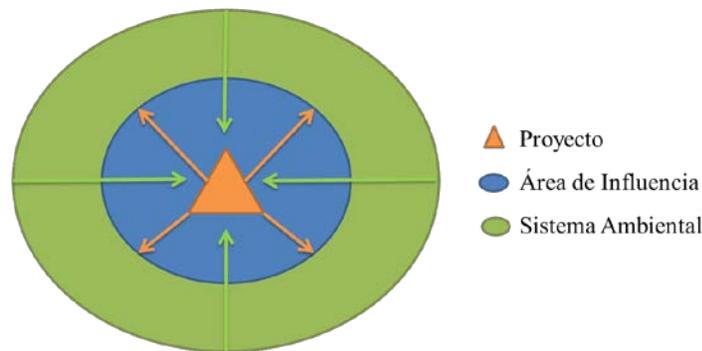


Figura 4.50. Relación entre Sistema Ambiental, Área de Influencia y Proyecto

La delimitación del Área de Influencia se basó principalmente en la huella de afectación que pudieran generar los impactos sobre el componente Atmósfera y Fauna, y más específicamente la reducción de la calidad del aire por la generación de partículas suspendidas, la modificación de los niveles sonoros del sitio y el ahuyentamiento indirecto de la fauna.

La delimitación del Área de Influencia se basó en criterios de impactos indirectos, como lo puede ser la generación de PST a la atmósfera producto del tránsito de vehículos y movimiento de tierras; el incremento en los niveles sonoros por el uso de maquinaria y equipo; y el impacto indirecto que podrían ocasionar los impactos descritos anteriormente sobre la distribución espacial y temporal de la fauna, generando el ahuyentamiento de los individuos presentes en las inmediaciones del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena. Cabe mencionar que no se prevé que los impactos generados por el Proyecto se extiendan a grandes distancias de la huella de ocupación, ya que la zona del Proyecto se encuentra actualmente impactada por la presencia del resto de obras de la Unidad Minera Noche Buena.

Dicho esto, para la delimitación del AI se realizaron buffers a las obras del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, y a las áreas que tendrían influencia directa con el Proyecto (unidad

minera). En la siguiente Figura 4.51 se muestra el Área de Influencia, que envuelve a todo del Proyecto, y cuyos límites quedan comprendidos en su totalidad dentro del polígono que demarca al Sistema Ambiental.

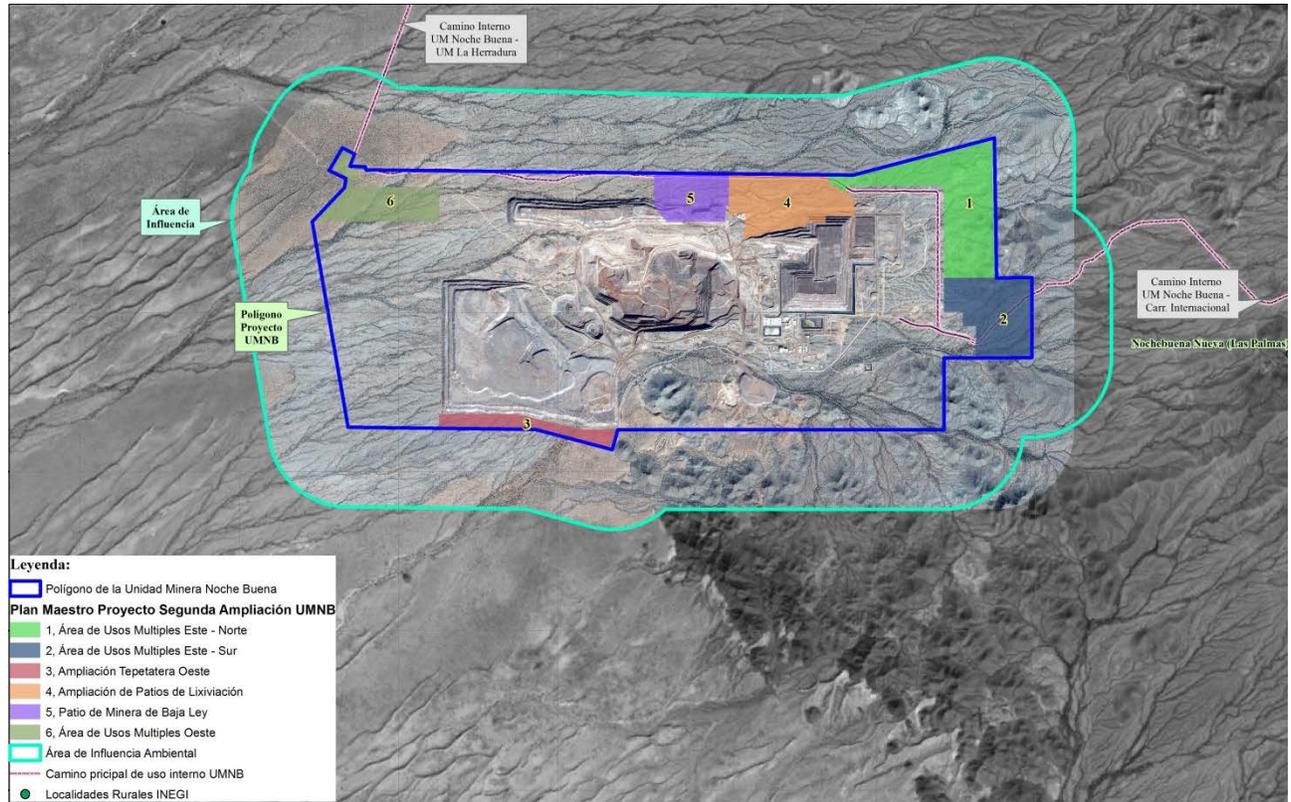


Figura 4.51. Área de Influencia delimitada para el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena



A partir del modelo de calidad ambiental generado para el SA (Figura 4.48), se presenta en la Figura 4.52 un acercamiento al Área de Influencia del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena con el cual se evidencia que el estado que guarda el sitio sin proyecto corresponde mayormente a un rango de calidad Bajo. A continuación se ofrece una descripción más puntual de la presión que existe en el AI por componente ambiental, entendiéndose ésta como las acciones o actividades generadoras de deterioro ambiental (SEMARNAT, 2000).

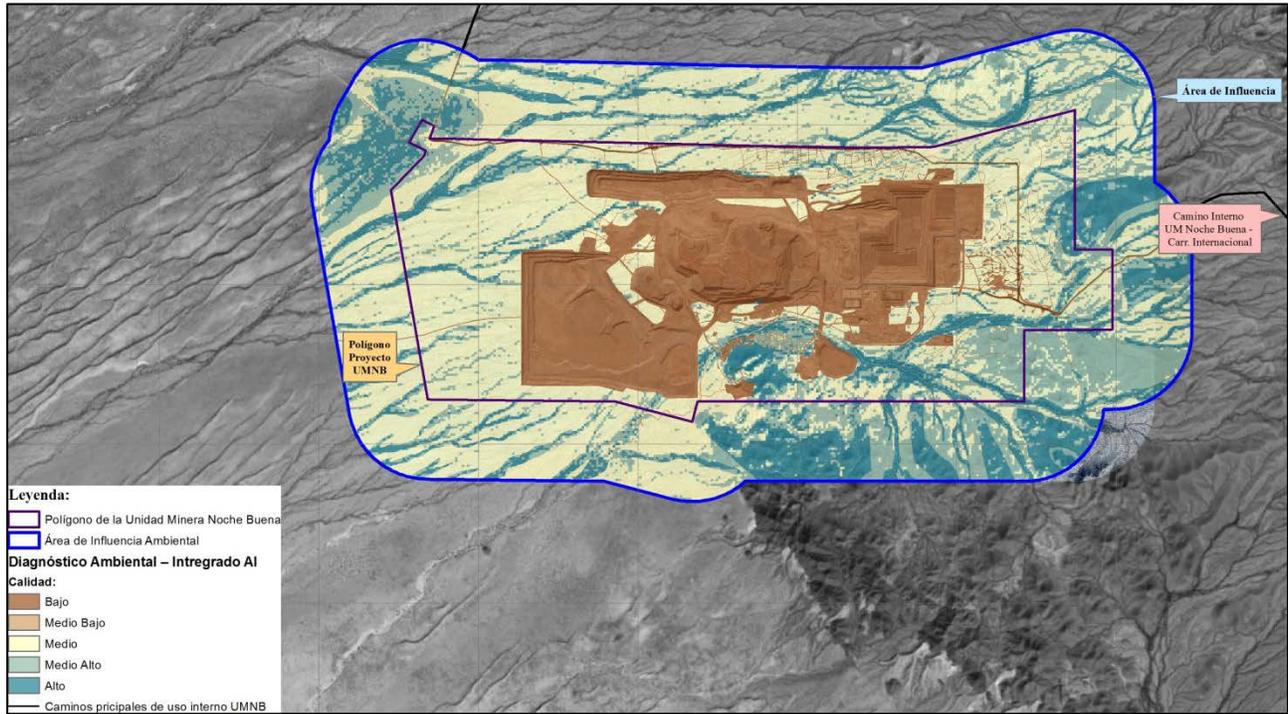


Figura 4.52. Acercamiento del AI sobre el Diagnóstico Ambiental Integrado Medio Físico

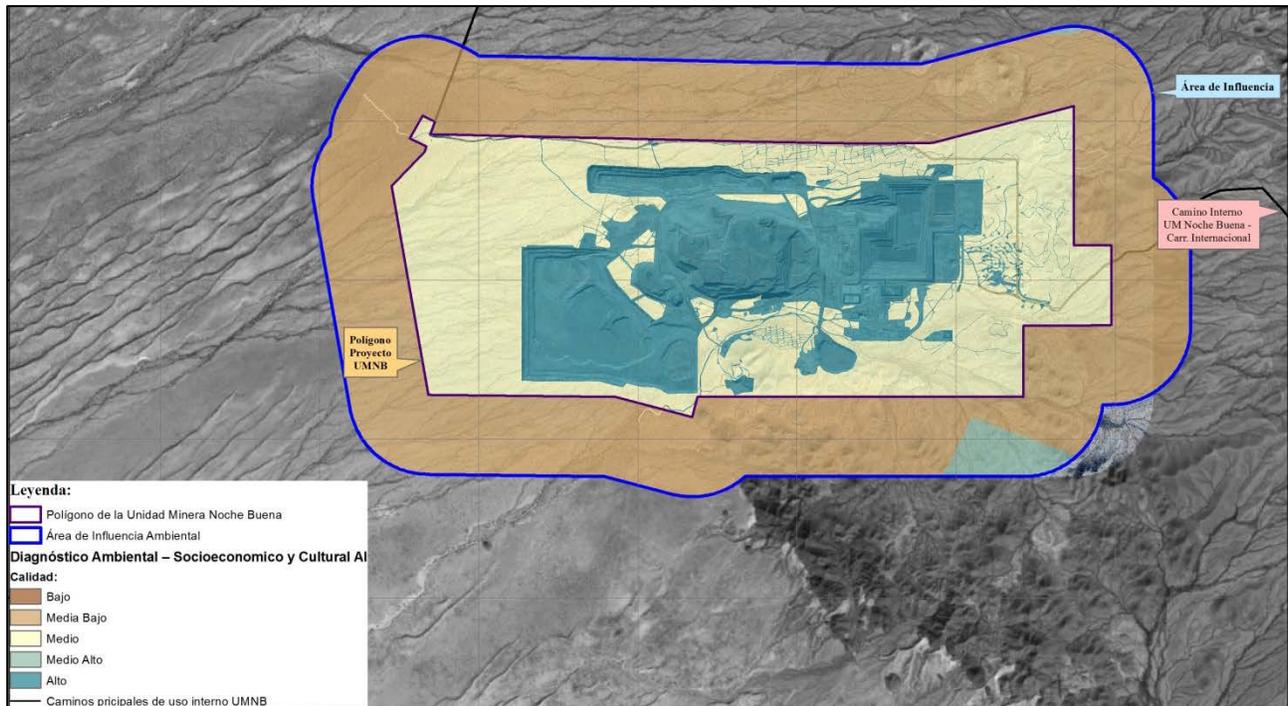


Figura 4.53. Acercamiento del AI sobre el Diagnóstico Ambiental Medio Socioeconómico

La superficie delimitada para el Área de Influencia ha desarrollado de manera histórica actividades minero industriales, generadas específicamente por la Unidad Minera Noche Buena. El desarrollo de estas actividades ha provocado un deterioro de la calidad ambiental del sitio a lo largo



de los años; este deterioro es causado por actividades que van desde los desmontes y despalmes ocasionados por la preparación del sitio para la construcción de las obras e infraestructura de la unidad, generando pérdidas de la cobertura de vegetación, suelo y hábitats para la fauna, hasta los procesos de explotación del tajo y el tránsito de vehículos, que han generado una disminución de la calidad del aire y aumentos en los niveles sonoros del sitio. Estos impactos generados de forma directa sobre los componentes ambientales, han ocasionado paulatinamente efectos indirectos sobre otros factores como lo es la distribución espacial y temporal de la fauna o la calidad visual del sitio.

A continuación se presenta una descripción de la calidad ambiental por componente en el Área de Influencia del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

Atmósfera

La constante emisión de polvos fugitivos en el Área de Influencia como consecuencia del desarrollo de las actividades de la Unidad Minera Noche Buena, como lo es la explotación del Tajo Noche Buena, el depósito de tepetate en las diferentes tepetateras, el tránsito de vehículo, el depósito de mineral en los patios de lixiviación, entre otras; supone una reducción en la calidad del aire del sitio.

Suelo

El desarrollo de las obras de la Unidad Minera Noche Buena ha generado la pérdida del suelo en la huella del Proyecto; sin embargo, el resto de la superficie en el AI presenta suelos que van de lo moderadamente a lo completamente conservados.

Hidrología

Como ya se mencionó en el apartado de Hidrología del Capítulo IV de la presente MIA, el recurso hidrológico superficial en el Área de Influencia es escaso, ya que las condiciones del sitio ocasionan que este recurso se presente abundante durante unos meses del año. En este sentido, el canal de derivación existente en la Unidad Minera Noche Buena representa una zona con alto potencial de mejoramiento de la calidad ambiental, ya que durante los meses de lluvias, favorece a la vegetación localizada a los costados del canal.

Vegetación

Al igual que el componente Suelo, la Vegetación en el AI está principalmente caracterizada de forma que la superficie de la huella del Proyecto presenta una calidad Baja por la carencia de vegetación, y el resto del AI presenta zonas con calidad Media Alta y Alta, ya que existen zonas forestales conservadas y otras que por la cercanía a las obras se encuentran moderadamente conservadas.

Fauna

Como consecuencia de las actividades antropogénicas que han venido desarrollando a lo largo de los años en el AI, principalmente por la operación de la Unidad Minera Noche Buena, han



generado impactos en la distribución espacial y temporal de la fauna. La presencia del personal y de la maquinaria utilizada para la operación, ha venido generando impactos indirectos al ahuyentar a individuos de fauna, sin embargo, dadas las condiciones de conservación en ciertas zonas del AI, y el grado de tolerancia que han desarrollado ciertas especies, la calidad respecto a este componente se considera Alta en ciertas zonas y Baja en la huella del Proyecto y sus inmediaciones.

Paisaje y Geoformas

Actualmente el AI presenta un alto grado de degradación paisajística provocado por la presencia de obras de gran magnitud visual, como lo son las tepetateras y patios de lixiviación. En este sentido, las características topográficas del sitio, en donde predominan las planicies, suponen degradaciones extensas sobre el paisaje.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el Capítulo anterior se realizó una descripción de la situación actual de los recursos ambientales y socioeconómicos existentes en la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena. En el presente Capítulo se identifican los factores ambientales que serán afectados y sus respectivos indicadores de calidad; posteriormente se evalúa el impacto de las actividades del proyecto sobre dichos recursos, que pudieran provocar daños al ambiente y/o contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

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, estableciendo su comportamiento en forma cualitativa según la opinión conjugada de los expertos de diversas disciplinas, es decir, la evaluación de impactos ambientales se hizo a través de un enfoque interdisciplinario, a través de un grupo de especialistas que proporcionaron su juicio profesional para el análisis de cada impacto identificado.

V.1.1 Factores ambientales

Para el análisis del medio, 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 |
|-----------------------|---------------------|-----------------|
| 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 afectados o 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, algunos de los cuales ya fueron empleados anteriormente en la elaboración del diagnóstico ambiental.

- 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
- Insustituibilidad: 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 (NO _x , SO _x , CO _x) |
| | Niveles sonoros |
| | Niveles lumínicos |
| | Microclima |
| Geomorfología | Topografía |
| Hidrología | Cauces (cambios en el drenaje natural) |
| | Calidad del agua superficial |
| | Escurrimiento |
| | Infiltración |
| Suelo | Estructura del suelo |
| | Potencial de Erosión |
| | Cobertura |
| Flora | Distribución espacial y temporal |
| | Cobertura vegetal |
| | Calidad y estado fitosanitario |
| | Especies protegidas y/o de interés especial |
| Fauna | Distribución espacial y temporal |
| | Hábitat |
| | Especies protegidas |
| Paisaje | Calidad visual |
| | Continuidad paisajística y visibilidad |
| Infraestructura | Servicios e infraestructura para mina |
| | Servicios e infraestructura comunitaria |
| Cultura | Capacitación, educación y programas |
| | Generación de residuos |
| 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/o actividades del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, 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 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 Segunda Ampliación Noche Buena se hizo en base a 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

| Componente | Factor | Indicador Ambiental |
|---|--|---|
| Atmósfera | Calidad del aire Material particulado (PST, PM-10) | Número de unidades móviles |
| | | Tamaño de unidades móviles |
| | | Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras |
| | Calidad del aire Emisiones (NO _x , SO _x , CO _x) | Número de unidades móviles |
| | | Tamaño de unidades móviles |
| | | Número de fuentes fijas |
| | | Turnos laborados |
| | Niveles sonoros | Cantidad y tipo de equipos utilizados |
| | | Presencia humana |
| | Niveles lumínicos | Turnos nocturnos |
| | | Instalaciones y edificaciones |
| | | Tráfico nocturno |
| | Microclima | Presencia humana |
| Estimación de zonas con microclima (cañada, cañón, ripario, bosque) | | |
| Geomorfología | Topografía | Pendientes |
| | | Curvas de nivel (corte, excavación, relleno, apilamiento) |
| Hidrología | Cauces (cambios en el drenaje natural) | Geomorfología de cauce |
| | | Escurrimiento (relleno, desviación, cortes) |
| | | Zona Federal |
| | Calidad del agua superficial | Cantidad de MO de desmonte |
| | Esgurrimiento | Volumen de escurrimiento |
| | | Textura de suelo |
| | | Pendiente |
| | | Permeabilidad |
| | Infiltración | Área de captación por nanocuenca |
| | | Pendiente |
| Permeabilidad | | |
| Textura de suelo | | |
| Suelo | Estructura del suelo | Materia Orgánica |

| Componente | Factor | Indicador Ambiental |
|--|---|--|
| | | Textura |
| | | Porosidad |
| | Potencial de Erosión | Superficies estables |
| | | Superficies con potencial erosionadas |
| Cobertura | Extensión de cobertura de tipos de suelos | |
| Flora | Distribución espacial y temporal de la vegetación | Clasificación |
| | Cobertura vegetal | Tipo de cobertura |
| | Calidad y estado fitosanitario | Presencia de especies invasoras |
| | | Vitalidad de vegetación natural |
| | Especies protegidas y/o de interés especial (flora) | Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| Especies de interés comercial y/o Cultural | | |
| Fauna | Distribución espacial y temporal de la fauna | Localización potencial de fauna silvestre |
| | Hábitat de fauna | Integridad estimada de hábitat |
| | Especies protegidas | Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| | | Especies de interés internacional (CITES) |
| | | Especies de limitado movimiento |
| Especies Migratorias | | |
| Paisaje | Calidad visual | Fragilidad visual del sitio |
| | Continuidad paisajística | Estimación cualitativa |
| | | Cuenca visual |
| Infraestructura | Servicios e infraestructura para mina | Infraestructura únicamente para mina |
| | Servicios e infraestructura comunitaria | Infraestructura compartida con localidades |
| Cultura | Capacitación, educación y programas | Programas |
| | | Apoyos |
| | | Capacitación/Educación |
| | Generación de residuos | Talleres |
| Medio Económico | Desarrollo económico | Cantidad de residuos generados |
| | | Número de empleos directos generados |
| | | Número de empleos indirectos generados |
| | | Derrama económica |
| | Uso del territorio para actividades productivas | Recaudación |
| | | Actividad |
| | Vocación del suelo | Intensidad |
| Uso potencial al final de cada etapa: Agrícola, Pecuaria, Habitacional, Industrial, Vida Silvestre | | |

Los indicadores ambientales identificados fueron utilizados de forma variable, considerando valores, números o intensidades estimadas para cuantificarlos y lograr una valoración de cada uno de los impactos ambientales del proyecto.

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
- Observaciones y estudios de campo
- 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

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 semi-cuantitativas.

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 un trabajo interdisciplinario de especialistas que analizaron las interacciones entre el Sistema Ambiental y las acciones para la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.

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 serían los más afectados. A continuación, se estableció la importancia de cada uno de los impactos estimando su magnitud en base a 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.

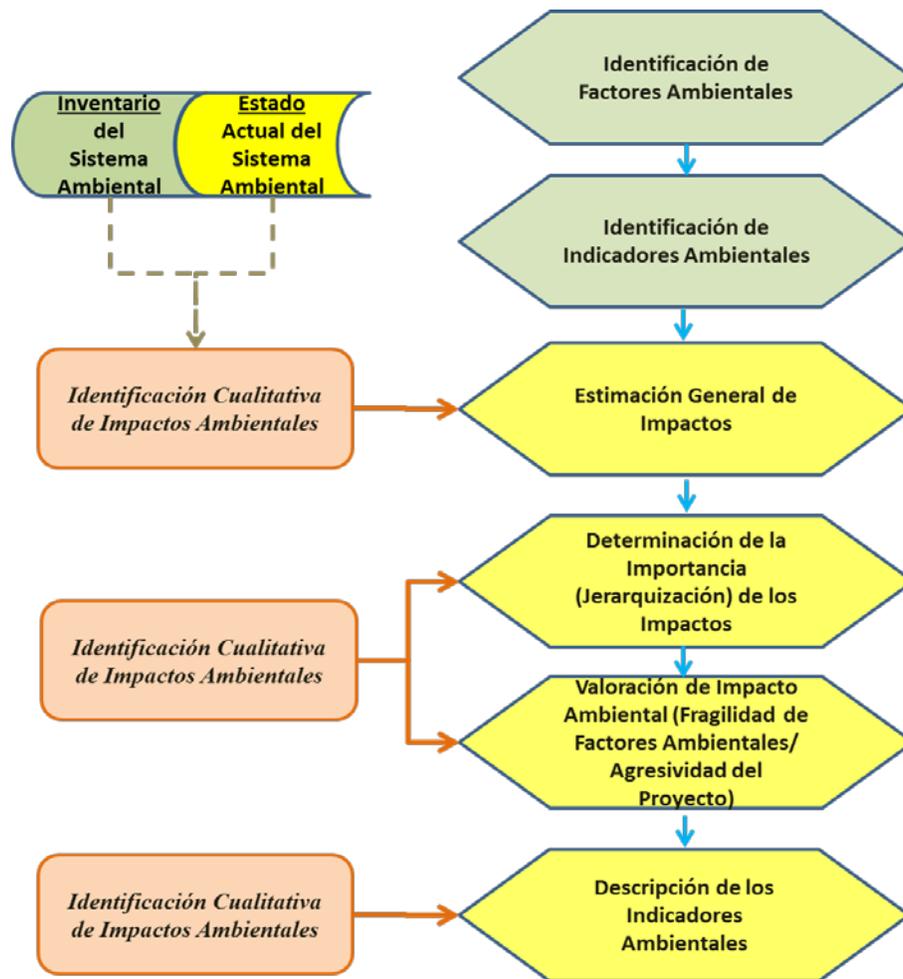


Figura 5.1. Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos

V.1.4.3 Actividades impactantes

La evaluación de los impactos ambientales del proyecto se hizo para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Conforme a lo señalado en el Capítulo II, la etapa de preparación de sitio contempla actividades de delimitación del área de trabajo, desmonte y despalme, dentro de los polígonos de afectación (huella del proyecto) de las obras que componen al Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena. La etapa de construcción integra las actividades de construcción de accesos y vialidades, casetas de vigilancia y los patios de lixiviación. Finalmente, la etapa de operación hace referencia a las actividades operativas de las tepetateras, el patio de baja ley, patios de lixiviación y el tránsito de vehículos por los accesos y casetas.

De acuerdo a lo anterior, para la simplificación del proceso de evaluación los impactos, se agruparon las obras y actividades de la siguiente forma: durante la etapa de preparación del sitio se clasificaron por actividad (delimitación, desmonte y despalme); mientras que durante las etapas de

construcción y operación se clasificó por obras. A continuación se presenta el desglose de la clasificación para la evaluación de los impactos.

Tabla 5.4. Clasificación de las etapas del proyecto para evaluación de los impactos

| Etapas | Obras / Actividades |
|-----------------------|----------------------------------|
| Preparación del sitio | Delimitación del área de trabajo |
| | Desmonte |
| | Despalme |
| Construcción | Casetas de vigilancia |
| | Ampliación patios de lixiviación |
| Operación | Ampliación de Tepetatera |
| | Patio de Baja Ley |
| | Accesos y casetas de vigilancia |
| | Patios de Lixiviación |

V.1.4.4 Identificación de impactos ambientales

A continuación se llevó a cabo una identificación más detallada de los diferentes impactos, para lo cual se construyó una matriz cualitativa que permite identificar las interacciones relevantes al ambiente causadas durante las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto, considerando todas las obras y actividades requeridas por el mismo.

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.

En la Tabla 5.5 se presenta la Matriz de identificación de impactos del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, y en la Tabla 5.6 se muestra el balance numérico de los impactos por etapa.

Tabla 5.5. Matriz de Identificación de Impactos



| SISTEMA | SUBSISTEMA | COMPONENTE | FACTORES IMPACTADOS | Etapa | | | |
|---|---|------------------------|--|---|---|---|----|
| | | | | P r e p a r a c i ó n | C o n s t r u c i ó n | O p e r a c i ó n | |
| 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 | ND | ND | a | |
| | | MICROCLIMA | a | a | a | | |
| | | GEOMORFOLOGÍA | TOPOGRAFÍA | a | a | A | |
| | | | CAUCES | ND | a | ND | |
| | | HIDROLOGÍA SUPERFICIAL | CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL | a | a | a | |
| | | | ESCURRIMIENTO | a | a | a | |
| | | | INFILTRACIÓN | a | a | a | |
| | | | SUELO | ESTRUCTURA DEL SUELO | a | a | a |
| | | MEDIO BIÓTICO | FLORA | DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL | a | ND | ND |
| | | | | COBERTURA VEGETAL | A | ND | ND |
| | | | | CALIDAD Y ESTADO FITOSANITARIO | a | a | a |
| | ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL | | | a | ND | a | |
| | FAUNA | | DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL | a | a | a | |
| | | | HÁBITAT | a | ND | ND | |
| | MEDIO PERCEPTUAL | PAISAJE | ESPECIES PROTEGIDAS | a | a | a | |
| | | | CUALIDADES ESTÉTICAS | a | a | a | |
| | MEDIO SOCIO-ECONÓMICO | MEDIO SOCIO-CULTURAL | INFRAESTRUCTURA | SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA PARA MINA | ND | b | B |
| SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA COMUNITARIA | | | | ND | b | b | |
| CULTURAL | | | CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS | b | b | b | |
| | | | GENERACIÓN DE RESIDUOS | ND | a | a | |
| MEDIO ECONÓMICO | | MEDIO ECONÓMICO | DESARROLLO ECONÓMICO | b | b | B | |
| | | | USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS | ND | ND | b | |
| | | | VOCACIÓN DEL SUELO | ND | ND | b | |
| | | | | | | | |

A = Impacto adverso principal B = Impacto benéfico principal
 a = Impacto adverso secundario b = Impacto benéfico secundario
 ND = Sin impacto

Tabla 5.6. Balance de impactos por etapas

| Etapa | Adversos principales | Adversos secundarios | Benéficos principales | Benéficos secundarios | Impacto Nulo / Imperceptible |
|--------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| Preparación del sitio | 1 | 19 | 0 | 2 | 7 |
| Construcción | 0 | 17 | 0 | 4 | 8 |
| Operación | 1 | 17 | 2 | 4 | 5 |
| Total por tipo | 2 | 53 | 2 | 10 | 20 |
| Total por sentido | 55 | | 12 | | 20 |



En el Glosario de esta MIA-P (Sección VIII.3), se ofrecen las definiciones que diferencian los impactos principales de los impactos secundarios.

De la matriz de identificación de impactos, y de la Tabla 5.7, se obtiene estas conclusiones:

- Con la Matriz de identificación de impactos fue posible determinar que durante el desarrollo del proyecto pudieran acontecer 67 impactos.
- Una vez realizado el análisis detallado de las interacciones del proyecto con los factores de cada Componente Ambiental, se concluyó que de los 67 impactos, 55 pudieran ser adversos, lo que representaría el 82.1%.
- 12 impactos que se prevén por el desarrollo del proyecto serían benéficos, ellos representarían el 17.9% de los posibles impactos.
- En 20 casos, no se identifica la aparición de impactos (ver claves ND en la Tabla 5.5).
- De los 55 impactos adversos identificados 2 serían adversos principales y 53 adversos secundarios.
- De los 12 impactos benéficos que acontecerían por el desarrollo del proyecto, 2 serían benéficos principales y 10 benéficos secundarios, todos estos sobre los Componentes Infraestructura, Cultural y Medio económico.
- Durante la etapa de preparación del sitio, se prevé que ocurra 1 de los 2 impactos adversos principales y 19 secundarios.
- Por contrario, durante esta misma etapa solo se presentarán impactos benéficos sobre los componentes Cultural y Medio Económico, siendo estos de carácter secundario. Estos impactos se presentaran sobre los factores Capacitación, Educación y Programas y sobre Desarrollo Económico.
- Durante la etapa de Construcción se estima que se presenten 21 impactos de los cuales 17 son adversos secundarios y 4 benéficos secundarios.
- Durante la etapa de operación se estiman 24 impactos de los cuales 18 son adversos y 6 benéficos. De los 18 impactos adversos, 1 se considera de carácter principal sobre el componente Geomorfología y 17 secundarios.
- Durante esta etapa (operación), se prevén la mayor cantidad de impactos benéficos. Más específicamente, se prevén 2 impactos benéficos principales y 4 impactos benéficos secundarios; todos estos sobre los componentes Infraestructura, Cultural y Medio Económico.
- En la etapa de operación se presentarán el mayor número de impactos por etapa, sin embargo, será hasta la evaluación cuantitativa (Anexos 5.1,5.2,5.3,5.4) donde se determinará que etapa



es donde se generarán los impactos más relevantes

Una vez identificados de forma general los impactos sobre cada uno de los factores ambientales del entorno del proyecto, se procedió a determinar su importancia.

V.1.4.5 Determinación de la importancia y jerarquización de los impactos ambientales

Una vez que se han identificado componentes afectados y etapas, se procede a la aplicación de una Matriz de Leopold Cuantitativa modificada por Clifton Associates Ltd. Natural Environment S.C., en la cual se evalúa cada grupo de obras y actividades en relación a cada componente y en cada una de las tres etapas del proyecto. Cada obra o actividad en relación a un componente ambiental e indicador, es evaluado en base a diez atributos o parámetros de referencia (criterios de calificación numérica), para la caracterización 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 de las matrices de impactos ambientales (Anexos 5.1 al 5.3) están ocupadas por los valores correspondientes a estos diez atributos, determinados utilizando sus indicadores ambientales respectivos (Tabla 5.3).

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 SA.

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 5.7** se resumen los valores asignables a cada uno de los atributos mencionados:

Tabla 5.7. 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 |
| | Permanente | 4 |
| Reversibilidad (RV) | 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 | Recuperable de manera inmediata | 1 |



| Atributo | Características | Valor |
|-----------------|-----------------------------|--------------|
| (MC) | 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: amarillo para los moderados, naranja para los severos y rojo para los impactos críticos.

En los Anexos 5.1, 5.2 y 5.3 se presentan las matrices de ponderación de importancia de los impactos de cada una de las etapas del proyecto, conforme a la agrupación de las obras antes indicada (Tabla 5.4). Del análisis de estas matrices se concluye principalmente lo siguiente:

Preparación del sitio

Según la evaluación de impactos, la etapa de preparación del sitio será la segunda etapa que generará un mayor número de impactos negativos. Se espera recibir 1 impacto adverso severo, 14 adversos moderados, 5 adversos compatibles y 2 benéficos. En la siguiente Tabla se detalla el número de impactos que podrían ocurrir y sobre que componentes.

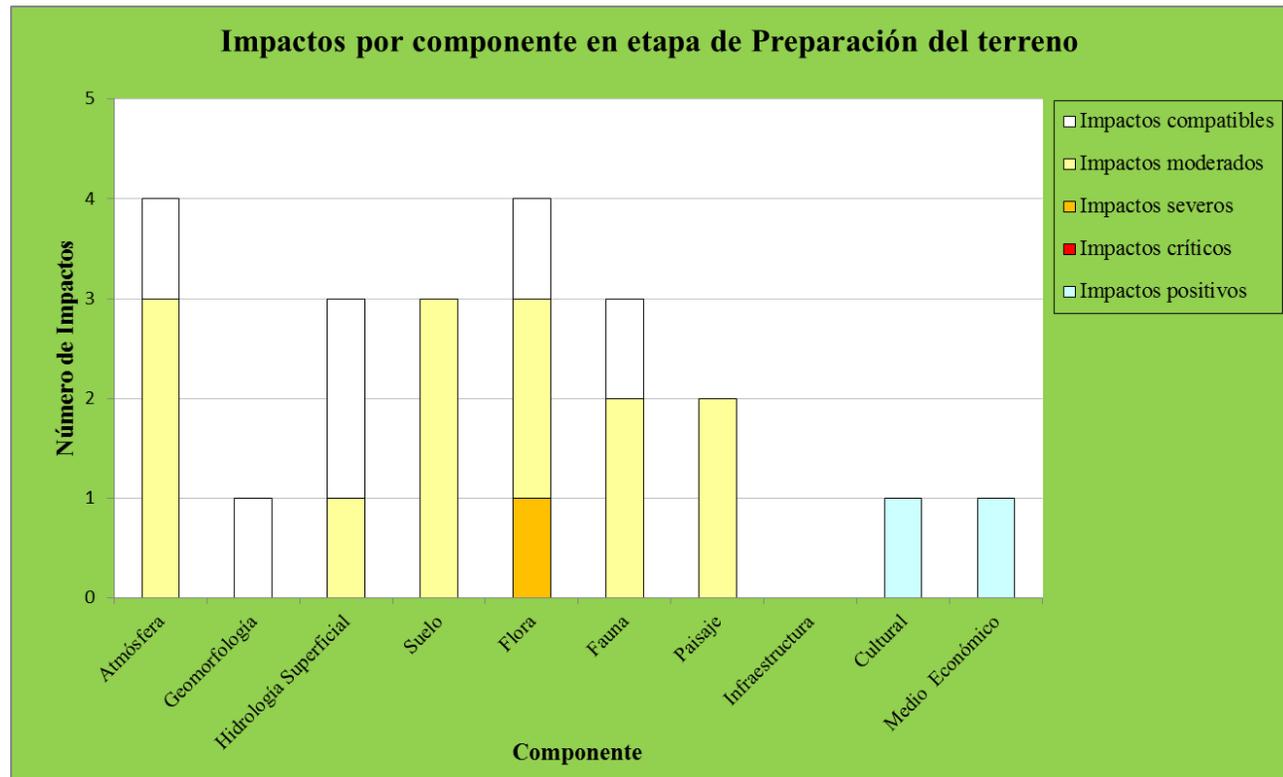


Figura 5.2. Numero de impactos identificados y evaluados por componente en la etapa de preparación

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de preparación del sitio del proyecto (Anexo 5.1) se concluye lo siguiente:

- En esta etapa se presentarán impactos Compatibles, Moderados y Severos sin estimarse impactos Críticos.
- Como consecuencia de las características del sitio, la calidad del aire será modificada de forma parcial, particularmente respecto a los parámetros de PST y PM₁₀, como resultado del movimiento de materiales (generación de polvos), tanto en las actividades de desmonte, como en el desmonte. Este impacto será Moderado.
- El nivel de ruido aumentará con la presencia de maquinaria necesaria para el desarrollo de las actividades de desmonte y despalme, además de la presencia del personal. En este sentido, se considera un impacto inmediato, pero de naturaleza reversible y recuperable. El impacto será Compatible.
- Durante esta etapa del proyecto no se contemplan trabajos nocturnos, por lo que tampoco se prevén impactos sobre los niveles lumínicos.
- El desmonte del Proyecto, representa la modificación del microclima en el sitio. Este impacto se considera puntual, temporal y reversible a mediano plazo.



- En esta etapa la topografía del sitio será modificada de forma poco significativa, principalmente por las actividades de despalme. Las características de puntualidad en este impacto, aunadas a que se considera un impacto permanente y continuo, genera que este impacto resulte Moderado.
- En cuanto a la Hidrología, se estima que existan impactos poco significativos sobre la calidad del agua superficial, ocasionado por el posible arrastre de sedimentos por el movimiento de tierra durante el desmonte y despalme. La periodicidad de este impacto y las características de fácil reversibilidad generan que se considere un impacto Compatible.
- El desmonte de la vegetación y la remoción del suelo en la huella del proyecto supone la disminución de infiltración en dichos sitios, y consecuentemente, el incremento en el volumen de agua que escurre. Debido a las características hidrológicas del sitio y a la poca precipitación, el impacto sobre el factor escurrimiento se considera Compatible, mientras que sobre el factor infiltración se considera Moderado.
- El componente suelo tendrá impactos Moderados durante la etapa de preparación del sitio como consecuencia principalmente de las actividades de despalme, las cuales removerán el suelo en la huella del proyecto. Primeramente, el desmonte de la vegetación supondrá impactos de intensidad media y alta sobre la estructura del suelo y el potencial de erosión, mientras que las actividades de despalme supondrán la pérdida total de la cobertura del suelo en las superficies a cambio de uso de suelo.
- Se prevé que el componente flora sea el que reciba mayores impacto durante esta etapa del proyecto. El desmonte de la vegetación en las superficies a cambio de uso de suelo supone la pérdida de la cobertura vegetal en dichas superficies generando un impacto inmediato, irreversible y permanente, convirtiéndolo en un impacto Severo.
- El componente ambiental de la fauna presentará impactos con importancia Moderada en esta etapa del proyecto en sus factores Distribución espacial y temporal, y Hábitat, principalmente cuando se realicen las actividades de desmonte y despalme. Por una parte, la presencia de maquinaria y personal supondrá el ahuyentamiento de los individuos de fauna que se encuentren presentes, mientras que el retiro de la cubierta vegetal supondrá la pérdida de hábitat para la fauna.
- Se estiman impactos Moderados en la continuidad paisajística y sobre la calidad visual del sitio, generados principalmente por la remoción de la vegetación en cierta superficie del proyecto, y la cual fungía como atenuante paisajístico.
- La generación de empleos para el desarrollo de las actividades descritas en esta etapa del proyecto suponen un incremento en el desarrollo económico de extensión parcial e inmediato. Sin embargo, la temporalidad de este impacto benéfico generan que se considere un impacto Compatible.

- No se prevén impactos benéficos sobre los factores Uso del territorio para actividades productivas y Vocación del suelo del componente Medio Económico durante la etapa de preparación del sitio.

Construcción:

La etapa de construcción será la etapa que genere una menor cantidad de impactos en el desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena. La matriz elaborada específicamente para esta etapa se puede consultar en el Anexo 5.2.

A continuación se presenta una tabla donde se detalla el número de impactos que podrían acontecer durante la construcción del proyecto y se especifica sobre que componente, también se observan los impactos positivos.

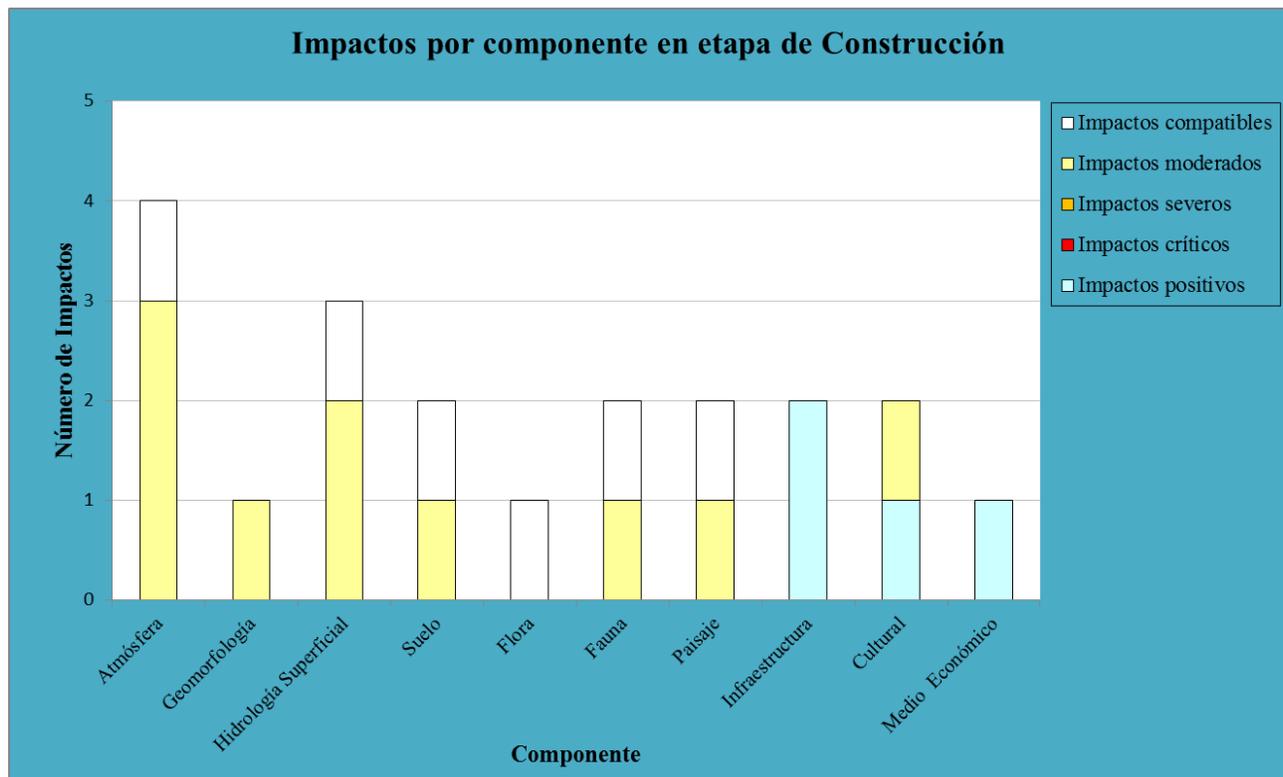


Figura 5.3. Número de impactos identificados y evaluados por componente en la etapa de Construcción

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de construcción del proyecto (Anexo 5.2), se concluye lo siguiente:

- De acuerdo a la evaluación por grupos de obras, en la etapa de construcción se presentarán impactos Compatibles y Moderados, sin identificarse impactos Severos o Críticos
- El desarrollo de las actividades de construcción, como lo es la habilitación de los accesos, la



construcción de los patios de lixiviación y las casetas de vigilancia, supone un impacto de alta intensidad sobre la calidad del aire. La generación de partículas suspendidas totales supone un impacto de extensión parcial, inmediato y acumulativo; sin embargo, se considera fugaz, reversible y recuperable a corto plazo. Estas características generan que se considere un impacto Moderado.

- Al igual que en la etapa de preparación del sitio, el uso de maquinaria para la construcción de las diferentes obras, aunada a la presencia del personal involucrado en las actividades de esta etapa, supone un aumento de los niveles sonoros del sitio. Partiendo de la premisa de que las obras del presente proyecto se encuentran ubicadas en las inmediaciones del resto de las obras de la unidad minera, el impacto sobre este factor no se considera significativo, concluyendo así, que es de carácter Moderado.
- La construcción de los accesos y casetas de vigilancia implican la compactación del suelo natural, sellamiento con concreto para cimentación y/o impermeabilización, por lo que afectarán puntual y permanentemente la superficie para infiltración, y consecuentemente, se producirá un incremento en el volumen de escurrimiento en el sitio. Ambos impactos se consideran de carácter Moderado.
- La compactación del suelo durante esta etapa ocasionará modificaciones en la estructura del suelo, además del aumento en el potencial de erosión del suelo. El impacto sobre el primero de estos factores se considera de alta intensidad, mientras que el impacto sobre el segunda se considera de intensidad media. Ambos impactos se consideran puntuales, irreversibles y recuperables a mediano plazo.
- El único factor del componente Flora que se verá impactado durante esta etapa del proyecto es la calidad y estado fitosanitario, ya que la generación de partículas suspendidas a la atmósfera producirán una cubierta de polvo en los individuos de flora ubicados en las zonas aledañas. Dadas las condiciones del sitio, en donde de forma natural existe un alto potencial de movimiento de tierra y polvo, la intensidad de este impacto se considera media.
- La calidad visual y la continuidad paisajista se verán alteradas todavía en esta etapa, por la construcción de las obras como accesos y casetas de vigilancia. Estos impactos se consideran de baja intensidad y temporales, por lo que serán de carácter Compatible y Moderado respectivamente.
- La construcción de los accesos, casetas y patios de lixiviación supondrá un impacto benéfico sobre el componente infraestructura, ya que estas fungirán como apoyo para el funcionamiento de la unidad minera. El impacto sobre este factor es de alta intensidad, inmediato, continuo y temporal. Por otra parte, la habilitación del acceso que servirá para llegar a los ejidos al sureste de la unidad, supondrá un impacto de intensidad media sobre el factor Servicios e Infraestructura Comunitaria. Ambos impactos se consideran de carácter Moderado.
- Al igual que en la etapa anterior, las actividades que se desarrollarán requieren de

capacitación al personal en diferentes materias, lo que ocasionará un impacto benéfico de carácter Moderado sobre el facto Capacitación, Educación y Programas.

- La generación de empleos para el desarrollo de la etapa de construcción, aunado a la derrama económica que generará la construcción de los patios de lixiviación, supone impactos benéficos sobre el factor Desarrollo Económico.

Operación:

La etapa de operación será en la acontezcan la mayor cantidad de impactos adversos al medio ambiente, así mismo será la etapa que acarreará la mayor intensidad en sus impactos positivos.

A continuación se presenta una tabla donde se detalla el número de impactos que podrían acontecer durante la operación del Proyecto y se especifica sobre que componente, también se observan los impacto positivos. Para mayor detalle, consultar el Anexo 5.3 donde se muestra la Matriz de importancia de impactos en la etapa de operación.

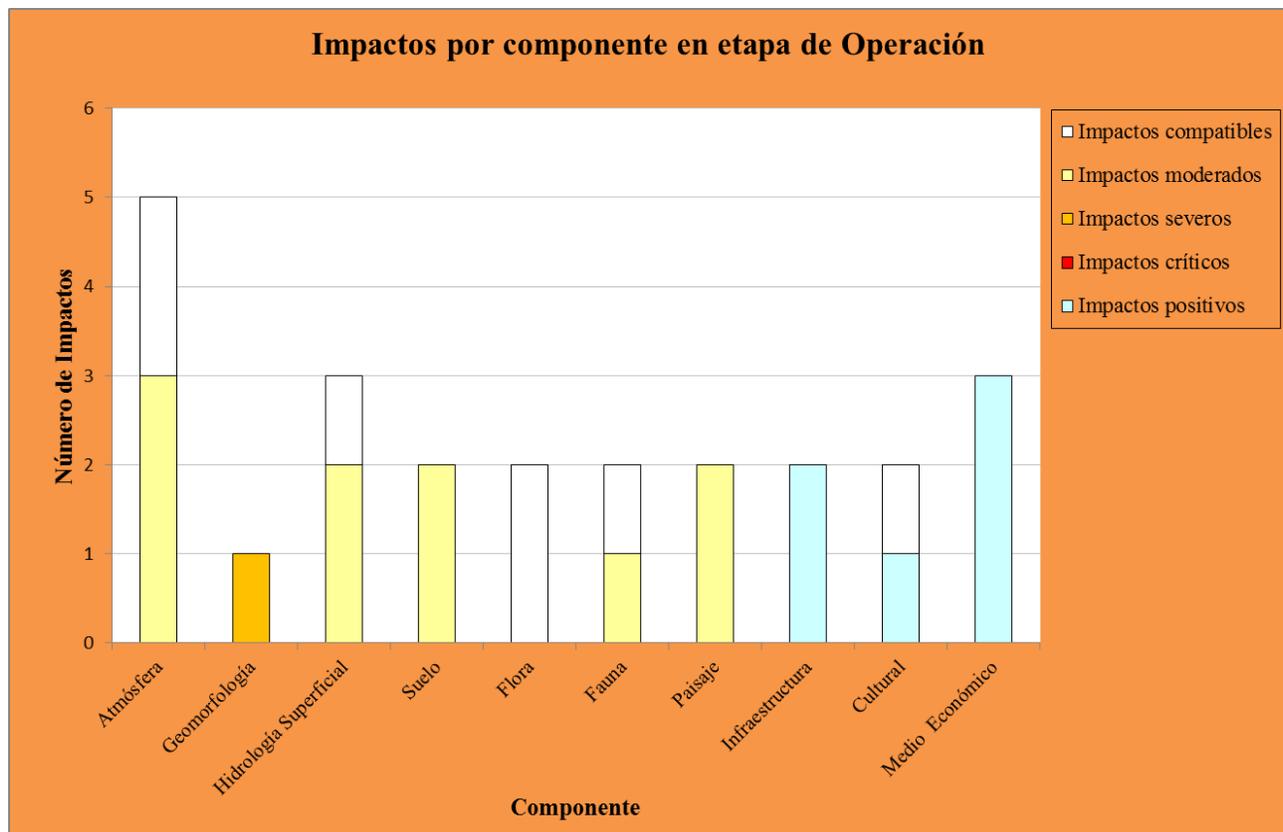


Figura 5.4. Número de impactos identificados y evaluados por componente en la etapa de Operación

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de Operación del proyecto (Anexo 5.3), se concluye lo siguiente:



- Como consecuencia de la operación de obras como las tepetateras, depósito de suelo orgánico y patios de lixiviación, esta etapa del proyecto es en la que se espera un mayor número de impactos.
- El depósito de tepetate, suelo orgánico y mineral en el patio de lixiviación supone impactos Moderados sobre la calidad del aire durante esta etapa. Además, el uso de la maquinaria necesaria para estas actividades generará un incremento en los niveles sonoros del sitio de alta intensidad. Estas características, aunadas a la inmediatez y amplitud del impacto, hacen que se considere Moderado.
- La operación de las tepetateras, patios de lixiviación y depósito de baja ley supone un impacto de intensidad muy alta sobre el factor Topografía. De acuerdo a evaluación de impactos, este impacto corresponde al de mayor importancia durante la ejecución del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena. Este impacto se considera de extensión parcial, inmediato, permanente, irreversible y continuo, ocasionando que se considere Severo.
- En cuanto al componente Hidrología, el constante crecimiento de las obras involucradas (patio de baja ley, tepetateras, etc.) generará un incremento en la superficie de ocupación, y por ende, una reducción en la superficie de infiltración y un incremento en el volumen de escurrimiento. Ambos impactos se consideran de carácter Moderado. Por otra parte, el constante movimiento de tierra, tepetate y mineral supone un potencial arrastre de sedimentos a corrientes intermitentes, generando una disminución parcial de la calidad del agua; aun dicho esto, este impacto se considera Compatible.
- El componente Suelo recibirá impactos Moderados durante esta etapa del Proyecto como consecuencia del constante tránsito de vehículos sobre los accesos, generando impactos continuos sobre los factores Estructura del Suelo y Potencial de Erosión.
- Al igual que en la etapa anterior, el factor Calidad y Estado Fitosanitario del componente Flora se verá impactado por la generación de partículas suspendidas a la atmósfera como consecuencia del tránsito de vehículos y movimiento de tierras. Estas actividades producirán una cubierta de polvo en los individuos de flora ubicados en las zonas aledañas. Dadas las condiciones del sitio, en donde de forma natural existe un alto potencial de movimiento de tierra y polvo, el impacto se considera Compatible.
- Aun durante la operación del proyecto se estiman impactos Moderados sobre la fauna, ya que la presencia del personal y la generación de ruido en las tepetatera, patios de lixiviación, etc. supondrá el ahuyentamiento de la fauna y por lo tanto la distribución espacial de la fauna local.
- Se esperan impactos Moderados sobre el componente Paisaje debido a la constante modificación topográfica de las obras que involucran al proyecto. esta modificación generará disrupciones en la continuidad paisajística por la inserción de nuevos elementos al medio. Aun cuando se esperan grandes modificaciones al paisaje, se consideran impactos Moderados dadas las características actuales del sitio y su grado de perturbación visual.

- La operación de las obras contempladas en el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, especialmente los patios de lixiviación, suponen un impacto benéfico muy importante para la infraestructura de la mina, pero también sobre los factores de servicios e infraestructura comunitaria; desarrollo económico, vocación del suelo; y uso del territorio para actividades productivas. A su vez, la existencia del acceso a los ejidos ubicados el sureste de la unidad supone un impacto benéfico al factor Servicio e Infraestructura comunitaria.

V.1.4.6. Valoración de impactos ambientales con ponderación de importancia de los factores ambientales

Una vez determinado el grado de importancia de los impactos de las obras sobre los Factores ambientales en cada etapa, se realizó una nueva valoración de los impactos, esta vez ponderando el peso específico de los Factores ambientales dentro del Sistema Ambiental, es decir, el nivel de relevancia de cada Factor en la dinámica local del ecosistema respecto a los demás Factores.

Para lo anterior, se extrajeron primeramente los valores más altos de importancia de los impactos de cada matriz (Anexos 5.1 al 5.3), tras pasándolos a la denominada Matriz de Ponderados, la cual se muestra en el Anexo 5.4. Después, a cada Factor ambiental identificado se le asigna un 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 peso se basó en los pesos específicos de cada componente respecto a su influencia o relevancia en el entorno. Con este análisis se determinó el peso ponderado de cada componente ambiental sobre un valor total de 100. A partir de ello, para fijar las Unidades de Importancia de los Factores ambientales, se multiplicó el peso ponderado de cada componente por 10 para manejar valores enteros, y se repartió dicho valor entre los Factores que lo integran; de manera que se predeterminaron un total de 1,000 UIP a ser repartidos entre los distintos Factores ambientales, de acuerdo a su grado de contribución al SA y en congruencia con la metodología aplicada para la elaboración del diagnóstico ambiental.

En la Matriz de Ponderados (Anexo 5.4), se presentan junto a la columna de Factores Impactados 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 indica las incidencias del conjunto sobre cada Factor ambiental y por tanto, su “Fragilidad” ante el Proyecto. La suma por columnas da una valoración relativa del efecto que el conjunto de actividades y obras 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:

- La etapa más impactante, o agresiva, será la operación del proyecto, que considera el desarrollo del tajo, tepetateras, patios de lixiviación y depósito de baja ley, lo que implica a su vez la modificación continua de la topografía en el sitio, así como un importante movimiento de tierra que supondrá la constante generación de partículas suspendidas a la atmósfera.

- Por la magnitud de su impacto adverso al ambiente, las etapas de desarrollo del proyecto pueden ordenarse, de mayor a menor agresividad, de la siguiente manera: Operación, Preparación y Construcción.
- Por la magnitud del impacto adverso absoluto que reciben, los factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5.8
- Por la magnitud del impacto adverso relativo que reciben, los factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5.9

Tabla 5.8. Factores impactados por valor absoluto

| No. | Factor |
|-----|---|
| 1 | DESARROLLO ECONÓMICO |
| 2 | CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10) |
| 3 | TOPOGRAFÍA |
| 4 | CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA |
| 5 | CALIDAD VISUAL |
| 6 | SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA PARA MINA |
| 7 | INFILTRACIÓN |
| 8 | POTENCIAL DE EROSIÓN |
| 9 | ESTRUCTURA DEL SUELO |
| 10 | CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS |
| 11 | CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NO _x , SO _x , CO _x) |
| 12 | ESCURRIMIENTO |
| 13 | DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL (fauna) |
| 14 | NIVELES SONOROS |
| 15 | MICROCLIMA |
| 16 | CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL |
| 17 | ESPECIES PROTEGIDAS |
| 18 | CALIDAD Y ESTADO FITOSANITARIO |
| 19 | ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL |
| 20 | SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA COMUNITARIA |
| 21 | GENERACIÓN DE RESIDUOS |
| 22 | COBERTURA VEGETAL |

Tabla 5.9. Factores impactados por valor relativo

| No. | Factor |
|-----|---|
| 1 | DESARROLLO ECONÓMICO |
| 2 | SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA PARA MINA |
| 3 | TOPOGRAFÍA |
| 4 | DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL (fauna) |
| 5 | CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10) |
| 6 | CALIDAD VISUAL |
| 7 | ESTRUCTURA DEL SUELO |
| 8 | CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA |
| 9 | INFILTRACIÓN |
| 10 | ESPECIES PROTEGIDAS |
| 11 | ESCURRIMIENTO |
| 12 | COBERTURA VEGETAL |
| 13 | POTENCIAL DE EROSIÓN |
| 14 | CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL |
| 15 | ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL |
| 16 | CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS |
| 17 | CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NO _x , SO _x , CO _x) |
| 18 | CALIDAD Y ESTADO FITOSANITARIO |
| 19 | HÁBITAT |
| 20 | NIVELES SONOROS |
| 21 | MICROCLIMA |
| 22 | SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA |

| | | | |
|----|---|----|---|
| | | | COMUNITARIA |
| 23 | COBERTURA | 23 | GENERACIÓN DE RESIDUOS |
| 24 | HÁBITAT | 24 | DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL (flora) |
| 25 | DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL (flora) | 25 | COBERTURA |
| 26 | USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS | 26 | USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS |
| 27 | VOCACIÓN DEL SUELO | 27 | VOCACIÓN DEL SUELO |
| 28 | NIVELES LUMÍNICOS | 28 | NIVELES LUMÍNICOS |

Nota: Los factores marcados en azul corresponden a los factores que recibirán impactos benéficos

- Por la magnitud del impacto Benéfico Relativo y Absoluto que reciben, los componentes ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor importancia, como sigue: Desarrollo económico; Servicios e infraestructura para mina; Capacitación, Educación y Programas; Servicios e infraestructura comunitaria; Uso del territorio para actividades productivas; y Vocación del suelo
- El Medio inerte recibirá impactos Adversos Compatibles, Moderados y un impacto Severo. No se estimaron impactos Críticos
- El Medio biótico recibirá impactos Adversos Compatibles, Moderados y solo un impacto Severo. No se estimaron impactos Críticos
- El Medio perceptual recibirá impactos Moderados y Compatibles. No habrá Severos ni Críticos
- El Medio Socioeconómico recibirá impactos Benéficos en la misma escala de los Compatibles, Moderados y Severos; además de impactos Adversos Moderados respecto a la generación de residuos

En conclusión, los impactos identificados y anticipados para las tres etapas del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena serán de naturaleza compatible, moderada, y únicamente 2 severos, sin prever impactos adversos críticos. Además se presentarán impactos benéficos en la escala de severos, es decir el beneficio del impacto será muy importante.

En la siguiente Figura se observa un resumen de los tipos de impacto que acontecerán durante cada etapa del Proyecto:

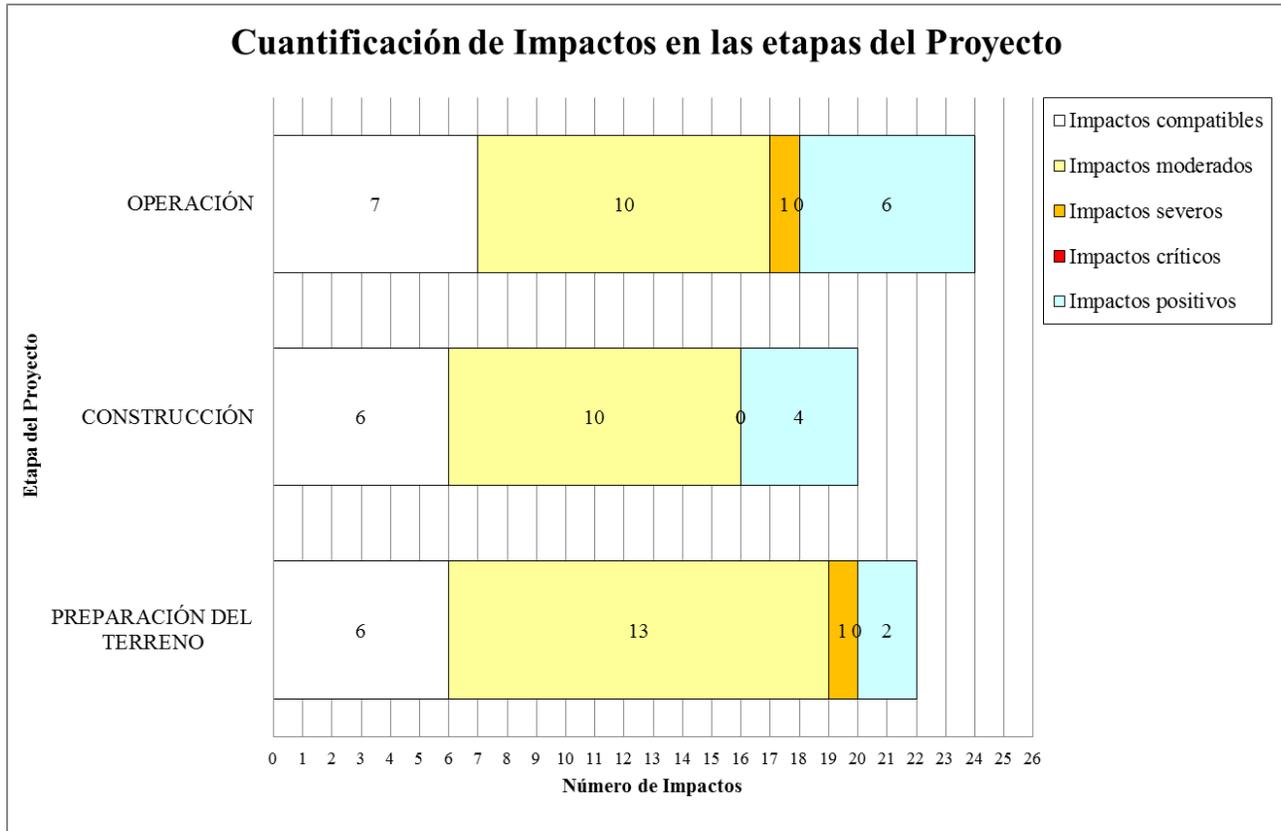


Figura 5.5. Tipos de impacto identificados y anticipados para las tres etapas del Proyecto

V.2 Caracterización de los impactos

De acuerdo las definiciones integradas en el Glosario de esta MIA-P (Sección VIII.3) y con base en el 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 Segunda Ampliación Noche Buena, 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 en cada etapa del Proyecto. Así también, la valoración y jerarquización de los impactos permitió discernir los impactos principales de los secundarios o de menor importancia, considerándose como impactos principales del Proyecto, aquellos cuyo valor de importancia relativa resultó más alto, en virtud de que convergen algunas de las siguientes condiciones: que la evaluación de sus atributos resultó en los mayores valores de importancia (impactos severos y algunos

moderados sobre el límite de la clasificación); que la influencia sobre el Factor alterado se presenta en más de una etapa del desarrollo del Proyecto (preparación, construcción y operación); y que la ponderación del Factor ambiental alterado (UIP), sea alta en el contexto del Sistema Ambiental. En esta sección se interpretan y se describen los impactos identificados como principales a partir de las matrices de importancia y de la matriz de ponderados con su jerarquización.

V.2.1 Descripción de los impactos potenciales significativos o relevantes identificados

En la Tabla 5.10 se presentan los impactos principales identificados, además de su código y componente ambiental. Posteriormente se presenta una descripción de estos impactos identificados como principales.

Tabla 5.10. Impactos adversos principales identificados

| Componente ambiental | Código | Impacto potencial |
|----------------------|--------|--|
| Atmósfera | At-01 | Disminución de la calidad del aire por emisión de material particulado |
| Geomorfología | Ge-01 | Modificación en la Topografía |
| Flora | Fl-01 | Pérdida de la cobertura vegetal |
| Fauna | Fa-01 | Modificación en la distribución espacial y temporal de la fauna |
| Paisaje | Pa-01 | Disminución de la calidad visual |

Impactos Adversos

Atmósfera

At-1 Disminución de la calidad del aire por emisión de material particulado

El desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, supone la generación de material particulado a la atmósfera durante las 3 etapas del proyecto; sin embargo, durante la etapa de operación se prevén impactos de mayor intensidad ocasionados por el constante movimiento de tierras, tepetate y mineral, además de la constante deposición de tepetate en las tepetateras y el tránsito de vehículos por los accesos de la unidad.

Geomorfología

Ge-1 Modificación en la Topografía

Dada la naturaleza de las obras incluidas en el proyecto, se esperan impactos de alta intensidad sobre la topografía, principalmente durante la etapa de operación. El desarrollo de la etapa operativa de las tepetateras, patio de baja ley y patios de lixiviación supone la modificación constante de la topografía del sitio.

La construcción-operación de la ampliación de la tepetatera, patios de lixiviación y patios de baja ley consta de la constante deposición de mineral y tepetate, generando obras de mayor altura y



superficie. Debido a las características de intensidad y persistencia del impacto, es que se considera como un impacto principal.

Flora

Fl-1 Pérdida de la cobertura vegetal

Se espera que los impactos sobre el componente Flora se presenten principalmente durante la etapa de preparación del sitio, en donde se identifica un impacto puntual y de alta intensidad sobre la cobertura vegetal, ya que se pretende realizar un desmonte de la vegetación en la superficie a cambio de uso de suelo, lo que supondrá la destrucción total del componente en dicha superficie. Aun cuando el impacto sobre este factor se considera muy puntual, su alto grado de intensidad lo convierte en un impacto principal.

Fauna

Fa-1 Modificación en la distribución espacial y temporal de la fauna

El Proyecto está ubicado dentro y en las inmediaciones de la Unidad Minera Noche Buena, por lo que el componente Fauna ha sido constantemente impactado por el desarrollo de las actividades relacionadas a la operación de la mina. En este sentido, el desarrollo de las diferentes etapas del Proyecto generará de forma indirecta el ahuyentamiento de individuos de fauna que se encuentren cercanos a la Unidad.

Aun cuando actualmente existen diferentes aspectos que generan el ahuyentamiento de la fauna como lo es la presencia humana o el ruido generado por la maquinaria y equipo en la unidad, además de que se tiene previsto que la intensidad de este impacto vaya decreciendo con el paso del tiempo, pues como ya se mencionó, muchas de las especies generarán tolerancia a estos disturbios, este impacto se considera como principal por su continuidad durante todo el desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

Paisaje

Pa-1 Disminución de la calidad visual

Como consecuencia indirecta de la inserción de nuevos elementos en el medio, y del constante crecimiento de obras como las tepetateras, patios de baja ley y patios de maniobras, se prevé una degradación continua de la calidad visual. Las características de las obras antes mencionadas, como altura y superficie son la razón por la cual este impacto se considera como principal; sin embargo, es importante mencionar que la condición visual que guarda actualmente el sitio, degradado de sobremanera por la presencia de la infraestructura existente en la unidad minera, disminuye la importancia de este impacto.

Impactos benéficos



Además de los impactos adversos descritos anteriormente, el desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena causará impactos positivos de importancia Compatible a Moderada para el Medio social y económico. En la Tabla 5.11 se describen los impactos positivos.

Tabla 5.11. Impactos benéficos identificados

| Componente ambiental | Código | Impacto potencial |
|-----------------------------|---------------|--|
| Infraestructura | Inf-01 | Generación de infraestructura para el servicio de la unidad minera |
| Infraestructura | Inf-02 | Generación de infraestructura para el servicio de la comunidad |
| Cultural | Cul-01 | Capacitación, educación y programas para trabajadores y comunidad |
| Medio Económico | Ec-01 | Incremento en el desarrollo económico |
| Medio Económico | Ec-02 | Uso del territorio para actividades productivas |
| Medio Económico | Ec-03 | Modificación de la vocación del suelo |

V.2.2 Impactos identificados por etapa del proyecto

Considerando que los impactos ambientales identificados en la sección anterior serán potencialmente causados en diferentes momentos del desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, se elaboró la Tabla 5.12 en donde se muestran los impactos principales y secundarios identificados para cada componente ambiental, por etapa del proyecto. Para el caso de los impactos principales, se emplea en la el término Benéfico su código de impacto.

Tabla 5.12. Impactos potenciales relevantes en cada componente ambiental por etapa del proyecto




| COMPONENTE | FACTORES IMPACTADOS | Etapa | | |
|------------------------|---|---|---|---|
| | | P r e p a r a c i ó n | C o n s t r u c i ó n | O p e r a c i ó n |
| ATMÓSFERA | CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10) | At-01 | At-01 | At-01 |
| | CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NO _x , SO _x , CO _x) | Moderado | Moderado | Moderado |
| | NIVELES SONOROS | Compatible | Moderado | Moderado |
| | NIVELES LUMÍNICOS | ND | ND | Compatible |
| | MICROCLIMA | Moderado | Compatible | Compatible |
| GEOMORFOLOGÍA | TOPOGRAFÍA | Compatible | Moderado | Ge-01 |
| HIDROLOGÍA SUPERFICIAL | CAUCES (Cambio en el drenaje natural) | ND | Compatible | ND |
| | CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL | Compatible | Compatible | Compatible |
| | ESCURRIMIENTO | Compatible | Moderado | Moderado |
| | INFILTRACIÓN | Moderado | Moderado | Moderado |
| SUELO | ESTRUCTURA DEL SUELO | Moderado | Moderado | Moderado |
| | POTENCIAL DE EROSIÓN | Moderado | Compatible | Moderado |
| | COBERTURA | Moderado | ND | ND |
| FLORA | DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL | Moderado | ND | ND |
| | COBERTURA VEGETAL | Fl-01 | ND | ND |
| | CALIDAD Y ESTADO FITOSANITARIO | Compatible | Compatible | Compatible |
| | ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL | Moderado | ND | Compatible |
| FAUNA | DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL | Fa-01 | Fa-01 | Fa-01 |
| | HÁBITAT | Moderado | ND | ND |
| | ESPECIES PROTEGIDAS | Compatible | Compatible | Compatible |
| PAISAJE | CALIDAD VISUAL | Moderado | Compatible | Pa-01 |
| | CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA | Moderado | Moderado | Moderado |
| INFRAESTRUCTURA | SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA PARA MINA | ND | Benéfico | Benéfico |
| | SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA COMUNITARIA | ND | Benéfico | Benéfico |
| CULTURAL | CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS | Benéfico | Benéfico | Benéfico |
| | GENERACIÓN DE RESIDUOS | ND | Moderado | Compatible |
| MEDIO ECONÓMICO | DESARROLLO ECONÓMICO | Benéfico | Benéfico | Benéfico |
| | USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS | ND | ND | Benéfico |
| | VOCACIÓN DEL SUELO | ND | ND | Benéfico |

V.2.3 Impactos Acumulativos

El desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena 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.



El Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, para fines descriptivos de impactos acumulativos, descarta como relevantes a las afectaciones que pueden llegar a ser acumulativas pero cuyos efectos presentan características de persistencia fugaz o temporal, reversibles a corto plazo, y recuperables a corto o mediano plazo. Para efectos de relevancia en la acumulación de impactos, se consideran como relevantes a aquellos impactos identificados como de importancia Severa y que presentan efectos permanentes, irreversibles, que implican necesidad de medidas de mitigación o que puedan llegar a ser irrecuperables.

Los impactos relevantes y acumulativos del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena:

- **Modificaciones geomorfológicas**

La operación de las tepetateras, patios de lixiviación y patios de baja ley conlleva impactos topográficos que pueden llegar a ser considerados como permanentes y acumulables a otras modificaciones dentro del sistema ambiental del Proyecto. En este sentido, este impacto se considera inherente al desarrollo del presente proyecto; sin embargo, se pretende reducir este impacto una vez haya concluido la vida útil de la mina mediante el cierre de la unidad.

- **Perdida de suelo (cobertura y erosión)**

El Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, acumulará sus impactos sobre el factor suelo, especialmente cobertura y potencial de erosión a otras actividades que afectan al entorno local y regional, destacando el despalme realizado anteriormente sobre todas las obras que componen la unidad minera, además del constante incremento del potencial de erosión y la modificación de la estructura del suelo por el tránsito de vehículos ligeros y pesados por los accesos.

- **Afectaciones a la vegetación (cobertura vegetal y calidad)**

A lo largo de los años, el crecimiento de la Unidad Minera Noche Buena ha generado la pérdida de la cobertura vegetal en el área del proyecto, por lo que el retiro de la cubierta en la superficie a cambio de uso de suelo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, supone la acumulación de la pérdida de la cobertura vegetal ocasionada por la necesidad del desmonte en el área del Proyecto.

- **Degradación del hábitat de fauna silvestre**

Si bien el efecto de degradación del hábitat de fauna silvestre, anticipado para el Proyecto tiende a ser puntual y localizado, con efectos adversos durante la etapa de preparación del sitio sobre este componente, es posible que exista una acumulación de los efectos y se incremente el grado de degradación al conjugar otras actividades en la zona y región, principalmente la operación de la Unidad Minera Noche Buena.

- **Detrimiento de la calidad visual del paisaje**



Debido a las características topográficas del sitio, en donde se presentan varias planicies, la modificación sobre la topografía y la integración de nuevos elementos visuales (patios de lixiviación, tepetateras, casetas de vigilancia, accesos, etc) generarán impactos intensos y extensos (ya que son perceptibles a largas distancias) sobre el Factor Continuidad paisajística y calidad visual. Estos impactos se acumularán a los generados actualmente por la existencia de obras de la misma naturaleza como lo son las tepetateras y patios de lixiviación existentes.

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 empresa Minera Penmont S. de R.L. de C.V. durante el desarrollo de las actividades del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, 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. Es importante mencionar que al ser este Proyecto una “ampliación” de la Unidad Minera Noche Buena, y estar constituido por obras de la misma naturaleza a las ya existentes en la unidad, se aplicarán las mismas medidas que han sido exitosas a lo largo de la operación de la mina.

Así pues, se hace necesario definir las medidas que se agruparan 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 o 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 empresa Minera Penmont S. de R.L. de C.V. adoptará para la ejecución de las actividades del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

Medidas generales

VI.1 Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos relevantes identificados

Con base en los 5 impactos ambientales relevantes o significativos que ocasionará el proyecto Segunda Ampliación Noche Buena identificados con la metodología de evaluación empleada 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 la Tabla 6.1 y sin contravención a las medidas que la propia SEMARNAT dictamine como condicionantes para la autorización del proyecto.

Tabla 6.1. Medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales relevantes identificados

| Componentes ambientales | Impacto | Tipo de medida | Etapas en la que se aplicará | Descripción de la medida |
|-------------------------|--|----------------|---------------------------------------|---|
| Atmósfera | At-01 Disminución de la calidad del aire por emisión de material particulado | Mitigación | Preparación, Construcción y Operación | <u>Humedecimiento de caminos</u> : A fin de minimizar la generación y dispersión de polvo, producto de las actividades constructivas (movimiento de tierras, tránsito de vehículos, entre otros) se humedecerá periódicamente la tierra, y se evaluará la frecuencia de riego en función de los requerimientos. |
| | | Mitigación | Preparación, Construcción y Operación | <u>Control de velocidad</u> : Para el tránsito de vehículos (camiones, equipo pesado y vehículos de servicio se implementaron métodos de control de velocidad (señalización, instrucciones y reductores de velocidad), campañas educativas para las personas vinculadas al proyecto minero. |
| | | Mitigación | Construcción y Operación | <u>Humedecimiento de excavaciones y acumulaciones</u> : Las excavaciones y acumulaciones de material deberán permanecer con una humedad adecuada a fin de evitar la suspensión de polvo. En las áreas donde se realicen excavaciones o movimientos de material se mantendrá constantemente húmedo para minimizar la emisión y dispersión de polvos. |
| | | Mitigación | Preparación, Construcción y Operación | <u>Revegetación de áreas</u> : Revegetación de áreas adyacentes a las vías de transporte, ya que la vegetación evita la dispersión de polvo. |
| | | Mitigación | Operación | <u>Reducción de acarreo por diseño</u> : El diseño de las rutas de acarreo de material deberá contemplar las mínimas distancias factibles, con el propósito de reducir la generación de emisiones y consumo de combustible. |
| Geomorfología | Ge-01 Modificación en la topografía | Control | Preparación | Uso de caminos existentes: Este impacto es residual, sin embargo en las etapas iniciales se puede prevenir un mayor impacto a la topografía con una buena planificación del uso de caminos existentes evitando el tránsito por nuevas sendas. |
| Flora | FI-01 Pérdida de la cobertura vegetal | Compensación | Preparación | <u>Rescate y reubicación</u> : Antes de iniciar con las actividades de desmonte, se requiere que dentro de las superficies destinadas a cada obra, se realicen acciones de localización y reubicación de plántulas de las especies identificadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las que se consideren de lento crecimiento y aptas. |
| | | Compensación | Preparación | <u>Capacitación manejo de flora</u> : Se deberá capacitar al personal en cuanto al manejo de las especies arbóreas al momento de la extracción y reubicación, teniendo los cuidados necesarios para la supervivencia de las plantas. |
| | | Compensación | Preparación | <u>Horarios de reubicación</u> : La reubicación de las especies de flora deberá realizarse en las primeras horas de la mañana y en sitios que cuenten con las mismas condiciones de hábitat que tenía el lugar donde se realizó la extracción de los individuos. |

| Componentes ambientales | Impacto | Tipo de medida | Etapas en la que se aplicará | Descripción de la medida |
|-------------------------|---|----------------|------------------------------|---|
| Fauna | Fa-01 Modificación en la distribución espacial y temporal de la fauna | Compensación | Preparación | <u>Ahuyentamiento, rescate y reubicación:</u> Realizar el ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies amenazadas y de baja movilidad, antes de las actividades de preparación del proyecto. |
| | | Mitigación | Preparación | <u>Desmontes graduales:</u> En la preparación del sitio y construcción se deberán realizar desmontes graduales, controlados y unidireccionales que permitan a la fauna desplazarse hacia áreas aledañas. Seguido del desmonte se darán los despalmes del terreno que es la remoción de las capas de suelo, entre las cuales la más superficial generalmente cuenta con un mayor contenido de materiales orgánicos y semillas de plantas nativas y por ende con una gran actividad microbiológica. |
| | | Compensación | Preparación | <u>Rescate adecuado:</u> En caso de ser requerido el rescate o reubicación de fauna silvestre, el manejo de los individuos (captura y manipulación) deberá ser realizado por personal capacitado en el manejo de vida silvestre |
| | | Compensación | Preparación | <u>Resguardo adecuado:</u> Los individuos de fauna capturados para su reubicación, deberán de mantenerse en sitios adecuados, sombreados y con agua un lapso de tiempo no mayor a 24 horas para su reubicación |
| | | Compensación | Preparación | <u>Horarios de reubicación:</u> La reubicación de las especies de fauna silvestre deberán de efectuarse en horarios adecuados (principalmente en las primeras horas de la mañana o por la tarde) y deberán realizarse en zonas que cuenten con las condiciones óptimas o similares al sitio donde se realizó la captura de cada individuo. |
| Paisaje | Pa-01 Disminución de la calidad visual | | | <u>Relieves naturales:</u> Durante la etapa de preparación hasta la etapa de cierre de la Unidad Minera, se deberán realizar todas las actividades tratando de conformar un relieve más natural al terreno. |
| | | | | <u>Armonización del ambiente:</u> Se debe buscar siempre armonizar de manera visual el área del proyecto con el medio circundante, de tal manera que el observador ajeno al proyecto minero no tenga un impacto visual negativo o por el contrario el impacto visual sea mínimo. |

VI.2 Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos NO significativos identificados, por componente ambiental

Para la mayoría de los impactos secundarios, se aplicarán las siguientes medidas, acomodadas por componente ambiental, con las cuales se pretende atenuar más sus efectos. Éstas medidas podrán ser integradas dentro de los reglamentos, procedimientos y/o programas que la Unidad Minera Noche Buena elabore para la ejecución adecuada, eficiente y segura de las actividades del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, en cualquiera de sus etapas.

VI.2.1 Atmósfera

- Revisión de emisiones: Se llevara una revisión periódica de equipos y maquinaria a fin de que estos, se encuentren con niveles máximos de emisión certificados por el fabricante y en cumplimiento con las normatividad correspondiente a emisiones de contaminantes atmosféricos.
- Prohibición de quema: Queda prohibida la quema o combustión a cielo abierto de cualquier tipo de residuo, con el objetivo de evitar emisiones a la atmósfera e incendios forestales.
- Monitoreo de PST: Se deberá contar con un programa de monitoreo de concentración de partículas suspendidas en el aire, el cual se deberá aplicar con una frecuencia semestral o en su defecto anual.
- Horario de actividades: Se programaran las actividades mineras que provoquen niveles altos de ruido en horarios que no perturben el descanso de las personas en el campamento y sitios adyacentes.
- Monitoreo de ruido: Se monitoreara sistemáticamente los niveles de ruido dentro del campamento, para determinar los sitios críticos y con ello diseñar los sistemas de insonorización de acuerdo a la dinámica del medio.
- Mantenimiento preventivo: Se realizará mantenimiento preventivo a las maquinarias y equipos que son generadores de ruido.
- Uso de EPP: Todo el personal que se encuentre en las áreas de trabajo deberá contar con el equipo de protección personal (EPP) adecuado, de acuerdo con las normas aplicables en la materia.

VI.2.2 Suelos

- Evitar excavaciones y remociones de suelo: En las etapas iniciales del proyecto se deberá evitar las excavaciones y remociones de suelo innecesarias, ya que las mismas ocasionan daños al hábitat, y por ende a la flora y fauna silvestre, incrementando los procesos erosivos, inestabilidad y escurrimiento del suelo.

- Rescate de suelo orgánico: Se deberá recuperar el suelo orgánico removido de las actividades de preparación del sitio para futuras acciones de reforestación. Antes de iniciar las obras es necesario destinar un área como depósito de suelo orgánico, cabe mencionar que dentro de la Unidad Minera, existen actualmente depósitos de suelo orgánico que pueden servir provisionalmente para el almacenaje del suelo removido de las obras, sin embargo se contempla que el suelo extraído de las obras, eventualmente sea almacenado en el banco de material y topsoil presa 7, una vez que se extraiga el material. Se debe tener en consideración que el almacenamiento de suelos debe ser en pilas ajustadas al espacio disponible, se debe tener en cuenta además, que la acumulación excesiva de suelo en un mismo lugar puede repercutir en la calidad del suelo mismo, ya que con alturas excesivas, en el suelo más interior se inhibe la capacidad de intercambio gaseoso, afectando la microfauna la cual brinda enriquecimiento orgánico a la estructura del suelo.
- Revegetación en cierre: En la etapa de cierre de la Unidad Minera, se deberá desarrollar un plan de revegetación y el restablecimiento de suelo orgánico acumulado durante el desarrollo del proyecto en áreas evaluadas y viables para reforestación.
- Revisión general: Se deberán realizar monitoreos periódicos, con el objeto de identificar la presencia de fenómenos erosivos en caminos, terraplenes, escurrimientos superficiales debido a la transformación de la topografía.
- Desarrollo de obras en áreas autorizadas: Las obras del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena se desarrollaran únicamente en las áreas autorizadas, de igual manera las zonas por donde se desplacen las máquinas y vehículos deberán restringirse a los caminos y sitios predeterminados para el proyecto. Para prevenir el aumento de la erosionabilidad de los suelos se condicionaran las labores de construcción durante el temporal de lluvia para evitar el movimiento y pérdida del sustrato.
- Control de residuos vegetales: Se llevará un control de residuos vegetales generados en la extracción mediante la pica y dispersión, colocándolos en forma perpendicular a la pendiente para facilitar su integración al suelo y contribuir a su retención. Se evitará exponer el suelo en terrenos con una pendiente pronunciada.
- Plan de respuesta a derrames: Se continuará con el plan de respuesta inmediata para limpieza de derrames accidentales de hidrocarburos.
- Revisión de depósitos: Se deberá monitorear que el apilamiento de suelo en los depósitos sea estable para evitar su erosión eólica e hídrica.
- Supervisión en áreas con erosión potencial: En las áreas donde exista el riesgo de que la superficie del terreno se desestabilice a consecuencia de los procesos erosivos del suelo (flujo de corrientes superficiales), sobrecarga, o cualquier otro problema geotécnico o ambiental, la supervisión ambiental tomara las medidas de protección necesarias.

- Recarga de combustible en sitio apto: La recarga de combustible deberá realizarse evitando derrames y en un lugar especialmente destinado para esta finalidad.
- Almacenamiento adecuado de residuos: Los residuos serán almacenados en lugares cubiertos con suelo impermeabilizado y con señalización indicando su contenido y medidas de seguridad.

VI.2.3 Flora

- Señalética: Se colocaran señaléticas donde se especifique la importancia de los bosques y de su conservación.
- Prohibición para talas: Queda prohibido el corte de árboles para obtener material adicional de construcción.
- Prohibición de especies exóticas: Se evitara la introducción de especies exóticas con la finalidad de evitar potenciales plagas hacia la vegetación nativa, en caso contrario se deberán tomar las medias correspondientes y con la asesoría de la autoridad correspondiente.

VI.2.4 Fauna

- Señalética: Colocar señaléticas especificando el cuidado y respeto a la fauna silvestre y donde se prohíba estrictamente la caza, captura extracción y/o cualquier perjuicio hacia fauna silvestre dentro del área del proyecto y zonas aledañas.
- Desarrollo de obras en áreas autorizadas: Las áreas por las que se desplace la maquinaria deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto.
- Educación ambiental: Realizar acciones de educación ambiental mediante folletos, carteles y charlas, a manera de crear conciencia de la necesidad de conocer, valorar y conservar la fauna silvestre.
- Control de fauna: Controlar el ingreso de fauna introducida al área de influencia del proyecto, como perros y gatos que pudieran depredar especies nativas, de igual manera restringir el acceso de que pueda competir o desplazar a la fauna silvestre.
- Evitar afectación del hábitat: Minimizar la alteración de relictos de vegetación durante la construcción del proyecto, que puedan conformar hábitats para la fauna.
- Capacitación manejo de fauna: Se capacitará al personal del proyecto con respecto a la forma de actuar ante la presencia de fauna silvestre (venenosa, potencialmente agresiva etc.)
- Prohibición de ruido: El personal que labore en el sitio en cualquiera de las tres etapas, debe limitarse a recorrer los espacios por donde se desarrollen sus actividades. No se debe permitir al personal que produzca ruidos muy fuertes, con equipos de música y otros aparatos de audio

- Prohibición de cacería: No se permitirá la caza de animales silvestres. Se establecerán sanciones en caso de incumplimiento
- Bitácora de atropellamientos: Se deberán hacer recorridos de supervisión continuos por los caminos internos, y llevar una bitácora para el monitoreo de atropellamientos de fauna. Si estos se presentan de manera recurrente, se deberán implementar medidas adicionales para el cruce seguro de la fauna aumentando señalización junto a reductores de velocidad

Paisaje

- Restauración gradual: Favorecer la integración de la vegetación, depositando suelo orgánico y material vegetal en la superficie de las áreas cuya funcionalidad hayan llegado a su fin o en áreas potenciales para su restauración
- Cierre progresivo de mina: Se tendrán que llevar a cabo actividades de restauración durante el proceso de operación del proyecto, el cual deberá realizarse en la medida de lo posible de manera paralela a las actividades mineras, con el fin de reducir los tiempo para la regeneración, adaptación y recuperación de las condiciones ambientales de estas áreas.

VI.3 Evaluación de impactos con medidas

Una vez identificadas las medidas que se desarrollarán como parte del Proyecto, cuya finalidad consiste en prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados y evaluados en el Capítulo V, se procedió a evaluar la eficiencia de las medidas y por ende, determinar el impacto que se prevé que genere el desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena con la ejecución de las medidas.

En la Tabla 6.2 se muestran los resultados de la matriz de impactos descrita en el Capítulo V (Sin Med) y los resultados de la matriz de impactos con medidas (Con Med), en donde se observa la reducción de la importancia del impacto sobre los diferentes factores y componentes. En los Anexos 6.1, 6.2 y 6.3 se presentan las matrices completas de los impactos en donde se contemplan las medidas propuestas en el presente capítulo.

Tabla 6.2. Medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales relevantes identificados

| Componente | Factor | Preparación | | Construcción | | Operación | |
|------------|--|-------------|---------|--------------|---------|-----------|---------|
| | | Sin Med | Con Med | Sin Med | Con Med | Sin Med | Con Med |
| Atmósfera | Calidad del aire - Material particulado (PST, PM-10) | 33 | 27 | 33 | 27 | 33 | 27 |
| | Calidad del aire - Emisiones (nox, sox, COX) | 27 | 24 | 27 | 24 | 27 | 24 |
| | Niveles sonoros | 24 | 21 | 28 | 25 | 28 | 28 |
| | Niveles lumínicos | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 23 |

| Componente | Factor | Preparación | | Construcción | | Operación | |
|-----------------|---|-------------|---------|--------------|---------|-----------|---------|
| | | Sin Med | Con Med | Sin Med | Con Med | Sin Med | Con Med |
| | Microclima | 27 | 27 | 22 | 22 | 19 | 19 |
| Geomorfología | Topografía | 20 | 20 | 29 | 29 | 52 | 52 |
| Hidrología | Cauces (Cambio en el drenaje natural) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Calidad del agua superficial | 21 | 17.5 | 22 | 18.5 | 24 | 19 |
| | Escurrimiento | 25 | 25 | 27 | 24 | 29 | 26 |
| | Infiltración | 28 | 28 | 30 | 25 | 29 | 26 |
| Suelo | Estructura del suelo | 27 | 24 | 28 | 23 | 28 | 21 |
| | Potencial de erosión | 31 | 22 | 25 | 21.5 | 27 | 21.5 |
| | Cobertura | 46 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Flora | Distribución espacial y temporal | 36 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Cobertura vegetal | 51 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Calidad y estado fitosanitario | 18 | 15.5 | 21 | 17 | 24 | 19.5 |
| | Especies protegidas y/o de interés especial | 36 | 33 | 0 | 0 | 24 | 21.5 |
| Fauna | Distribución espacial y temporal | 29 | 24 | 26 | 24.5 | 26 | 23 |
| | Hábitat | 38 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Especies protegidas | 21 | 19.5 | 22 | 20.5 | 22 | 20.5 |
| Paisaje | Calidad visual | 38 | 36 | 25 | 24 | 33 | 28 |
| | Continuidad paisajística | 31 | 29 | 27 | 26 | 39 | 26 |
| Infraestructura | Servicios e infraestructura para mina | 0 | 0 | 39 | 39 | 48 | 48 |
| | Servicios e infraestructura comunitaria | 0 | 0 | 27 | 27 | 29 | 29 |
| Cultural | Capacitación, educación y programas | 31 | 31 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| | Generación de residuos | 0 | 0 | 27 | 25 | 25 | 23 |
| Medio económico | Desarrollo económico | 24 | 24 | 37 | 37 | 50 | 50 |
| | Uso del territorio para actividades productivas | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 29 |
| | Vocación del suelo | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 29 |

■ Crítico
 ■ Severo
 ■ Moderado
 Compatible
 ■ Benéfico

VI.4 Impactos residuales

De acuerdo a la identificación y evaluación de los impactos que generará el Proyecto sobre los diferentes componentes ambientales, se determinó que el desarrollo de las diferentes etapas del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena generará una serie de impactos residuales, sin embargo, ninguno de estos se considera como significativos. A continuación se mencionan los impactos residuales poco significativos que pudiera provocar el Proyecto.

Atmósfera

Durante la etapa de operación se emitirá una mayor cantidad de polvos fugitivos a la atmósfera producto del movimiento de material, particularmente en las actividades de explotación del tajo y depósito de tepetate en las tepetateras. Así mismo, la operación de la maquinaria en esta etapa y el continuo tránsito de vehículos del personal aumentarán los niveles de emisiones de gases de combustión (óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y óxidos de carbono (COx).

Estos factores podrán producir un cambio parcialmente localizado en la calidad del aire, mismo que quedará notablemente disminuido aplicando las medidas preventivas y de mitigación para este impacto no significativo.

El ruido generado por la maquinaria y por el personal durante las tres etapas del Proyecto, también serán atenuados con las medidas aplicadas. Además, el ruido se desvanecerá conforme mayor sea la distancia con respecto del punto de emisión, debido principalmente a la presencia de barreras acústicas, como lo son los propios componentes del proyecto (infraestructura construida). Los niveles de ruido máximos estimados no serán mayores de 90 dB(A) (a una distancia de 10 metros del equipo). Si se llegara a exceder ese nivel, será por alguna eventualidad atípica, y será de forma momentánea.

Además, los incrementos en el nivel de iluminación artificial durante la noche, por razones de seguridad, serán impactos residuales que estarán presentes aun después de la aplicación de las medidas de prevención. Sin embargo, se prevé una afectación significativamente menor al medio ambiente por estos factores, en relación a los impactos directos sin aplicación de dichas medidas. Las emisiones continuarán mientras dure la operación y volverán a un estado natural al finalizar la ejecución de actividades de restitución, cierre y abandono de obras.

Geomorfología

La continua construcción y operación (crecimiento) de obras como el Tajo Año Nuevo, las tepetateras, patios de lixiviación y depósito de mineral de baja ley supone un impacto residual sobre la topografía del sitio, ya que no se contemplan medidas que puedan generar una mitigación a los efectos adversos que se prevén. Sin embargo, la presencia de más obras de estas características en el sitio (tajo, tepetateras y patios de lixiviación existentes), le restan importancia a los efectos de este impacto.

Hidrología

Se prevé una posible alteración de los patrones de flujo naturales por la modificación localizada de las curvas de nivel, y especialmente por la construcción de canales de derivación.

También se prevé un puntual cambio en la superficie de infiltración, por la compactación del terreno de obras como los patios de lixiviación, tepetateras, depósito de baja ley y obras complementarias.

Flora y Fauna

La pérdida de la cobertura vegetal y el desplante de infraestructura en el área de ocupación del proyecto, representa la eliminación de hábitat local y la degradación de hábitat de la zona por efectos indirectos. El impacto residual se considera poco significativo ya que se realizarán actividades de ahuyentamiento y rescate de flora y fauna, que propiciará que al finalizar las actividades de la etapa de cierre y abandono, especies de fauna local poco tolerantes a la presencia humana vayan repoblando el sitio de forma paulatina.

Los efectos ambientales residuales sobre la distribución espacial y temporal de fauna se consideran poco significativos tomando en cuenta las características actuales del sitio, en donde ya se presentan grados de disturbio por la cercanía al resto de las obras de la Unidad Minera Noche Buena. Por otra parte, se prevé que los individuos presentes en las inmediaciones del Proyecto adquieran tolerancia al disturbio presente por el desarrollo de las actividades. Dicho esto, los impactos residuales generados sobre este componente son poco significativos ya que no existen situaciones con alta probabilidad de efectos permanentes, además de que las medidas propuestas supondrán una disminución de los efectos residuales de este impacto.

Paisaje

El principal impacto residual de la ejecución del proyecto sobre este componente, corresponde a la modificación de la topografía por la construcción y operación de las tepetateras, patios de lixiviación y almacén de baja ley, generando modificaciones de carácter permanentes e irreversibles. En este sentido, la presencia de estas obras, añadidas al resto de infraestructura necesaria supone la introducción de elementos artificiales en el medio, rompiendo así la continuidad paisajística. Sin embargo, la presencia del resto de las obras que componen la Unidad Minera Noche Buena generan que la modificación que supondría la construcción y operación de estas obras se vea atenuada significativamente.

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), los impactos positivos y adversos del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, así como los impactos residuales del proyecto.

VII.1 Pronóstico del escenario

La metodología que se ha empleado para pronosticar los posibles escenarios ambientales, conjuga información cualitativa, cuantitativa, descriptiva y geográfica de los siguientes aspectos:

- Del Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I), presentado en el Capítulo IV de este documento, el cual ilustra el escenario actual; siendo analizado particularmente dentro de los límites del Área de Influencia (AI), por ser dentro de esta área donde se resentirán y se amortiguarán los efectos adversos ocasionados por el Proyecto.
- De la problemática ambiental y los procesos de degradación identificados en la Sección IV.2.5 para el AI, los cuales evolucionan hacia el escenario sin proyecto (E0)
- De la evaluación de los impactos positivos y adversos que podría ocasionar el Proyecto, los cuales fueron identificados y evaluados en las matrices de importancia de impactos (Capítulo V y Anexos 5.1,5.2 y 5.3 de esta MIA-P, a partir de lo cual se generó el escenario de impactos (escenario con Proyecto y sin medidas = E1)
- La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el Capítulo VI, así como los impactos residuales del Proyecto, que dan lugar al escenario de medidas o E2 (escenario con Proyecto y con medidas)

La referencia que se toma para la asignación de los valores porcentuales de disminución en la calidad de los componentes ambientales en los escenarios E1 y E2, viene de la identificación de los impactos principales, así como desde las matrices de importancia de impactos; para ello se consideraron los valores de importancia absoluta determinados por componente ambiental, con especial atención en su residualidad; así mismo, se han determinado hasta tres áreas de afectación dependiendo de la extensión de los impactos con la que fueron evaluados en las matrices de impactos, suponiendo una disminución del efecto adverso conforme se aleja del sitio de origen; siendo así el área de afectación más intensa la Huella del Proyecto.

La metodología para plasmar gráficamente los valores porcentuales de disminución en la calidad de los componentes ambientales en la cartografía, consiste nuevamente en la aplicación de álgebra de mapas, utilizando las herramientas de la plataforma donde se construyó el Sistema de Información Geográfica (Capítulo VIII); para ello, a los valores del modelo del Diagnóstico Ambiental Integrado se les resta el valor total de disminución porcentual para cada área de afectación, repitiendo el procedimiento para cada escenario.

VII.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto (E0)

El escenario sin proyecto (E0), mantendría como base una condición similar a la situación actual del Sistema Ambiental, con las alteraciones e impactos previamente identificados y definidos como parte del Diagnóstico Ambiental Integrado, y de la descripción de la Problemática Ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto. Aun dicho esto, no se prevé que el escenario sin proyecto suponga una degradación de la calidad ambiental del sitio, ya que no se tiene previsto la realización de actividades diferentes a las que se desarrollan en la Unidad Minera Noche Buena.

Se estima que en el periodo considerado de 4 años, no se presentarán degradaciones importantes en el AI, ya que persistirán los efectos adversos que ha generado el desarrollo de los procesos actuales de la Unidad Minera Noche Buena. Como se ha mencionado a lo largo de la presente MIA, el Proyecto consiste en una ampliación de la unidad minera, de forma que la mayor parte de los efectos que se generan como consecuencia del desarrollo de actividades mineras ya se presentaron. Dicho esto, no se prevé que con el paso del tiempo se puedan generar impactos diferentes a los presentes actualmente.

En la Tabla 7.1 se muestran en verde los valores de calidad modificados para escenario E0 del Medio Físico en el SA (Figura 7.2.), mientras que en azul se muestran los valores de calidad modificados para escenario E0 del Medio Socioeconómico; ambos escenarios sin proyecto. En el Anexo 7.1 se puede apreciar a detalle el Escenario E0 (sin proyecto).

Tabla 7.1. Pronóstico de la calidad ambiental en el Sistema Ambiental considerando que no se ejecute el Proyecto (escenario E0)

| Componente | Valor de disminución en la escala de cada componente (%) | Peso Ponderado en el SA del componente | Valor en la escala del DA-I (%) |
|------------|--|--|---------------------------------|
| Atmósfera | 5% | 8 | 0.4% |

| | | | |
|----------------------|------|----|---------------|
| Suelo | 6% | 14 | 0.8% |
| Hidrología | 5% | 19 | 0.9% |
| Vegetación | 3% | 18 | 0.5% |
| Fauna | 4% | 22 | 0.9% |
| Paisaje y geoformas | 6% | 10 | 0.6% |
| Total | | | 4.1% |
| Socioeconomía y Cul. | -15% | 9 | -1.4%* |

* Los valores porcentuales negativos indican que en vez de hacer una disminución de los valores de calidad, se hace una adición de valores, reflejando en los modelos de los escenarios los impactos positivos identificados que generará el Proyecto.

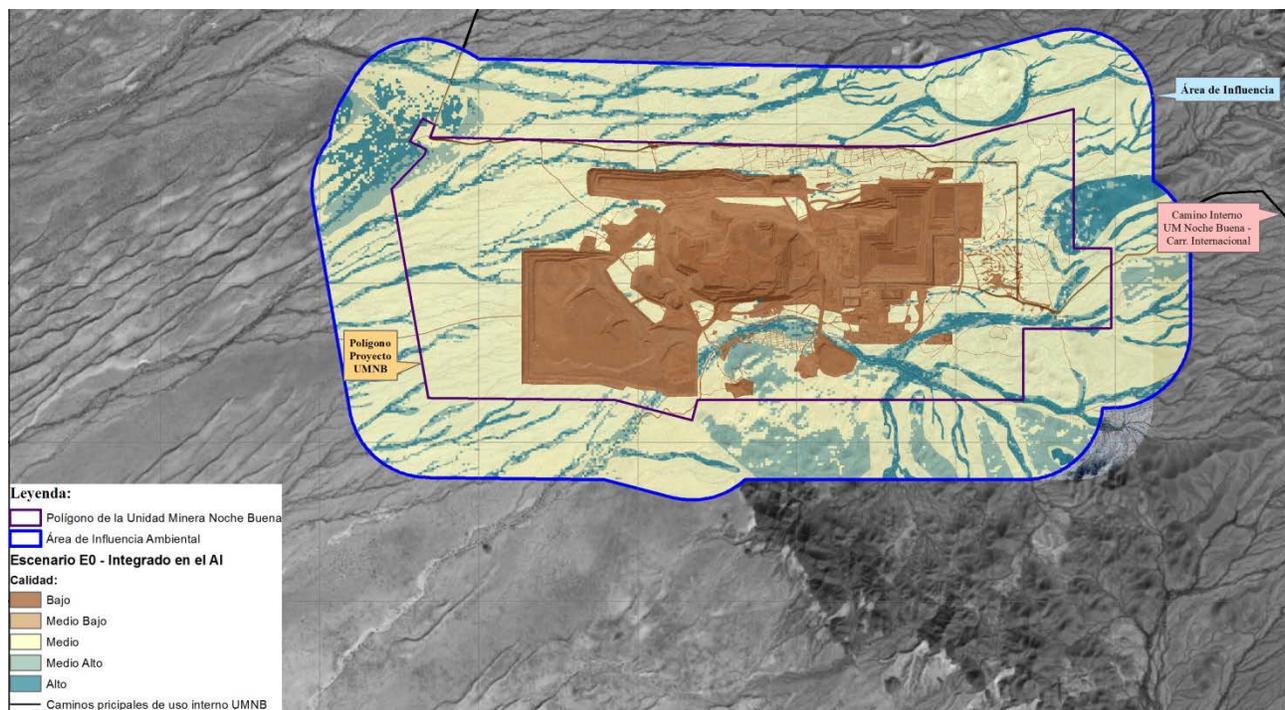


Figura 7.2. Sistema Ambiental (E0 – Medio Físico sin proyecto)

En un balance ordinario, comparando el Diagnóstico Ambiental en el Sistema Ambiental (Figura 4.48) contra el pronóstico del E0 (Figura 7.2), las modificaciones adversas esperadas serían moderadamente bajas de forma generalizada, generando una degradación de calidad Alta a Media Alta en algunas superficies de la zona Sureste del AI. En este sentido puede apreciar que la calidad del AI sería muy similar a la actual.

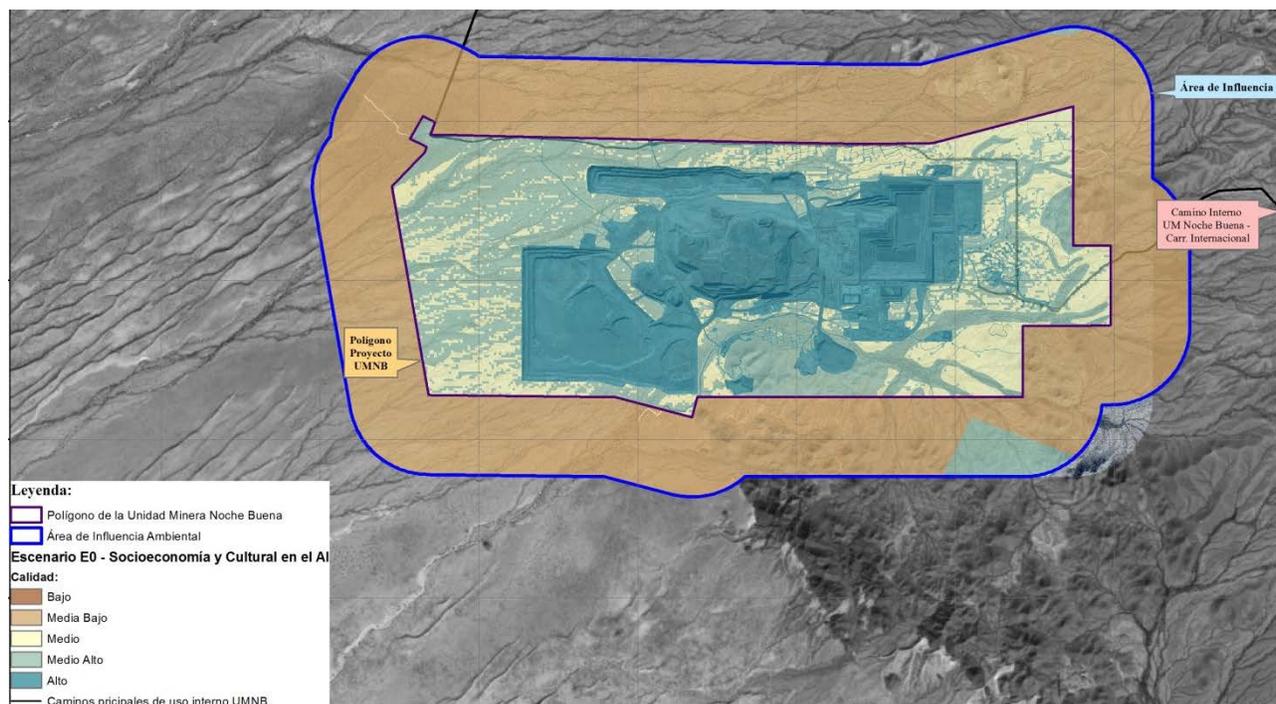


Figura 7.3. Sistema Ambiental (E0 – Medio Socioeconómico sin proyecto)

En cuanto a los aspectos socioeconómicos del sitio, el escenario a 25 años sin proyecto (Figura 7.3) muestra que las ciertas zonas que actualmente presentan calidad Media elevarían su calidad a Media Alta. El resto de superficie en el AI, como lo es la huella de la unidad, o la superficie que se encuentra fuera del polígono de la Unidad, no sufrirían una modificación en la calidad socioeconómica.

VII.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto (E1)

Al analizar las potenciales modificaciones que generaría el Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena si se realizara sin contemplar las medidas de prevención y mitigación propuestas, pero sí todas las actividades descritas para las diferentes etapas del Proyecto, se esperaría una degradación de la calidad ambiental en la Huella del Proyecto, además de una pequeña disminución en las inmediaciones de la huella, ya que como se concluye en el capítulo V de esta MIA-P, el desarrollo del Proyecto no supondría impactos significativos y/o de alta intensidad que pudieran poner en peligro a algún componente ambiental. Esta degradación se suma a la ya descrita para todo el SA del Escenario 0 (sin proyecto).

En la Tabla 7.2 se muestran los valores porcentuales que reflejan la degradación de la calidad ambiental dentro del Área de Influencia, ocasionada por el desarrollo del Proyecto. Cabe destacar que los porcentajes de disminución se presentan a la escala de valores resultantes de los diagnósticos individuales de cada componente ambiental, pero también se presentan a la escala del Diagnóstico Ambiental Integrado, una vez que han sido multiplicados por el peso ponderado del componente respecto a su influencia en el SA. En el Anexo 7.2 se puede apreciar a detalle el Escenario E1 (con proyecto sin medidas).

Tabla 7.2. Disminución porcentual de los valores de calidad del escenario actual a consecuencia del desarrollo del Proyecto (escenario E1)

| Componente | Valor de disminución en la escala de cada componente (%) | | | Peso Ponderado en el SA del componente | Valor en la escala del DA-I (%) | | | |
|----------------------|--|--------------|--------------|--|---------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| | Huella del Proyecto | Buffer 200 m | Buffer 500 m | | Huella del Proyecto | Buffer 200 m | Buffer 500 m | |
| Atmósfera | 12% | 10% | 5% | 8 | 1.0% | 0.8% | 0.4% | |
| Suelo | 60% | 0% | 0% | 14 | 8.4% | 0.0% | 0.0% | |
| Hidrología | 4% | 0% | 0% | 19 | 0.8% | 0.0% | 0.0% | |
| Vegetación | 60% | 0% | 0% | 18 | 10.8% | 0.0% | 0.0% | |
| Fauna | 55% | 40% | 15% | 22 | 12.1% | 8.8% | 3.3% | |
| Paisaje y geoformas | 65% | 35% | 20% | 10 | 6.5% | 3.5% | 2.0% | |
| Total | | | | | | 39.6% | 13.1% | 5.7% |
| Socioeconomía y Cul. | -30%* | 0% | 0% | 9 | -2.7%* | 0.0% | 0.0% | |

* Los valores porcentuales negativos indican que en vez de hacer una disminución de los valores de calidad, se hace una adición de valores, reflejando en los modelos de los escenarios los impactos positivos identificados que generará el Proyecto.

En la Figura 7.4, se muestra el Escenario de Impactos o E1 sobre el Medio Físico, en el cual se aprecia que el desarrollo del Proyecto no supondría un deterioro en la calidad ambiental general del sitio. Específicamente, el desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena supondría un deterioro de la calidad del Paisaje, Hidrología, Fauna y principalmente sobre el Suelo y Flora en la huella del proyecto, generado primeramente por el desmonte de vegetación y consecuentemente por la construcción de las obras.

Además, este escenario prevé una afectación dentro de un radio de 200 (13.1%) y 500m (5.7%) de la huella del Proyecto, en los cuales se estiman impactos únicamente sobre los componentes Fauna, Atmósfera y Paisaje. El impacto sobre la Atmósfera corresponde a la generación de ruido y partículas suspendidas totales que se emitirán a la atmosfera, el impacto sobre la Fauna corresponde a los efectos de ahuyentamiento que generaría la presencia de maquinaria, equipo y personal del Proyecto, mientras que el impacto sobre el Paisaje corresponde a la degradación de la continuidad paisajística.

En otras palabras, el desarrollo del Proyecto sin la ejecución de medidas de conservación, afectará de forma puntual la composición del ecosistema sin embargo, a nivel del Sistema Ambiental no tendría relevancia dado que la mayoría del SA no sufrirá los efectos del desarrollo del Proyecto.

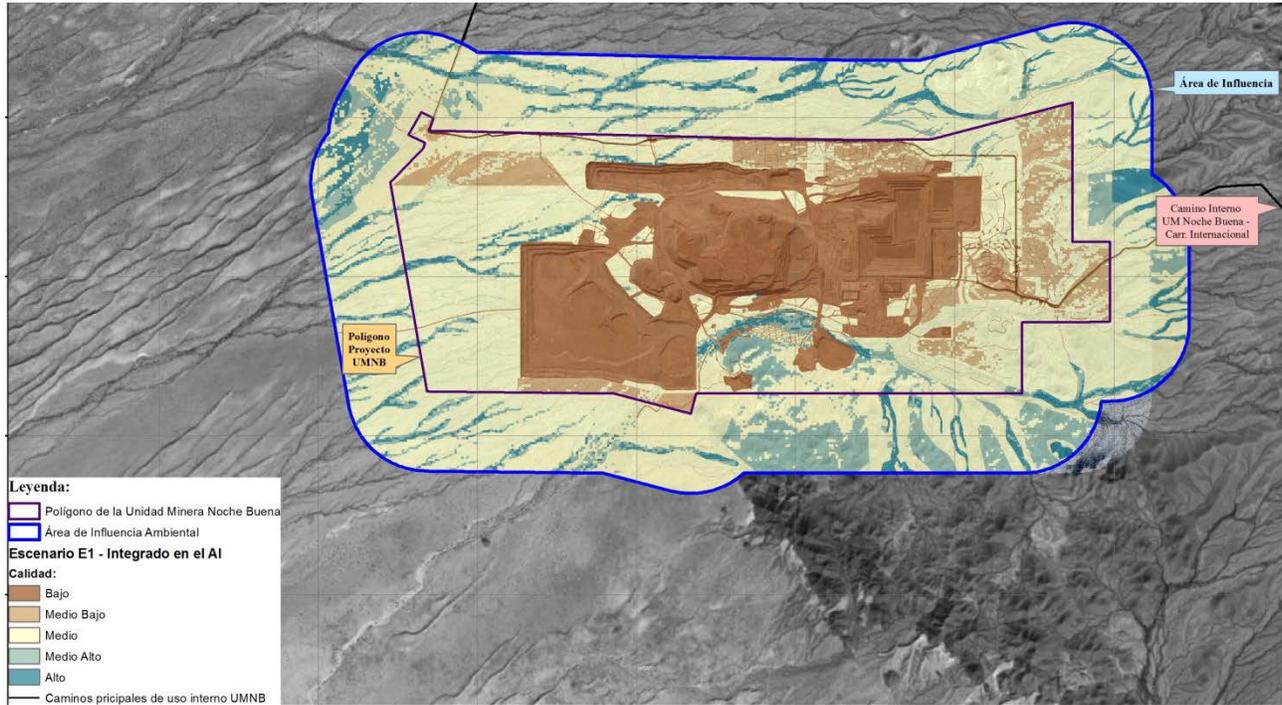


Figura 7.4. Área de Influencia (E1 – Medio Físico con proyecto, sin medidas)

Como se describió anteriormente, el escenario en donde se desarrollaría el Proyecto sin la ejecución de las medidas supondría un deterioro bajo en la calidad del medio ambiente. En la figura anterior se puede observar que este deterioro es únicamente perceptible en la huella del Proyecto, en donde disminuiría su calidad de Alta a Media alta, y de forma muy puntual en algunas áreas inmediatas a la huellas de las obras.

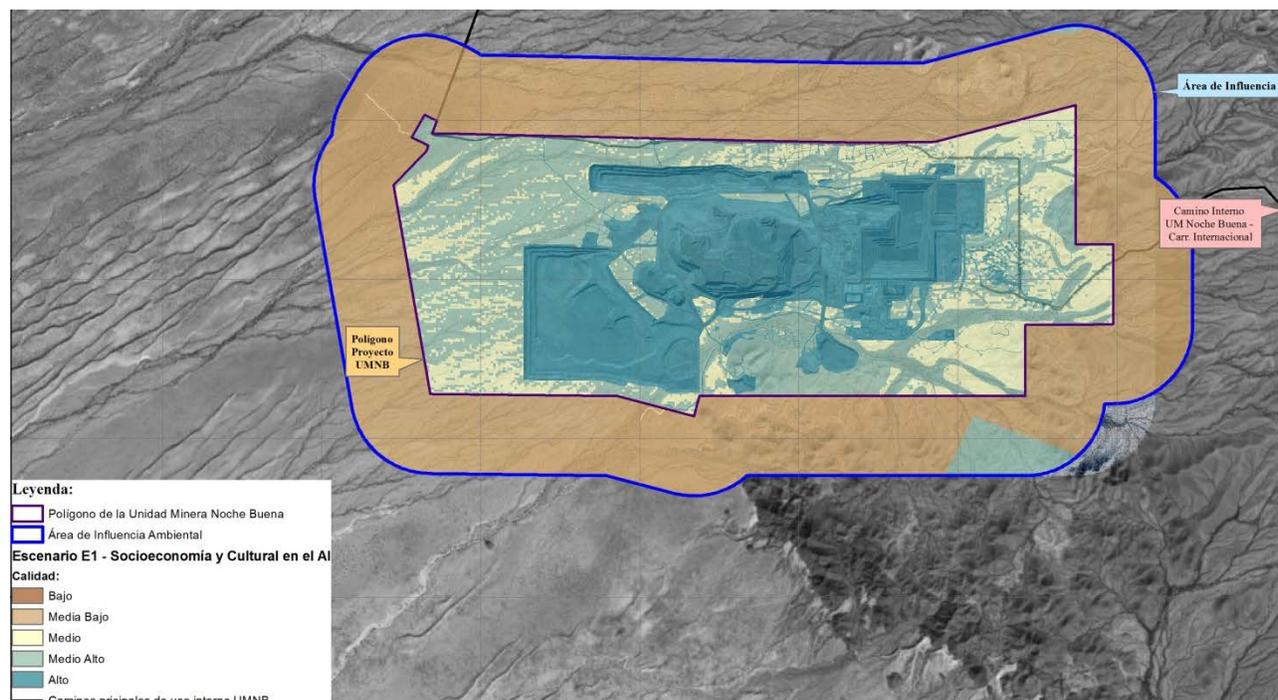


Figura 7.5. Área de Influencia (E1 – Medio Socioeconómico con proyecto, sin medidas)

En la Figura 7.5 se presenta el escenario sobre el Medio Socioeconómico en el que se desarrollaría el Proyecto sin la ejecución de las medidas propuestas. Como se aprecia en dicha figura y en la Tabla 7.2, el desarrollo del Proyecto supondría un incremento en la calidad socioeconómica en la huella del Proyecto; sin embargo, dado que la huella de la Unidad Minera Noche Buena ya presenta calidad Alta, no habría modificación de este rango.

VII.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación (E2)

El escenario E2 mantiene como base el escenario sin proyecto (E0), pero considera una atenuación de los valores de disminución en función de los resultados que se espera que tengan las medidas propuestas, dentro de las medidas para la prevención y mitigación de los impactos.

En la Tabla 7.3 se muestran los valores estimados de disminución de la calidad de cada componente, en términos porcentuales. Así pues, en el Anexo 7.3 se presenta el Escenario E2 (con proyecto con medidas).

Tabla 7.3. Disminución porcentual de los valores de calidad del escenario actual a consecuencia del desarrollo del Proyecto con la aplicación de medidas (escenario E2)

| Componente | Valor de disminución en la escala de cada componente (%) | | | Peso Ponderado en el SA del componente | Valor en la escala del DA-I (%) | | |
|------------|--|--------------|--------------|--|---------------------------------|--------------|--------------|
| | Huella del Proyecto | Buffer 200 m | Buffer 500 m | | Huella del Proyecto | Buffer 200 m | Buffer 500 m |
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------|-------|-----|-----|----|------------|-------------|-------------|
| Atmósfera | 5% | 3% | 0% | 8 | 0.4% | 0.2% | 0.0% |
| Suelo | 60% | 0% | 0% | 14 | 8.4% | 0.0% | 0.0% |
| Hidrología | 4% | 0% | 0% | 19 | 0.8% | 0.0% | 0.0% |
| Vegetación | 60% | 0% | 0% | 18 | 10.8% | 0.0% | 0.0% |
| Fauna | 55% | 10% | 5% | 22 | 12.1% | 2.2% | 1.1% |
| Paisaje y geoformas | 65% | 25% | 10% | 10 | 6.5% | 2.5% | 1.0% |
| Total | | | | | 39% | 4.9% | 2.1% |
| Socioeconomía y Cul. | -30%* | 0% | 0% | 9 | -2.7%* | 0.0% | 0.0% |

* Los valores porcentuales negativos indican que en vez de hacer una disminución de los valores de calidad, se hace una adición de valores, reflejando en los modelos de los escenarios los impactos positivos identificados que generará el Proyecto.

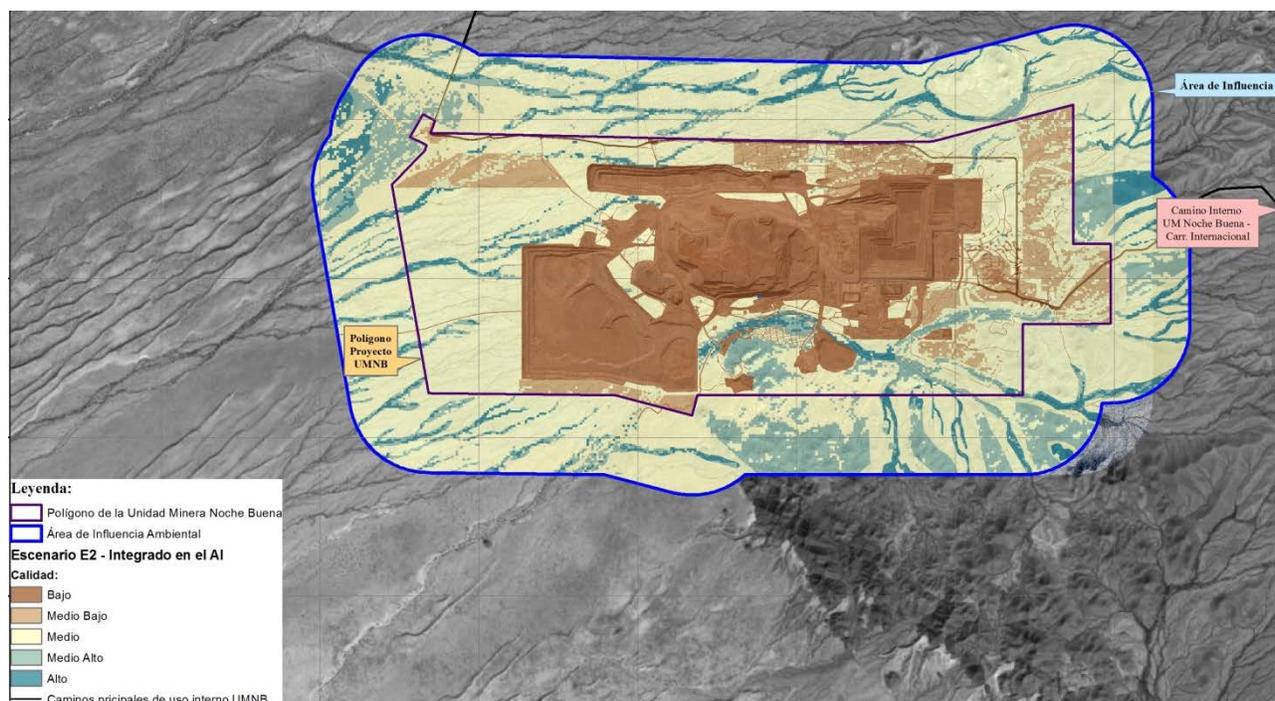


Figura 7.6. Escenario de medidas (E2 – SA con proyecto y con medidas)

Como se puede observar en la Figura 7.6, el escenario futuro previsto con el desarrollo del Proyecto y con la aplicación de las medidas propuestas, supondría una pequeña reducción de los efectos adversos de los impactos identificados, principalmente en las áreas contiguas a la huella (radio de 200 y 500 m), ya que los impactos generados en la huella del Proyecto, como lo es la remoción de suelo o vegetación no podrían ser disminuidos. Este escenario ejemplifica el grado de efectividad que supone la ejecución de las medidas propuestas en el Capítulo VI.

Es importante mencionar que para la generación del presente escenario se contempló la correcta aplicación de todas las medidas, por lo que la incorrecta o parcial aplicación de las medidas propuestas supondría un grado de eficacia menor, y por ende, resultados diferentes.

De forma concreta, se espera que el único componente que presente una reducción de los impactos sobre la huella del Proyecto sea la Atmósfera, la cual vería reducida su calidad en un 0.4 %, contra el 1.0% estimado en el escenario E1. En cuanto al radio de 200 m, el componente Atmósfera vería reducida su calidad en un 0.2% por el 0.8% del escenario E1; el componente Fauna vería reducida su calidad en un 2.2%, contra el 8.8% del escenario anterior en donde no se contemplan las medidas (E1); y por último, el componente Paisaje reduciría su calidad en un 2.5% por el 3.5% que supondría el desarrollo del Proyecto sin medidas. Por su parte, los impactos dentro de un buffer de 500 m se verían ligeramente reducidos, principalmente sobre los componentes Atmósfera, Fauna y Paisaje.

Dicho esto, se puede concluir que las medidas propuestas actúan principalmente sobre las superficies aledañas a la huella del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena. Además, resulta importante mencionar que como parte de las medidas descritas en el Capítulo VI de la presente MIA, se contemplan medidas de compensación, cuyos efectos se verán reflejados en áreas fuera del AI.

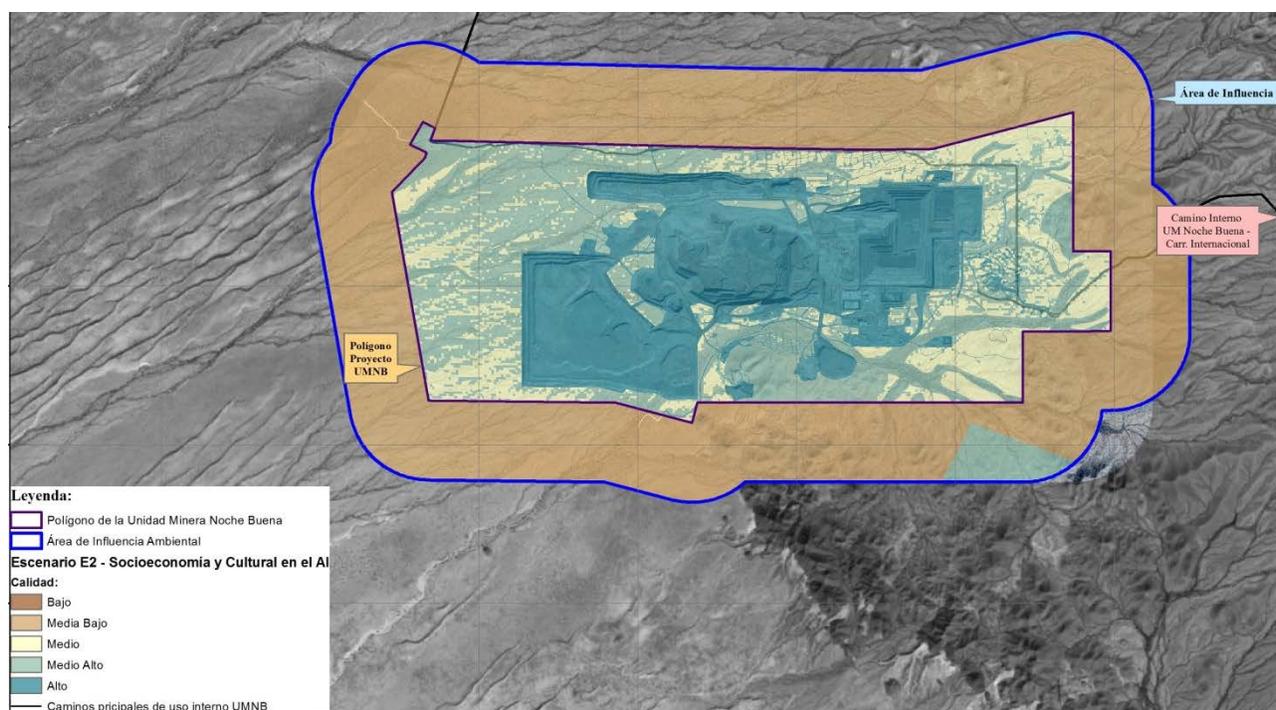


Figura 7.7. Escenario de medidas (E2 – SA con proyecto y con medidas)

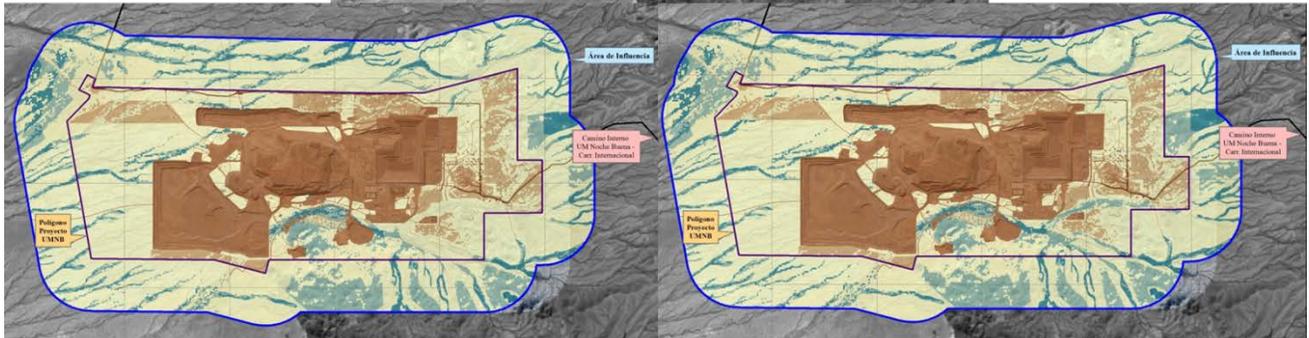
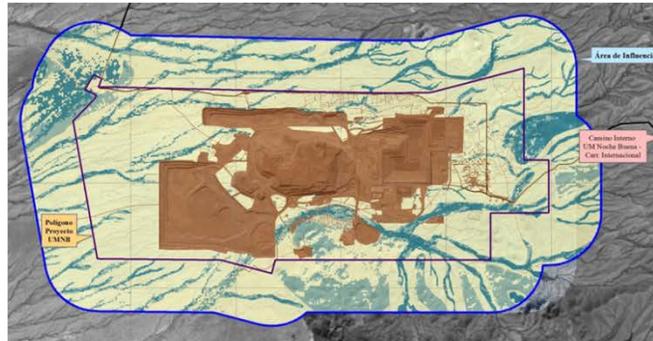
Exclusivamente hablando del medio socioeconómico del AI, la aplicación de las medidas propuestas en el Capítulo VI de la presente MIA no supondría una modificación en la calidad de este medio, respecto al escenario E1.

VII.2 Pronóstico ambiental

Con la finalidad de facilitar un análisis comparativo de los escenarios pronosticados, en la Figura 7.8 se presenta un mosaico de los escenarios del Medio Físico, mientras que en la Figura 7.9 se presenta del Medio Socioeconómico, delimitados en el Área de Influencia del Proyecto.

MEDIO FÍSICO

E0- Escenario sin proyecto



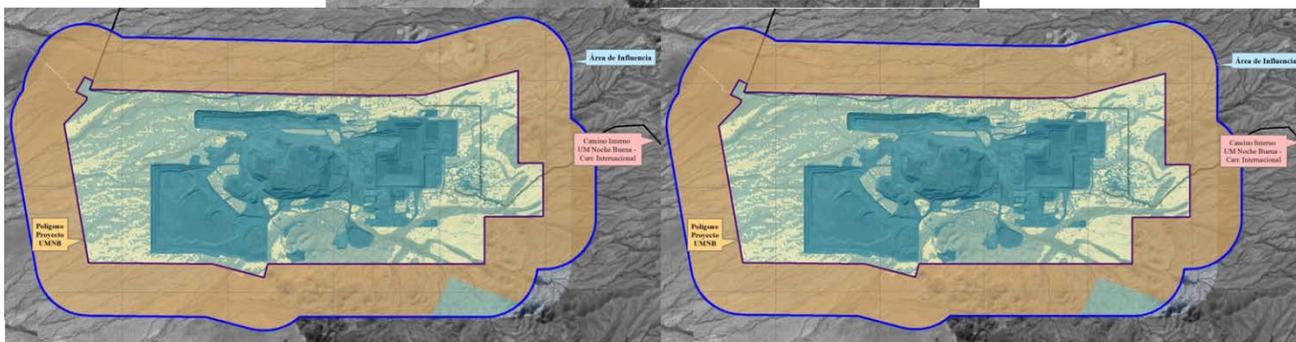
E1- Escenario con proyecto sin medidas

E2- Escenario con proyecto con medidas

Figura 7.8. Pronóstico de los escenarios del Medio Físico

MEDIO SOCIOECONÓMICO

E0- Escenario sin proyecto



E1- Escenario con proyecto sin medidas

E2- Escenario con proyecto con medidas

Figura 7.9. Pronóstico de los escenarios del Medio Socioeconómico

A partir de la comparación, y conociendo tanto el contexto espacial como temporal en el que pretende desarrollarse el Proyecto, así como su naturaleza, y por ende la de los impactos ambientales que este generará (ninguno de ellos de importancia crítica); se prevé que el desarrollo del Proyecto con la aplicación de las medidas propuestas, generará un decremento puntual de la calidad ambiental sobre la huella del Proyecto y sus inmediaciones, aunque éste será de menor magnitud que el decremento esperado para el escenario E1 (sin medidas). Esto resulta porque las medidas de mayor importancia que son el rescate y reubicación de fauna y de flora, así como el rescate del suelo orgánico; dada la jerarquía de los impactos identificados y el peso ponderado de los componentes ambientales dentro del SA (importancia relativa de los componentes), no se verán reflejadas directamente dentro del Área de Influencia, si no que su ubicación se prevé fuera de esta.

VII.3 Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental

Como se ha venido mencionando a lo largo de la presente MIA, el Proyecto en cuestión consta de una ampliación de la Unidad Minera Noche Buena, la cual ha desarrollado actividades de operación a lo largo de varios años, durante los cuales ha desarrollado diferentes programas y procedimientos previamente autorizados.

Así pues, el desarrollo de la supervisión y vigilancia en materia ambiental del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, se pretende adherir al Programa de Monitoreo y Manejo

Ambiental con el que actualmente cuenta la unidad, y el cual desarrolla de manera constante, además de presentar informes periódicos a la SEMARNAT.

De esta forma, el Programa de Monitoreo y Manejo Ambiental contendrá todas las medidas descritas en el Capítulo VI de la presente MIA, además de aquellas medidas y condicionantes que en su momento la autoridad considere pertinente.

El PMMA con el que actualmente cuenta la Unidad Minera Noche Buena, cuenta entre otros aspectos, con los siguientes criterios.

- Aplicación de código de colores en la Unidad
- Control de derrames de hidrocarburos
- Envío de aceite y residuos peligrosos
- Operación de planta de tratamiento de aguas residuales
- Revisión de equipo contra incendio
- Reubicación de especies
- Manejo de residuos no peligrosos
- Manejo de aceites gastados
- Monitoreo y muestro de pozos de monitoreo (Pacios de Lixiviación).

VII.4 Conclusiones

Una vez analizadas las condiciones actuales del entorno, así como las características y naturaleza del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena, la identificación, análisis y descripción de los impactos relacionados al Proyecto, permitió concluir que el desarrollo de este no implica alteraciones importantes sobre los diferentes componentes ambientales respecto a su estado natural, de forma que no se esperan impactos significativos que pudieran poner en riesgo a alguno de estos componentes.

No obstante, la valoración y jerarquización de los impactos permitió discernir los impactos principales de los secundarios o de menor importancia, considerándose como impactos principales del Proyecto, aquellos cuyo valor de importancia relativa resultó más alto, en virtud de que convergen algunas de las siguientes condiciones: que la evaluación de sus atributos resultó en los mayores valores de importancia; que la influencia sobre el Factor alterado se presenta en más de una etapa del desarrollo del Proyecto (preparación, construcción y operación); y que la ponderación del Factor ambiental alterado (UIP), sea alta en el contexto del Sistema Ambiental. A continuación se presenta a manera de tabla, los impactos considerados como principales.

Tabla 7.4. Impactos adversos principales identificados

| Componente ambiental | Código | Impacto potencial |
|-----------------------------|---------------|--|
| Infraestructura | Inf-01 | Generación de infraestructura para el servicio de la unidad minera |
| Infraestructura | Inf-02 | Generación de infraestructura para el servicio de la comunidad |
| Cultural | Cul-01 | Capacitación, educación y programas para trabajadores y comunidad |

| Componente ambiental | Código | Impacto potencial |
|-----------------------------|---------------|---|
| Medio Económico | Ec-01 | Incremento en el desarrollo económico |
| Medio Económico | Ec-02 | Uso del territorio para actividades productivas |
| Medio Económico | Ec-03 | Modificación de la vocación del suelo |

Además, se prevé que el desarrollo del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena genere impactos residuales de extensión puntal y parcial, además de impactos acumulativos relevantes sobre los siguientes factores:

- Calidad del aire
- Topografía
- Cobertura de suelo
- Cobertura vegetal
- Distribución espacial y temporal de la fauna
- Calidad Visual

Del análisis integral desarrollado en esta MIA, entre los que se incluye la evaluación de impactos ambientales, se concluye que:

- Los impactos generados por la ejecución del Proyecto se verán atenuados por el grado de perturbación actual del sitio.
- La etapa de operación será la más impactante durante el desarrollo del Proyecto.
- El proyecto no generará impactos de carácter crítico sobre ninguno de los componentes ambientales.
- En aspectos generales, los impactos benéficos generados por el desarrollo del Proyecto son de más relevancia que los negativos.
- Los escenarios desarrollados al año 2021, muestran que la ejecución del Proyecto supone modificaciones puntuales en la calidad ambiental del AI, sin que estas puedan llegar a considerarse significativas.

Con base en lo anterior, la ejecución del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena no representa un factor de desequilibrio ecológico a nivel Área de Influencia y/o Sistema Ambiental, ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que representen un riesgo a la salud y bienestar humano, además de que no causará una inestabilidad en la funcionalidad del ecosistema. Por el contrario, el desarrollo del Proyecto con la correcta aplicación de las medidas propuestas, supondría un incremento en la calidad del medio socioeconómico sin que esto represente una degradación importante de la calidad del medio físico.

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 Segunda Ampliación Noche Buena, 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 Minera Penmont S. de R.L. 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 enero de 2017, 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, fototampas, 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 Segunda Ampliación Noche Buena, se elaboró un Sistema de Información Geográfica (SIG) el cual consistió de los siguientes puntos:

- Estructuración funcional del sistema

En esta 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, zonas 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 Unidad Minera Noche Buena Segunda Ampliación | Vector | Área del proyecto | Información proporcionada por el promovente - UMN |
| Polígonos de lotes y predios | Vector | Área del proyecto | Información proporcionada por el promovente - UMN |
| Plano de instalaciones de abastecimiento y vías de acceso | Vector | Área del proyecto | Información proporcionada por el promovente - UMN |
| Imagen Pleiades - AIRBUS | Archivo raster | 40 km2 | Imagen Satelital Pleiades Enero 2017 – Fecha - Píxel 0.5 m. |
| Ortofotografía INEGI | Archivo raster | H12A44(ABCEDyF), H12A45(ABCEDyF), H12A54(ABCEDyF) y H12A55(ABCEDyF) Cobertura: 50,000 INEGI | H12A44(ABCEDyF), H12A45(ABCEDyF), H12A54(ABCEDyF) y H12A55(ABCEDyF) Píxel 1.5 Metros - Fecha Marzo 2002 |
| 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. | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> 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. | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | 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. | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | 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. | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | 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 | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> 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 | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | 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 | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | 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 | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Generados mediante Arc-Hidro a partir del modelo digital de elevación con la equidistancia mínima modelable |
| Modelo de clasificación espectral de la vegetación | Vector | Sistema Ambiental | Imagen Landsat 8 Enero 2017 - Pixel 15 metros, con bandeo 6 - 4 - 5, para Vegetación, y rodalización de imagen según trabajos en campo |
| Carta Hidrología Superficial INEGI | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | H1201 Cobertura: 250,000 INEGI | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta Hidrología Subterránea INEGI | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | H1201 Cobertura: 250,000 INEGI | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta Geológica INEGI | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | H1201 Cobertura: 250,000 INEGI | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta Edafológica INEGI | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | H1201 Cobertura: 250,000 INEGI | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie 5 INEGI | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | H1201 Cobertura: 250,000 INEGI | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta de Uso Potencial INEGI | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | H1201 Cobertura: 250,000 INEGI | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta de Efectos Climáticos INEGI (Mayo - Octubre) | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | H1201 Cobertura: 250,000 INEGI | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta de Efectos Climáticos INEGI (Noviembre - Abril) | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | H1201 Cobertura: 250,000 INEGI | Datos referidos a la carta INEGI |
| Carta de Geológica Minera SGM | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | H1201 Cobertura: 250,000 INEGI | Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano |
| Carta Propiedad Mineras SGM | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | H1201 Cobertura: 250,000 INEGI | Datos referidos a la carta Servicio Geológica Mexicano |
| Carta Magnética SGM | Archivo raster y Carta dura 1:250,000 | H1201 Cobertura: 250,000 INEGI | 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 |
| Escurrencimiento Media Anual | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Escurrencimiento Total Anual | Vectorial temática nacional | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto foto corregidas Red Geodésica Nacional |
| Estaciones Climatológicas | Vectorial temática | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto |

| | nacional | | 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 |
| Hydrografía | 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 México | 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 | Vectorial temática | Nacional | Información Nacional CONABIO – Orto |

| México | nacional | | 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 | Vectorial temática | Nacional | INEGI 2013 – Corregidas Red Geodésica |

| | | | |
|--|-----------------------------|---|--|
| y Divisiones Municipales Actualizadas 2013 | nacional | | 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 | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 |
| Poblados INEGI | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A56 |

| | | | |
|---|-----------------------|---|--|
| Vías de Transportación INEGI 50,000 | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A57 |
| Referencia topográfica puntual INEGI | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A58 |
| Instalaciones de Comunicación INEGI | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A59 |
| Cementerios INEGI | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A60 |
| Cuerpos de agua cercanos al área de estudio INEGI | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A61 |
| Modelo de escorrentías INEGI | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A62 |
| Coducción de agua INEGI | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A63 |
| Topografía INEGI | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A64 |
| Edificaciones Diversas puntuales INEGI | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A65 |
| Hidrográficos Puntuales INEGI | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A66 |
| Límites linderos INEGI Oficiales | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A67 |
| Referencia Topográfica de área INEGI | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A68 |
| Áreas urbanas INEGI | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A69 |
| Líneas de Conducción y Transmisión | Vector Temática Local | H12A44, H12A45, H12A54 y | Carta 50,000 INEGI Clave H12A44, H12A45, H12A54 y H12A70 |

| | | H12A55 Cobertura: 50,000 INEGI | |
|---|--------------------------|-----------------------------------|---|
| Acuíferos | Vector Temática Nacional | Nacional | CONAGUA - REPDA – Corregidas Red Geodésica Nacional |
| Vías de Comunicación | Vector Temática Local | Regional | Carta 250,000 INEGI Clave H1201 |
| INEGI 250,000 | Vector Temática Local | Regional | Carta 250,000 INEGI Clave H1201 |
| Áreas de Importancia Topográfica INEGI 250,000 | Vector Temática Local | Regional | Carta 250,000 INEGI Clave H1201 |
| Vías de conducción hidrológica INEGI 250,000 | Vector Temática Local | Regional | Carta 250,000 INEGI Clave H1201 |
| Sitio de anidación, refugio y alimentación | Información Puntual | Local | Levantamiento GPS Campo |
| Muestras hidrológicas superficiales puntuales | Información Puntual | Local | Levantamiento GPS Campo |
| Muestras geohidrológicas puntuales | 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 |
| Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora | Raster - Temático | Regional | Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora |
| 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 se creó 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 del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena.

VIII.1.2 Fotografías

Se presentan el Anexo 2.3 que refiere al Reporte Fotográfico General de las condiciones actuales que guardan los componentes ambientales dentro del Sistema Ambiental, donde se aprecian los usos del suelo, el paisaje, entre otros rasgos característicos de la zona.

Asimismo, en los Anexos 4.8, 4.10 y 4.12, se presentan resúmenes fotográficos de los estudios específicos para los componentes de suelo, vegetación y fauna, respectivamente, dentro del área de estudio del proyecto.

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 del Proyecto.

En el capítulo IV.2.2 del presente documento, referentes a la Vegetación y Fauna del Sistema Ambiental, respectivamente, se incluyen las listas de especies identificadas en el estudio del medio biótico llevado a cabo para el 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 georeferenciados, informes de los trabajos en campo por componente ambiental, 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.

Francisco E. Molina Freaner, T. R. (2010). *Diversidad Biológica de Sonora*. México, D.F.: Mora-Cantúa Editores, S.A. de C.V.

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 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>

H. Lamprecht. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. Ed. GTZ

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.

INEGI. (2012). *Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250,000: serie V*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Lot, A. y Chiang F. (Compiladores). (1986). *Manual de Herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., México, D. F.

Martin, P. S., D. Yetman, M. Fishbein, P. Jenkins, T. R. Van Devender y R. K. Wilson. (1998). *Gentry's Río Mayo plants: The tropical deciduous forest and environs of Northwest Mexico*. *The University of Arizona Press*. Tucson, Arizona, USA. 558 pp.

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

REPDA (2013). Registro Público de Derechos del Agua, CONAGUA, en <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115>

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

Sivinski, R. C. (1998). The genus *Cryptantha* (Boraginaceae) in New México. *New México Botanist*, (8), 8.

SMN (2010). Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA, en: <http://smn.conagua.gob.mx>

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559-902.

Zamudio, S. (1995). Familia Fouquieriaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Fascículo.

IX. LISTA DE ANEXOS, FIGURAS Y TABLAS

IX.1 Anexos

Capítulo I

- Anexo 1.1. Acta Constitutiva Minera Penmont S. de R.L. de C.V.
- Anexo 1.2. RFC de la Empresa
- Anexo 1.3. Poder Legal del Representante Legal e Identificación Oficial y CURP del Representante Legal
- Anexo 1.4. Cédula Profesional del Responsable Técnico del Estudio

Capítulo II

- Anexo 2.1. Localización del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena
- Anexo 2.2. Coordenadas del Proyecto Segunda Ampliación Noche Buena
- Anexo 2.3. Memoria fotográfica de las condiciones actuales del sitio

Capítulo IV

- Anexo 4.1. Plano del Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto
- Anexo 4.2. Plano del Área de Influencia delimitada para el Proyecto
- Anexo 4.3. Coordenadas del Sistema Ambiental y Área de Influencia
- Anexo 4.4. Descripción de perfiles de suelo
- Anexo 4.5. Suelos en el Sistema Ambiental, INEGI serie II
- Anexo 4.6. Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (Sistema Ambiental)
- Anexo 4.7. Modelo de erosión hídrica actual en el Sistema Ambiental
- Anexo 4.8. Reporte fotográfico de trabajo en campo
- Anexo 4.9. Tipos de vegetación del SA
- Anexo 4.10. Reporte fotográfico de tipos de vegetación en SA
- Anexo 4.11. Áreas de muestreo faunístico y localización de cámaras trampa
- Anexo 4.12. Reporte fotográfico de fauna
- Anexo 4.13. Modelo de visibilidad del Proyecto en la superficie del Sistema Ambiental
- Anexo 4.14. Unidades de paisaje del Sistema Ambiental
- Anexo 4.15. Reporte fotográfico de paisaje
- Anexo 4.16. Diagnóstico Ambiental Integrado del Medio Físico
- Anexo 4.17. Diagnóstico Ambiental del Medio Socioeconómico

Capítulo V

- Anexo 5.1. Matriz de importancia de impactos, etapa Preparación
- Anexo 5.2. Matriz de importancia de impactos, etapa Construcción
- Anexo 5.3. Matriz de importancia de impactos, etapa Operación
- Anexo 5.4. Matriz de valoración de impactos con ponderación de factores ambientales

Capítulo VI

- Anexo 6.1. Matriz de medidas, etapa Preparación
- Anexo 6.2. Matriz de medidas, etapa Construcción
- Anexo 6.3. Matriz de medidas, etapa Operación

Capítulo VII

- Anexo 7.1. Escenario E0 (sin proyecto)
- Anexo 7.2. Escenario E1 (con proyecto sin medidas)
- Anexo 7.3. Escenario E2 (con proyecto con medidas)