

# **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

## **PROGRAMA DE BARRENACIÓN**

### **LAGUNA LA SALADA**

**MUNICIPIO DE FRESNILLO, ZACATECAS**

Preparado para:

**GRUPO MINERO ALSET S.A. de C.V.**



Preparado por:

**Delia Patricia Aguayo Hurtado**

Consultoría Ambiental

Octubre, 2016

## **CONTENIDO GENERAL**

<b>Capítulo I</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>
<b>Capítulo II</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>
<b>Capítulo III</b>	<b>VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.</b>
<b>Capítulo IV</b>	<b>DESCRIPCIÓN AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.</b>
<b>Capítulo V</b>	<b>IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>
<b>Capítulo VI</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>
<b>Capítulo VII</b>	<b>PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS</b>

## TABLA DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	1
I.1 Datos del Proyecto .....	1
I.1.1 Nombre del proyecto .....	1
I.1.2 Ubicación del proyecto .....	1
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto .....	1
I.2 Datos generales del promovente .....	1
I.2.1 Nombre o razón social.....	1
I.2.2 Registro Federal del Contribuyente del promovente .....	1
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal y RFC.....	1
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones .....	1
I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.....	1
I.3.1 Nombre o razón social.....	1
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP .....	2
I.3.3 Nombre de los responsables técnicos del estudio .....	2
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.....	2
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	4
II.1 Información general del proyecto.....	4
II.1.1 Naturaleza del proyecto .....	4
II.1.2 Selección del sitio.....	7
a) Criterios considerados en la selección del sitio.....	7
b) Métodos utilizados en la exploración. ....	7
c) Sitios alternativos.....	7
d) Situación legal del Predio.....	8
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización. ....	8
II.1.4 Inversión requerida. ....	8
II.1.5 Dimensiones del proyecto.....	10
II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias .....	12
Uso de suelo.....	12
Cuerpos de Agua.....	13
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. ....	13
II.2 Características particulares del proyecto. ....	14

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

II.2.1 Programa General de Trabajo.....	15
Planeación y diseño del programa de exploración.....	16
Trámites y permisos .....	16
Preparación del sitio .....	16
Construcción y operación .....	16
Abandono/Restauración .....	18
II.2.2. Programa de abandono .....	18
Barrenos.....	18
Planillas de barrenación.....	19
Cárcamos de sedimentación.....	19
II.2.3 Residuos .....	19
Residuos Sólidos Urbanos.....	19
Residuos Peligrosos .....	19
Agua residual .....	19
Emisiones a la atmósfera.....	19
II.2.4 Otras fuentes de daños .....	20
Contaminación por ruido y/o vibraciones: .....	20
Contaminación térmica, radiactiva y luminosa: .....	20
Situaciones de riesgo ambiental: .....	20
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO. ....	21
III.1 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio .....	21
III.1.1 Programa de ordenamiento ecológico general del territorio. Publicado el 07 de septiembre de 2012. ....	21
III.1.2 Estatal.....	22
III.1.3 Municipal .....	23
III.2 Planes de desarrollo.....	23
III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND). ....	23
III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo 2010-2016 (PED).....	24
III.2.3 Plan Municipal de Desarrollo 2014-2016 (PMD).....	25
III.3 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas .....	26
III.3.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal. ....	26
III.3.2 Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal. ....	26
III.3.3 Humedales mexicanos de importancia internacional (sitios RAMSAR) .....	29
III.4 Regiones y Áreas Prioritarias.....	30
III.4.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias .....	30



**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

III.4.2 Regiones Terrestres Prioritarias.....	30
III.4.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).....	30
III.5 Otros .....	34
III.5.1 Programa Sectorial Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018.....	34
III.5.2 Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012. Decreto publicado en el DOF el 2 de octubre de 2009.....	34
III.6 Instrumentos Normativos .....	35
III.6.1 Leyes y reglamentos federales .....	35
III.6.2 Normas oficiales mexicanas.....	37
<b>a) Impacto ambiental</b> .....	37
<b>b) Control de la contaminación del agua</b> .....	37
<b>c) Control de la contaminación atmosférica</b> .....	38
<b>d) Control de las emisiones de ruido</b> .....	38
<b>e) Control de la contaminación del suelo</b> .....	38
IV DESCRIPCIONES AMBIENTALES.....	39
IV.1 Delimitación del área de estudio.....	39
IV.2 Clima .....	41
IV.3 Geología y geomorfología.....	42
IV.3.1 Fisiografía, geomorfología y relieve .....	42
IV.3.2 Descripción geológica.....	44
IV.3.3 Presencia de fallas y fracturamientos.....	46
IV.3.4 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica ...	46
IV.4 Suelos.....	48
IV.4.1 Unidades de suelo .....	48
IV.4.2 Tipos de suelo.....	48
IV.4.4 Estructura y textura del suelo.....	50
IV.4.5 Características fisicoquímicas del suelo .....	50
IV.4.6 Grado de erosión del suelo.....	50
IV.5 Hidrología superficial .....	51
IV.5 Hidrología subterránea .....	56
IV.7. Vegetación y Flora .....	58
IV.7.1. Metodología.....	58
IV.7.1.1 Determinación del número de muestras por el método “promedio corrido” .....	59
IV.7.2. Resultados .....	60

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

IV.7.2.1. Tipos de vegetación.....	60
IV.7.2.2. Inventario florístico .....	61
IV.7.2.3 Parámetros poblacionales de las especies .....	64
IV.7.2.5 Especies bajo alguna categoría de protección, conservación o uso controlado.....	68
IV.7.2.6 Índices de biodiversidad .....	68
IV.7.2.6.1 Índice de Simpson .....	68
IV.7.2.6.2 Índice de Shannon-Wiener .....	70
IV.7.2.6.3 Resultados de índices de diversidad de flora .....	71
IV.7.2.7 Estado de conservación de la vegetación .....	72
IV.8 Fauna.....	73
IV.8.1 Metodología .....	73
IV.8.1.1 Encuentro visual .....	73
IV.8.1.2 Transectos .....	74
IV.8.1.3 Conteo por puntos de radio infinito .....	74
IV.8.2 Identificación de los individuos .....	74
IV.8.3 Distribución de las especies .....	74
IV.8.3.1 Distribución potencial .....	74
IV.8.3.2 Distribución real de las especies (Especies encontradas durante los muestreos) .....	81
IV.8.4 Especies bajo alguna categoría de protección, conservación o uso controlado .....	82
IV.8.5 Índices de diversidad de las especies .....	83
IV.8.6 Conclusiones.....	85
IV.9 Paisaje .....	86
IV.9.1 Visibilidad y sensibilidad .....	86
IV.9.2 Calidad paisajística .....	87
IV.9.3 Fragilidad .....	90
IV.10 Medio socioeconómico.....	92
IV.11 Diagnóstico ambiental.....	106
IV.11.1 Integración e interpretación del inventario ambiental .....	106
IV.11.1.1 Criterios normativos y de calidad de los componentes .....	106
IV.11.1.2 De diversidad .....	107
IV.11.1.3 Rareza.....	107
IV.11.1.4 Naturalidad .....	107
IV.11.1.5 Grado de aislamiento .....	108
IV.11.1.6 Integridad funcional.....	108

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

IV.11.1.7 Amenazas y vulnerabilidad .....	108
IV.11.2 Síntesis del inventario ambiental.....	109
IV.11.3 Valoración de la calidad ambiental.....	112
IV.11.4 Análisis de los efectos del proyecto sobre la funcionalidad del ecosistema .....	114
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....	115
V.1 Identificación de los impactos ambientales.....	116
V.2 Evaluación de los impactos .....	119
V.3 Descripción de impactos adversos significativos.....	127
VI. Medidas de mitigación.....	129
VII. Pronóstico ambiental .....	131
VII.1 Pronósticos .....	131
<b>VII.2 Programa de vigilancia ambiental.....</b>	<b>136</b>
<b>VII.3 Conclusiones .....</b>	<b>136</b>
Bibliografía .....	137

**TABLA DE FIGURAS**

Figura I.1 Localización general del proyecto de exploración minera en laguna La Salada. ....	3
Fig. II.1 Evolución de precios promedio anual de carbonato de litio.....	5
Figura II.2. Porcentaje de uso y consumo de litio al año 2016.....	6
Figura II.3 Concesiones mineras en el área de exploración .....	9
Figura II.4 Arreglo de los barrenos propuestos.....	11
Figura III.3.1 Áreas naturales protegidas de competencia federal y ubicación del programa de barrenación Laguna La Salada. ....	27
Figura III.3.2 Áreas naturales protegidas de competencia estatal y ubicación del programa de barrenación Laguna La Salada. ....	28
Figura III.3.3 Humedales Mexicanos de Importancia Internacional (sitios RAMSAR) y ubicación del programa de barrenación Laguna La Salada. ....	29
Figura III.4.1 Localización del programa de barrenación Laguna La Salada y regiones hidrológicas prioritarias cercanas. ....	31
Figura III.4.2. Localización del programa de barrenación Laguna La Salada y regiones terrestres prioritarias cercanas. ....	32
Figura III.4.3. Localización del programa de barrenación Laguna La Salada y AICAS cercanas. ....	33
Figura IV.1.1 Área de estudio.....	40
Figura IV.2.1 Zonas de afectación por grado de severidad de la sequía en el país. ....	42

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

Figura IV.3.1 Contexto fisiográfico del Programa de Barrenación Laguna La Salada. ..	43
Figura IV.3.2 Mapa geológico .....	45
Figura IV.3.3 Ubicación del Programa de Barrenación Laguna La Salada en las zonas sísmicas de la República Mexicana del Servicio Sismológico Nacional.....	46
Figura IV.3.4 Mapa de intensidades sísmicas de la república mexicana .....	47
Figura IV.4.1 Mapa de suelos. ....	49
Figura IV.5.1 Localización del proyecto en la cuenca Fresnillo-Yesca y subcuenca Fresnillo. ....	51
Figura IV.5.2 Localización de la microcuenca La Salada en la subcuenca Fresnillo. ....	53
Figura IV.5.3 Microcuenca La Salada .....	54
Figura IV.5.4 Mapa de hidrología superficial .....	55
Figura IV.7.1 Representativo del promedio corrido .....	60
Figura IV.7.2 Tipos de vegetación circundante a la laguna La Salada.....	62
Figura IV.7.3 Abundancia de las especies de flora en la laguna La Salada .....	64
Figura IV.7.4 representación del valor de importancia de las especies .....	67
Figura IV.8.1 Abundancia de las especies.....	83
Figura IV.9.1 Macropaisaje del Programa de Barrenación Laguna La Salada. ....	86
Figura IV.10.1. Localidades cercanas al área del Programa de barrenación laguna La Salada. ....	93

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla II.3 Principales países productores (en toneladas). ....	7
Tabla II.4 Coordenadas de los barrenos propuestos en la laguna La Salada.....	8
Tabla II.5 Dimensiones y estimación de superficie de las obras de barrenación en la laguna La Salada.....	10
Tabla II.6 Sustancias a utilizar en el programa de barrenación laguna La Salada. ....	15
Tabla II.7 Calendario general de actividades del Programa de barrenación.....	15
Tabla IV.4.1 Descripción de las unidades de suelo. ....	48
Tabla IV.7.1 Ubicación de los sitios de muestreo en la laguna La Salada. ....	59
Tabla IV.7.2 Representativo del promedio corrido .....	59
Tabla IV.7.2.1 Listado de especies de flora.....	63
Tabla IV.7.2.2 Categoría del valor de importancia de las especies.....	65
Tabla IV.7.2.3 Parámetros poblacionales de las especies .....	66
IV.7.2.4. Uso local de las especies .....	67
Tabla IV.7.2.4 índices de biodiversidad de flora .....	71
Tabla IV.8.1 Localización de los transectos de muestreo de fauna.....	74

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

Tabla IV.8.2 Mamíferos con distribución potencial en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.....	75
Tabla IV.8.3 Aves con distribución potencial en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.....	76
Tabla IV.8.4 Reptiles con distribución potencial en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.....	79
Tabla IV.8.5 Anfibios con distribución potencial en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.....	80
Tabla IV.8.6 Especies catalogadas en la NOM-59-SEMARNAT, CITES, IUCN o prioritaria para la conservación.....	80
Tabla IV.8.7 Mamíferos observados en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.....	81
Tabla IV.8.8 Aves observadas en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.....	82
Tabla IV.8.9 Reptiles observados en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.....	82
Tabla IV.8.10 Especies bajo alguna categoría de protección, conservación o uso controlado.....	82
Tabla IV.8.11 Índices de diversidad de fauna.....	84
Tabla IV.9.1 Calidad visual del paisaje.....	89
Tabla IV.7.2 Fragilidad visual del paisaje.....	90
Tabla IV.10.1. Localidades en un radio de 10 km .....	92
Tabla IV.10.2 Población histórica de las localidades del área de influencia del proyecto.....	94
Tabla IV.10.3-A. Población por rangos de edad y sexo (0 a 14 años) .....	97
Tabla IV.10.3-B. Población por rangos de edad y sexo (15 a 60 y más años) .....	97
Tabla IV.10.4. Condiciones de las viviendas de las localidades cercanas al proyecto ..	98
Tabla IV.10.5. Servicios disponibles en las viviendas de las localidades cercanas al proyecto .....	99
Tabla IV.10.6. Instalaciones de escuelas públicas por nivel educativo, 2010 en el municipio de Fresnillo .....	101
Tabla IV.10.7. Instalaciones de escuelas privadas por nivel educativo, 2010 .....	101
Tabla IV.10.8 Población total según derechohabencia a servicios de salud por sexo, 2010.....	102
Tabla IV.11.1 Importancia relativa de las principales amenazas identificadas.....	109
Tabla IV.11.2 Síntesis del inventario ambiental en la unidad ambiental.....	110
Tabla IV.11.3 Elementos e indicadores utilizados para la evaluar la calidad de las unidades ambientales.....	113
Tabla IV.11.4 Categorías de calidad ambiental con base en los valores ponderados.....	113
Tabla IV.11.5 Valoración de la calidad de las unidades ambientales.....	114

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

Tabla V.1 Matriz de identificación de impactos en todas las etapas del programa de barrenación laguna La Salada.....	117
Tabla V.2 Resumen de la matriz de identificación de impactos ambientales adversos y benéficos, según la componente ambiental. ....	118
Tabla V.3 Resumen de la matriz de identificación de impactos según la etapa .....	118
Tabla V.4 Indicadores característicos de cualquier impacto y escala de valores asignada para definir su significancia.....	120
Tabla V.5 Calificación y valor de impactos significativos en el Programa de barrenación laguna La Salada.....	122
Tabla V.6 Resumen de los valores de impactos benéficos y adversos según la componente ambiental.....	125
Tabla VII.1.1 Pronósticos ambientales.....	132

## **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROGRAMA DE BARRENACIÓN LAGUNA LA SALADA, MUNICIPIO DE FRESNILLO, ZACATECAS**

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

#### **I.1 Datos del Proyecto**

##### **I.1.1 Nombre del proyecto**

Programa de barrenación Laguna La Salada

##### **I.1.2 Ubicación del proyecto**

El área de barrenación se localiza en la laguna La Salada, en el municipio de Fresnillo, Zacatecas, a aproximadamente 80 km en línea recta, al NW de la ciudad de Zacatecas y a 28 km en línea recta al Norte del poblado de Fresnillo, Zacatecas. Figura I.1.

##### **I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto**

El programa de barrenación se llevará a cabo en un periodo aproximado de seis a ocho meses.

#### **1.2 Datos generales del promovente**

##### **I.2.1 Nombre o razón social**

Grupo Minero Alset S.A. de C.V.



##### **I.2.2 Registro Federal del Contribuyente del promovente**

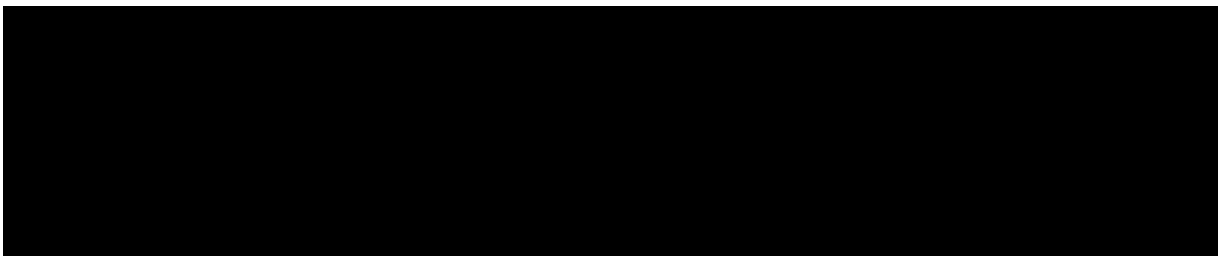


##### **I.2.3 Nombre y cargo del representante legal y RFC**

C. Patricia Vivar Zirate  
Representante Legal



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



#### **I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental**

##### **I.3.1 Nombre o razón social**

Delia Patricia Aguayo Hurtado

**I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP****I.3.3 Nombre de los responsables técnicos del estudio**

Delia Patricia Aguayo Hurtado  
Consultor Ambiental Independiente

Colaboradores:

M. en C. Manuel Valenzuela Rentería  
Ecol. Brenda Yoana Quijada Encinas  
Biol. David Morales Panuco  
Pasante de Geociencias: Juan Pablo Medina Gálvez

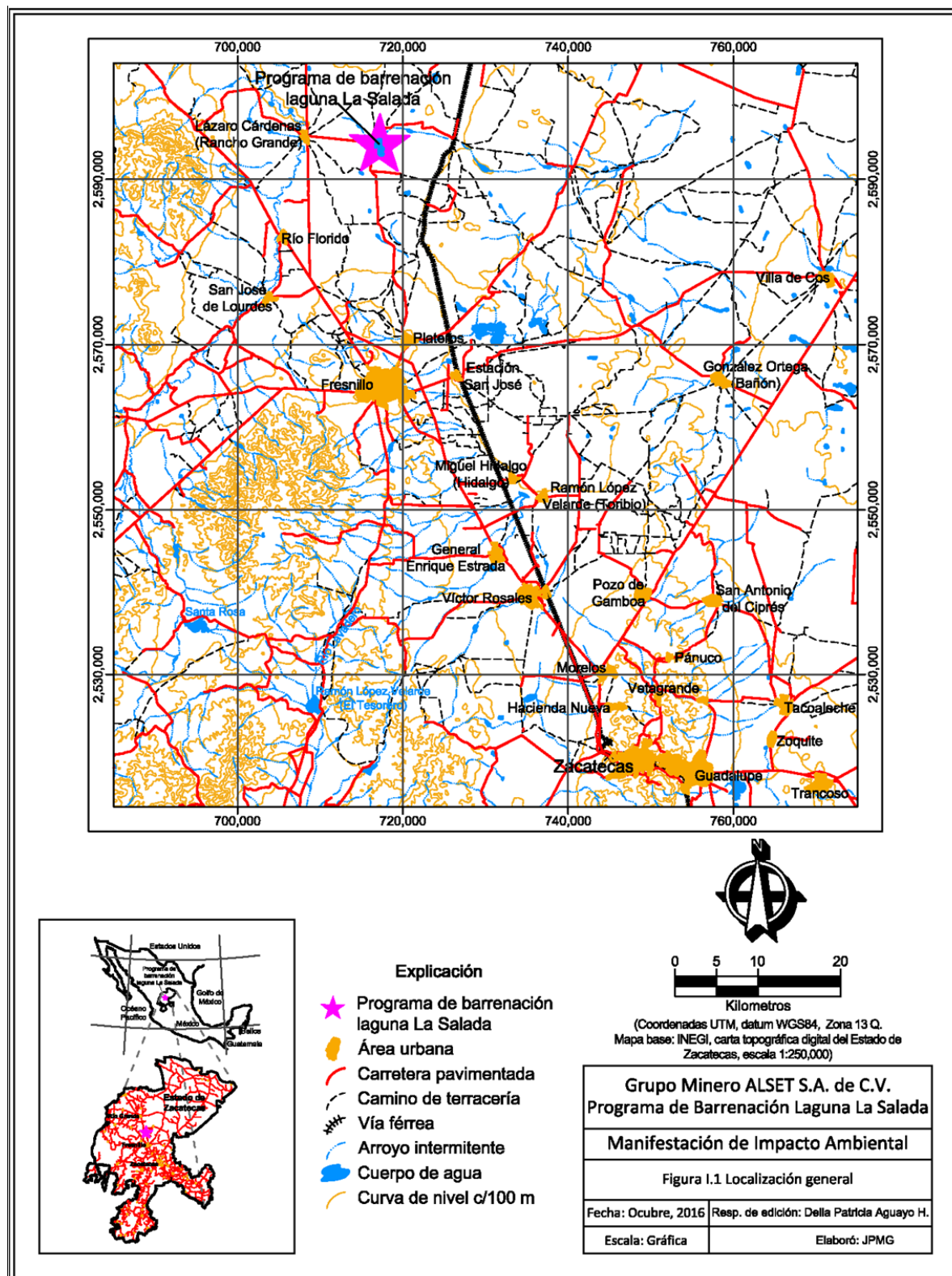
**I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio**

La empresa Grupo Minero Alset S.A. de C.V. proporcionó los datos e informes para las descripciones del proyecto del Capítulo II de esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

Los estudios sobre flora y fauna para preparar el apartado del medio biológico, del Capítulo IV de esta MIA, se realizaron por parte del Biol. David Morales Panuco, de DM Consultoría Ambiental, de la ciudad de Zacatecas, Zacatecas.



**Figura I.1 Localización general del proyecto de exploración minera en laguna La Salada.**



## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 Información general del proyecto

#### II.1.1 Naturaleza del proyecto

La empresa mexicana Grupo Minero Alset S.A. de C.V. (GMA), subsidiaria de la empresa canadiense Alset Energy Corp., pretende desarrollar el proyecto "Programa de Barrenación Laguna La Salada" que consiste en realizar un programa de barrenación para exploración de litio, potasio y boro dentro de la laguna La Salada, situada a 28 km, en línea recta, al Norte de la localidad de Fresnillo, Zacatecas.

El programa de barrenación consistirá solo de dos barrenos exploratorios de 5 pulgadas de diámetro y 70 m de profundidad, utilizando una perforadora de circulación inversa, para lo cual se requerirá la ocupación de dos planillas, de 24 m x 5 m cada una. No se ocupará superficie adicional ya que se utilizarán caminos ya existentes para el acceso al sitio de exploración. Es decir, se afectará solo una superficie total de **240 m<sup>2</sup>**.

El área a explorar se trata de una laguna salada (salar) en cuenca cerrada, con contenidos atractivos de litio, potasio y boro, de acuerdo a muestreos superficiales de hasta 5 m de profundidad, que han mostrado valores de litio que exceden los 1,500 mg/l, 8% de potasio y 60 mg/l de boro.

La laguna La Salada se mantiene seca la mayor parte del tiempo y los sedimentos que almacenan contienen valores muy altos de sal mineral, habiendo referencias de explotación de evaporitas en esta laguna que datan desde la época colonial o anterior.

Rodean a la laguna terrenos de propiedad privada y terrenos del ejido Milpillas de la Sierra. La vegetación que rodea la laguna corresponde a pastizal halófilo, vegetación secundaria arbustiva con pastizal natural y principalmente terrenos de agricultura de riego de temporal.

El uso del suelo en la zona es actualmente de pastoreo a pequeña escala para ganado vacuno y caprino, en las cercanías de las lagunas y para agricultura en los terrenos un poco más alejados de la laguna.

Con este programa de barrenación se pretende evaluar en una primera etapa el potencial para el aprovechamiento de la salmuera por su alto contenido de litio,

Las actividades de exploración durarán 6 a 8 meses, de acuerdo al programa general de trabajo que se muestra en la tabla II.10, más adelante.

Todos los residuos que se generen durante el desarrollo de las obras de exploración se manejarán de acuerdo con las disposiciones previstas en la NOM-120-SEMARNAT-2011 (NOM-120) y en la LGPGIR y su reglamento.

Al concluir las actividades se llevarán a cabo las medidas de cierre y restauración de los barrenos en apego a la NOM-120.

La geología de la laguna La Salada está constituida por tres principales unidades:

*Unidad de arenisca y conglomerado.* Constituida por arenisca y conglomerado polimíctico de origen continental que en conjunto alcanzan hasta 100 m de espesor. Esta unidad aflora en las partes circundantes de la Laguna La Salada donde es sobreyacida por sedimentos lacustres.

*Unidad lacustre.* Esta es una unidad de depósitos lacustres acumulados en la Laguna La Salada durante el reciente (Holoceno) derivados de materiales transportados por corrientes. Está compuesta por limo, arcilla y lentes de conglomerado, con posibles niveles de sales precipitadas (cloruros de sodio y potasio) y horizontes de yeso.

*Unidad de travertino.* Esta unidad que aflora mayormente hacia el NE y S de la Laguna La Salada. El travertino es un sedimento de origen químico, formado por la precipitación de carbonato de calcio a partir de aguas termales durante el Reciente (Holoceno).

### Justificación y objetivos

Las prospecciones y estudios hasta ahora realizadas en la zona de los salares indican la existencia de un depósito importante de litio y potasio, para lo cual es necesario mayor investigación, primeramente a través de la barrenación, lo que generará datos más detallados sobre el potencial de explotación de dicho salar.

El litio se ha convertido en uno de los minerales de mayor interés por su creciente uso para la fabricación de baterías para automóviles, teléfonos, cámaras, entre otros. A su vez el potasio es una de las materias primas de gran importancia en la industria de los fertilizantes.

Al año 2015 los precios del carbonato de litio subieron un 47% en el primer trimestre, de acuerdo a los datos más recientes recogidos por Benchmark Mineral Intelligence, de los que se ha hecho eco The Wall Street Journal. El ligero metal prolonga así su revalorización, pues a lo largo del ejercicio 2015 su coste aumentó un 27%. ([www.elboletin.com](http://www.elboletin.com)).

Y pese a que no existe un índice que siga el precio del producto, en EuroAmerica destacan que se encuentra cotizando sobre los US\$10.000 la tonelada. Cabe considerar que al tercer trimestre de 2015 el margen bruto para el segmento de litio y sus derivados correspondió aproximadamente al 19% del margen bruto total, según informó la compañía mientras que en Banchile Inversiones estiman que este año 2016 alcance un 20%. ([www.pulso.cl](http://www.pulso.cl) Empresa & Mercado).

(US\$ Corrientes / tonelada)

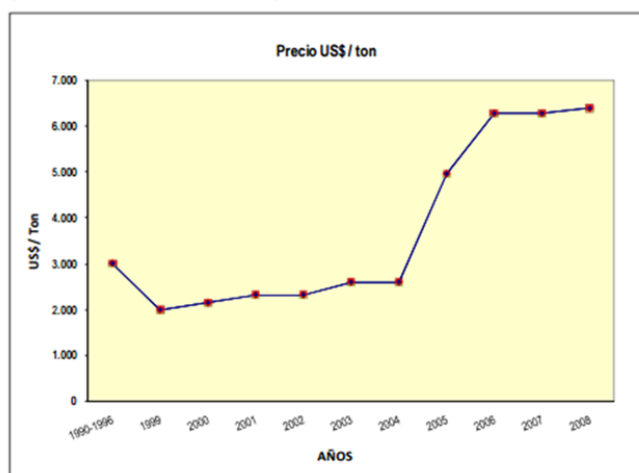
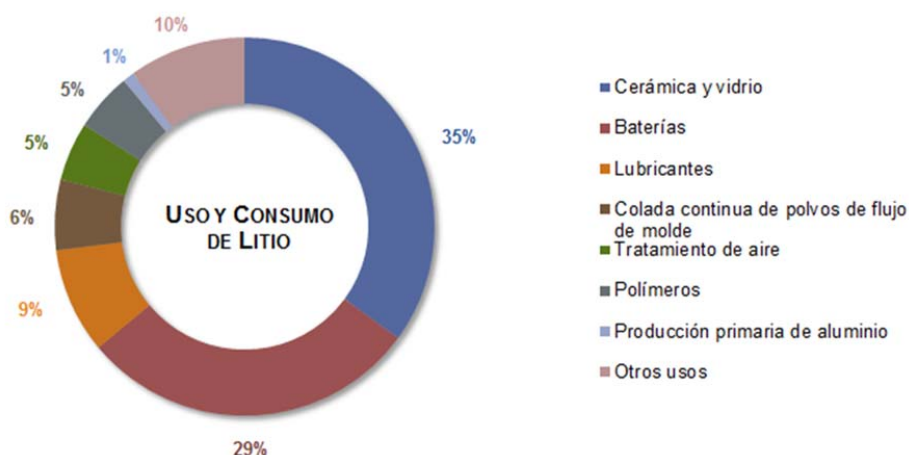


Fig. II.1 Evolución de precios promedio anual de carbonato de litio.

Por su buen comportamiento en la conducción y almacenamiento de la electricidad, el litio es el elemento preferido para la confección de baterías particularmente las *baterías de iones de litio*. Es innegable el crecimiento de la demanda por baterías pequeñas en electrónica portátil, y por su practicidad tecnológica, el uso del litio ha aumentado significativamente. Además, según las expectativas del tipo de vida que llevamos seguirá creciendo.

Hoy el uso principal del litio es para celulares, computadoras personales, herramientas, reproductores MP3 y agendas electrónicas. La ingeniería electrónica no se detiene y a futuro se pueden vislumbrar una gran gama de artículos indescifrables que harán usos de estas tecnologías.



**Figura II.2. Porcentaje de uso y consumo de litio al año 2016**

(Fuente: Servicio Geológico Mexicano, 2016)

A causa de la gran densidad de energía del litio, las baterías son adecuadas para aparatos portátiles, que se pueden recargar de manera cómoda; además, la gran adaptabilidad y eficiencia del mineral para su función, se presta a la tendencia tecnológica de producir aparatos cada vez más pequeños.

El litio se usa en el proceso de la producción de otros sectores tales como para la industria de vidrio y cerámicas, grasas lubricantes, farmacéuticos, y aires acondicionado. A su vez en la producción de aluminio, el litio sirve para aumentar la elasticidad del metal y para reducir su peso específico gracias a que el litio tiene una densidad muy pequeña.

Otro sector que genera una importante demanda para el litio es el farmacéutico, pues sirve para tratar la depresión y la manía. Así también se puede estabilizar el estado de ánimo y ayuda a reducir el riesgo de suicidio. (CEDHA, 2012)

El principal país productor de litio es Chile, incrementaron su producción en la primera mitad del año 2013. La producción mundial de litio en 2013 (excluyendo lo producido por EE.UU.) se estimó en 35,000 toneladas de litio contenidas como carbonato de litio, cloruro de litio, hidróxido de litio, y concentrados minerales de litio en minerales y compuestos, tuvo un decremento del 4.3% respecto a 2012; Argentina, Chile, China y Estados Unidos fueron los principales productores de carbonato de litio de salmuera.

Cantidades significativas de compuestos de litio y concentrados también se produjeron en Australia, Brasil, China, Portugal y Zimbabwe. Varios yacimientos del tipo de salmuera se están desarrollando en Argentina, Bolivia y Chile, las operaciones mineras en yacimientos de espodumena estaban en desarrollo en Australia, Canadá, China y Finlandia, y una operación minera en jadarita estaba en desarrollo en Serbia. Pegmatitas que contienen minerales de litio también se han identificado en Afganistán, Austria, Francia, India, Irlanda, Mozambique, España, Suecia y el Zaire, pero no se han explotado.

El litio también ha sido identificado en salmueras subterráneas en Afganistán e Israel. Los yacimientos de salmueras del subsuelo se han convertido en la materia prima principal para la producción de carbonato de litio en todo el mundo debido a los menores costos de producción en comparación con los costos de extracción y procesamiento de minerales obtenidos de roca dura.

Tabla II.3 Principales países productores (en toneladas).

País	2012	2013
Estados Unidos	W	W
Argentina	2,700	3,000
Australia	12,800	13,000
Brasil	150	150
Chile	13,200	13,500
China <sup>1</sup>	4,500	4,000
Portugal	560	570
Zimbabue	1,060	1,100
Total (Redondeado)	35,000	35,000

(Fuente: Coordinación General de Minería, 2014)

La exploración y evaluación de este salar, generará información relevante para definir si es viable el desarrollo de un proyecto de producción de litio y de potasio. Este último elemento es de gran demanda en la industria de fertilizantes y actualmente todo su consumo en México proviene de importaciones de Canadá y Chile.

#### II.1.2 Selección del sitio

##### a) Criterios considerados en la selección del sitio.

El sitio seleccionado para realizar la barrenación es el vaso de la laguna La Salada, por ser ahí donde se concentra la salmuera con contenidos atractivos de litio, potasio y boro.

Este tipo de laguna se forma dentro de una cuenca endorreica o cerrada, donde el agua que capta solo tiene salida por infiltración o evaporación, sin salida fluvial al mar, lo que contribuye a la concentración de sales. En este tipo de lagunas, dado que la evaporación es mayor a la precipitación, se concentra la sal y se convierten en un salar.

Muestreos superficiales en el vaso de la laguna indican valores de interés que dan pauta para el presente programa de barrenación, lo que permitirá obtener más datos y evaluar el potencial de este salar.

##### b) Métodos utilizados en la exploración.

Se han realizado estudios preliminares de prospección, muestreo superficial y levantamientos de geofísica.

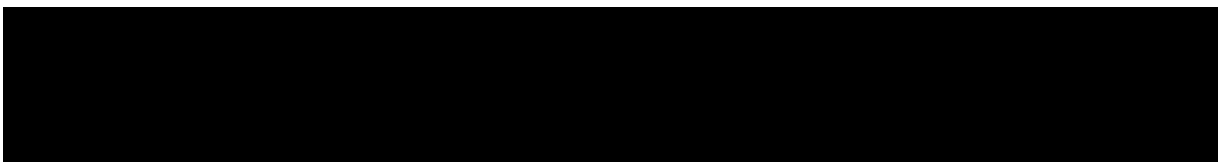
Para los dos barrenos que se proponen en el presente programa, se utilizará máquina perforadora de circulación inversa las cuales operan mediante un tubo concéntrico doble, en el que se inyecta un fluido a presión, regularmente aire y agua, a través del tubo exterior y se recupera junto con la muestra por el tubo interior. El elemento de corte en este sistema es un tricono. Las muestras que se obtienen por este método son pequeños trozos de roca o roca pulverizada que se colectan en un ciclón, identificando los intervalos de profundidad

##### c) Sitios alternativos.

Por las razones arriba expuestas, el área de interés se circunscribe al vaso de la laguna La Salada, y aunque existen otras lagunas cercanas, no se cuenta con datos o con el nivel de información que se tiene para la laguna La Salada, la cual es la que resulta de interés actualmente, por lo que no procede el análisis de alternativas por ahora.

**d) Situación legal del Predio.**

La Salada. Para este fin, la empresa ha firmado contrato, con opción a compra, con la empresa MKG Mining Mexico, para adquisición de derechos de las concesiones antes señaladas. En Anexo 1 se incluye copia de contrato.



En la figura II.3 se muestran el polígono de la concesión minera.

**II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.**

La ubicación de los barrenos propuestos es en un área de salares en la zona centro del estado de Zacatecas, a aproximadamente a 80 km al NW de la ciudad de Zacatecas, capital del estado de Zacatecas. Figura I.1.

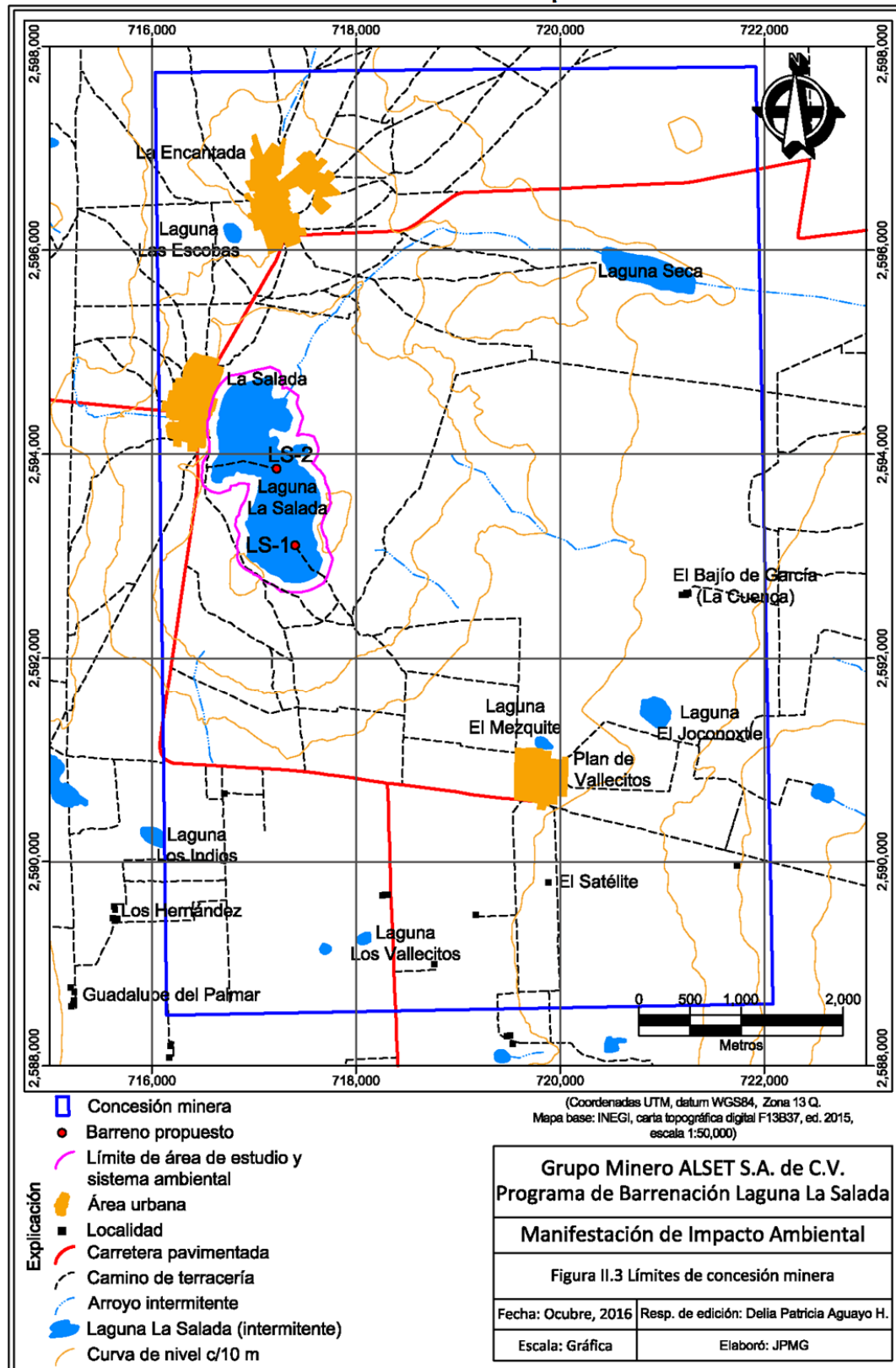
La topografía del área es del tipo planicie, la elevación en el área del proyecto es de aproximadamente 2,000 m por encima del nivel del mar. Las coordenadas de los barrenos que se proponen se indican en la tabla II.4.


**II.1.4 Inversión requerida.**

Se estima una inversión [REDACTED], para el primer año, que cubre las actividades de obtención de permisos, barrenación, análisis de muestras y pago de salarios.

Se estima que aproximadamente el 66% de esta inversión se quede en México.

Figura II.3 Concesiones mineras en el área de exploración





### II.1.5 Dimensiones del proyecto

Las obras de exploración propuestas consistirán solo de dos barrenos de 5 pulgadas de diámetro, con profundidad de 70 m. Para el desarrollo de cada barreno se ocupará una planilla de 24 m x 5 m, es decir, una superficie a afectar de 240 m<sup>2</sup> en total. Esta superficie a afectar será dentro del vaso de la laguna donde no se presenta ningún tipo de vegetación.

Con base en la norma de exploración NOM-120-SEMARNAT-2011, se ocuparán dos cuadros de 50 m x 50 m, lo que resulta en una superficie de exploración de 0.5 ha, por lo que el porcentaje de afectación por hectárea de los barrenos propuestos sería de 4.8%, muy por debajo del porcentaje permitido, según se indica en la siguiente tabla:

**Tabla II.5 Dimensiones y estimación de superficie de las obras de barrenación en la laguna La Salada.**

	Cuadros ocupados (50 m x 50 m)	Obras de exploración propuestas					
		Barrenos		Planillas de barrenación*			
		Existente	Propuesto	Total	Existente	Propuesto	Total
Cantidad	2	0	2	2		2	2
Longitud total (m)							
Superficie (has)	0.5					0.024	0.024
% de afectación por hectárea, por obra							4.80
% de afectación por hectárea según NOM-120-SEMARNAT-2011						7.68	
% de afectación total por hectárea						4.80	
% de afectación total por hectárea según NOM-SEMARNAT-2011						25	
* Dimensiones de la planillas 24*5 m							

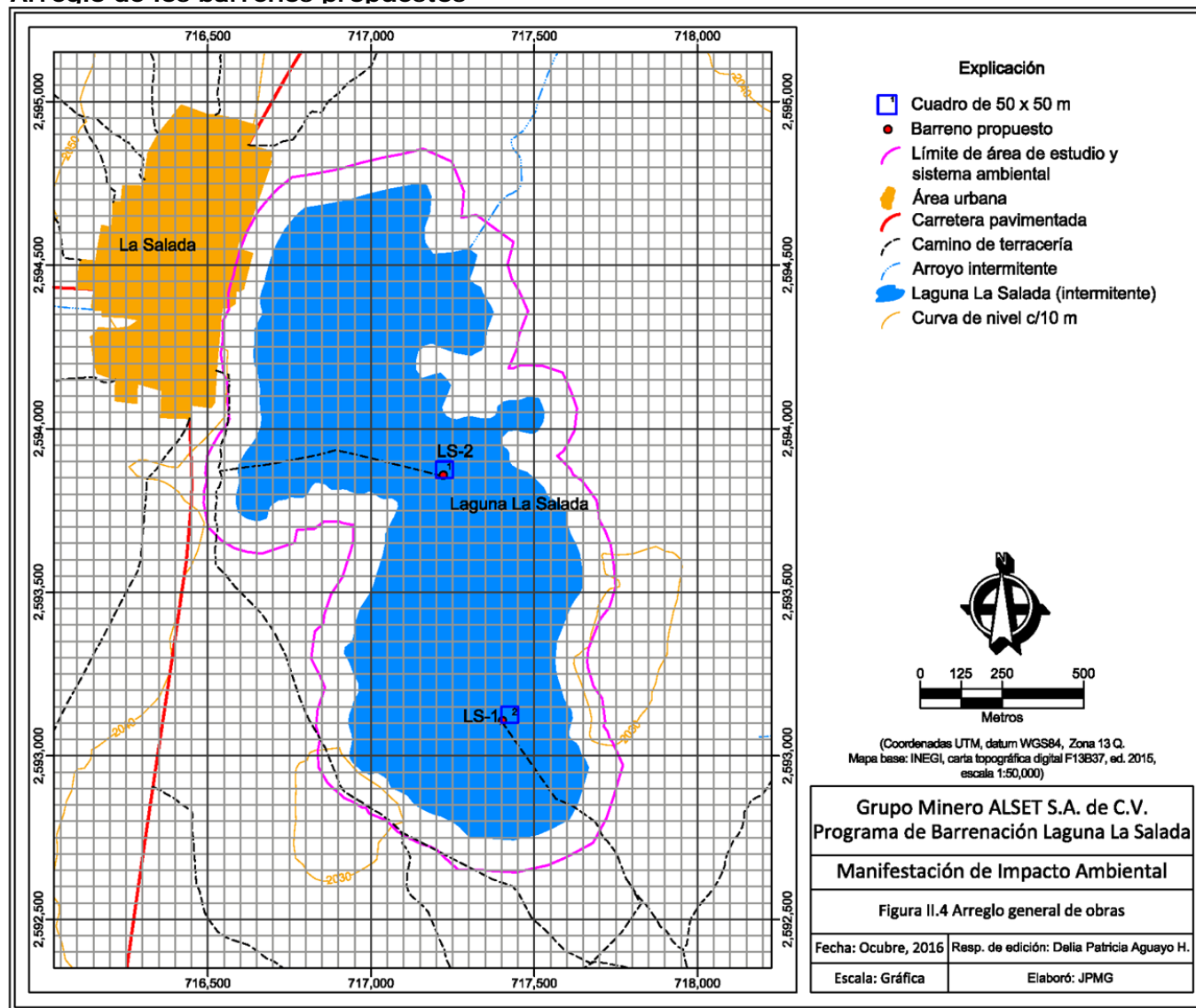
Dado que las obras de exploración se desarrollarán dentro del vaso de la laguna La Salada, donde no se desarrolla vegetación, no se requiere solicitar autorización en materia de cambio de uso de suelo. Foto II.1.



**Foto II.1 Vaso de la laguna La Salada, donde se pretenden realizar dos barrenos exploratorios.**



Figura II.4 Arreglo de los barrenos propuestos



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

El lugar donde se pretende realizar el programa de barrenación es una laguna salada o salar. El uso actual del suelo en la zona es principalmente para actividades pecuarias a pequeña escala, observándose pastoreo de ganado caprino y bovino, principalmente en la zona con pastizal natural que rodea a la laguna La Salada. Existe un poblado muy cerca (La Salada) al Oeste de la laguna, registrando también recolección de leña a nivel doméstico y fabricación de adobes, en la zona noreste, con el barro que se encuentra en el lugar.

El proyecto se ubica en el municipio de Fresnillo, Zacatecas, en cuyo plan de desarrollo municipal no se plantean restricciones en cuanto al uso del suelo en la zona de estudio.

A nivel regional, el proyecto queda inmerso en la unidad ambiental U28, con clase de aptitud primaria AT (agricultura de temporal) y aptitud secundaria de pastizales.

En cuanto a los usos potenciales del suelo con base en cartografía del INEGI (Carta de usos potenciales esc. 1:1,000,000), se tiene que el programa de exploración se encuentra en tierras aptas para la agricultura mecanizada continua con aptitud de desarrollo de cultivos alto y bajo, con aptitud de labranza media y baja y aplicaciones de riego medio y bajo. En cuanto al uso potencial forestal el proyecto se ubica en tierras no aptas para uso forestal, pero una porción se encuentra dentro de tierras aptas para uso forestal doméstico, donde la condición de la vegetación aprovechable va de nula a alta con extracción de productos forestales alto. En lo que respecta al uso potencial pecuario se tiene que el área del proyecto se ubica en tierras aptas para el desarrollo de praderas cultivadas actualmente en uso agrícola o con vegetación diferente a pastizal, donde la condición de la vegetación natural aprovechable es baja, con movilidad de ganado alta.



(a) Pastoreo de ganado cercano a la laguna La Salada

(Coord. UTM, WGS84, zona 13Q: 716,569 E y 2,593,526 N)



(b) Tierra de cultivo de área cercana a la laguna La Salada



(c) Elaboración de adobes en la parte noreste de la laguna La Salada.



(d) Pastoreo de ganado caprino en el área de la laguna La Salada.

**Fotos II.1.6.1 a, b, c y d Actividades económicas que se desarrollan en las cercanías del programa de barrenación laguna La Salada.**

#### ***Cuerpos de Agua.***

El Programa de barrenación laguna La Salada se enmarca en una microcuenca sin salida (cerrada), denominado aquí como microcuenca La Salada. Las corrientes que drenan en esta microcuenca son intermitentes y no existe conexión de estos drenajes con otros escurrimientos fuera de esta microcuenca.

Dentro de esta microcuenca se localizan algunas lagunas, siendo las más importantes La Salada, La Calabaza y Laguna Seca. Estas lagunas se mantienen mayormente secas a lo largo del año, almacenando agua durante el período de lluvias.

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

Los dos barrenos propuestos se darán dentro del vaso de la laguna La Salada, la cual se ubica en las inmediaciones del poblado La Salada. El acceso al área, desde Zacatecas, es por carretera pavimentada y ya cercano al sitio se toma camino de terracería en muy buenas condiciones. Existen caminos de acceso a la laguna, por lo que no se requerirá la construcción de nuevos caminos para movilizar y operar las máquinas de perforación.

En el poblado La Salada se cuenta con servicio de energía eléctrica, agua entubada y servicio de drenaje sanitario.

La siguiente población de importancia es Fresnillos, a 28 km en línea recta, que cuenta con una población aproximada de 196,500 habitantes y con buena cobertura de servicios básicos como energía eléctrica, agua entubada, sistema de drenaje y sistema de comunicaciones con cobertura amplia.

La ciudad de importancia más cercana es Zacatecas, se ubica a aproximadamente 80 km, la cual cuenta con una excelente infraestructura de comunicaciones y servicios, incluyendo aeropuerto para aviones comerciales.

Respecto a los servicios e infraestructura requeridos en el sitio del proyecto, la energía eléctrica será provista por las mismas máquinas barrenadoras. El agua provendrá de alguna fuente cercana, en acuerdo con el propietario de la fuente de agua.

En cuanto a la disposición de los residuos no tóxicos se utilizará el relleno sanitario más cercano, como el de Fresnillo o Zacatecas, para disponerlos, previo acuerdo con

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo II**

las autoridades municipales. Los residuos tóxicos que pudieran generarse se entregarán a empresas autorizadas por SEMARNAT para su transporte y disposición.

**II.2 Características particulares del proyecto.**

El Programa de Barrenación Laguna La Salada, consistirá de la perforación de dos barrenos de circulación inversa, con diámetro de 5 pulgadas y una profundidad promedio de 70 m, dentro del vaso de la laguna. La máquina perforadora y unidades de soporte se alojarán dentro de una planilla de 24 m x 5 m, es decir una superficie de afectación de 120 m<sup>2</sup> por cada barreno.

Para el acceso a los sitios se utilizarán caminos existentes, por lo que no se contempla la apertura de nuevos accesos a las áreas de barrenación.

Las obras propuestas ocuparán 2 cuadros de 50 m x 50 m, es decir una superficie de exploración de 0.5 ha, calculada de acuerdo a la NOM-120-SEMARNAT-2011 (NOM-120). Ver tabla II.5.

**La afectación total directa sobre el terreno por el desarrollo de las obras de exploración propuestas será de solo 240 m<sup>2</sup>.**

Los trabajos de exploración se diseñan y realizan en apego a las especificaciones que establece la NOM-120.

A continuación se describen las obras de exploración propuestas, así como los insumos e infraestructura necesaria para el desarrollo de esta campaña de exploración:

Planillas de barrenación

Las planillas se prepararán mediante un tractor o con la ayuda de una cuadrilla de personal y herramientas manuales (pico, pala, etc.), según las condiciones del terreno. Las planillas tendrán dimensiones máximas de 24 m x 5 m, donde se asentará el equipo de barrenación y sus equipos auxiliares como tuberías, compresor, bombas, tanques, etc.

Los barrenos se darán dentro del vaso de la laguna, donde no se presenta cubierta vegetal, por lo que no se requiere despalle o remoción de vegetación.

Se planea desarrollar dos barrenos de circulación inversa, con profundidad promedio de 70 metros. Para ayudar a la lubricación de los equipos de perforación se utilizará lodo de barrenación y lubricantes biodegradables, así como otras sustancias biodegradables, según se muestra en la tabla II.6.

Insumos e infraestructura necesaria

La barrenación por el método de circulación inversa no requiere por lo general de agua, se estima un consumo de agua máximo por turno de 15 m<sup>3</sup>, la cual se abastecerá de fuente cercana, previo acuerdo con el propietario del pozo o noria.

Las actividades demandan el uso de diésel, gasolina y lubricantes. Se estima que se utilizarán 500 a 600 litros de diésel por día, para la máquina perforadora, que se abastecerá directamente en la estación de servicio más cercana, como puede ser en Fresnillo o Zacatecas.

Para los vehículos de apoyo se abastecerá de gasolina en las estaciones de servicio de Fresnillo o Zacatecas. No se ha estimado el consumo de gasolina.

Para las actividades de barrenación se utilizarán lodos de barrenación y lubricantes biodegradables, tales como arcillas, espumas y lubricantes. Estos se comprarán a distribuidores en la región. En la tabla II.6 se muestran las sustancias que se utilizarán

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

Capítulo II

para las actividades de exploración, las cantidades a utilizar de cada sustancia y modo de almacenamiento, y otros.

**Tabla II.6 Sustancias a utilizar en el programa de barrenación laguna La Salada.**

Nombre comercial	Nombre químico	Cantidad a usar por día/tipo de envase	Uso	Precauciones de uso
Bentonita	Mineral de origen natural (arcilla)	30 Kg	Aditivo para fluido de perforación	Ver hojas de seguridad (Anexo 3)
Grasa lubricante	Estearato de Bario	120 litros	Lubricante	
Gasolina	Mezcla de hidrocarburos	Sin estimar	Combustible	
Diésel	Mezcla de hidrocarburos	500-600 litros	Combustible	

Los contratistas serán los responsables de la cantidad de combustible a usar, de su almacenamiento y control de seguridad y manejo de residuos de los mismos.

La infraestructura de apoyo que se requiere para este proyecto consiste de:

Almacén temporal de residuos peligrosos (aceite usado, material impregnado de hidrocarburos, etc.).

Sitio para disposición temporal de residuos sólidos no tóxicos

Almacén temporal de sustancias (aceites, lubricantes, aditivos, etc.)

Baños portátiles, para lo cual se contratarán los servicios de una empresa especializada que realizará periódicamente la limpieza, remoción y disposición adecuada de los residuos que se generen.

Todas estas instalaciones de apoyo se ubicarán en área protegida, con suelo impermeable y bordos de contención, dentro del área de la planilla o camino de acceso.

**II.2.1 Programa General de Trabajo.**

El calendario general del programa de barrenación se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla II.7 Calendario general de actividades del Programa de barrenación**

ACTIVIDAD	2016		2017					
	Nov	Dic	Ene	Feb	Mzo	Abr	May	Jun
Planeación y diseño								
Trámites y permisos								
<b>Preparación del sitio</b>								
Contratos de servicio y personal								
<b>Construcción y Operación</b>								
Construcción de planillas para barrenación								
Construcción de cárcamos impermeabilizados								
Barrenación								
Análisis de información								
<b>Abandono/Restauración</b>								
Limpieza de planillas y áreas de trabajo								
Sellado de barrenos								
Suavización y escarificación del terreno afectado								

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo II**

Las actividades del proyecto consistirán de:

***Planeación y diseño del programa de exploración***

Con base en el análisis de cartografía geológica, actividades de prospección, antecedentes de actividades de exploración en la zona y otros datos disponibles sobre el área, se diseña el programa de exploración, proponiendo el arreglo de las obras a realizar.

No se identifican actividades de impacto significativo al ambiente en esta etapa.

***Trámites y permisos***

En esta etapa se hace el reconocimiento ambiental del sitio, se prepara e ingresa el informe preventivo o Manifestación de impacto ambiental a la SEMARNAT y se espera tener el permiso o resolución para posteriormente dar inicio con las actividades del proyecto.

También se tramitan los permisos necesarios ante la Comisión Nacional del Agua, el Ayuntamiento de Fresnillo, los dueños de la propiedad superficial, titulares de las concesiones mineras y otras dependencias involucradas.

No se identifican actividades de impacto significativo al ambiente en esta etapa.

***Preparación del sitio***

En esta etapa se realizan los contratos de servicios de compañías de barrenación y otros; y se contrata el personal que laborará directamente en el proyecto. Estas actividades son relevantes desde el punto de vista del impacto socio-económico al dejar ingresos monetarios y/o convenios que favorecen a los pobladores donde se darán las obras de exploración.

Previo a la movilización de la maquinaria y equipo, se llevará a cabo un barrido por el área para detectar posible existencia de madrigueras o nidos de especies de fauna que pudieran ser afectados. Aunque, como ya se mencionó, no se espera la presencia de fauna dado que no existe vegetación en la zona donde se pretende barrenar que pudiera resguardar organismos de fauna.

Las actividades en esta etapa que se prevé tendrán un impacto en las componentes socioeconómico y ambiental son:

*Contrato de compañías de servicios*

*Contratación de personal*

***Construcción y operación*****Construcción de planillas de barrenación y obras de control de las aguas residuales (cárcamos).**

Para el acceso a los sitios de exploración se aprovechará la red de caminos existentes, por lo que no construirán caminos nuevos.

Las planillas de barrenación tendrán dimensiones máximas de 24 m x 5 m. La planilla se dejará limpia de rocas y objetos que puedan interferir con las maniobras de las máquinas barrenadoras.

Para la captación y control de las aguas residuales a generarse por la barrenación, se construirán cárcamos protegidos con membrana plástico en los cuales se colectarán y sedimentarán los sólidos en exceso del agua, antes de reusarse en la perforación o antes de su descarga al terreno natural.



**Barrenación**

Esta es la etapa de operación, durante la cual se realizarán 2 barrenos a circulación inversa, con una profundidad promedio de 70 m.

La barrenación a circulación inversa consiste de la perforación del terreno con un tubo concéntrico doble, en el que se inyecta un fluido a presión, regularmente aire, a través del tubo exterior y se recupera junto con la muestra por el tubo interior, se requiere de un compresor de aire de alta capacidad para lograr esto. El elemento de corte en este sistema es un tricono. Las muestras que se obtienen por este método son pequeños trozos de roca o roca pulverizada que se colectan en un ciclón, identificando los intervalos de profundidad.

En condiciones adecuadas de perforación se utiliza el aire como fluido de limpieza de la barrenadora de circulación inversa. En algunos casos se utiliza agua y a veces es necesario aumentar su densidad y viscosidad y cuando son formaciones muy permeables se requiere un lodo apropiado para sellar las fugas.

La perforación iniciará con ademe Stratex, de 10 a 40 pies y una vez que empiece la barrenación con el tricono, se mezclarán e inyectarán aditivos para la dispersión de arcillas, para lo cual se requiere el uso de agua externa.

En caso de producción de lodos de perforación o aguas residuales, se debe de recolectar en los cárcamos impermeabilizados donde se decantará los finos antes de reutilizar el agua en la barrenación o descargarla al ambiente.



**Foto III.1.5.1 Máquina perforadora de circulación inversa (foto de archivo).**

Todos los barrenos se taparán mediante una cubierta o placa de concreto sobre el brocal, en la cual se indique la clave del barreno.

En esta etapa se clasifican las muestras y se envían para análisis, se revisan y procesan los resultados.

Las principales actividades que presentarán un impacto al ambiente en esta fase del proyecto son:

*Construcción de cárcamos impermeabilizados*

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

## Capítulo II

*Operación de la máquina barrenadora*

*Uso de agua para la barrenación*

*Descarga de agua residual*

*Transporte y manejo de combustible, aditivos y lubricantes al sitio del proyecto*

*Riego de caminos y áreas con generación de polvo*

**Abandono/Restauración**

En esta etapa se dismantelará cualquier instalación temporal y se retiran todos los equipos y maquinaria de trabajo, dejando a lo último aquella maquinaria o equipo que pueda servir para las obras de cierre y restauración.

Los cárcamos de sedimentación serán rellenados y nivelados, al igual que las planillas de barrenación, procurando que los escurrimientos pluviales no ocasionen problemas de erosión.

En caso de que exista interés por continuar con la exploración o un futuro desarrollo minero en la zona, la restauración se realizará en otras áreas degradadas cercanas al proyecto, para compensar la afectación en una superficie equivalente, dentro del mismo sistema ambiental.

Todas las actividades de esta etapa tendrán efectos positivos en el entorno ambiental, siendo las más relevantes:

*Limpieza y disposición de residuos*

*Cierre de barrenos*

*Suavización y escarificación de planillas de barrenación*

*Retiro de maquinaria y equipo*

**II.2.2. Programa de abandono**

El cierre y restauración de las áreas afectadas por la exploración se puede iniciar desde la etapa de operación con actividades de limpieza y remoción de cualquier tipo de residuos, así como el cierre de los barrenos y se continuará hasta que se concluyan los trabajos de barrenación y se defina si el área estará sujeta a evaluaciones adicionales.

En caso de haber interés por continuar el programa de exploración o evaluar la zona para un posible desarrollo minero, se identificarán zonas cercanas que ameriten ser restauradas en compensación por las áreas del proyecto que no serán restauradas. Las obras de restauración en zonas aledañas pueden consistir de la construcción de bordos y/o gaviones para el control de la erosión, siembra de semillas y reforestación con especies nativas, entre otros, según las condiciones y el grado de perturbación que se presente.

Las obras de restauración en el sitio consistirán de lo siguiente:

**Barrenos**

Todos los barrenos deberán sellarse o cerrarse a nivel del suelo, con una placa metálica o placa de cemento con los datos del barreno.

En caso de interceptar agua subterránea se deberá rellenar y sellar dicho barreno.



***Planillas de barrenación***

Los trabajos de restauración en planillas de barrenación consistirán de la suavización y/o escarificación del terreno donde así lo amerite, evitando obstruir el libre flujo de agua pluvial.

***Cárcamos de sedimentación***

Los cárcamos de sedimentación en caso de contener agua en exceso se promoverá su evaporación y/o filtración adecuada antes de descargarla al entorno. Posterior a esto, serán rellenados y nivelados junto con las planillas.

**II.2.3 Residuos*****Residuos Sólidos Urbanos***

Los residuos del tipo sólidos urbanos que se pueden generar en las áreas de trabajo serán depositados diariamente en contenedores debidamente rotulados y tapados los cuales serán recolectados al menos dos veces por semana para su disposición final en el relleno sanitario más cercano.

***Residuos Peligrosos***

Los principales residuos potencialmente tóxicos o peligrosos que pudieran generarse son materiales impregnados de hidrocarburos, suelo contaminado y aceite usado. Estos residuos se almacenarán adecuadamente en contenedores tapados en un sitio con piso protegido con membrana plástica y papel absorbente y se entregarán a empresas autorizadas para su disposición final. Se deberá llevar registro de las entradas y salidas de residuos tóxicos del almacén temporal y llenar los formatos de entrega-transporte-recepción al entregar los residuos tóxicos a empresa autorizada.

Para minimizar la contaminación del suelo por residuos tóxicos, las áreas donde se almacenen las sustancias y aditivos estarán sobre terreno impermeabilizado, con borde de contención y lejos de cursos de agua. Se utilizarán hojas impermeables o charolas para captar cualquier derrame durante maniobras con sustancias o hidrocarburos.

En caso de derrame de hidrocarburos, se limpiará en forma inmediata el sitio, colectando los líquidos y excavando y removiendo todo el suelo contaminado.

***Agua residual***

Durante la barrenación se pueden generar lodos o aguas de desecho con contenido de finos, principalmente arcillas. Se controlarán las descargas de agua de barrenación mediante la colección de las mismas en un cárcamo.

No se tiene una estimación del volumen de agua residual que se producirá por la barrenación, pero todo el volumen se reusará hasta donde sea posible en los procesos de barrenación. En caso de descargar esta agua residual, se hará dentro de la misma laguna.

Para los servicios sanitarios se utilizarán baños portátiles para lo cual se contratarán los servicios de empresa especializada que realizará periódicamente la limpieza, remoción y disposición adecuada de los residuos que se generen.

***Emisiones a la atmósfera***

Las emisiones a la atmósfera consistirán de partículas suspendidas, producidas por el tráfico de maquinaria y vehículos de trabajo, así como por las mismas máquinas barrenadoras. Se controlará las emisiones con un buen programa de mantenimiento al equipo de barrenación y con riegos continuos en los puntos de mayor generación de polvos.

**II.2.4 Otras fuentes de daños*****Contaminación por ruido y/o vibraciones:***

La principal fuente de ruido y vibraciones será la máquina perforadora.

***Contaminación térmica, radiactiva y luminosa:***

En el proyecto no existirán fuentes de contaminación térmica, ni de contaminación radioactiva.

***Situaciones de riesgo ambiental:***

No se identifican actividades de riesgo ambiental para este proyecto de exploración.

### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.**

En apego al artículo 5 fracción R del Reglamento de Impacto Ambiental de la LGEEPA, el cual establece que cualquier obra civil en terreno federal requiere la presentación de un manifiesto de impacto ambiental, como lo es el caso del presente proyecto que aunque es de muy bajo impacto así lo requiere, sin embargo el proyecto se apegará a las especificaciones de la NOM-120-SEMARNAT-2011.

Con base en el conocimiento sobre el entorno ambiental y el tipo de proyecto que se pretende desarrollar en la zona de estudio, se hizo la siguiente revisión y análisis de los instrumentos de planeación, leyes, reglamentos y normas ambientales mexicanas.

#### **III.1 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio**

##### **III.1.1 Programa de ordenamiento ecológico general del territorio. Publicado el 07 de septiembre de 2012.**

De conformidad con la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE), establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Así mismo tiene por objeto establecer lineamientos y estrategias ecológicas.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 31 de octubre de 2014), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la **regionalización ecológica**, la cual identifica las áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial y los **lineamientos y estrategias ecológicas**, para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Para la definición de las áreas de atención prioritarias, se consideran aquellas regiones donde se desarrollen proyectos, programas y acciones que generen o puedan generar conflictos ambientales con la naturaleza y con cualquier sector o que por sus características ambientales requieran atención inmediata; aquellas regiones que deban ser preservadas, conservadas, protegidas, restauradas o que requieran de medidas de mitigación para atenuar o compensar impactos ambientales adversos o regiones en las que existan, al menos potencialmente, conflictos ambientales o limitaciones para las actividades humanas.

Con base en lo anterior la zona donde se pretende llevar a cabo el Programa de Barrenación Laguna La Salada, se ubica en el municipio de Fresnillo, en el estado de Zacatecas, y se encuentra en la región ecológica 15.24 dentro de la **Unidad Ambiental Biofísica 42 Llanuras y Sierras Potosino Zacatecano**, la cual presenta las siguientes características de compatibilidad:

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo III**

- Política ambiental: Aprovechamiento sustentable y restauración
- Nivel de atención prioritaria: Bajo
- Rectores del desarrollo: Ganadería y minería
- Coadyuvantes del desarrollo: Agricultura, flora y fauna
- Asociados del desarrollo: Desarrollo social

Esta unidad biofísica ambiental (UAB) no presenta superficie de áreas naturales protegidas, pero presenta alta degradación de los suelos sin degradación a la vegetación y presenta media degradación por desertificación, con modificación antropogénica baja. En cuanto a actividades económicas la minería y la ganadería tienen alta importancia y la actividad agrícola es altamente tecnificada.

Las estrategias dentro de esta UAB dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio son:

Para la preservación se tienen tres estrategias, las cuales son conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad, recuperación de especies en riesgo y conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.

En cuanto al aprovechamiento sustentable se tienen varias estrategias encaminadas a modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas, así como el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, especies, genes y recursos naturales, así como el aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas, pecuarios y recursos forestales, así como la valoración de los servicios ambientales.

Las estrategias para la protección de los recursos naturales son la protección de los ecosistemas y racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.

En lo respecta al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios, se tienen dos estrategias, la primera es la aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables y la segunda estrategia es consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.

**III.1.2 Estatal**

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas, 2012 (PEDUyOTZ, 2012), tiene como finalidad establecer las disposiciones y lineamientos para avanzar en la distribución equilibrada de la población y de las actividades económicas en la entidad, conforme el Sistema Estatal de Centros de Población.

De esta manera, se tiene como objetivos específicos atender las disposiciones en materia de desarrollo urbano establecidas tanto en la normatividad federal, como en la estatal, en particular en el Código Urbano del estado de Zacatecas

El PEDUyOTZ es una estrategia de la política de desarrollo territorial que tiene como ejes rectores el beneficio social y el fomento del crecimiento económico, a partir de una administración correcta de los recursos, que inicie desde la localización de los asentamientos humanos para su mejor aprovechamiento.

Con la finalidad de responder a los objetivos propuestos, el PEDUyOTZ se divide en cuatro grandes secciones y nueve apartados. La primera referente a la fundamentación jurídica y de planeación, en donde se muestra un panorama general de las bases jurídicas que dan viabilidad al programa y en el cual se integran las disposiciones establecidas en planes o programas de carácter sectorial vinculados y vigentes. En la

segunda se presenta un diagnóstico en el que se analizan y valoran las condiciones del medio físico, así como los aspectos sociales y económicos que caracterizan la situación actual de desarrollo de la entidad incluidos la vivienda, el patrimonio cultural, el equipamiento y procesos de vinculación, evaluación de impactos, aptitud de uso del territorio y análisis integral. En la tercera sección se hace un ejercicio de prospectiva y se presenta una imagen objetiva, y en la cuarta, se presenta la propuesta de estrategia de desarrollo acompañada de una cartera de proyectos y su instrumentación. También incluye anexos metodológico, estadístico y cartográfico.

Para determinar la aptitud territorial de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), en el contexto del ordenamiento territorial y ecológico, se ha aplicado una alternativa que permite, de llevarse a cabo, garantizar la preservación del equilibrio ecológico de los ecosistemas del estado de Zacatecas, al considerar las características y particularidades biofísicas del territorio estatal.

La aptitud territorial se ha determinado en función de los criterios de la aptitud ecosistémica o biofísica, considerando la cobertura vegetal existente y potencial.

El criterio principal que se usó para determinar la aptitud territorial por unidad ambiental biofísica (UAB), fue la extensión de la superficie dominante que ocupa cada clase de aptitud dentro de su propia unidad, es decir, hay casos que presentan tres aptitudes para una sola unidad (aptitud primaria, secundaria y terciaria).

Es importante mencionar que, la mayoría de los mapas de aptitud territorial preparados para diversos estudios en México, se orientan más al uso del suelo (aptitud de uso antrópico) que a la cobertura vegetal existente o potencial (aptitud ecosistémica o biofísica), pero en este caso determinó desde una perspectiva socioambiental integrada.

Con base en lo anterior el estado de Zacatecas se divide en 77 unidades ambientales, con aptitudes primarias, secundarias y terciarias. A continuación se describe la unidad ambiental biofísica a la cual pertenece el programa de exploración laguna La Salada, la cual es la U28.

La clase de aptitud que presenta la U28 es agricultura de temporal (AT) la cual es una aptitud primaria, que corresponde a una aptitud de uso de suelo antrópico de agricultura de temporal sustentable.

Esta unidad ambiental también presenta una aptitud secundaria, la cual corresponde a una aptitud biofísica de pastizales naturales, en donde y de acuerdo con las condiciones de geología, relieve, clima y clase edáfica es propicia para su existencia. En este tipo de vegetación se incluye al pastizal natural y al pastizal halófito característico de suelos salinos. En general este tipo de aptitud se encuentra sobre suelos pedregosos y poco profundos y en el caso de los pastos halófitos sobre calcisoles ricos en carbonato de calcio.

### **III.1.3 Municipal**

No se cuenta con programa de ordenamiento ecológico del territorio a nivel municipal.

## **III.2 Planes de desarrollo**

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

El Plan Nacional 2013-2018 tiene como objetivo general llevar a México a su máximo potencial en un sentido amplio. Además del crecimiento económico o el ingreso, factores como el desarrollo humano, la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres, la protección de los recursos naturales, la salud, educación, participación política y

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo III**

seguridad, forman parte integral de la visión que se tiene para alcanzar dicho potencial.

El PND tiene cinco metas nacionales, las cuales son:

- Un México en paz que garantice el avance de la democracia, la gobernabilidad y la seguridad de su población.
- Un México incluyente para garantizar el ejercicio efectivo de los derechos sociales de todos los mexicanos que vaya más allá del asistencialismo y que conecte el capital humano con las oportunidades que genera la economía en el marco de una nueva productividad social, que disminuya las brechas de desigualdad y que promueva la más amplia participación social en las políticas públicas como factor de cohesión y ciudadanía.
- Un México con Educación de Calidad para garantizar un desarrollo integral de todos los mexicanos y así contar con un capital humano preparado, que sea fuente de innovación y lleve a todos los estudiantes a su mayor potencial humano. Esta meta busca incrementar la calidad de la educación para que la población tenga las herramientas y escriba su propia historia de éxito.
- Un México Próspero que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades.
- Un México con Responsabilidad Global que sea una fuerza positiva y propositiva en el mundo, una nación al servicio de las mejores causas de la humanidad.

En cuanto a las estrategias transversales, la presente administración pondrá especial énfasis en las siguientes: i) Democratizar la productividad, ii) Un gobierno cercano y moderno iii) Perspectiva de género en todas las acciones de la presente administración.

En cuanto al desarrollo sustentable México ha demostrado un gran compromiso con la agencia internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable y participa en más de 90 acuerdos y protocolos vigentes, siendo líder en temas como cambio climático y biodiversidad.

Existen retos importantes para propiciar el crecimiento y desarrollo económico y a la vez asegurar que los recursos naturales continúen proporcionando los servicios ambientales, de los cuales depende nuestro bienestar.

Dentro de los objetivos del presente plan se encuentra impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve el patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.

Con respecto a la minería una de las estrategias del plan es promover mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero. La industria minera es la cuarta fuente generadora de ingresos del país, por encima del turismo y por debajo de las exportaciones automotrices, la industria eléctrica y electrónica y el petróleo.

El presente proyecto es compatible con el PND, en cuanto al desarrollo económico y preservación del medio ambiente, así como las vertientes que promueven una economía competitiva y generadora de empleos.

**III.2.2 Plan Estatal de Desarrollo 2010-2016 (PED)**

Las acciones del gobierno estarán orientadas a consolidar el desarrollo humano en el estado, esto es, a conformar en todos los municipios y localidades de la entidad un entorno social, económico, político y cultural propicio para que los habitantes puedan disfrutar de una vida sana y segura, con acceso a los bienes y servicios necesarios

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo III**

para lograr un elevado nivel de bienestar y en el que cada persona esté en condiciones de ampliar y aprovechar sus capacidades en su beneficio y de la sociedad.

Se pretende construir una auténtica democracia participativa, donde los ciudadanos se constituyan tanto en beneficiarios como en sujetos activos del proceso de desarrollo, permitiendo y fomentando su participación en el quehacer gubernamental.

Los ejes para el desarrollo descritos en el PED son:

- **Zacatecas seguro:** tiene como objetivo general preservar la seguridad pública en el marco del estado de derecho, para el mejoramiento de la calidad de vida, protegiendo la integridad física y el patrimonio de las familias y asegurar la defensa de los derechos humanos.
- **Zacatecas unido:** su objetivo general es fortalecer la gobernabilidad democrática y la unidad en el estado, haciendo realidad la participación activa de toda la ciudadanía en el quehacer gubernamental.
- **Zacatecas productivo:** la política económica de desarrollo será la generación de empleo, visualizando a este como el principal medio para acceder a una vida digna y contribuir al mejoramiento de su sociedad.
- **Zacatecas moderno:** el objetivo es construir una sociedad con la capacidad de incorporar y aprovechar los cambios y transformaciones que vive la sociedad global, garantizando a su vez la sostenibilidad económica y social para las futuras generaciones.
- **Zacatecas justo:** su objetivo general es disminuir la pobreza y marginación social existente en el estado y proporcionar a todos las oportunidades sociales, educativas, de salud, culturales y de deportes necesarias para alcanzar su pleno desarrollo humano.

Con base en el PED (2010-2016) durante el período 2003-2009, la economía de Zacatecas registró un crecimiento promedio anual de 3.98%, presentándose incrementos sostenidos en el PIB de la mayoría de las ramas de actividad. Sin embargo este crecimiento ha sido insuficiente para generar los empleos anuales que requiere Zacatecas y mejorar la capacidad adquisitiva de los trabajadores.

El comportamiento de la inversión extranjera en la entidad en los últimos años ha sido generalmente ascendente, alcanzando en 2006 una cifra de 15.4 millones de dólares, 796.7 millones en 2007 y 1,506.6 millones en 2008, sin embargo se ha centrado fundamentalmente en la actividad minera, la cual tiene la desventaja de continuar operando como economía de enclave, con escasos eslabonamientos hacia los demás sectores productivos del estado, limitando con ello el efecto multiplicador de dichas inversiones.

**III.2.3 Plan Municipal de Desarrollo 2014-2016 (PMD)**

**La misión** que se establece en este PMD es ser un ayuntamiento con capacidad de brindar a la ciudadanía las mejores soluciones posibles a sus necesidades y demandas, con eficacia y eficiencia desarrollando capacidades institucionales, modelos de gestión y sinergia con la comunidad para lograr una administración pública municipal que merece la población.

**La visión** es ser un ayuntamiento capaz de transformar la administración pública municipal aplicando las mejores prácticas gubernamentales, reconocido por la utilización racional, responsable y transparente de los recursos públicos, por la atención confiable, amable y oportuna de las necesidades de la sociedad, promotor de una cultura de equidad de género y de respeto de las diversas expresiones presentes

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo III**

en la población, así como del medio ambiente, que integre a la sociedad organizada y que posicione al municipio de Fresnillo como ejemplo de nivel de calidad de vida, competitividad y prosperidad.

Los **principios** básicos que guiarán las acciones del gobierno son:

- El respeto y reconocimiento de la dignidad de la persona
- La búsqueda permanente del interés general
- La aceptación explícita del gobierno del pueblo y la igualdad política de todos los ciudadanos y las localidades.
- El respeto y promoción de las instituciones del estado de derecho y la justicia social.

Los **valores** que guiarán las acciones del gobierno son:

- Respeto
- Tolerancia
- Responsabilidad
- Congruencia
- Imparcialidad

Las **características distintivas** del gobierno son:

- Austero
- Eficiente
- Equitativo
- Accesible
- Transparente
- Con espíritu de servicio
- Consciente del medio ambiente
- Respetuoso con la diversidad étnica, de género, cultural, religiosa, política y económica

La planeación del desarrollo municipal será una actividad de racionalidad administrativa encaminada a prever y alinear armónicamente las actividades del ayuntamiento con las necesidades básicas de la comunidad, tales como la educación, salud, asistencia social, vivienda, servicios públicos y mejoramiento de las comunidades rurales.

El propósito principal de la planeación del desarrollo municipal es orientar la actividad del ayuntamiento para obtener el máximo beneficio social.

### **III.3 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas**

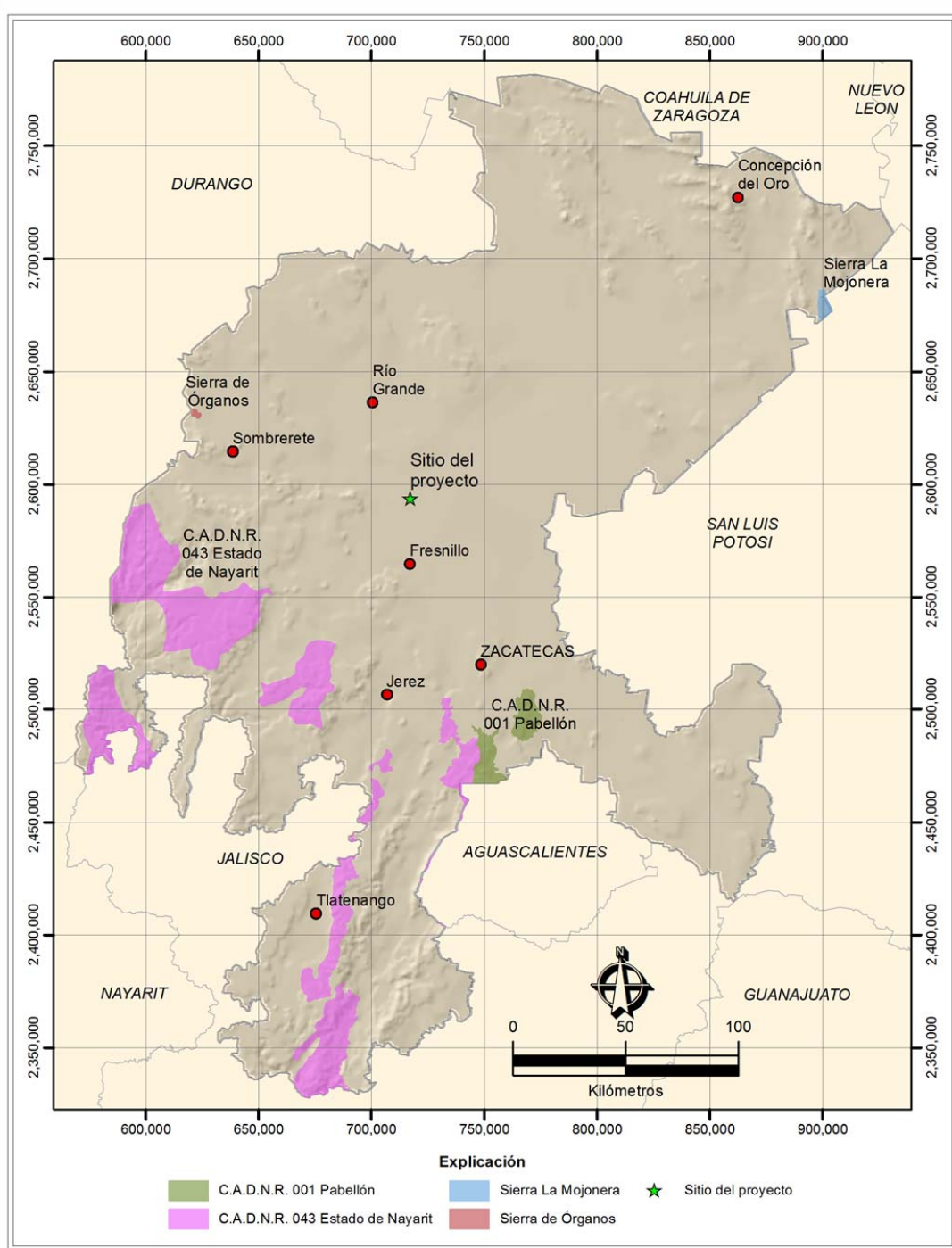
#### **III.3.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal.**

El programa de barrenación Laguna La Salada no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida de competencia federal decretada a la fecha de realización de este estudio. El área natural protegida más cercana al área del proyecto es la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit (C.A.D.N.R. 043), la cual se encuentra a 74.4 km en línea recta aproximadamente hacia el SW del proyecto. Ver figura III.3.1.

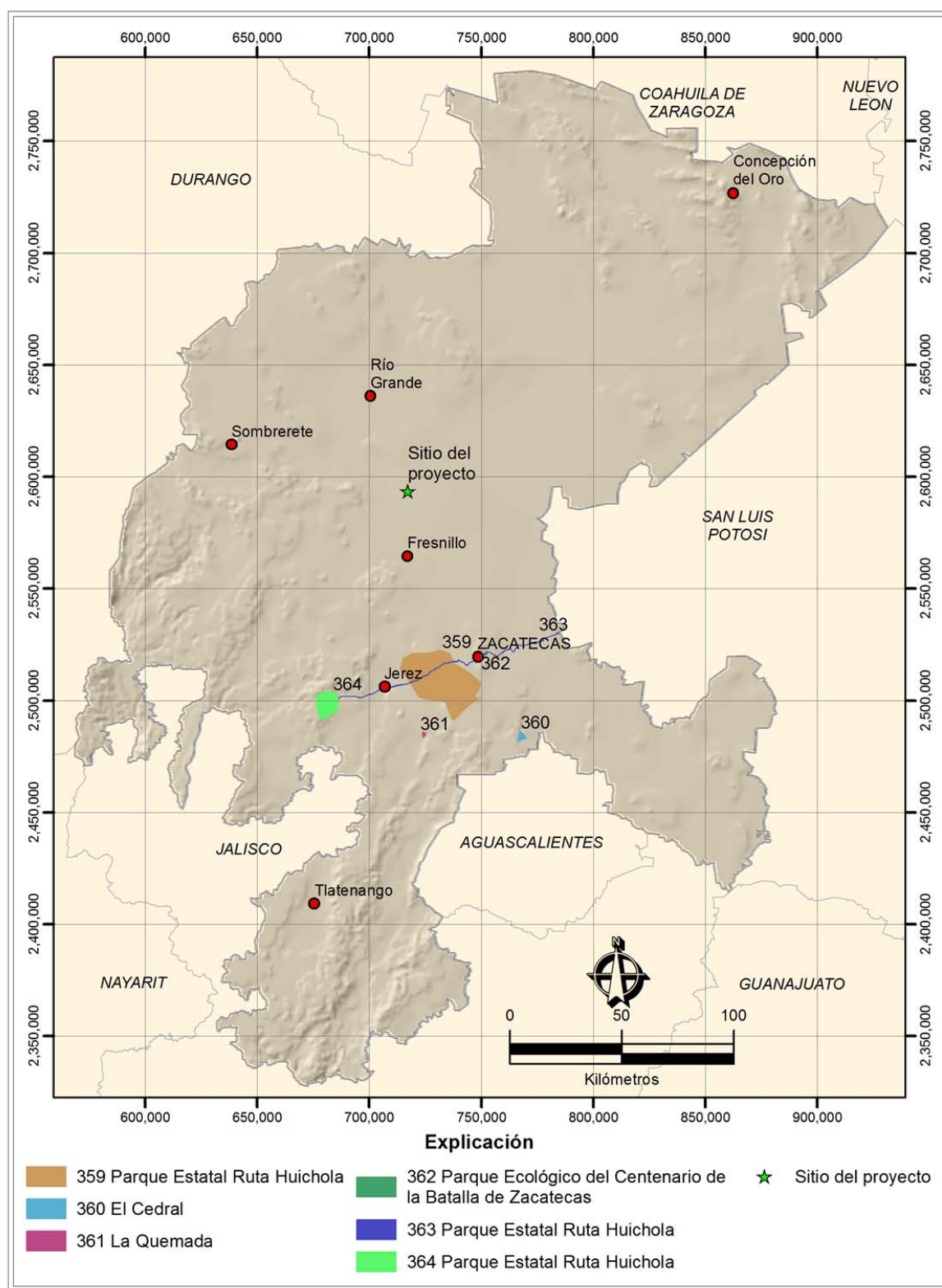
#### **III.3.2 Áreas Naturales Protegidas de Competencia Estatal.**

El proyecto tampoco se encuentra dentro de ninguna área natural protegida de competencia estatal, siendo la más cercana El Parque Estatal Ruta Huichola, a una distancia aproximada en línea recta de 72.3 km al sur del proyecto. Ver figura III.3.2.





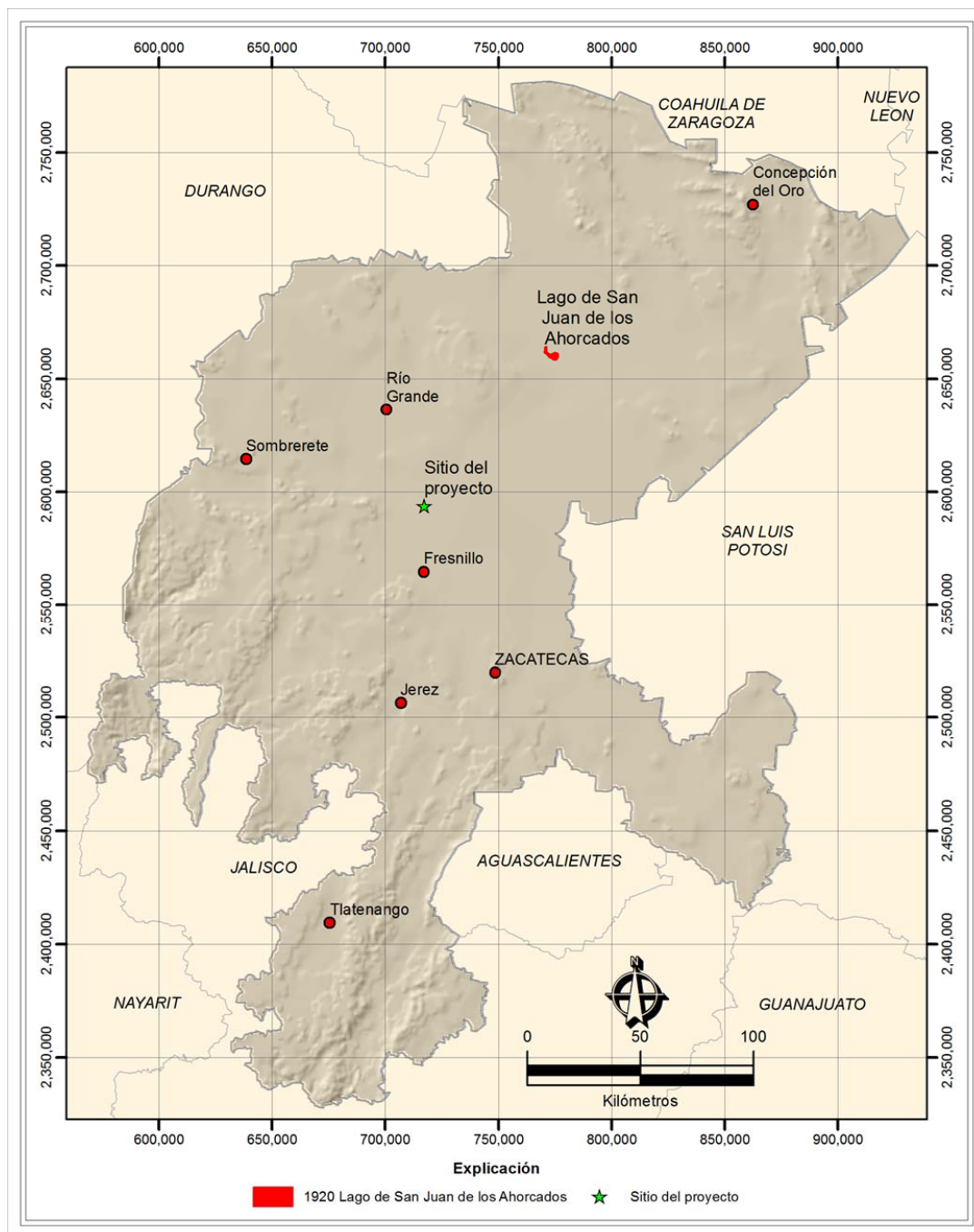
**Figura III.3.1 Áreas naturales protegidas de competencia federal y ubicación del programa de barrenación Laguna La Salada.**



**Figura III.3.2 Áreas naturales protegidas de competencia estatal y ubicación del programa de barrenación Laguna La Salada.**

### III.3.3 Humedales mexicanos de importancia internacional (sitios RAMSAR)

El área del proyecto no se encuentra dentro de Humedales Mexicanos de Importancia Internacional (sitios RAMSAR), siendo el Lago de San Juan de los Ahorcados el humedal más cercano, a una distancia aproximada en línea recta de 85.8 km al NE. Ver figura III.3.3.



**Figura III.3.3 Humedales Mexicanos de Importancia Internacional (sitios RAMSAR) y ubicación del programa de barrenación Laguna La Salada.**

### **III.4 Regiones y Áreas Prioritarias**

#### **III.4.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias**

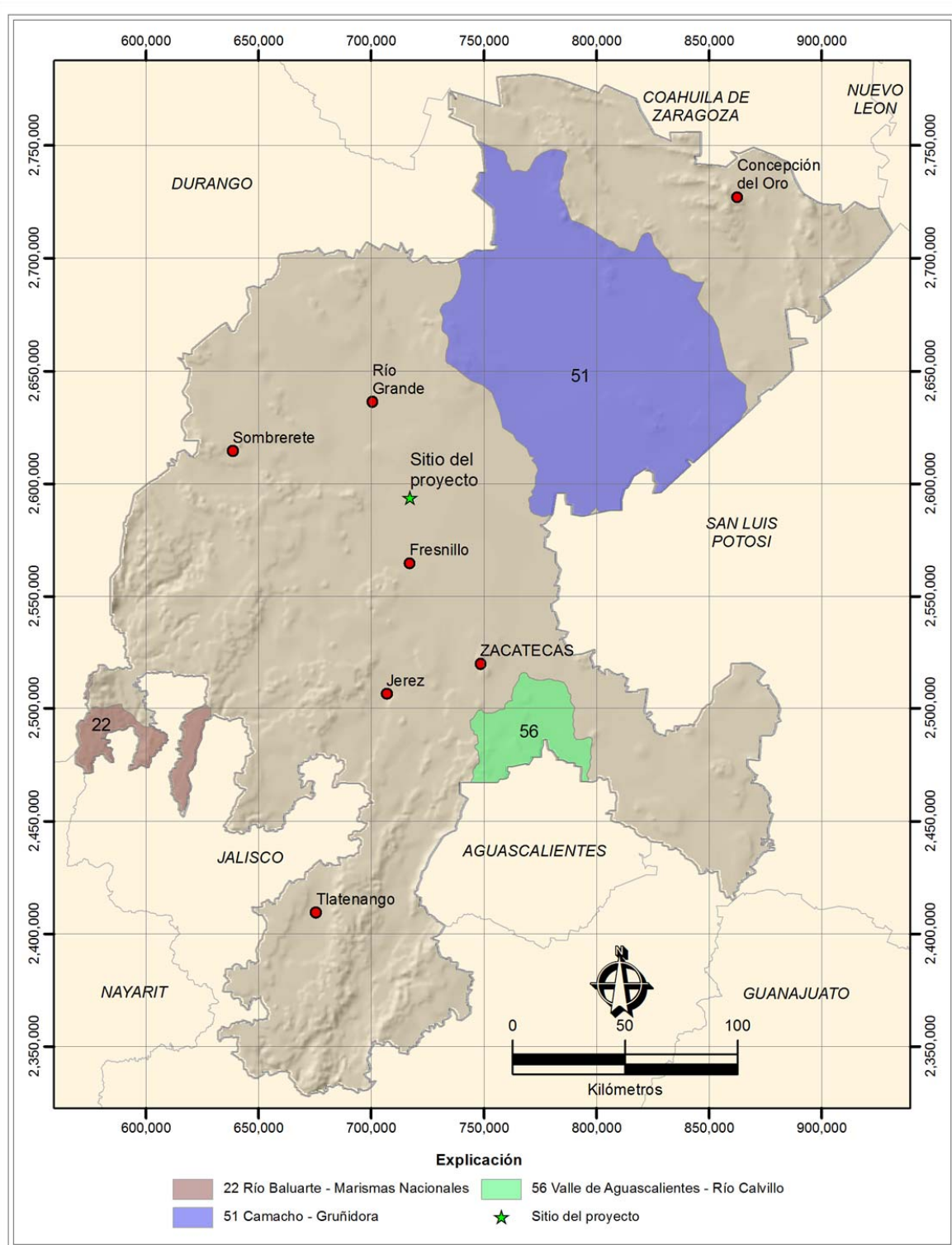
El programa de barrenación Laguna La Salada no se encuentra dentro de ninguna región hidrológica prioritaria publicada por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) a la fecha de la realización de este estudio. La región hidrológica prioritaria más cercana al proyecto es la No. 51 llamada Camacho-Gruñidora, la cual se encuentra hacia el noreste del proyecto a una distancia aproximada de 51.7 km. Ver figura III.4.1.

#### **III.4.2 Regiones Terrestres Prioritarias**

De acuerdo a la clasificación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el área que pretende ocupar el programa de barrenación Laguna La Salada no se encuentra dentro de alguna región terrestre prioritaria. El sitio más cercano está ubicado al noreste del proyecto y es la región No. 67 llamada Sierra de Órganos a aproximadamente 95 km en línea recta. Ver figura III.4.2.

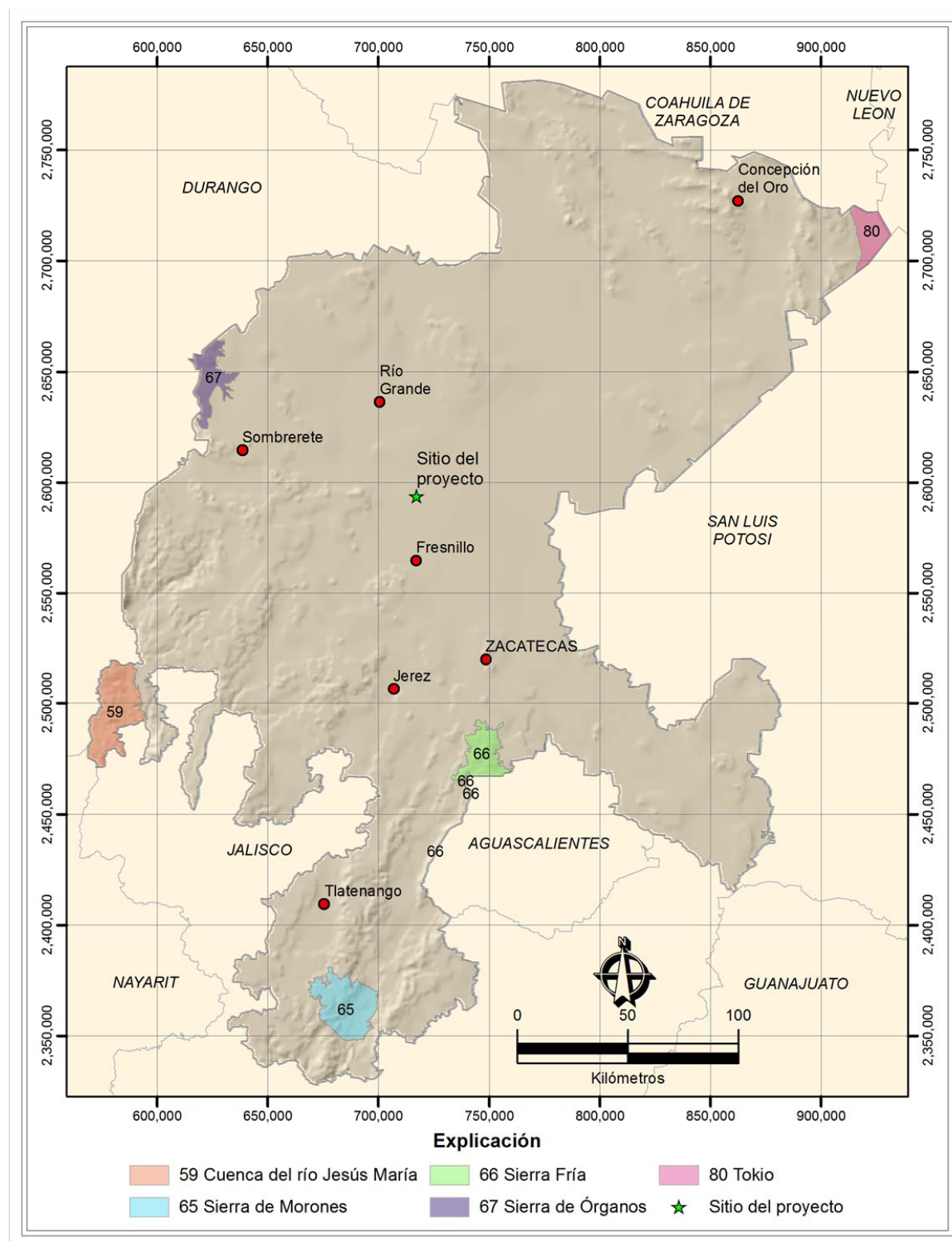
#### **III.4.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)**

El programa de barrenación Laguna La Salada se encuentra fuera de alguna región de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). El AICA más cercana es la No. C-62 llamada Sierra de Valparaiso (marcada en la figura III.4.3. con el número 53), la cual se encuentra al oeste del proyecto a una distancia aproximada de 49.5 km. Ver figura III.4.3.

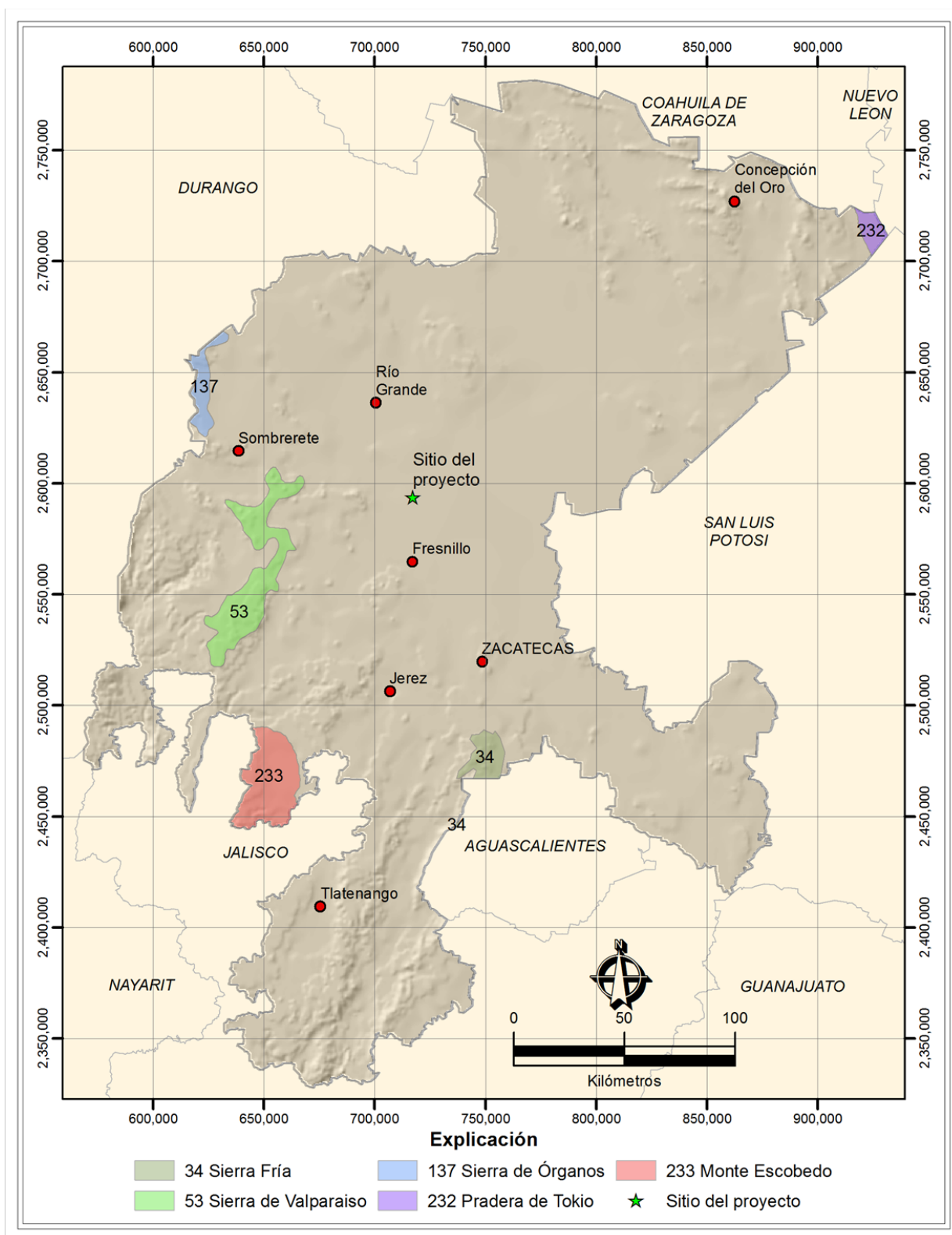


**Figura III.4.1 Localización del programa de barrenación Laguna La Salada y regiones hidrológicas prioritarias cercanas.**





**Figura III.4.2. Localización del programa de barrenación Laguna La Salada y regiones terrestres prioritarias cercanas.**



**Figura III.4.3. Localización del programa de barrenación Laguna La Salada y AICAS cercanas.**

### III.5 Otros

#### III.5.1 Programa Sectorial Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018

Este programa publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de diciembre de 2013, busca atender fundamentalmente las cuatro estrategias del objetivo 4.4 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) "Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo".

Los principales objetivos que determina el Programa Sectorial Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 son:

- Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.
- Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.
- Fortalecer la gestión integrada y del agua garantizando su acceso a la población y a los ecosistemas.
- Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural.
- Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo

Respecto al primero objetivo de este programa (mencionado arriba en la lista) se incluye un anexo metodológico que define el valor de producción de bienes y servicios nacionales y donde el sector económico de minería (incluye extracción de petróleo y gas) tiene un valor de 806 millones de pesos, que corresponde a un porcentaje del producto interno bruto (PIB) de 0.01%. Además se incluyen cifras de empleos verdes generados en los diferentes sectores económicos y en el caso de la minería (incluyendo extracción de petróleo y gas) se generaron 8,163 empleos verdes, lo que representa el 0.0208% del total de todos los empleos verdes generados en todos los sectores económicos hasta el año 2013.

#### III.5.2 Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012. Decreto publicado en el DOF el 2 de octubre de 2009

La aplicación del PNPGIR busca contribuir de una manera sólida a la solución de los problemas ambientales asociados a los residuos, asimismo, establece la necesidad de generar y publicar información objetiva y confiable en la materia, definir la responsabilidad compartida de todos los actores, una producción más limpia y el consumo sustentable.

En el tema de los residuos minero-metalúrgico el PNPGIR tiene por objetivo fortalecer el desarrollo sustentable de este sector con base en el marco legal existente, mediante el diseño de políticas públicas que incorporen prácticas compatibles con el medio ambiente bajo los conceptos de valorización y aprovechamiento de los residuos, considerando la disposición final como la última opción de manejo.

Las principales acciones que se propone en el PNPGIR son las siguientes:

- Coordinar con el sector minero la elaboración de las bases de datos sobre residuos mineros y metalúrgicos
- Elaborar un estudio que permita identificar las corrientes prioritarias de residuos, sus impactos ambientales y los procesos y tecnologías existentes para la valorización de residuos mineros.



- Complementar el marco regulatorio en materia de residuos mineros
- Desarrollar criterios para rehabilitar los sitios mineros
- Promover la recuperación del valor remanente o calórico de los residuos mineros, a través de su incorporación a otros procesos productivos.
- Desarrollar instrumentos de planeación técnicos y jurídicos para el cierre de minas.

### III.6 Instrumentos Normativos

Las disposiciones normativas que tienen aplicación y se vinculan con el desarrollo del programa de barrenación Laguna La Salada, se enlistan y describen enseguida:

#### III.6.1 Leyes y reglamentos federales

***Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)*** publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 y su última reforma el 13 de mayo del 2016.

Arts. 28 (Fracc. III), 29 y 30. En lo que respecta a la evaluación de impacto ambiental.

Art. 121. Establece que no podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o el suelo o subsuelo aguas residuales que contengan contaminantes sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal o local.

Art. 123. Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan; por lo que las descargas de agua residual del proyecto cumplirán con las disposiciones de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Art. 155. De las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, y la generación de contaminación visual.

***Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.*** (Última reforma el 31 de octubre del 2014)

El Artículo 5 de este Reglamento establece las actividades que están sujetas a la autorización en materia de impacto ambiental, entre ellas las que indican los siguientes incisos:

R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, río, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales:

I) Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

***Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.*** (Última reforma el 31 de octubre del 2014).

Las disposiciones de este reglamento que aplican al proyecto son las relacionadas con el cumplimiento de las normas de emisión a la atmósfera o con los niveles máximos permisibles que se establezcan para sus emisiones (Art. 16).

***Reglamento de la LGPGIR.*** Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre del 2006, con última reforma el 31 de octubre de 2014.

Arts. 126 al 153. Tratan de la remediación de sitios contaminados, disposiciones generales, programas de remediación, procedimiento de remediación y declaratorias de remediación.

***Ley General de Vida Silvestre (LGVS).*** Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000 y última reforma el 13 de mayo de 2016.

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo III**

De acuerdo al artículo 4º de esta Ley, el promovente asume su responsabilidad y su deber, en cuanto a conservar la vida silvestre. Por lo que acatará las disposiciones y acuerdos que en la materia emitan las autoridades competentes.

De la LGVS, las disposiciones que debe atender el proyecto se relacionan con el daño a la fauna silvestre o su hábitat de manera directa o indirecta, como lo marca el artículo 106.

**Ley de Aguas Nacionales (LAN).** *Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992, y su última reforma del 24 de marzo de 2016.*

El objetivo principal de la LAN es regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Arts. 20 a 29 bis. Que establecen los lineamientos sobre concesiones y asignaciones para obras de explotación de agua.

Arts. 86 bis 2, 88 y 88 bis. Sobre las descargas de contaminantes a los cuerpos receptores y zonas federales estableciendo la obligación de obtener permiso de cualquier descarga que pueda contaminar los cuerpos de agua receptores, el subsuelo, los acuíferos, así como otros bienes nacionales.

Arts. 97. Los usuarios de las aguas nacionales podrán realizar, por si o por terceros, cualesquiera obras de infraestructura hidráulica que se requiera para su explotación, uso o aprovechamiento.

Art. 98. Cuando por motivo de dichas obras se pudiera afectar el régimen hidráulico o hidrológico de los cauces o vasos propiedad nacional o de las zonas federales correspondientes, así como en los casos de perforación de pozos en zonas reglamentadas o de veda, se requerirá de permiso en los términos de los artículos 23 y 42 de la LAN y de sus reglamentos

**Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.** *Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de enero de 1994 y su última reforma el 25 de agosto de 2014.*

Arts. 133, 135 y 176. Se refieren a la prevención, control y permiso para descargar aguas residuales, realización de obras de aprovechamiento de agua y explotación o uso de cauces, vasos o zonas federales.

Art. 151. Prohíbe la disposición de basura, materiales, lodos de tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que contaminen las aguas de los cuerpos receptores y zonas federales, así como residuos considerados como peligrosos.

**Ley Minera.** *Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de junio de 1992 y su última reforma el 11 de agosto de 2014.*

La Ley Minera en su artículo 2 establece con toda precisión que se "sujetarán a las disposiciones de esta Ley, la exploración, explotación, y beneficio de los minerales.."; por lo que el presente proyecto se encuentra directamente vinculado a las disposiciones de esta regulación jurídica, por lo que obligadamente debe dar el debido cumplimiento.

En su artículo 37, fracción II, establece que las personas que se beneficien de minerales o sustancias sujetos a la aplicación de la misma, están obligadas a: "Sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad y del equilibrio ecológico y protección al ambiente, y,..."

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo III**

El capítulo Cuarto de esta Ley, establece las obligaciones que se impone a los titulares de concesiones y asignaciones mineras, y a quienes benefician minerales o sustancias sujetos a la aplicación de la misma, mismas obligaciones que el promovente del proyecto dará debido cumplimiento.

Dentro de estas, destaca en materia ambiental, el de sujetar a los titulares de concesiones mineras en la realización de obras y trabajos de exploración y explotación, al cumplimiento de las normas técnicas específicas aplicables a la industria minero metalúrgica en materia de equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente.

**III.6.2 Normas oficiales mexicanas****a) Impacto ambiental**

**NOM-120-SEMARNAT-2011.** Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos. (Dado que el área donde se pretende barrenar se considera una zona federal y además no cae dentro de los tipos de vegetación que enmarca esta norma, se ingresó una manifestación de impacto ambiental y no un informe preventivo, sin embargo se tomarán en cuenta todas las especificaciones de protección ambiental de esta norma en el desarrollo de las obras de exploración.)

**b) Control de la contaminación del agua**

**NOM-001-SEMARNAT-1996.** Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. (Cualquier descarga de agua al entorno natural, como por ejemplo de una fosa séptica o el agua proveniente de barrenación), que establece lo siguiente:

NOM-001-SEMARNAT-1996. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS								
Parámetros en mg/L excepto cuando se especifique	Ríos						Suelo	
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (A)	
	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	N.A.	N.A.
Grasas y aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia flotante (3)	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.
Sólidos suspendidos totales	150	200	75	125	40	60	N.A.	N.A.
Demanda bioquímica de oxígeno <sub>5</sub>	150	200	75	150	30	60	N.A.	N.A.
Nitrógeno total	40	60	40	60	15	25	N.A.	N.A.
Fósforo total	20	30	20	30	5	10	N.A.	N.A.
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.05	0.1
Cianuros	1.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0
Cobre	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	5	10
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20
PH	De 5 a 10 unidades							
Coliformes fecales	1000 NMP (número más probable) por cada 100 ml						2000 NMP/100 ml	

(1)Instantáneo, (2) Muestra simple promedio ponderado, (3) Ausente según el método de prueba definido en la NMX-AA-006.

PD: Promedio diario; PM: Promedio mensual; N.A: no es aplicable.

(A), (B) y (C): Cuerpo receptor según La Ley Federal de Derechos

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo III**

**NOM-011-CONAGUA-2000.** Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. (Se debe cumplir con esta norma para el caso de solicitar permiso de uso y explotación de agua).

**c) Control de la contaminación atmosférica**

**Modificación a la NOM-025-SSA1-1993.** Salud ambiental. Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado. Valor límite permisible para la concentración de partículas suspendidas totales (pst), partículas menores de 10 micrómetros (pm10) y partículas menores de 2.5 micrómetros (pm2.5) de la calidad del aire ambiente. Criterios para evaluar la calidad del aire. (Aplica para el caso en que las emisiones de partículas puedan afectar una zona poblada, para lo cual se deberá monitorear la calidad del aire y compararla con esta Norma).

**d) Control de las emisiones de ruido**

**NOM-080-SEMARNAT-1994.** Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido, provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. (Su cumplimiento estará en función de no rebasar los límites máximos permisibles establecidos en la tabla 1 de esta norma, como se indica abajo):

Horario y límites máximos permisibles

6:00 a 22:00, 68 db(a)

22:00 a 6:00, 65 db(a)

**NOM-081-SEMARNAT-1994.** Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. (Su cumplimiento estará en función de no rebasar los límites máximos permisibles establecidos en la tabla 1 de esta norma en mediciones de ruido, por ejemplo la operación de la máquina barrenadora).

**NOM-011-STPS-2001.** Condiciones de seguridad en centros de trabajo donde se genere ruido.

**e) Control de la contaminación del suelo**

**NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.** Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. (Aplica para el caso de evaluar el grado de afectación de la calidad del suelo por derrames de hidrocarburos).

**f) Protección de flora y fauna**

**NOM-059-SEMARNAT-2010.** Protección ambiental. Referida a las especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Establece categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Publica lista de especies en riesgo. (Esta norma tiene especial atención ya que en la etapa de preparación del sitio y actividades de desmonte se deberán identificar las especies de flora y fauna enlistadas en alguna categoría de riesgo, esto para llevar a cabo las acciones pertinentes para su protección y rescate).

## IV DESCRIPCIONES AMBIENTALES

### IV.1 Delimitación del área de estudio

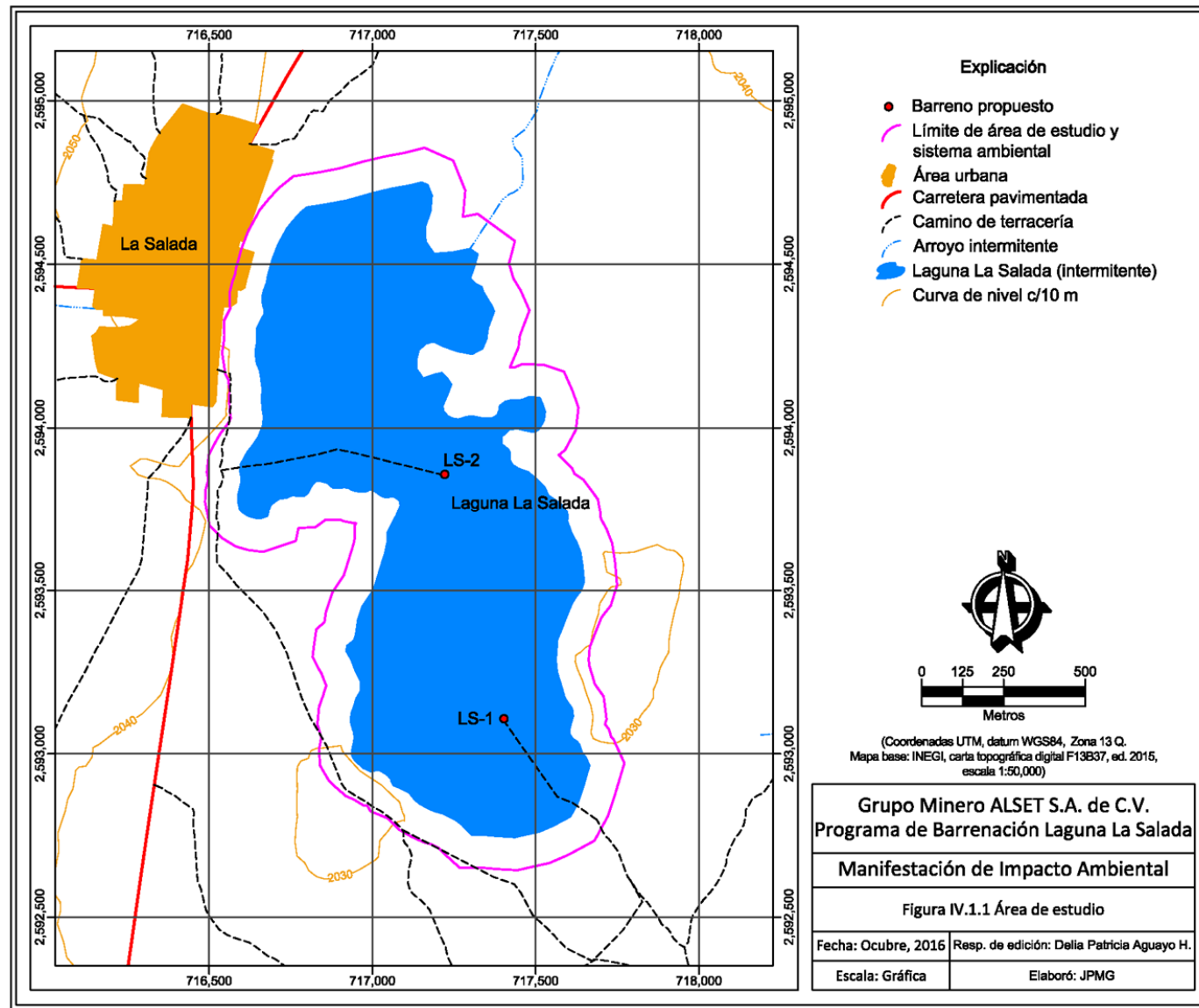
El Programa de Barrenación Laguna Salda consiste del desarrollo de dos barrenos en la Laguna La Salada, ubicada en la parte central del estado de Zacatecas. La zona carece de ordenamientos ecológicos del territorio expedidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En el ámbito estatal, se cuenta con dos documentos relativos, al menos parcialmente, al tema: (1) El Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio de Zacatecas 2012 (PEDUOT), avalado por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y la Secretaría de Obras Públicas del Gobierno del Estado de Zacatecas; y, (2) el Programa Subregional de Ordenamiento Territorial Zacatecas (PSOTZ) del 2010, emitido por la Secretaría de Obras Públicas del Gobierno del Estado de Zacatecas. Ambos documentos están orientados a lograr un desarrollo urbano eficaz y sustentable, más que a un ordenamiento ecológico del territorio.

El primero de ellos define unidades biofísicas ambientales, ubicándose el proyecto en la denominada U28, pero no establece aptitudes territoriales ni políticas o directrices ecológicas. La unidad ambiental biofísica U28 se ubica en Región Ambiental Biofísica Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas, establecida en el mismo documento. El PSOTZ comprende los municipios de Calera, Fresnillo, Gral. Enrique Estrada, Guadalupe, Morelos, Pánuco, Vetagrande y Zacatecas. Establece, en forma general, los siguientes aspectos: (1) Política de Aprovechamiento del Territorio, abarcando casi toda la subregión, incluyendo el sitio de Laguna La Salada; y, (2) Política de Conservación/Recuperación, quedando el sitio del proyecto fuera del alcance de la aptitud de conservación.

Con base en lo anterior y al hecho de que no se han definido unidades de gestión ambiental para la zona del Programa de Barrenación Laguna La Salada, los otros criterios que fueron la base para definir el área de estudio son las dimensiones del proyecto y los rasgos hidrográficos. De esta forma, se establece que el área de estudio es la Laguna La Salada en sí misma, toda vez que el proyecto solamente contempla dos barrenos que se darán dentro del lecho de la misma. Esta reducida naturaleza del proyecto, hace que la influencia del mismo se dé en la inmediata vecindad de los sitios de barrenación y, por lo tanto, no se extiende fuera de la Laguna La Salada, la cual cabe aclarar que no presenta salidas hidrológicas. Para fines de la representación cartográfica de los componentes del medio se definió una poligonal rectangular que contiene a la misma. El área de estudio y la superficie territorial que comprende la cartografía temática de este trabajo se muestran en la figura IV.1.1. Además, lo antes expresado llevó a determinar que el sistema ambiental también corresponde con el rasgo hidrográfico de la Laguna La Salada.

Como información adicional, se menciona que el PEDUOT indica que el uso de suelo de la zona del Programa de Barrenación Laguna La Salada es de Agricultura de Temporal.

Figura IV.1.1 Área de estudio



## IV.2 Clima

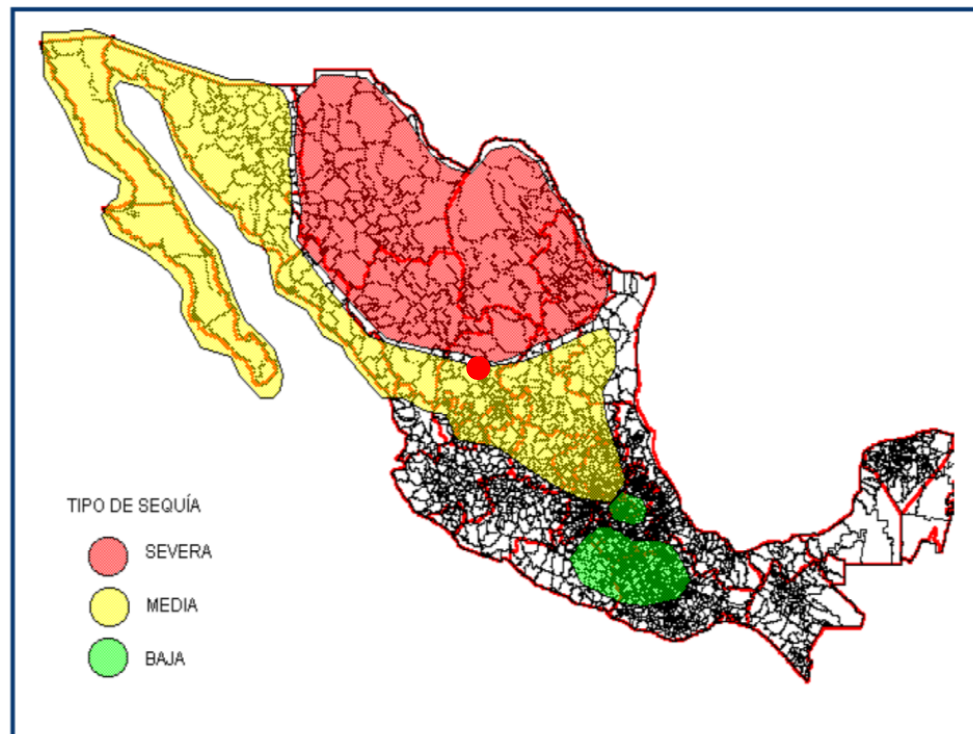
La cartografía climatológica del INEGI muestra que la zona del Programa de Barrenación Laguna La Salada se caracteriza por una temperatura media anual (T) de 16°C y una precipitación media anual (P) de 500 mm, lo que se correlaciona con un tipo climático, según el esquema de Köppen modificado por Enriqueta García empleado por dicho organismo, de clave BS1kw. Este es un clima semiseco templado, con temperatura del mes más frío entre -3° y 18°C, con régimen de lluvia de verano y porcentaje de precipitación invernal con respecto a la total anual entre el 5 y el 10.2%, y con un cociente P/T mayor a 22.9. Además, a juzgar por los limitados datos de la estación 32172 Rancho Grande, la más cercana al sitio a menos de 9 km al ONO, con verano fresco y largo.

En la citada estación, en el período entre 1998 y el 2011, se registran en promedio al año 40 días con lluvia y 2.2 días con niebla. Además, en todo el período indicado solamente se presentaron 2 días con tormentas eléctricas y ninguno con granizo. La lluvia máxima en 24 horas mayor en dicho período fue de 42 mm y ocurrió el 24 de agosto del 2008. En cuanto a temperaturas extremas, se tiene que el récord de máxima para el período es 36°C del día 8 de junio del 2005 y el de mínima es de -7°C de los días 19 de enero del 2008 y el 18 de diciembre del 2003.

Lo anterior es congruente con la clasificación del CENAPRED para el municipio de Fresnillo al cual clasifica con un peligro muy bajo por tormentas de granizo y con riesgo muy bajo a raíz de las mismas, al igual que por el peligro por nevadas, las cuales representan un riesgo bajo. Por otro lado, considera al municipio con un riesgo medio por inundaciones. En cuanto a presencia de ciclones tropicales, establece un grado de peligro muy bajo y de riesgo también del mismo grado.

El municipio de Fresnillo corre un peligro muy alto por bajas temperaturas pero por el índice de vulnerabilidad social y la densidad de población, el riesgo por este fenómeno es bajo. Además, el grado de peligro por temperatura mínima extrema es alto, ubicándose las mismas entre -12° y -18°C.

Otro fenómeno hidrometeorológico lo representa la sequía, misma que, según el CENAPRED, constituye un peligro medio para el municipio pero un riesgo bajo, clasificándola como "vasta", la cual es la categoría más baja de su esquema clasificatorio. Además, la reporta con una duración media de 1.5 años. La figura IV.2.1 muestra que el proyecto Programa de Barrenación Laguna La Salada se encuentra en una zona históricamente afectada por sequía con una severidad media. Los períodos en los que se basa dicha figura son 1948-1954, 1960-1964, 1970-1978 y 1993-1996 (García Jiménez *et al.*, 2002)



**Figura IV.2.1 Zonas de afectación por grado de severidad de la sequía en el país.**

Nota: El círculo rojo marca la ubicación del Programa de Barrenación Laguna La Salada. Fuente: García Jiménez *et al.* (2002)

### IV.3 Geología y geomorfología

#### IV.3.1 Fisiografía, geomorfología y relieve

El sitio del Programa de Barrenación Laguna La Salada pertenece, de acuerdo al esquema de clasificación del INEGI, a la provincia fisiográfica IX Mesa del Centro (fig. IV.3.1) que comprende la región elevada, del centro de nuestro país, con amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas. Es limitada al N y E por la Sierra Madre Oriental, al O por la Sierra Madre Occidental y por el S por el Eje Neovolcánico (Para Todo México, 2016). Las altitudes en la Mesa del Centro varían de 1,610 2,870 m.s.n.m. (CONANP, 2012)

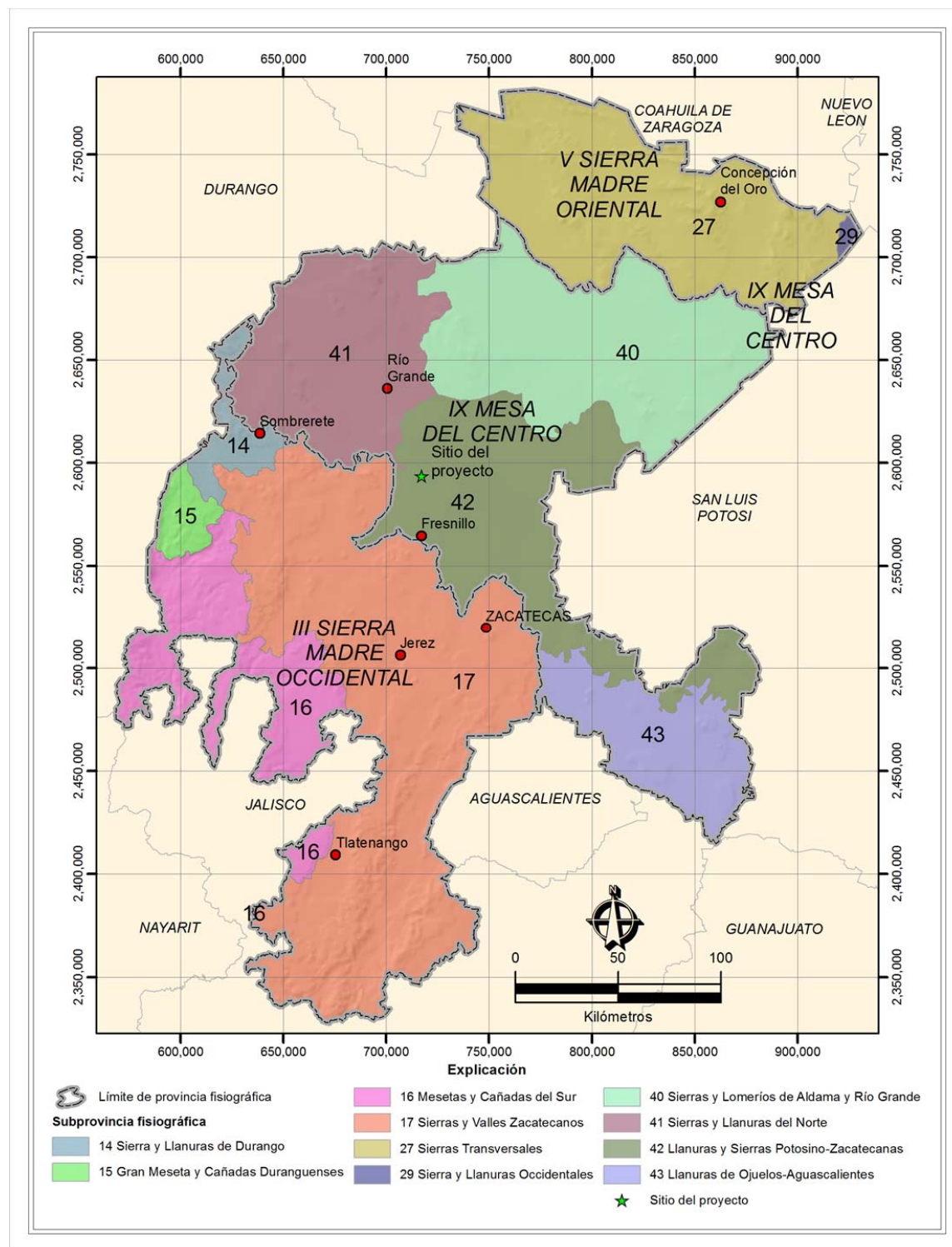
Esta provincia se subdivide en varias partes homogéneas quedando el proyecto en el territorio de la denominada Subprovincia 42 Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecas (fig. IV.3.1). En el estado de Zacatecas, la subprovincia 42 se distingue por la presencia de dos componentes. Primero, se tiene una gran llanura aluvial, a una elevación de 2,000 m.s.n.m., que se prolonga hacia el N y el SE desde Fresnillo. El segundo componente se ubica al oriente del anterior, consistiendo de la conocida como llanura rocosa zacatecana-potosina, misma que se extiende hacia San Luis Potosí donde se ubica su mayor extensión, distinguiéndose de la anterior porque su piso en gran medida es de caliche y porque ocurren pequeñas sierras diseminadas con zonas angostas, alargadas y bajas, localmente conocidas como "bajíos" (SECOP, 2010).



**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

Capítulo IV

El proyecto del Programa de Barrenación Laguna La Salada se localiza en el extremo occidental de la subprovincia 42 Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas, por lo que se enmarca en el primero de sus componentes antes descritos.



**Figura IV.3.1 Contexto fisiográfico del Programa de Barrenación Laguna La Salada.**

Las pendientes de las prominencias de la subprovincia son suaves mientras que las de las llanuras son planas. Esto último es el caso de la Laguna La Salada, y sus alrededores, la cual es del tipo endorreica y geomorfológicamente es de origen exógeno acumulativo. Consecuentemente, prácticamente no existe relieve en el área de interés de este trabajo. La Laguna La Salada se encuentra a una altitud cercana a los 2,030 m.s.n.m.

#### IV.3.2 Descripción geológica

La geología de la subprovincia es dominada por los suelos y aluvión de las grandes llanuras, aflorando rocas ígneas, sedimentarias y, en menor medida, metamórficas de bajo grado, variando en edad del Triásico al Cuaternario, en las pequeñas sierras, mesetas y lomeríos que ocurren esparcidas en la misma.

La geología de la Laguna La Salada está constituida por depósitos sedimentarios recientes que sobreyacen a una unidad terrígena miocénica. La distribución espacial de estas unidades geológicas en el área de interés se muestra en la figura IV.3.2. y su descripción se presenta a continuación.

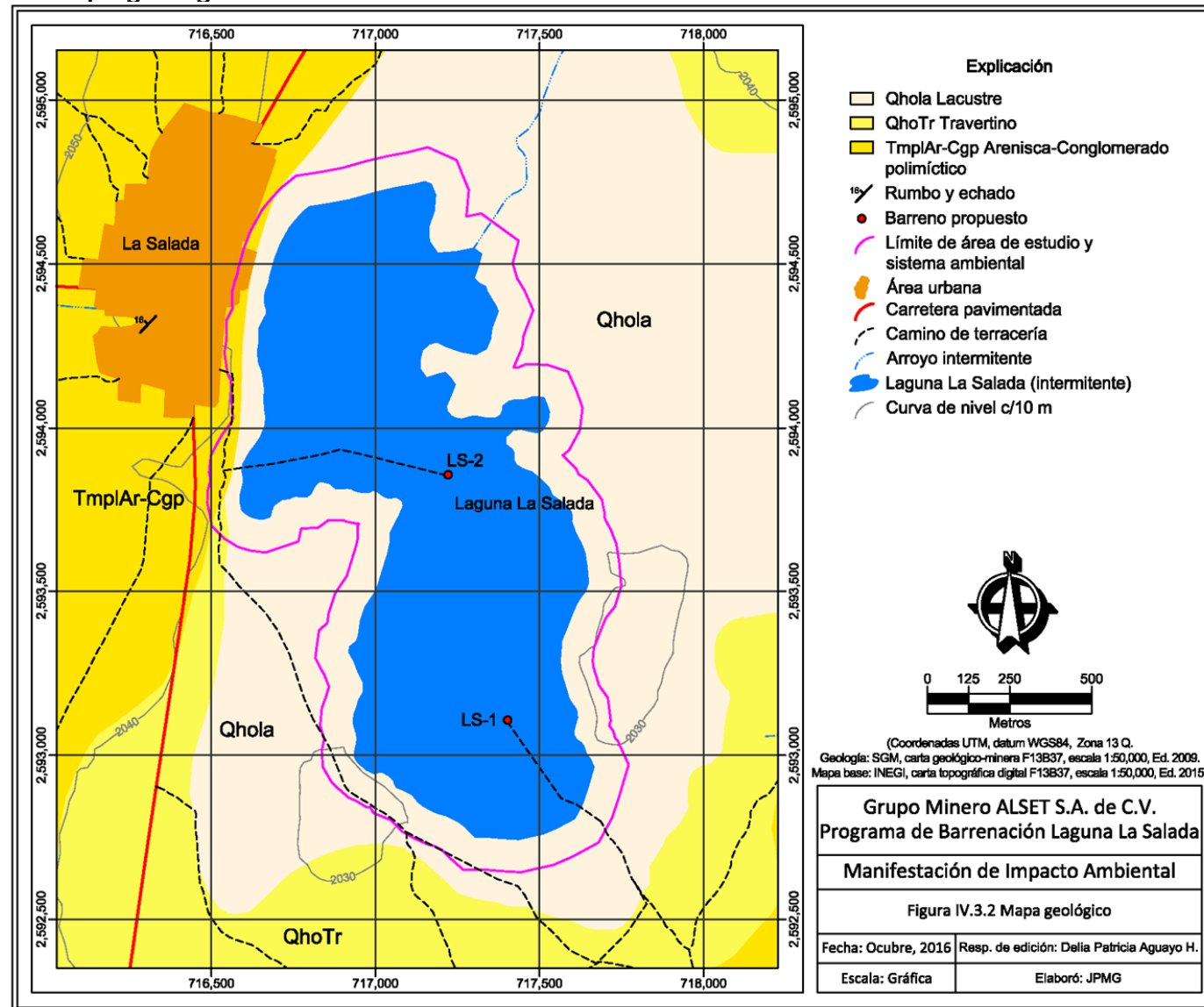
*Unidad de arenisca y conglomerado (TmplAr-Cgp).*- Esta unidad del Mioceno-Plioceno es la más antigua de la zona de la Laguna La Salada. Está constituida por arenisca y conglomerado polimíctico de origen continental que en conjunto alcanzan hasta 100 m de espesor (Litio Mex, 2011).

La arenisca es conglomerática con estratificación masiva, ocurriendo también capas delgadas. El conglomerado polimíctico, que predomina en la unidad en la zona, es semiconsolidado y está conformado por clastos que varían en tamaño 0.3 a 30 cm y composicionalmente corresponden con riolita, toba, grava, arena, arcilla y limo, en una matriz arenosa de grano grueso, si bien en ocasiones presentan un cementante de arcilla y caliche (Litio Mex, 2011). Esta unidad aflora en las partes circundantes de la Laguna La Salada donde es sobreyacida por sedimentos lacustres (fig. IV.3.2).

*Unidad lacustre (Qhola).*- Esta es una unidad de depósitos lacustres acumulados en la Laguna La Salada (fig. IV.3.2) durante el reciente (Holoceno) derivados de materiales transportados por corrientes. Está compuesta por limo, arcilla y lentes de conglomerado, con posibles niveles de sales precipitadas (cloruros de sodio y potasio) y horizontes de yeso. Estos sedimentos muestran una buena clasificación y se encuentran pobremente consolidados. Presentan una tonalidad blanquizca. El espesor de la unidad, estimado por métodos geofísicos, es aproximadamente 20 m (Litio Mex, 2011). La unidad lacustre cubre a la unidad anterior.

*Unidad de travertino (QhoTr).*- El travertino es el principal constituyente de esta unidad que aflora mayormente hacia el NE y S de la Laguna La Salada (fig. IV.3.2). El travertino es un sedimento de origen químico, formado por la precipitación de carbonato de calcio a partir de aguas termales durante el Reciente (Holoceno). La unidad comprende también acumulaciones de sínter, el cual es un sedimento químico de cuarzo amorfo, generalmente en la forma de calcedonia, que se forma cuando soluciones hidrotermales altamente silíceas interceptan un cuerpo de agua, causando la precipitación del material (Litio Mex, 2011). El sínter aflora en el margen oriental de la laguna. Los materiales de la unidad presentan una estructura estratificada y laminar, conteniendo en ocasiones restos silicificados de plantas y restos de animales (Litio Mex, 2011).

Figura IV.3.2 Mapa geológico



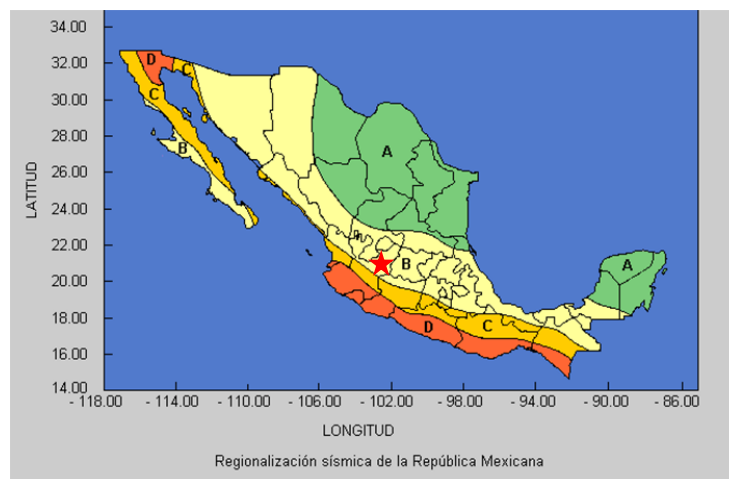
#### IV.3.3 Presencia de fallas y fracturamientos

En la zona de la Laguna La Salada, el Servicio Geológico Mexicano no reporta en su cartografía la presencia de fallas y fracturamientos. La más cercana al sitio corresponde con la Falla Las Culecas, misma que es un estructural del tipo normal de orientación NNO-SSE, con bloque de piso al SO, ubicada aproximadamente a 18.5 km al S de la laguna en las inmediaciones de Ramón López Velarde. Ésta y otras estructuras similares de la región no se encuentran activas.

#### IV.3.4 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamiento, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

La Laguna La Salada se encuentra muy alejada de las zonas sísmicas de la república mexicana y no se considera a la zona como tectónicamente activa. Sin embargo, esto no significa que no puedan ocurrir eventos telúricos en la región aun cuando sean más bien raros por su frecuencia. Una búsqueda por eventos de magnitud de magnitud 4.5 o mayor en los últimos 30 años, en radio de 200 km del sitio del proyecto, arrojó un resultado negativo. Sin embargo, otra búsqueda por eventos de 2.5 de magnitud o mayores, resultó en que en 1995 sucedió un temblor de magnitud 4.1, con epicentro aproximadamente a 60 km al SSE del proyecto, lo que lo ubica a casi 27 km al N de Guadalupe, Zacatecas. Esto demuestra que si bien el peligro por sismicidad es muy bajo, éste no se puede descartar completamente que se puedan sentir trepidaciones generadas en otros sitios.

Así, en virtud de lo anterior, se presenta aquí (fig. IV.3.3) la regionalización sísmica que, para efectos de construcción, desarrolló el Servicio Sismológico Nacional (SSM). De las cuatro zonas reconocidas por el SSM, el Programa de Barrenación Laguna La Salada se ubica casi en el límite entre las zonas A y B (fig. IV.3.3). En la zona A no han ocurrido sismos históricos mientras que la B se caracteriza por una frecuencia muy baja de sismos pero que, en caso de que ocurran, se esperaría una aceleración del suelo menor al 70% del valor de la gravedad terrestre.



**Figura IV.3.3 Ubicación del Programa de Barrenación Laguna La Salada en las zonas sísmicas de la República Mexicana del Servicio Sismológico Nacional.**

Nota: La estrella marca la ubicación del Programa de Barrenación Laguna La Salada. En la zona A no existen registros históricos, no se han registrado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. En la zona D se han reportado grandes sismos históricos, la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las zonas B y C

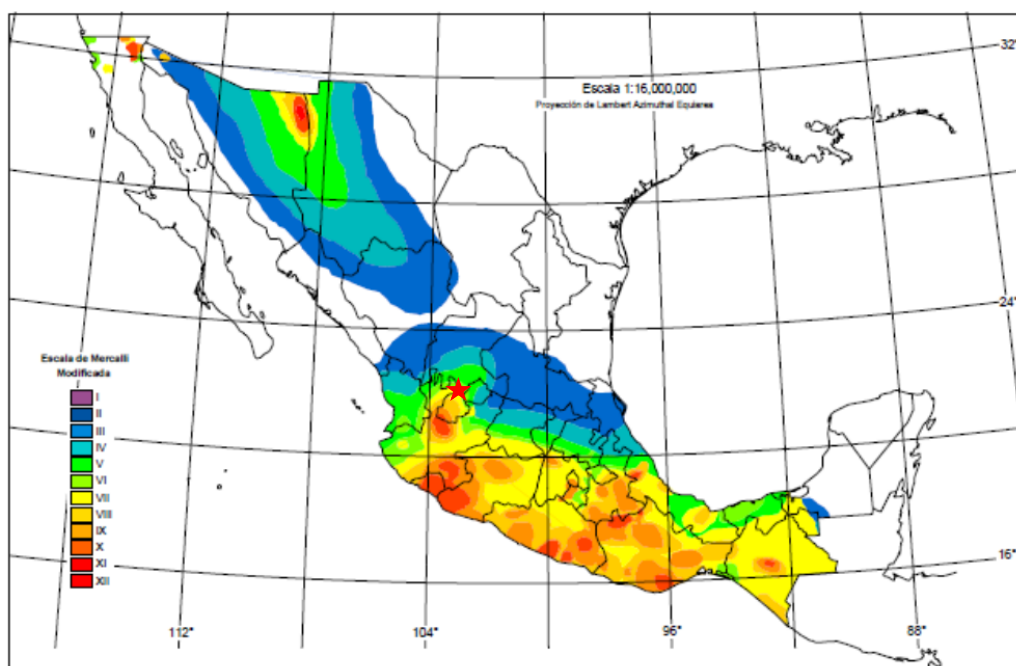
**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

## Capítulo IV

son intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad

Por otra parte, el CENAPRED (2014), con el propósito de contar con una herramienta auxiliar para determinar los diferentes niveles de peligro por sismo en nuestro país, generó un mapa global de intensidades máximas para la república mexicana, el cual se derivó de los mapas de intensidades de 49 sismos de gran magnitud ocurridos entre 1845 y 1985.

En este mapa el sitio del Programa de Barrenación Laguna La Salada (estrella roja en la fig. IV.3.4) se ubica en una zona donde se pueden sentir eventos de intensidad máxima III en la escala modificada de Mercalli. En esta escala, el nivel III corresponde con una sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no lo asocian con un temblor, los vehículos estacionados pueden moverse ligeramente, siendo como la vibración generada por el paso de un carro pesado, además de que su duración es estimable (SGM, s/f).



**Figura IV.3.4 Mapa de intensidades sísmicas de la república mexicana**

Nota: La estrella roja marca el sitio del Programa de Barrenación Laguna La Salada.

Además, no existe peligro por vulcanismo pues no es una zona volcánica activa, si bien hay manifestaciones de vulcanismos del Cuaternario en la región. Además, se descartan las inundaciones por la conformación topográfica y fisiográfica del área, salvo localmente en lo que es propiamente la laguna. Igualmente, no es una zona donde ocurran movimientos de masa por su pendiente plana.

## IV.4 Suelos

### IV.4.1 Unidades de suelo

Los suelos en la zona de la laguna La Salada se han desarrollado en virtud de las características topográficas, del clima imperante y del régimen hidrológico de la zona. Como se aprecia en la figura IV.4.1, en el área se presentan dos unidades cartográficas de suelos, cuya descripción general se brinda en la tabla IV.4.1.

**Tabla IV.4.1 Descripción de las unidades de suelo.**

<i>Clave</i>	<i>Descripción</i>	<i>Textura</i>	<i>Limitante física superficial</i>
SCccmo+GLvrso/3	Solonchac cálcico mólico + Gleysol vértico sódico	Fina	No
KSsowpcn+CLptn/2	Kastañozem hiposódico endopetrocálcico + Calcisol endopétrico	Media	No

Son cuatro los suelos presentes en el área, siendo los dominantes el solonchak y el kastañozem (tabla IV.4.1), mismos que cubren al menos el 60% del territorio que cubren sus unidades. El solonchak va acompañado de gleysol como suelo secundario, constituyendo la unidad identificada como SCccmo+GLvrso/3 en la figura IV.4.1, en la que se aprecia que ocurre en la laguna La Salada, rodeando a la misma.

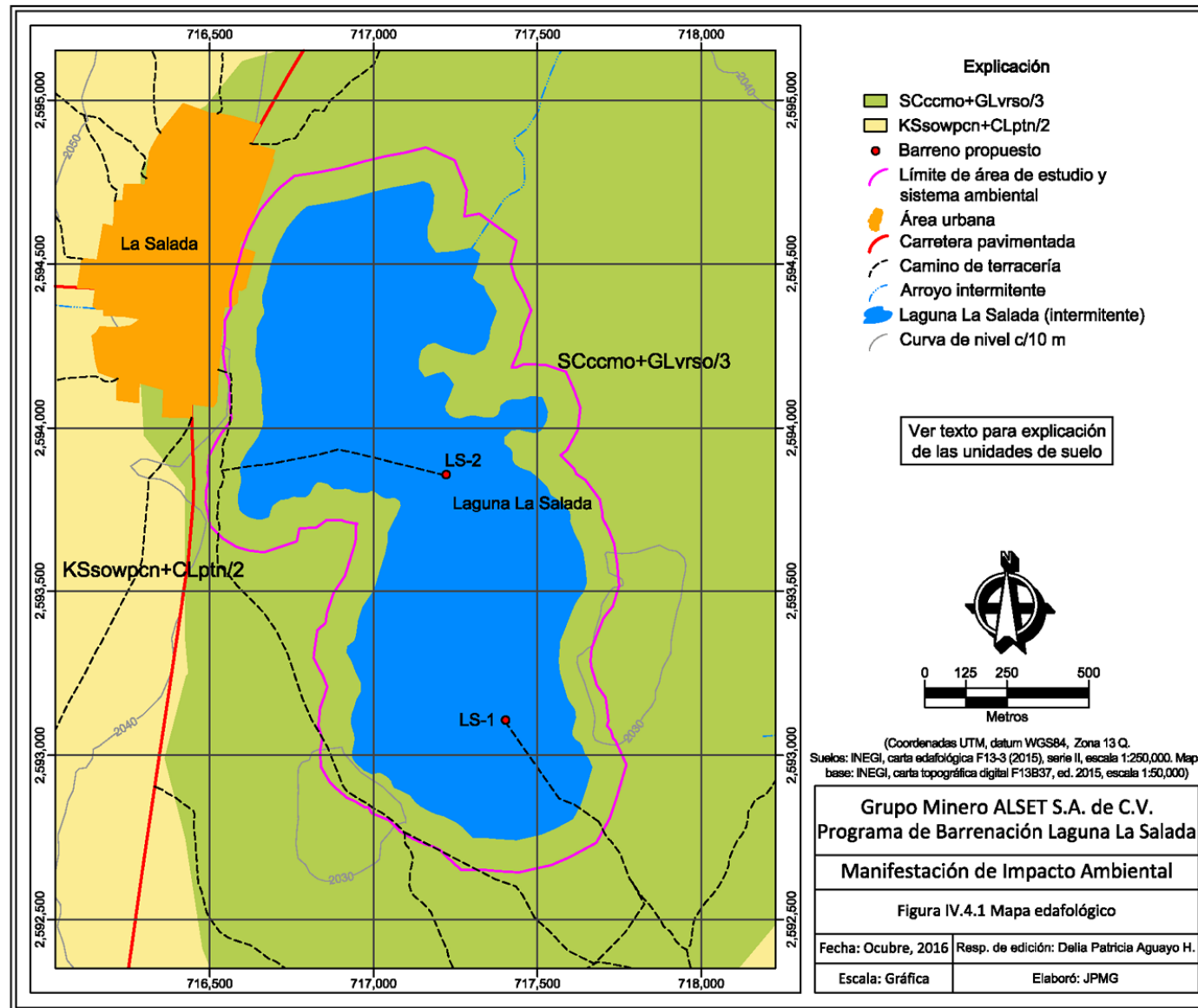
A su vez, la segunda unidad, KSsowpcn+CLptn/2, se conforma por kastañozem con calcisol, como suelo secundario. Rodea espacialmente a la unidad anterior por lo que se encuentra más alejada del área de inundación de la laguna La Salada (fig. IV.4.1).

### IV.4.2 Tipos de suelo

El **Solonchak** cálcico mólico, es un suelo que presenta una alta concentración de sales solubles, por enriquecimiento secundario, ya sea en la superficie o en un horizonte subsuperficial somero, es decir, dentro de los primeros 50 cm desde la superficie. Dicha concentración puede estar presente al menos en algún momento del año (INEGI, 2014). El solonchak es común en zonas áridas o semiáridas, sobre todo en áreas empapadas o saturadas de agua ya sea permanentemente o por temporadas, lo que explica su desarrollo en la zona inmediatamente alrededor de la laguna La Salada (fig. IV.4.1). Así, una evapotranspiración mayor que la precipitación es un factor para el desarrollo de este suelo. Como es típico del solonchak con su alto contenido de sales, en la laguna La Salada da sustento a pastizal halófilo. Aquí, presenta enriquecimiento de carbonato de calcio secundario y, en algunos casos, un horizonte superficial bien estructurado, y de color oscuro, con una alta concentración de bases y contenido moderado a alto de materia orgánica. Su textura es fina y no presenta limitante física superficial.

Como ya se ha mencionado, en su área de distribución en La Salada, el tipo anterior lleva asociado **gleysol** vértico sódico, el cual es un suelo de humedales caracterizados por estar saturados por agua freático por períodos lo suficientemente largos como para desarrollar una característica color gléyco (INEGI, 2014), es decir variando de colores rojizos, cafésos y amarillentos con coloraciones grisáceas a azulosas. En La Salada, presenta un horizonte subsuperficial arcilloso que, por encogimiento y expansión, presenta superficies lustrosas y estriadas o en forma de cuña o agregados estructurales en forma de paralelepípedo, mostrando grietas cuando están secos. Además, dentro de los 50 cm desde la superficie, contiene más del 15% de sodio intercambiable o más del 50% de sodio más magnesio.

Figura IV.4.1 Mapa de suelos.





El **Kastañozem** hiposódico endopetrocálcico es un suelo pardo oscuro, rico en materia orgánica y, dentro de los 100 cm de profundidad, concentraciones secundarias de carbonato de calcio y más del 6% de sodio intercambiable, en al menos algunos subhorizontes con más de 20 cm de espesor. El alto contenido de calcio se deriva de cementación por carbonato de calcio, causando endurecimiento, entre los 50 y los 100 cm. Las condiciones secas y cálidas así como lo plano del terreno, con un régimen hidrológico de agua intermitente promueven el desarrollo de este suelo, el cual comúnmente presenta una baja porosidad no capilar, con un horizonte seco "muerto" a cierta profundidad. La textura de este suelo en los primeros 30 cm desde la superficie es dominada por limo. El Kastañozem soporta vegetación de pastizal con vegetación secundaria arbustiva, esto junto con su suelo secundario asociado, el **Calcisol** endopétrico, mismo que es típico de zonas áridas y semiáridas, por lo que desarrolla una substancial acumulación de carbonato de calcio, en este caso entre los 50 y los 100 cm de profundidad desde la superficie del suelo, con un fuerte endurecimiento.

De esta forma, los suelos en el área de la laguna La Salada son los típicos para las características del medio natural de la zona. Su utilidad para la agricultura se ve restringida por el contenido de sales y sodio de los mismos.

El Programa de Barrenación Laguna La Salada no afectará las propiedades físicas, químicas o estructurales de los suelos en la zona.

#### IV.4.4 Estructura y textura del suelo

El solonchak presenta una estructura estable a raíz de su alto contenido de sal pero, en realidad, no existe una expresión estructural que sea típica de este suelo. Por su textura fina puede desarrollar estructuras que son comunes también a otros tipos de suelo. Esto mismo sucede con el kastañozem, si bien éste muestra una textura media.

#### IV.4.5 Características fisicoquímicas del suelo

No se cuenta con información o datos relativos a las propiedades fisicoquímicas de los suelos de la laguna La Salada.

#### IV.4.6 Grado de erosión del suelo

De acuerdo al INEGI, la zona de la laguna La Salada se enmarca en una unidad de erosión caracterizada por erosión hídrica laminar en grado fuerte, lo cual sin duda está relacionado a la realización de agricultura. Sin embargo, en la franja inmediata a la laguna, correspondiente al sistema ambiental, no se presenta esta situación.

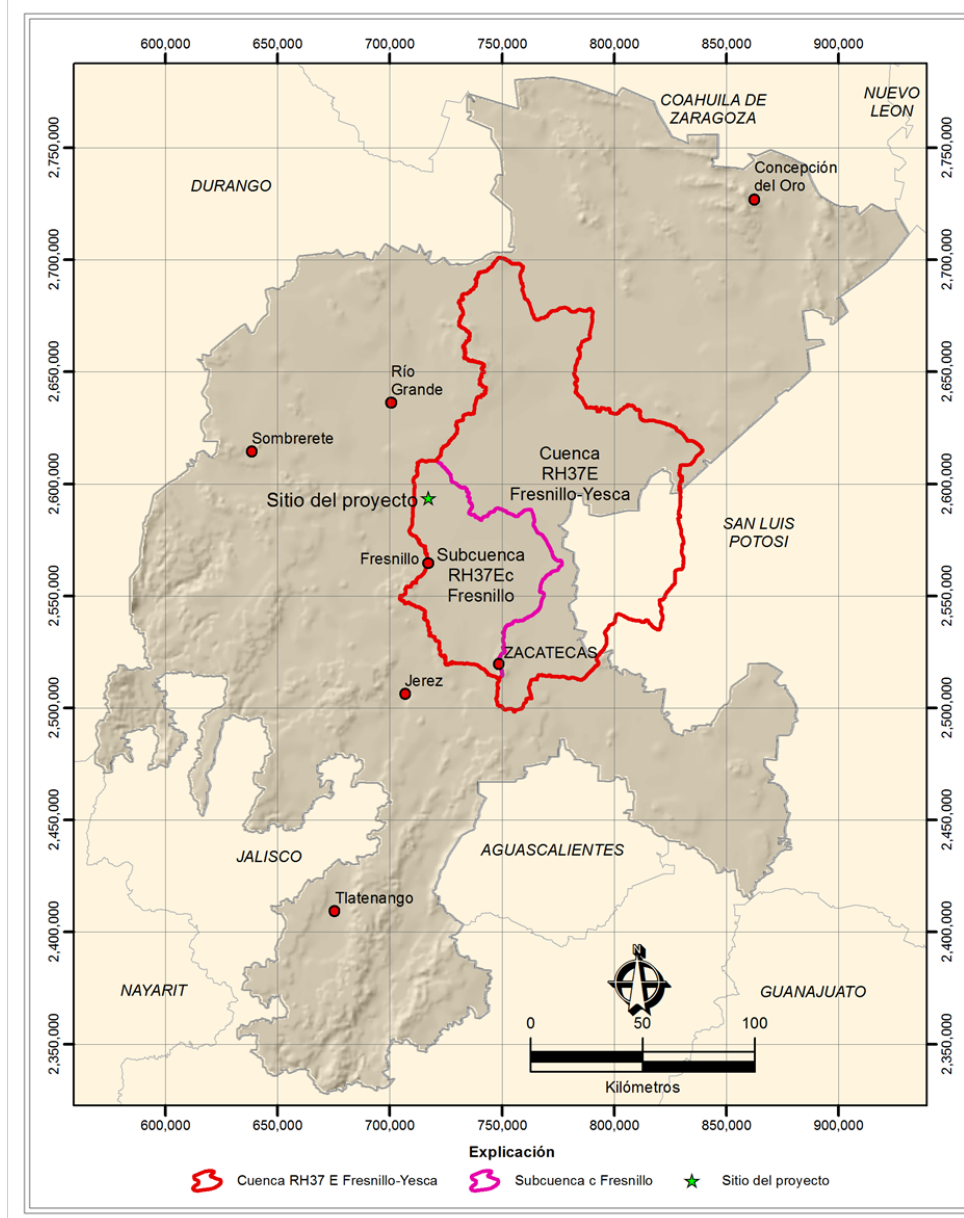
Por otra parte, la naturaleza y baja intensidad del Programa de Barrenación Laguna La Salada no propiciará la erosión del suelo.



## IV.5 Hidrología superficial

El Programa de Barrenación Laguna La Salada hidrológicamente se encuadra en la cuenca hidrográfica E "Fresnillo-Yesca" (fig. IV.5.1), perteneciente a la región hidrológica RH37 El Salado, la cual a su vez comprende otras 6 cuencas más. Esta región RH37 pertenece a la región hidrológica administrativa VII con sede en Torreón, Coahuila. La región VII es conocida como "Cuencas Centrales del Norte" (FIDERCO, 2011), ubicadas estas cuencas en el altiplano de la república.

De las tres subcuencas que componen a la cuenca Fresnillo-Yesca, el proyecto está ubicado en la subcuenca c Fresnillo (fig. IV.5.1) y dentro de ésta en la microcuenca La Salada.



**Figura IV.5.1 Localización del proyecto en la cuenca Fresnillo-Yesca y subcuenca Fresnillo.**

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

## Capítulo IV

La cuenca E Fresno-Yesca drena, según el INEGI, una superficie territorial de 15,130.96 km<sup>2</sup> (1,513,096.5 ha), principalmente en el estado de Zacatecas pero quedando su parte oriental en el vecino estado de San Luis Potosí (fig. IV.5.1). La porción en Zacatecas alcanza 11,840.61 km<sup>2</sup> que representan el 16.06% de la superficie estatal (Herrera Toledo *et al.*, 2012). Ésta es una cuenca del tipo cerrado y sin corrientes perennes y de importancia (GEZ, s/f), que con base en el "Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas: Sierra Madre Oriental, Matehuala, Sierra de Rodríguez, Camacho-Gruñidora, Fresno-Yescas, Presa San Pablo y otras, Presa San José-Los Pilares y otras y Sierra Madre, mismas que forman la región hidrológica número 37 El Salado", publicado el 25 de mayo del 2010, presenta un volumen disponible de 154.83 millones de m<sup>3</sup> (Mm<sup>3</sup>). Sin embargo, la cuenca Fresno-Yesca comparte con otras cuencas de la región de El Salado, una alta evaporación e infiltración, así como dificultades técnicas para aprovechar el recurso hídrico, por lo que FIDERCO (2011) toma con cautela los cálculos de disponibilidad para la región de El Salado.

En la porción SO de la cuenca Fresno-Yesca (fig. IV.5.1), se localiza la subcuenca e Fresno, misma que se extiende por 3,770.73 km<sup>2</sup> (377.073.0 ha), equivalentes al 24.9% de la cuenca. Esta subcuenca es también cerrada y comparte las características de la cuenca en cuanto a ausencia de corrientes de importancia, así como una alta evaporación e infiltración. Las corrientes en la misma son clasificadas por el INEGI como intermitentes. Además, los embalses de agua superficial de mayor importancia son la pequeña presa La Bomba y la Laguna Santa Ana, localizados aproximadamente a 8 km al S y a 10 km al NE de Fresno, respectivamente. La mayor parte de los cuerpos de agua de la subcuenca son intermitentes y corresponden a pequeñas lagunas y obras o bordos de reducidas dimensiones cuyo uso principal es el doméstico o como abrevadero.

El Programa de Barrenación Laguna La Salada hidrológicamente no tiene relación con los cuerpos de agua antes mencionados, pues se enmarca en una microcuenca sin salida (cerrada), que hemos denominado aquí como microcuenca La Salada por carecer de corrientes con nombres en la cartografía del INEGI y por ser la laguna La Salada su principal elemento hidrológico.

La microcuenca La Salada se localiza en el extremo NO de la subcuenca Fresno (fig. IV.5.2), donde ocupa una extensión de 48,088.5 ha, equivalentes al 12.75% de la citada subcuenca y al 3.2% de la cuenca Fresno-Yesca. Las corrientes en esta microcuenca son, conforme al INEGI, de régimen intermitente y son mostradas en la cartografía topográfica escala 1:50,000 de dicha dependencia, con cursos que desaparecen o descargando a pequeñas lagunas indicadas también como cuerpos de agua intermitente (fig. IV.5.3). Además, una gran extensión de la microcuenca La Salada ha sido alterada por la práctica de la agricultura, lo cual ha afectado obviamente a las líneas de drenaje. De esta forma, en la microcuenca no existen arroyos o corrientes de importancia (fig. IV.5.3).

Las lagunas, naturales o creadas por el hombre mediante bordos de contención, son abundantes en la microcuenca. La gran mayoría son pequeñas y para uso de abrevadero. En la mayor parte de ellas, los escurrimientos convergen a las mismas, pues éstas carecen de salida. Las más importantes son las denominadas La Salada, La Calabaza y Laguna Seca, siendo la primera de ellas la mayor. Como ya se mencionó, todas son de naturaleza intermitente.

Sobre la mayor parte de la Microcuenca La Salada se presenta un coeficiente de escurrimiento (CE) del 0 al 5%. Algunas zonas en la parte oriental y en los extremos N y S de la microcuenca presentan un CE entre el 10 y el 20%. El menos abundante es el

CE de 5 al 10%. El agua superficial en la microcuenca abandona al sistema por infiltración o por evaporación.



**Figura IV.5.2 Localización de la microcuenca La Salada en la subcuenca Fresnillo.**

Nota: Línea roja: parteaguas de la cuenca Fresnillo-Yesca; línea rosa: parteaguas de la subcuenca Fresnillo; línea azul: parteaguas de la microcuenca La Salada; línea negra: área de los mapas de este trabajo y ubicación de la Laguna La Salada.

La Laguna La Salada recibe su nombre de la contigua comunidad de La Salada (fig. VI.5.4). Es un cuerpo receptor del escurrimiento proveniente de zonas circunvecinas que converge a la misma, pero en la que existen pocas líneas de corrientes. Recibe aportaciones de un área mucho menor a la microcuenca La Salada debido a que existen otras lagunas o bordos que retienen el agua superficial. De esta forma, si existieran arroyos continuos, lo más probable es que el escurrimiento superficial de la microcuenca sería captado por La Salada. En la cartografía del INEGI, se representa solamente una línea de drenaje o arroyo, sin nombre, alimentando a la laguna por su lado N (fig. IV.5.4). La examinación de imágenes satelitales revela otros arroyos drenando hacia la laguna pero son de importancia menor al anterior y de extensión muy local. El terreno hacia el oriente de la laguna muestra un coeficiente de escurrimiento del 5 al 10% mientras que el sector al occidente se caracteriza por un coeficiente entre el 0 y el 5% (fig. IV.5.4).



Figura IV.5.3 Microcuenca La Salada

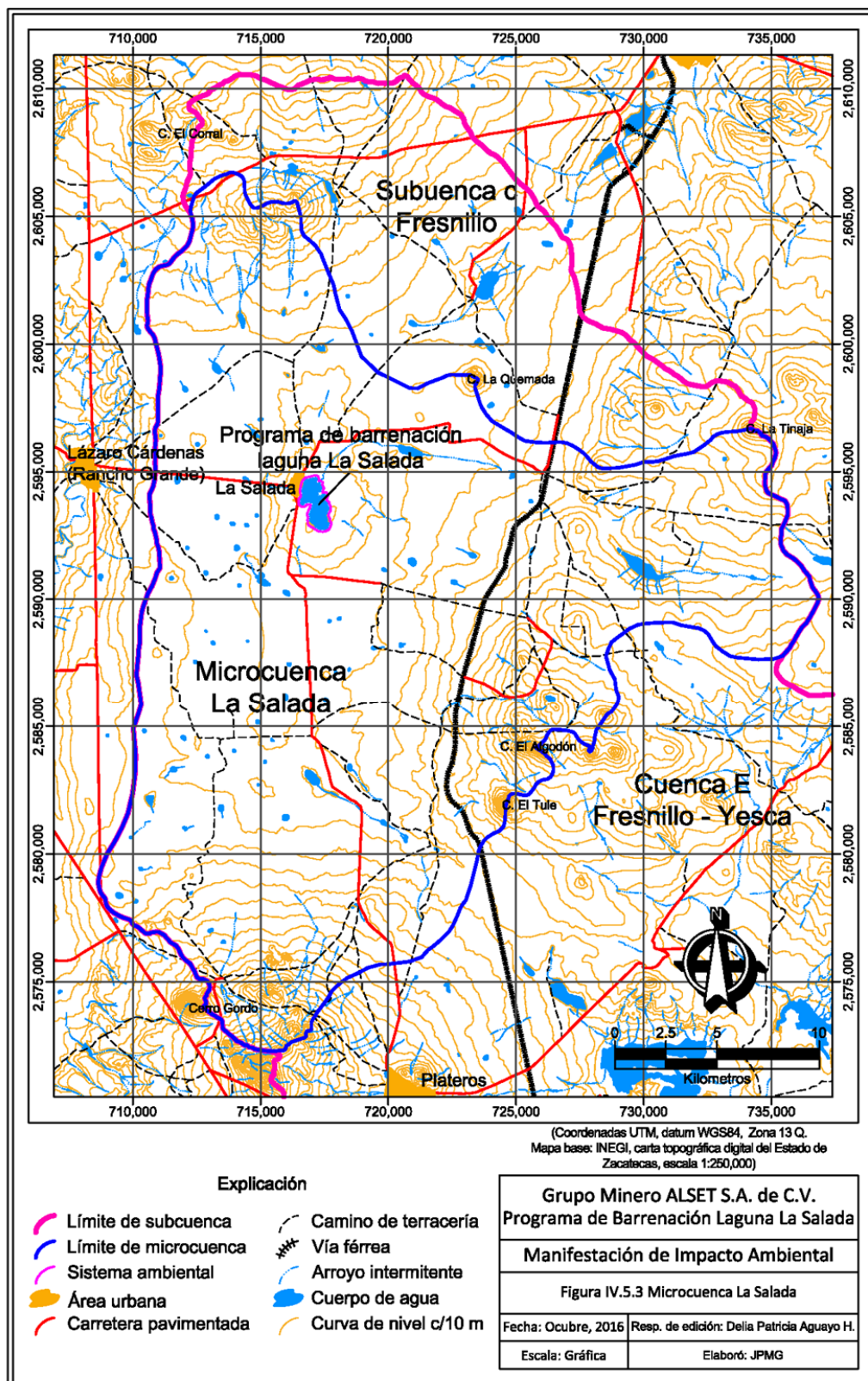
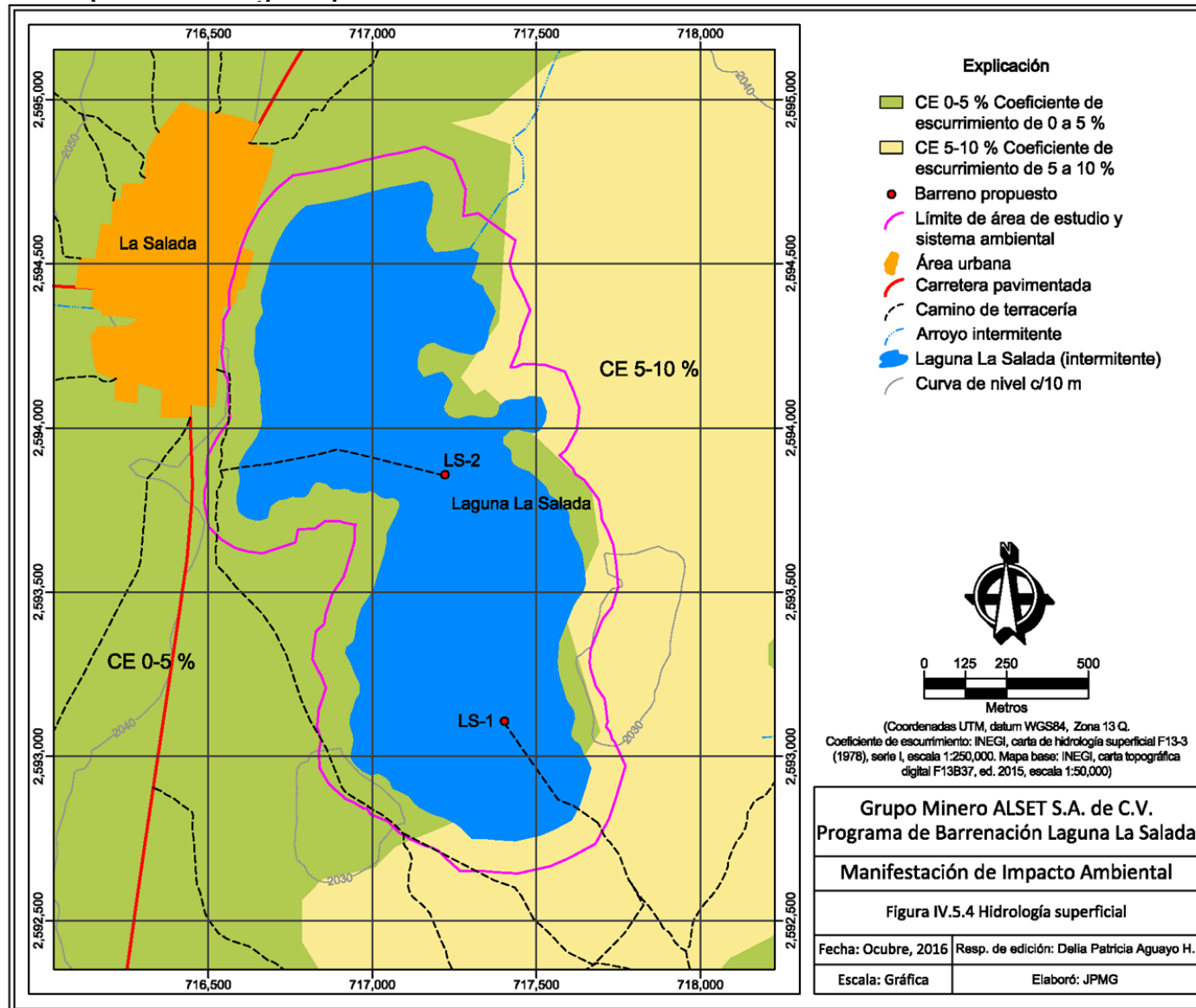


Figura IV.5.4 Mapa de hidrología superficial



La Laguna La Salada es intermitente y representa la parte más baja del área de captación de escurrimiento, por lo que carece de salida para el recurso hídrico. De esta forma, se tiene aquí un sistema de drenaje interno. Consecuentemente y reflejando que la evaporación es mayor que la alimentación de agua a la laguna, lo que es ayudado por el clima de la región, se ha generado en la misma un salar.

Precisamente es este salar el de interés para este proyecto, planeándose realizar dos barrenos exploratorios en el interior de la laguna (fig. IV.5.4) y para acceder a ellos se utilizarán caminos existentes. Así, la ubicación de los barrenos en el centro del sistema aunado a la baja intensidad de este proyecto y al aprovechamiento de accesos existentes, se traduce en que el Programa de Barrenación Laguna La Salada no afectará la dinámica hidrológica del sistema hidrológico de la Laguna La Salada ni las características físicas y químicas de la misma.

#### **IV.5 Hidrología subterránea**

El sitio del Programa de Barrenación Laguna La Salada se localiza en la porción noreste del acuífero 3214 Aguanaval, cuya extensión es de 3,180 km<sup>2</sup>, equivalentes al 4.24% del territorio del estado de Zacatecas (CONAGUA, 2002). El acuífero Aguanaval se extiende, al menos parcialmente, a los municipios de Fresnillo, Cañitas de Felipe Pescador, Sain Alto, Río Grande, Jerez y Susticacán. Los principales centros poblacionales en el mismo, son: San José de Lourdes, Matías Ramos, San José del Alamito, San Jerónimo, Guadalupe de Trujillo, Plenitud, La Salada, La Encantada, Estación Gutiérrez, Rancho Grande, Monte Mariana y la Chicharrona (CONAGUA, 2002). La principal actividad económica en la región, es la agricultura de riego, sustento de la economía de la población, seguida por ganadería, el comercio y la explotación y beneficio de los minerales (CONAGUA, 2002).

El 21% del territorio del acuífero Aguanaval pertenece a la región hidrológica No. 37 El Salado (CONAGUA, 2002), siendo aquí donde se ubica el programa de barrenación. La restante porción mayoritaria del acuífero se encuadra en la región hidrológica No. 36 Nazas-Aguanaaval.

De acuerdo a la CONAGUA (2002), con base en datos de 1992, de un volumen de extracción anual de 102 Mm<sup>3</sup>/año, 95.77 Mm<sup>3</sup>/año se utiliza para uso agrícola, 4 Mm<sup>3</sup>/año se usan en agua potable y servicios, 2 Mm<sup>3</sup>/año son de uso doméstico-pecuario y 0.24 Mm<sup>3</sup>/año son para uso industrial.

El acuífero se conforma por sedimentos clásticos, principalmente arenas tobáceas y conglomerados, los cuales fueron depositados en una fosa de origen tectónico (CONAGUA, 2002), siendo de esta forma del tipo libre, con un espesor de 400 m. Este cuerpo almacenador de agua no se presenta en toda la zona hidrogeológica (territorio) del acuífero 3214, pues solamente se encuentra en solamente 995 km<sup>2</sup>. Por su ubicación, el sitio del proyecto, corresponde más bien con una zona de recarga.

CONAGUA (2002) determinó, con datos de 1997, la profundidad y elevación del nivel estático del acuífero. En la parte norte, el nivel estático presenta profundidades de 30 a 50 m y elevación de alrededor de 2,000 m.s.n.m. En la parte central, la profundidad es de 20 a 30m, mientras que en la porción sur el nivel estático se encuentra a profundidades de 40 a 60 m, a una elevación aproximada de 2,150 m.s.n.m. Dicha dependencia (op. cit.) concluye que el flujo del agua subterránea es de Sur a Norte. No se cuenta con información relativa a la profundidad y elevación del nivel estático en las inmediaciones de la laguna La Salada.

En cuanto al comportamiento del nivel estático, CONAGUA (2002) reporta un abatimiento, de 1990 a 1997, de 0.75 m/año en las cercanías las comunidades San José de Lourdes, San Jerónimo y Potrero Blanco, así como descensos menores en la

parte central. Para las partes N, NO y NE, estando el proyecto en este último sector, los abatimientos fueron de 0.10 a 0.15 m/año. Mojarro Dávila *et al.* (2012) consideran que el acuífero Aguanaval tendrá un cono de abatimiento de 49 m.

Núñez Peña *et al.* (2006) menciona que existen tres familias principales de agua en este acuífero (a) bicarbonatada cálcica, en el centro del acuífero; (b) bicarbonatada mixta, hacia el centro-sur del mismo; y, (c) bicarbonatada sódica, hacia la zona centro sur. Por otra parte, CONAGUA (2002) y Mojarro Dávila *et al.* (2012) reportan que el agua del acuífero Aguanaval es de buena calidad pues no rebasa los límites máximos permisibles establecidos por la norma NOM-127-SSA1-1994.

El acuífero Aguanaval se encuentra sobreexplotado, con una taza que es de las mayores en la región. Tetreault (2015) reporta una taza de sobreexplotación de 90.3 Mm<sup>3</sup>/año. La CONAGUA (2015), con una fecha de corte al 30 de junio del 2014, reporta un déficit similar: -90.249029 Mm<sup>3</sup>/año. Consecuentemente, no es de extrañar que el acuífero se encuentra en veda (CONAGUA, 2002).

La sobreexplotación del acuífero se debe a la agricultura. Tetreault (2015) reporta que el 97.9% del déficit se deriva de este uso, mientras que el público-urbano se lleva el 1.93%, el industrial 0% y otros uso el 0.13%.

De acuerdo a la carta de hidrología subterránea del INEGI, F13-13, a nivel local, en el área de estudio de este trabajo, se tiene una unidad hidrogeológica compuesta por material no consolidado con posibilidades altas de contener agua. Al occidente del área, pero fuera de ésta, se presenta otra unidad de material no consolidado con posibilidades medias de servir como acuífero.

El INEGI, en su carta de hidrología subterránea F13-13 reporta una noria de uso doméstico, inmediatamente al oriente del salar de La Salada, cuya agua es de naturaleza agresiva, es decir presenta una tendencia a disolver carbonato de calcio. Además, clasifica su calidad como C3-S1, que representa un agua altamente salina y baja en sodio. Otros valores mostrados por el agua de esta noria son: pH, 7.5; Ca, 48 mg/l; Mg, 37.2 mg/l; K, 19.5 mg/l; dureza (CaCO<sub>3</sub>), 27.5 mg/l; relación de adsorción de sodio (RAS), 1.2; conductividad eléctrica, 0.8 dS/m; sulfato (SO<sub>4</sub>), 0 mg/l; bicarbonato (HCO<sub>3</sub>), 287 mg/l; nitrato (NO<sub>3</sub>), 0 mg/l; carbonato (CO<sub>3</sub>), 0 mg/l; cloruro (Cl), 124 mg/l; solidos disueltos totales, 562 mg/l.

## IV.7. Vegetación y Flora

El objetivo del presente estudio es caracterizar la vegetación existente en las inmediaciones de la Laguna La Salada, en el municipio de Fresnillo en el estado de Zacatecas.

### IV.7.1. Metodología

Para análisis ecológicos pueden realizarse estudios de tipo descriptivo, comparativo, observacional y experimental. El diseño de muestreo es la parte que requiere mayor cuidado, ya que éste determina el éxito potencial y de éste depende el tipo de análisis e interpretación a realizarse. Para que un muestreo sea lo suficientemente representativo y confiable, debe estar bien diseñado. Esto quiere decir que la muestra a tomarse debe considerar la mayor variabilidad existente en toda una población estadística. La representatividad está dada por el número de réplicas a tomarse en cuenta y por el conocimiento de los factores que pueden influir en una determinada variable.

Cuando se consideraron las condiciones que se observaron en el sitio, y el objetivo de este proyecto se optó por utilizar un muestreo aleatorio simple, realizando una estratificación.

Es el esquema de muestreo más sencillo de todos y de aplicación más general. Este tipo de muestreo se emplea en aquellos casos en que se dispone de poca información previa acerca de las características de la población a medirse. Se optó por realizar 10 muestreos aleatorios circulares, cada uno de ellos de 17.85 m de radio que se traducen en 1000 m<sup>2</sup> por sitio de muestreo, agregando un cuadrante de 1 m<sup>2</sup> a cada sitio de muestreo para el levantamiento de la información de las especies del estrato herbáceo, teniendo en consideración la intensidad de muestreo, ya que mientras más grande sea esta, es recomendable utilizar sitios de mayor superficie.

En el sitio de 1000 m<sup>2</sup> (Radio = 17.84 m) se identifica, cuenta, mide y se registra las especies arbóreas y arbustos, considerando solo especies de tallos leñosos.

En el subsitio de 1 m<sup>2</sup> se cuentan y miden parámetros de las especies herbáceas.

Los datos que se registran de la flora durante el trabajo de campo son el nombre común, el nombre de científico de la especie si se conoce, así como las alturas y coberturas promedio de las especies.

Los 10 sitios de muestreo fueron llevados a cabo en una franja de 100 m alrededor de la laguna, con este número de muestreos se cubrió los puntos externos a la laguna La Salada, la mayor superficie está ocupada por pastizal halófilo por lo que es poco variable. Ver tabla IV.7.1 y figura IV.7.2.

Los muestreos se realizaron durante el mes de Septiembre y se consultó bibliografía como Miranda y Hernandez-Xolotzi (1963), Rzdowski (1978), Miranda (1978), Flores y Espejel (1994).

En cada punto de muestreo se identificó mediante claves dicotómicas y contabilizó la totalidad de los individuos presentes, en las ocasiones en que no se logró la identificación en campo o con ayuda de las claves dicotómicas, se colectó y prensó una muestra de la especie para ser identificada en el herbario de la Universidad Autónoma de Zacatecas.



Tabla IV.7.1 Ubicación de los sitios de muestreo en la laguna La Salada.

Coordenadas UTM WGS 84			
ID	X	y	Msnm
M1	0716678	2594549	2039
M2	0716762	2594686	2037
M3	0716779	2594781	2037
M4	0716869	2594848	2032
M5	0717507	2594672	2033
M6	0717577	2594294	2036
M7	0716585	2594131	2038
M8	0716742	2593405	2034
M9	0717757	2593233	2035
M10	0717643	2593768	2035

Los materiales y equipos utilizados para el muestreo son:

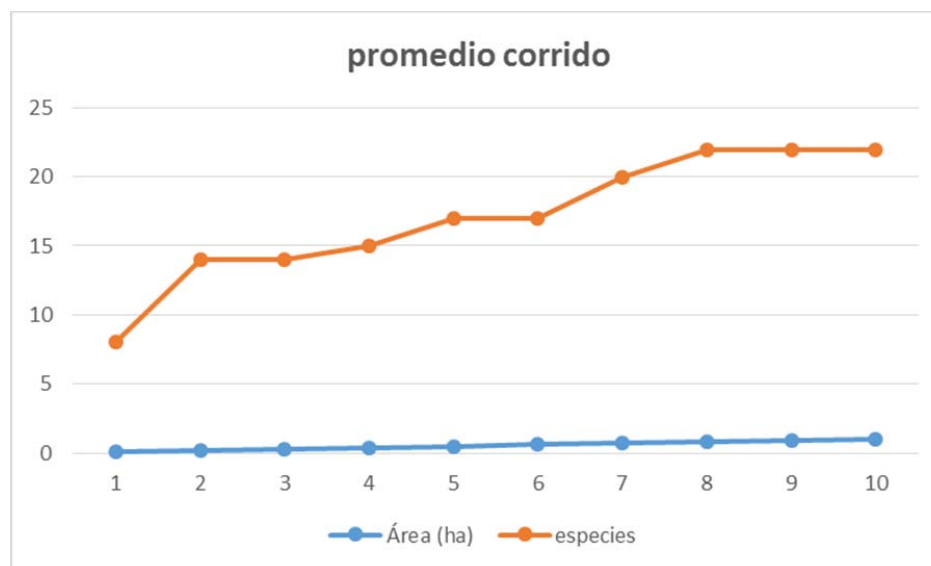
Cinta métrica de 50m	Libreta de campo
Claves dicotómicas	Estacas
Geoposicionador	Bolsas plásticas
Prensa de madera	Papel periódico
Microscopio estereoscópico	Cámara fotográfica

#### IV.7.1.1 Determinación del número de muestras por el método “promedio corrido”

El promedio corrido es un método que consiste en calcular el promedio por cada muestra adicional. Al adicionar las primeras muestras, los promedios suelen ser muy variables entre sí, pero, a medida que se va adicionando más muestras el promedio tiende a estabilizarse. Cuando el promedio tiende a estabilizarse, se puede decir que el muestreo es representativo. Ver tabla y figura IV.7.2.

Tabla IV.7.2 Representativo del promedio corrido

Área (ha)	Especies
0.1	8
0.2	14
0.3	14
0.4	15
0.5	17
0.6	17
0.7	20
0.8	22
0.9	22
1	22



**Figura IV.7.1 Representativo del promedio corrido**

## IV.7.2. Resultados

### IV.7.2.1. Tipos de vegetación

Para la caracterización y estudio de la flora se realizó un análisis espacial dentro de distintos sistemas de información geográfica (SIG) con el fin de conocer el uso de suelo y vegetación con que se encuentra catalogado el sitio del proyecto. La determinación de la vegetación y los usos de suelo se llevó a cabo tomando como referencia la clasificación de Rzedowski y la generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI en su serie V, para luego ser corroborada por las visitas de campo pertinentes. Como resultado del análisis espacial se obtiene que el área definida presenta el tipo de vegetación pastizal halófilo. Ver figura IV.7.2.

De las visitas realizadas durante el mes de septiembre para el levantamiento de la información florística se constató que el área en el que se llevarán a cabo las actividades del proyecto corresponde a un cuerpo de agua, mientras que en los márgenes de la laguna La Salada la vegetación corresponde mayormente a pastizal halófilo, con un desarrollo primario, y se observó en la visita a campo la existencia de matorral desértico micrófilo. En la parte Oeste, a una distancia aproximada de 230 m, se encuentra el poblado de la Salada.

A continuación se presenta una descripción general de los tipos de vegetación presentes en el área donde se realizarán las obras.

#### Pastizal natural (PN)

Es una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminoides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etcétera. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques. El Pastizal Natural se desarrolla de preferencia en suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas, casi siempre de naturaleza ígnea, en altitudes entre 1,100 y 2,500 m.

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

## Capítulo IV

Pastizal Halófilo (PH)

Comunidad de gramíneas y graminoides que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras.

En general, las gramíneas dominantes son más bien rígidas y sólo sus partes tiernas constituyen un forraje atractivo para el ganado. Desde luego que las gramíneas no son las únicas plantas que pueden crecer en tales condiciones, pero con frecuencia son las dominantes y las que definen la fisonomía de las comunidades vegetales que ahí habitan.

Matorral Desértico Micrófilo (MDM)

La distribución de este matorral se extiende a las zonas más secas de México, y en áreas en que la precipitación es inferior a 100 mm anuales, la vegetación llega a cubrir solo el 3% de la superficie, mientras que en sitios con climas menos desfavorables la cobertura puede alcanzar 20%; la altura varía de 0.5 a 1.5 m. *Larrea* y *Ambrosia* constituyen del 90 a 100% de la vegetación en áreas de escaso relieve, pero a lo largo de las vías de drenaje o en lugares con declive pronunciado aparecen arbustos con especies de *Prosopis*, *Parkinsonia*, *Olneya*, *Condalia*, *Lycium*, *Opuntia*, *Fouquieria*, *Hymenoclea*, *Acacia*, *Chilopsis*, etcétera.

**IV.7.2.2. Inventario florístico**

Se documentó la presencia de 30 especies de flora, dos de estas especies en el estrato arbóreo, tres arbustivos y 25 herbáceas, de estas últimas la mayor parte son especies anuales. Como parte del análisis que se realizó a la flora de la laguna, cada una de las especies se verificó con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 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, resultando que no se encontró ninguna especie catalogadas para protección ambiental de México o en categorías de riesgo. Ver tabla IV.7.2.1.

También se realizó una revisión de cada una de las especies dentro del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) solo obteniendo dentro del apéndice II en el que se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia, a la familia Cactaceae, a la que pertenecen tres de las especies encontradas en las inmediaciones de la laguna La Salada.

Con los datos obtenidos en los muestreos se generó el siguiente listado de especies presentes en las inmediaciones de la laguna La Salada. Tabla IV.7.2.1.

Figura IV.7.2 Tipos de vegetación circundante a la laguna La Salada.

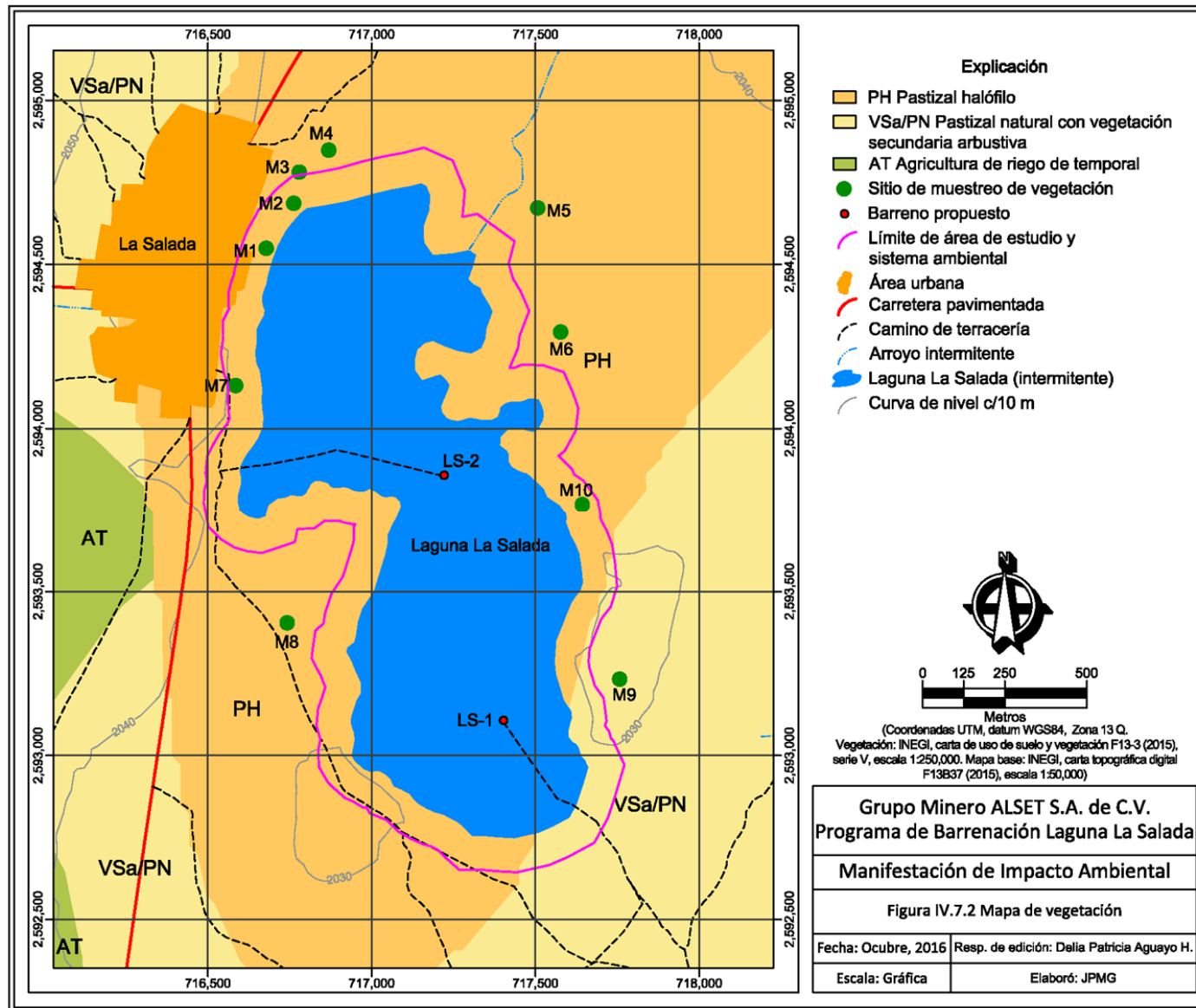
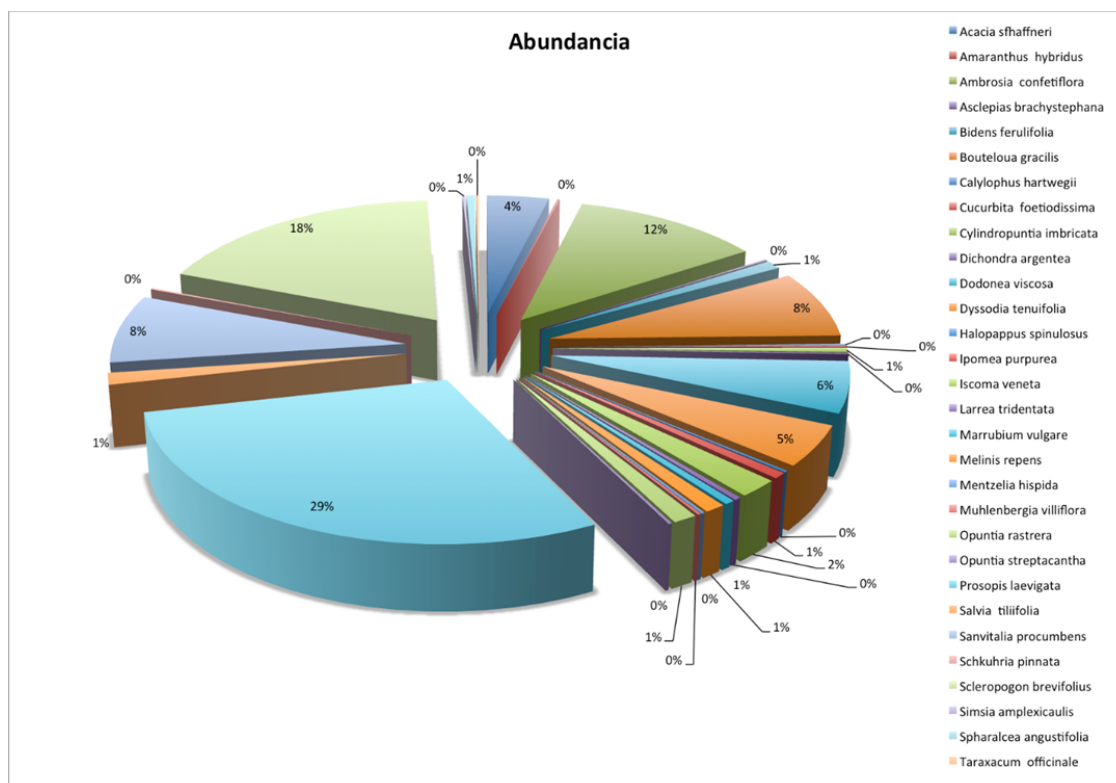


Tabla IV.7.2.1 Listado de especies de flora

Estrato	Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre común
Herbaceo	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i>	<i>hybridus</i>	Quintonil
Herbaceo	Asterales	Asteraceae	<i>Ambrosia</i>	<i>confertiflora</i>	Estafiate
Herbaceo	Gentianales	Asclepiadaceae	<i>Asclepias</i>	<i>brachystephana</i>	Lechosilla
Herbaceo	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens</i>	<i>ferulifolia</i>	
Herbaceo	Poales	Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>	Zacate navajita
Herbaceo	Myrtales	Onagraceae	<i>Calylophus</i>	<i>hartwegii</i>	
Herbaceo	Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita</i>	<i>foetidissima</i>	Calabacilla loca
Arbustivo	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Cylindropuntia</i>	<i>imbricata</i>	Cardenche
Herbaceo	Solanales	Convolvulaceae	<i>Dichondra</i>	<i>argentea</i>	Oreja de raton
Arbustivo	Sapindales	Spindaceae	<i>Dodonaea</i>	<i>viscosa</i>	Chapulixle
Herbaceo	Asterales	Asteraceae	<i>Dyssodia</i>	<i>tenuifolia</i>	Margarita Dahlerg
Herbaceo	Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomea</i>	<i>purpurea</i>	Campanitas
Herbaceo	Asterales	Asteraceae	<i>Isocoma</i>	<i>veneta</i>	Jarilla churra
Arbustivo	Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Larrea</i>	<i>tridentata</i>	Gobernadora
Herbaceo	Lamiales	Lamiaceae	<i>Marrubium</i>	<i>vulgare</i>	Hierba del sapo
Herbaceo	Poales	Poaceae	<i>Melinis</i>	<i>repens</i>	
Herbaceo	Cornales	Loasaceae	<i>Mentzelia</i>	<i>hispida</i>	Pegaropa
Herbaceo	Poales	Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>villiflora</i>	Liendrilla salina
Arbustivo	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>engelmannii</i>	Nopal
Arbustivo	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>streptacantha</i>	Nopal
Arboreo	Fabales	Fabaceae	<i>Prosopis</i>	<i>laevigata</i>	Mezquite
Herbaceo	Lamiales	Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>tiliifolia</i>	Chia cimarrona
Herbaceo	Asterales	Asteraceae	<i>Sanvitalia</i>	<i>procumbens</i>	Ojo de gallo
Herbaceo	Asterales	Asteraceae	<i>Schkuhria</i>	<i>pinnata</i>	Anisillo
Herbaceo	Poales	Poaceae	<i>Scleropogon</i>	<i>brevifolius</i>	Pasto
Herbaceo	Asterales	Asteraceae	<i>Simsia</i>	<i>amplexicaulis</i>	Acahualillo
Herbaceo	Malvales	Malvaceae	<i>Sphaeralcea</i>	<i>angustifolia</i>	Hierba del negro
Herbaceo	Asterales	Asteraceae	<i>Taraxacum</i>	<i>officinale</i>	Diente de león
Arboreo	Fabales	Fabaceae	<i>Vachellia</i>	<i>schaaffneri</i>	Huizache
Herbaceo	Asterales	Asteraceae	<i>Xanthisma</i>	<i>spinulosum</i>	



**Figura IV.7.3 Abundancia de las especies de flora en la laguna La Salada**

#### IV.7.2.3 Parámetros poblacionales de las especies

Los datos que se recabaron en campo para poder hacer los cálculos pertinentes en lo que respecta a parámetros poblacionales de las especies (densidad, frecuencia y dominancia) y valor de importancia son el nombre de la especie, altura, cobertura y número de individuos de cada una.

Las fórmulas que se utilizaron para el cálculo de los parámetros poblacionales son las siguientes (Curtis y McIntosh, 1951):

Densidad relativa= Número de individuos por especie / total de individuos de todas las especies \* 100

Frecuencia relativa número de veces que se encontró una especie en el muestreo /total de veces que se encontraron todas las especies en el muestreo \* 100

Cobertura relativa= área de cada especie / área total de todas las especies \* 100

Con la suma de los valores relativos de las especies se obtiene el valor de importancia.

Los valores de importancia de las especies fueron agrupados en cuatro categorías mediante cuartiles, tal como se muestra en la tabla IV.7.2.2.

Tabla IV.7.2.2 Categoría del valor de importancia de las especies

Valor de importancia	Categoría	Valor ordinal asignado
0.458 hasta 0.999	Valor de Importancia muy bajo	1
1.000 hasta 30.999	Valor de importancia bajo	2
31.00 hasta 48.551	Valor de importancia alto	3
48.552 hasta 99.175	Valor de importancia muy alto	4

Para calcular valor de importancia y los distintos índices de biodiversidad se agregaron las especies que no se encontraron dentro de los muestreos, pero si se observaron en el área, por lo tanto tienen un valor bajo de importancia.

## Programa de Barrenación Laguna La Salada

## Capítulo IV

Tabla IV.7.2.3 Parámetros poblacionales de las especies

Orden	Familia	Genero	Especie	Frecuencia relativa	Densidad relativa	Cobertura relativa	Valor importancia de	Valor Ordinal asignado	Ind/ ha
Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i>	<i>hybridus</i>	0	0.167504188	0.593421499	0.760925686	1	1
Asterales	Asteraceae	<i>Ambrosia</i>	<i>confertiflora</i>	36.36363636	11.72529313	1.644625297	49.73355479	3	70
Gentianales	Asclepiadaceae	<i>Asclepias</i>	<i>brachystephana</i>	18.18181818	0.167504188	1.186842998	19.53616537	2	1
Asterales	Asteraceae	<i>Bidens</i>	<i>ferulifolia</i>	9.090909091	1.005025126	2.204136996	12.30007121	2	6
Poales	Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>	45.45454545	7.70519263	17.48050187	70.64023995	4	46
Myrtales	Onagraceae	<i>Calylophus</i>	<i>hartwegii</i>	18.18181818	0.167504188	0.474737199	18.82405957	2	2
Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita</i>	<i>foetidissima</i>	9.090909091	0.167504188	2.034587996	11.29300127	2	1
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Cylindropuntia</i>	<i>imbricata</i>	18.18181818	0.502512563	1.288572397	19.97290314	2	3
Solanales	Convolvulaceae	<i>Dichondra</i>	<i>argentea</i>	0	0.167504188	0.678195999	0.845700186	1	1
Sapindales	Spindaceae	<i>Dodonaea</i>	<i>viscosa</i>	27.27272727	5.862646566	10.85113598	43.98650982	3	35
Asterales	Asteraceae	<i>Dyssodia</i>	<i>tenuifolia</i>	18.18181818	4.690117253	1.102068498	23.97400393	2	28
Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomea</i>	<i>purpurea</i>	9.090909091	0.67001675	0.508646999	10.26957284	2	4
Asterales	Asteraceae	<i>Isocoma</i>	<i>veneta</i>	36.36363636	2.010050251	2.678874195	41.05256081	3	12
Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Larrea</i>	<i>tridentata</i>	9.090909091	0.335008375	1.017293998	10.44321146	2	2
Lamiales	Lamiaceae	<i>Marrubium</i>	<i>vulgare</i>	9.090909091	0.502512563	0.508646999	10.10206865	2	3
Poales	Poaceae	<i>Melinis</i>	<i>repens</i>	18.18181818	1.005025126	0.559511699	19.74635501	2	6
Cornales	Loasaseae	<i>Mentzelia</i>	<i>hispida</i>	0	0.167504188	0.593421499	0.760925686	1	1
Poales	Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>villiflora</i>	0	0.167504188	0.847744998	1.015249186	1	1
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>engelmannii</i>	9.090909091	1.172529313	0.593421499	10.8568599	2	1
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>streptacantha</i>	27.27272727	0.167504188	4.069175992	31.50940745	3	7
Fabales	Fabacea	<i>Prosopis</i>	<i>laevigata</i>	45.45454545	28.97822446	30.21363174	104.6464016	4	173
Lamiales	Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>tiliifolia</i>	9.090909091	1.340033501	1.356391997	11.78733459	2	8
Asterales	Asteraceae	<i>Sanvitalia</i>	<i>procumbens</i>	36.36363636	7.872696817	1.966768396	46.20310158	3	47
Asterales	Asteraceae	<i>Schkuhria</i>	<i>pinnata</i>	0	0.167504188	0.339097999	0.506602187	1	1
Poales	Poaceae	<i>Scleropogon</i>	<i>brevifolius</i>	54.54545455	18.25795645	8.528314683	81.33172568	4	109
Asterales	Asteraceae	<i>Simsia</i>	<i>amplexicaulis</i>	0	0.167504188	0.593421499	0.760925686	1	1
Malvales	Malvaceae	<i>Sphaeralcea</i>	<i>angustifolia</i>	9.090909091	0.502512563	0.322143099	9.915564753	2	3
Asterales	Asteraceae	<i>Taraxacum</i>	<i>officinale</i>	9.090909091	0.167504188	0.0847745	9.343187778	2	1
Fabales	Fabacea	<i>Vachellia</i>	<i>schaaffneri</i>	36.36363636	3.852596315	5.340793489	45.55702617	3	23
Asterales	Asteraceae	<i>Xanthisma</i>	<i>spinulosum</i>	9.090909091	0.167504188	0.339097999	9.597511278	2	1



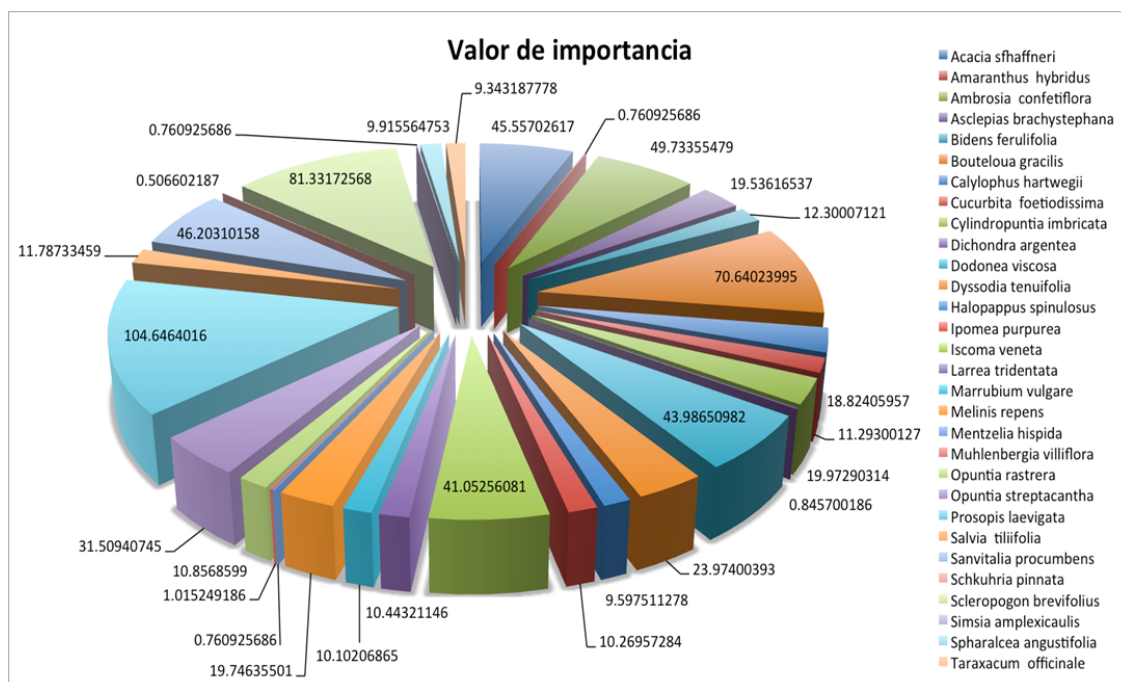


Figura IV.7.4 representación del valor de importancia de las especies

#### IV.7.2.4. Uso local de las especies

Genero	Especie	Usos
<b>Amaranthus</b>	<i>hybridus</i>	Comestible y de aprovechamiento forrajero.
<b>Ambrosia</b>	<i>confertiflora</i>	Medicinal (Estomago)
<b>Asclepias</b>	<i>brachystephana</i>	Medicinal
<b>Bidens</b>	<i>ferulifolia</i>	Ornamental
<b>Bouteloua</b>	<i>gracilis</i>	Forrajero
<b>Calylophus</b>	<i>hartwegii</i>	
<b>Cucurbita</b>	<i>foetidissima</i>	Comestible
<b>Cylindropuntia</b>	<i>imbricata</i>	Hornamental, medicinal.
<b>Dichondra</b>	<i>argentea</i>	Medicinal, ornamental.
<b>Dodonaea</b>	<i>viscosa</i>	Medicinal, pesticida y combustible.
<b>Dyssodia</b>	<i>tenuifolia</i>	
<b>Ipomea</b>	<i>purpurea</i>	Onamental, mielífera
<b>Isocoma</b>	<i>veneta</i>	
<b>Larrea</b>	<i>tridentata</i>	Insecticida, medicinal.
<b>Marrubium</b>	<i>vulgare</i>	Medicinal
<b>Melinis</b>	<i>repens</i>	Forrajero
<b>Mentzelia</b>	<i>hispida</i>	
<b>Muhlenbergia</b>	<i>villiflora</i>	Forrajero

Tabla IV.7.2.4 Cont.....

Genero	Especie	Usos
<i>Opuntia</i>	<i>engelmannii</i>	Onamental
<i>Opuntia</i>	<i>streptacantha</i>	Comestible
<i>Prosopis</i>	<i>laevigata</i>	Comestible, maderable
<i>Salvia</i>	<i>tiliifolia</i>	Medicinal
<i>Sanvitalia</i>	<i>procumbens</i>	Medicinal
<i>Schkuhria</i>	<i>pinnata</i>	
<i>Scleropogon</i>	<i>brevifolius</i>	
<i>Simsia</i>	<i>amplexicaulis</i>	Forrajero
<i>Sphaeralcea</i>	<i>angustifolia</i>	
<i>Taraxacum</i>	<i>officinale</i>	Forrajero, pesticida
<i>Vachellia</i>	<i>schaffneri</i>	Maderable
<i>Xanthisma</i>	<i>spinulosum</i>	

#### IV.7.2.5 Especies bajo alguna categoría de protección, conservación o uso controlado

No se encontró ninguna especie catalogadas para protección ambiental de México o en categorías de riesgo, de acuerdo a lo verificado con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010).

Tres especies de la familia Cactácea observadas en el sitio (*Opuntia engelmannii*, *Opuntia streptacantha* y *Cylindropuntia imbricata*) se encuentran en el apéndice II del CITES, que regula el comercio internacional de especies amenazadas.

#### IV.7.2.6 Índices de biodiversidad

La diversidad específica es una propiedad emergente de las comunidades biológicas que se relaciona con la variedad dentro de ellas. Este atributo es la expresión de dos componentes, el primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitabilidad, y describe cómo se distribuye la abundancia (el número de individuos, biomasa, cobertura, etc.) entre las especies que integran la comunidad.

Como ya se señaló, los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son el índice de Simpson (DSi), y el índice de Shannon-Wiener (H').

##### IV.7.2.6.1 Índice de Simpson

El índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición. Ver resultados para el presente proyecto de este índice en la tabla IV.7.2.4.

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Donde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la  $i$ ésima especie; representa la probabilidad de que un individuo de la especie  $i$  esté presente en la muestra, siendo entonces la sumatoria de  $p_i$  igual a 1

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

$n_i$  = número de individuos de la especie  $i$   $N$  = número total de individuos para todas las  $S$  especies en la comunidad La ecuación de  $D_{Si}$  se aplica para comunidades 'finitas' donde todos los miembros han sido contados, es decir que  $n = N$ . Considerando una comunidad 'extensa', un estimador adecuado de la diversidad calculado a partir de datos provenientes de una muestra de tamaño  $n$  sería:

$$D'_{Si} = \sum_{i=1}^S \frac{n_i (n_i - 1)}{n (n - 1)}$$

$$Si_D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 = 1 - D_{Si}$$

Donde:

$Si_D$  = índice de diversidad de Simpson que indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin reposición. Este índice le da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre 0 (baja diversidad) hasta un máximo de  $[1 - 1/S]$ .

#### IV.7.2.6.2 Índice de Shannon-Wiener

Este índice se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son  $p_1 \dots p_S$ ) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades. Ver resultados para el presente proyecto de este índice en la tabla IV.7.2.4.

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

Donde:

$H'$  = índice de Shannon-Wiener que en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad extensa de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto,  $H' = 0$  cuando la muestra contenga solo una especie, y,  $H'$  será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos  $n_i$ , es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa ( $H'$ max, ver la sección siguiente). Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. En la ecuación original se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.). La precisión en la estimación del índice de Shannon-Wiener puede calcularse mediante la aproximación siguiente:

$$SD_{H'} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^S n_i \log_2 n_i - \left( \sum_{i=1}^S n_i \log_2 n_i \right)^2}{n^2}}$$

Donde:

$SD_{H'}$  = desviación estándar del índice de Shannon-Wiener. La ecuación de  $H'$  se aplica para comunidades extensas donde se conocen todas las especies S y las abundancias proporcionales  $p_i$  de todas ellas. En la práctica los parámetros son estimados como:

$$\hat{H}' = - \sum_{i=1}^S \left[ \left( \frac{n_i}{n} \right) \times \log_2 \left( \frac{n_i}{n} \right) \right]$$

IV.7.2.6.3 Resultados de índices de diversidad de flora

Índice de Simpson

La dominancia es de 0.15139909 lo cual expresa que se tiene una dominancia baja en las especies del sitio, mientras que la diversidad al tener un valor de 0.84860091 expresa una diversidad alta. Ver tabla IV.7.2.4.

Su valor oscila entre 0 que refiere baja diversidad y 1 que sería alta diversidad por lo que de acuerdo a los valores obtenidos en los sitios de muestreo es alto el nivel de diversidad.

Índice de Shannon

Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. A pesar de ser un ecosistema desértico el índice de Shannon arroja un valor de 2.2954 lo cual indica un buen valor uniformidad en los sitios. Ver tabla IV.7.2.4.

Tabla IV.7.2.4 índices de biodiversidad de flora

Genero	Especie	Nombre comun	Total	Abundancia relativa (pi)	Densidad relativa	pi^2	ln (pi)	pi*ln(pi)	negativo
<i>Vachellia</i>	<i>sfnaffneri</i>	Hizache	23	0.038525963	3.852596315	0.00148425	-3.2564229	-0.1254568	0.12545683
<i>Prosopis</i>	<i>laevigata</i>	Mezquite	35	0.058626466	5.862646566	0.00343706	-2.8365691	-0.166298	0.16629802
<i>Dodonea</i>	<i>viscosa</i>	Chapulixle	173	0.289782245	28.97822446	0.08397375	-1.2386255	-0.3589317	0.35893168
<i>Cylindropuntia</i>	<i>imbricata</i>	Cardenche	3	0.005025126	0.502512563	2.5252E-05	-5.2933048	-0.0265995	0.02659952
<i>Larrea</i>	<i>tridentata</i>	Gobernadora	2	0.003350084	0.335008375	1.1223E-05	-5.6987699	-0.0190914	0.01909136
<i>Opuntia</i>	<i>streptacantha</i>	Nopal - Charola	7	0.011725293	1.172529313	0.00013748	-4.446007	-0.0521307	0.05213073
<i>Amaranthus</i>	<i>hybridus</i>	Quintonil	1	0.001675042	0.167504188	2.8058E-06	-6.3919171	-0.0107067	0.01070673
<i>Ambrosia</i>	<i>confertiflora</i>	Estafiate	70	0.117252931	11.72529313	0.01374825	-2.1434219	-0.2513225	0.2513225
<i>Asclepias</i>	<i>brachystephana</i>	Lechosilla	1	0.001675042	0.167504188	2.8058E-06	-6.3919171	-0.0107067	0.01070673
<i>Bidens</i>	<i>aurea</i>		6	0.010050251	1.005025126	0.00010101	-4.6001576	-0.0462327	0.04623274
<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>	Zacate navajita	46	0.077051926	7.70519263	0.005937	-2.5632757	-0.1975053	0.19750533
<i>Calylophus</i>	<i>hartwegii</i>		1	0.001675042	0.167504188	2.8058E-06	-6.3919171	-0.0107067	0.01070673
<i>Cucurbita</i>	<i>foetidissima</i>	Calabacilla loca	1	0.001675042	0.167504188	2.8058E-06	-6.3919171	-0.0107067	0.01070673
<i>Dichondra</i>	<i>argentea</i>	Oreja de raton	1	0.001675042	0.167504188	2.8058E-06	-6.3919171	-0.0107067	0.01070673
<i>Dyssodia</i>	<i>tenuifolia</i>	Margarita Dahlberg	28	0.046901173	4.690117253	0.00219972	-3.0597126	-0.1435041	0.14350411
<i>Xanthisma</i>	<i>spinulosum</i>		1	0.001675042	0.167504188	2.8058E-06	-6.3919171	-0.0107067	0.01070673
<i>Ipomea</i>	<i>purpurea</i>	Campanitas	4	0.006700168	0.67001675	4.4892E-05	-5.0056228	-0.0335385	0.03353851
<i>Iscoma</i>	<i>veneta</i>	Jarilla chura	12	0.020100503	2.010050251	0.00040403	-3.9070105	-0.0785329	0.07853287
<i>Marrubium</i>	<i>vulgare</i>	Hierva del sapo	3	0.005025126	0.502512563	2.5252E-05	-5.2933048	-0.0265995	0.02659952
<i>Melinis</i>	<i>repens</i>		6	0.010050251	1.005025126	0.00010101	-4.6001576	-0.0462327	0.04623274
<i>Mentzelia</i>	<i>hispida</i>	Pegaropa	1	0.001675042	0.167504188	2.8058E-06	-6.3919171	-0.0107067	0.01070673
<i>Muhlenbergia</i>	<i>villiflora</i>	Liendrilla salina	1	0.001675042	0.167504188	2.8058E-06	-6.3919171	-0.0107067	0.01070673
<i>Opuntia</i>	<i>engelmannii</i>	Nopal rastrero	1	0.001675042	0.167504188	2.8058E-06	-6.3919171	-0.0107067	0.01070673
<i>Salvia</i>	<i>tiliifolia</i>	Chia cimarrona	8	0.013400335	1.340033501	0.00017957	-4.3124756	-0.0577886	0.05778862
<i>Sanvitalia</i>	<i>procumbens</i>	Ojo de gallo	47	0.078726968	7.872696817	0.00619794	-2.5417695	-0.2001058	0.20010581
<i>Schkuhria</i>	<i>pinnata</i>	Anisillo	1	0.001675042	0.167504188	2.8058E-06	-6.3919171	-0.0107067	0.01070673
<i>Scleropogon</i>	<i>brevifolius</i>	Pasto	109	0.182579564	18.25795645	0.0333353	-1.7005692	-0.3104892	0.31048919
<i>Simsia</i>	<i>amplexicaulis</i>	Achualillo	1	0.001675042	0.167504188	2.8058E-06	-6.3919171	-0.0107067	0.01070673
<i>Spharalcea</i>	<i>angustifolia</i>	Hierva del negro	3	0.005025126	0.502512563	2.5252E-05	-5.2933048	-0.0265995	0.02659952
<i>Taraxacum</i>	<i>officinale</i>	Diente de león	1	0.001675042	0.167504188	2.8058E-06	-6.3919171	-0.0107067	0.01070673
Suma			597			0.15139909			2.29544035
						1-D			0.84860091

**IV.7.2.7 Estado de conservación de la vegetación**

Se identificaron 30 especies pertenecientes a 29 géneros y 14 familias, de éstas, la más diversa es Asteraceae seguida de Poaceae.

Se puede observar que aunque Poaceae es la segunda más diversa, es la que es más abundante en toda el área, ya que a pesar de ser un cuerpo de agua no tiene vegetación acuática o subacuática solo se rodea mayormente de pastizal halófilo y hacia el sur de la laguna se desarrolla una pequeña porción de pastizal natural y cierta parte al noreste de la laguna se encuentra una zona de matorral donde abunda *Prosopis laevigata*.

El área de estudio se observa claramente como ha sido afectada por actividades antropogénicas, esto puede suponerse por la colindancia con el asentamiento humano establecido en este lugar, esto conlleva a que los habitantes desarrollen distintas actividades como agricultura, ganadería, aprovechamiento de madera en pequeñas cantidades, de igual manera se ve afectado el ecosistema por residuos sólidos y sobrepastoreo. Lo cual hace que el ecosistema este contaminado y con pérdida de sus características naturales.

Por lo tanto es un ecosistema que se degrada poco a poco y tiene un impacto notable.

## **IV.8 Fauna**

El principal objetivo del presente estudio faunístico es estimar la riqueza de especies (número de especies presentes) y la abundancia (número de individuos de cada especie) dentro de un área en particular, pero la información obtenida también es necesaria para cumplir con otros objetivos como comparar la diversidad en diferentes áreas

Al igual que en los muestreos para la vegetación, es necesario generar una estrategia de muestreo que considere al menos tres variables, como lo es la amplitud del trabajo en términos de las especies seleccionadas para el estudio, el tiempo de duración del estudio, y las condiciones que se presentan en el ecosistema donde se localiza el proyecto. Como segunda etapa se seleccionan las técnicas más apropiadas para el estudio de las especies o poblaciones. Habiendo organizado al personal involucrado y contando con el equipo y material necesario, se realizaron inspecciones o muestreos preliminares para adecuar los métodos que se emplearan, ubicar posibles métodos de muestreo e identificar los sitios de establecimientos del personal.

### **IV.8.1 Metodología**

Existen diversas técnicas de campo que pueden ser usadas para conocer la densidad y abundancia de las especies, estas técnicas pueden ser clasificadas como técnicas de observación directa, de observación indirecta y de captura re-captura.

A pesar que las técnicas pueden ser aplicadas a diferentes especies y condiciones, estas se seleccionaron con base en su eficiencia y adecuación con respecto a las especies a estudiar.

Para la selección correcta de la técnica que se empleará debe tenerse un buen conocimiento de las características físicas y de la biología de las especies que se desea estudiar como lo son sus patrones de actividad diaria y estacional. La experiencia del personal aumenta la eficiencia de las técnicas de campo.

Desde el punto de vista estadístico la mejor aproximación es realizar un muestreo al azar, conocido también como aleatorio simple.

Para este estudio en primera instancia se analizó el sitio mediante visualización con ayuda de sistemas de información geográfica, posteriormente durante la primera visita al sitio se revisaron las condiciones y se seleccionaron algunos sitios específicos de muestreo, aunados a sitios al azar.

Las aves y mamíferos pueden ser estudiados por técnicas de observación directa o indirecta, la evaluación numérica requiere de la concepción de unidades numéricas, que pueden ser unidades de tiempo y área para las aves o de área y desplazamiento lineal para mamíferos. Las aves pueden ser detectadas por cantos, nidos, huevos cascarones, desde el suelo hasta los doseles de los árboles, mientras que los mamíferos pueden reconocerse por medio de huellas, excretas, pelos, dientes, madrigueras.

Las metodologías específicas seleccionadas mediante criterios técnicos fueron las que se muestran a continuación.

#### **IV.8.1.1 Encuentro visual**

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

**IV.8.1.2 Transectos**

Se realizaron 6 transectos de 300 metros y un ancho de 30 metros aproximadamente, distribuidos a lo largo del área de estudio de forma aleatoria, se registraron todos los individuos observados de cualquier grupo taxonómico, cuando fue posible generar fotografías de los individuos avistados. En la tabla IV.8.1 se muestra la localización de los transectos.

**Tabla IV.8.1 Localización de los transectos de muestreo de fauna**

<b>DATUM UTM WGS 84 Q13</b>				
<b>ID</b>	<b>Y</b>	<b>Y</b>	<b>Rumbo</b>	<b>Transecto</b>
1	716643	2594499	S-NE	30x300m
2	717050	2593755	E-W	30x300m
3	716600	2594015	S-N	30x300m
4	718135	2593830	W-E	30x300m
5	716822	2595023	S-NE	30x300m
6	716698	2594909	W-E	30x300m

Adicionalmente a estos muestreos durante el recorrido de reconocimiento de la laguna la salada, en la que se cubrió el total del área externa al cuerpo de agua, se observó, identificó y fotografió las especies que fueron encontradas mediante el encuentro visual.

**IV.8.1.3 Conteo por puntos de radio infinito**

A la par de los muestreos para mamíferos se llevó a cabo la observación e identificación de aves, en cada punto fijo se tomó nota de las aves avistadas durante un lapso de 10 minutos sin importar la distancia a la que se encontraron (Telleria, 1986).

**IV.8.2 Identificación de los individuos**

La identificación se realizó directamente en campo, considerando las características físicas del animal, tales como marcas corporales, tamaño y forma y otras deformidades que permitieron la identificación de los individuos haciendo uso de claves dicotómicas y guías de campo.

Durante las visitas de campo se registraron 16 de especies de las cuales en su mayoría son aves.

**IV.8.3 Distribución de las especies****IV.8.3.1 Distribución potencial**

Cuando se habla de distribución deben distinguirse dos categorías diferentes, la real también llamada ocurrencia y la potencial, la distribución real se refiere a los sitios en los que se ha observado o colectado individuos y la potencial hace a alusión a las áreas que tiene condiciones ambientales muy similares a los sitios donde se encuentran las especie y que tienen muy altas probabilidades de estar ocupadas por estas mismas.

El concepto de distribución potencial resulta ser sumamente útil debido a que permite salvar en el problema de que, en países tan grandes y complejos como México, resulta prácticamente imposible disponer de información para todo el territorio.

Se consultó diversos estudios e información que presenta la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) para obtener datos de las especies con potencial distribución en la zona. Ver tablas IV.8.2 a la IV.8.5



Tabla IV.8.2 Mamíferos con distribución potencial en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Mammalia	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de collar
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote
Mammalia	Carnivora	Memphitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo
Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince, gato montés
Mammalia	Carnivora	Memphitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
Mammalia	Carnivora	Memphitidae	<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Corynorhinus mexicanus</i>	Murciélago
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Corynorhinus townsendii</i>	Murciélago
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Idionycteris phyllotis</i>	Murciélago
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis auriculus</i>	Murciélago
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis californicus</i>	Murciélago
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis velifer</i>	Murciélago
Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago guanero
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus callotis</i>	Liebre de flancos blancos
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Chaetodipus nelsoni</i>	Ratón de abazones
Mammalia	Rodentia	Geomyidae	<i>Cratogeomys castanops</i>	Tuza
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merriami</i>	Rata canguro
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys ordii</i>	Rata canguro
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys spectabilis</i>	Rata canguro
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Liomys irroratus</i>	Ratón espinoso
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Neotoma leucodon</i>	Rata magueyera
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata magueyera
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Perognathus flavus</i>	Ratón de abazones
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Peromyscus boylii</i>	Ratón
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Peromyscus eremicus</i>	Ratón
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Peromyscus leucopus</i>	Ratón

## Programa de Barrenación Laguna La Salada

## Capítulo IV

Tabla IV.8.2 Cont....

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Peromyscus melanotis</i>	Ratón
Mammalia	Rodentia	Heteromyidae	<i>Peromyscus pectoralis</i>	Ratón
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Ratón
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Sigmodon hirsutus</i>	Rata algodónera
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Sigmodon leucotis</i>	Rata algodónera
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus mexicanus</i>	Hurón, motocle
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus spilosoma</i>	Ardilla moteada
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón
Mammalia	Rodentia	Geomyidae	<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza

Tabla IV.8.3 Aves con distribución potencial en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas discors</i>	Cerceta alazul
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas strepera</i>	Pato friso
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí lucifer
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador cola ancha
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador rufo
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Selasphorus sasin</i>	Zumbador de Allen
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón
Aves	Ciconiformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena
Aves	Ciconiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura
Aves	Ciconiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola colalarga
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alablanca
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño

Tabla IV.8.3 Cont...

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
<b>Aves</b>	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío
<b>Aves</b>	Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero americano
<b>Aves</b>	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dominico
<b>Aves</b>	Falconiformes	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper
<b>Aves</b>	Falconiformes	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho-rufo
<b>Aves</b>	Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola-roja
<b>Aves</b>	Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos
<b>Aves</b>	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco mexicanus</i>	Halcón mexicano
<b>Aves</b>	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino
<b>Aves</b>	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano
<b>Aves</b>	Falconiformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra
<b>Aves</b>	Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa
<b>Aves</b>	Passeriformes	Emberizidae	<i>Aimophila cassinii</i>	Zacatonero de Cassin
<b>Aves</b>	Passeriformes	Emberizidae	<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona rufa
<b>Aves</b>	Passeriformes	Emberizidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra
<b>Aves</b>	Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus rubescens</i>	Bisbita americana
<b>Aves</b>	Passeriformes	Corvidae	<i>Aphelocoma californica</i>	Chara pecho rayado
<b>Aves</b>	Passeriformes	Corvidae	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara pecho gris
<b>Aves</b>	Passeriformes	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo
<b>Aves</b>	Passeriformes	Emberizidae	<i>Calamospiza melanocorys</i>	Gorrión ala blanca
<b>Aves</b>	Passeriformes	Calcariidae	<i>Calcarius ornatus</i>	Escribano collar castaño
<b>Aves</b>	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis</i>	Cardenal rojo
<b>Aves</b>	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo
<b>Aves</b>	Passeriformes	Fringillidae	<i>Carpodacus cassinii</i>	Pinzón de Cassin
<b>Aves</b>	Passeriformes	Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano
<b>Aves</b>	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola rufa
<b>Aves</b>	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus mexicanus</i>	Zorzal corona negra
<b>Aves</b>	Passeriformes	Certhiidae	<i>Certhia americana</i>	Trepador americano
<b>Aves</b>	Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común
<b>Aves</b>	Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus cryptoleucus</i>	Cuervo llanero
<b>Aves</b>	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara crestada
<b>Aves</b>	Passeriformes	Parulidae	<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado
<b>Aves</b>	Passeriformes	Parulidae	<i>Dendroica nigrescens</i>	Chipe negro-gris
<b>Aves</b>	Passeriformes	Parulidae	<i>Dendroica occidentalis</i>	Chipe cabeza-amarilla

Tabla IV.8.3 Cont...

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Dendroica townsendi</i>	Chipe negro-amarillo
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax affinis</i>	Mosquero pinero
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero gris
Aves	Passeriformes	Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Euphagus cyanocephalus</i>	Tordo ojo amarillo
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus abeillei</i>	Bolsero de Abeille
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus bullockii</i>	Bolsero calandria) invierno
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero)
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojo de lumbre) residencia permanente
Aves	Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Melospiza georgiana</i>	Gorrión pantanero
Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo
Aves	Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Golondrina risquera
Aves	Passeriformes	Ptiliognatidae	<i>Phainopepla nitens</i>	Capulinero negro
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Pipilo chlorurus</i>	Toquí cola verde
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí pardo
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Pipilo maculatus</i>	Toquí pinto
Aves	Passeriformes	Polioptilidae	<i>Polioptila melanura</i>	Perlita del desierto
Aves	Passeriformes	Aegithalidae	<i>Psaltirparus minimus</i>	Sastrecillo
Aves	Passeriformes	Ptiliognatidae	<i>Ptilogonys cinereus</i>	Capulinero gris
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Chivirín saltaroca
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Salpinctes obsoletus</i>	Chivirín saltaroca
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Papamoscas llanero
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Sialia currucoides</i>	Azulejo pálido

Tabla IV.8.3 Cont...

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
<b>Aves</b>	Passeriformes	Sittidae	<i>Sitta carolinensis</i>	Sita pecho blanco
<b>Aves</b>	Passeriformes	Emberizidae	<i>Spizella atrogularis</i>	Gorrión barba negra
<b>Aves</b>	Passeriformes	Emberizidae	<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido
<b>Aves</b>	Passeriformes	Emberizidae	<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca
<b>Aves</b>	Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortilla-con-chile
<b>Aves</b>	Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero occidental
<b>Aves</b>	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura
<b>Aves</b>	Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo
<b>Aves</b>	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus vociferans</i>	Tirano gritón
<b>Aves</b>	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i>	Vireo reyezuelo
<b>Aves</b>	Passeriformes	Icteridae	<i>Xanthocephalus</i>	Tordo cabeza amarilla
<b>Aves</b>	Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca
<b>Aves</b>	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes auratus</i>	Carpintero de pechera
<b>Aves</b>	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje
<b>Aves</b>	Piciformes	Picidae	<i>Picoides arizonae</i>	Carpintero de Arizona
<b>Aves</b>	Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano
<b>Aves</b>	Piciformes	Picidae	<i>Sphyrapicus nuchalis</i>	Chupasavia nuca roja
<b>Aves</b>	Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo
<b>Aves</b>	Strigiformes	Strigidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario

Tabla IV.8.4 Reptiles con distribución potencial en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
<b>Reptilia</b>	Sauria	Teiidae	<i>Aspidozelis inornata</i>	Huico
<b>Reptilia</b>	Sauria	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija escamosa escalonada
<b>Reptilia</b>	Sauria	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija escamosa barrada
<b>Reptilia</b>	Serpentes	Colubridae	<i>Conopsis nasus</i>	Culebra terrestre narigona
<b>Reptilia</b>	Serpentes	Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	Víbora cascabel de diamantes
<b>Reptilia</b>	Serpentes	Viperidae	<i>Crotalus lepidus</i>	Víbora cascabel variable
<b>Reptilia</b>	Serpentes	Viperidae	<i>Crotalus molossus</i>	Víbora cascabel cola negra
<b>Reptilia</b>	Serpentes	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Víbora cascabel del Altiplano
<b>Reptilia</b>	Serpentes	Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	Chirrionera
<b>Reptilia</b>	Serpentes	Colubridae	<i>Pituophis deppei</i>	Culebra sorda mexicana
<b>Reptilia</b>	Serpentes	Natricidae	<i>Thamnophis eques</i>	Culebra listonada del sur mexicano
<b>Reptilia</b>	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon hirtipes</i>	Tortuga pecho quebrado pata rugosa

## Programa de Barrenación Laguna La Salada

## Capítulo IV

Tabla IV.8.5 Anfibios con distribución potencial en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Hyla eximia</i>	Rana de árbol de montaña
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	Ranita de cañón
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo manchas rojas
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Anaxyrus debilis</i>	Sapo verde

De la revisión realizada a las especies con distribución potencial, al compararlas con una serie de parámetros de conservación se desprende la siguiente información:

Tabla IV.8.6 Especies catalogadas en la NOM-59-SEMARNAT, CITES, IUCN o prioritaria para la conservación.

Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Prioritaria para la conservación
<i>Dicotyles tajacu</i>	jabalí de collar, Pecarí de collar		Apéndice II		
<i>Lynx rufus</i>	Lince, gato montés		Apéndice II		
<i>Lepus callotis</i>	Liebre de flancos				Prioritaria con grado bajo para la conservación
<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela				Prioritaria con grado medio para la conservación
<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela				Prioritaria con grado medio para la conservación
<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul				Prioritaria con grado medio para la conservación
<i>Anas strepera</i>	Pato friso				Prioritaria con grado medio para la conservación
<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí lucifer		Apéndice II		
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho		Apéndice II		
<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador cola ancha		Apéndice II		
<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador rufo		Apéndice II		
<i>Selasphorus sasin</i>	Zumbador de allen		Apéndice II		
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca				Prioritaria con grado alto para la conservación
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Sujeta a protección especial	Apéndice II		
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Sujeta a protección especial	Apéndice II		
<i>(Buteo jamaicensis)</i>	Aguiluilla cola roja		Apéndice II		
<i>(Selasphorus sasin)</i>	Zumbador de allen		Apéndice II		
<i>Caracara cheriway</i>	quebrantahuesos		Apéndice II		
<i>(Falco mexicanus)</i>	Halcón mexicano	Amenazada	Apéndice II		

Tabla IV.8.6 Cont...

Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Prioritaria para la conservación
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Sujeta a protección especial	Apéndice I		
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano		Apéndice II		
<i>Catharus mexicanus</i>	Zorzal corona negra	Sujeta a protección especial			
<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario		Apéndice II		
<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo		Apéndice II		
<i>Crotalus atrox</i>	Cascabel de diamantes	Sujeta a protección especial			
<i>Crotalus lepidus</i>	Cascabel verde	Sujeta a protección especial			
<i>Crotalus molossus</i>	Víbora cascabel cola negra	Sujeta a protección especial			
<i>Crotalus scutulatus</i>	Víbora cascabel del Altiplano	Sujeta a protección especial			
<i>Coluber flagellum</i>	Chirriónera	Amenazada			
<i>Pituophis deppei</i>	Cincuate, Culebra sorda mexicana	Amenazada			
<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	Amenazada			
<i>Kinosternon hirtipes</i>	Casquito de pata rugosa	Amenazada			
<i>Anaxyrus debilis</i>	Sapo verde	Sujeta a protección especial			

#### IV.8.3.2 Distribución real de las especies (Especies encontradas durante los muestreos)

Derivado de los muestreos realizados en el área del programa de barrenación laguna La Salada, se obtuvieron los listados que se muestran en las tablas IV.8.7 a la IV.8.9.

**Tabla IV.8.7 Mamíferos observados en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.**

Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre común
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus</i>	<i>californicus</i>	Liebre de cola negra
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>audubonii</i>	Conejo cola blanca
Carnivora	Canidae	<i>Canis</i>	<i>latrans</i>	Coyote

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

## Capítulo IV

**Tabla IV.8.8 Aves observadas en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.**

Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre común
Accipitriformes	Accipitriformes	<i>Cathartes</i>	<i>aura</i>	Zopilote
Charadriiformes	Charadriiformes	<i>Charadrius</i>	<i>montanus</i>	Chorlito llanero
Columbiformes	Colubidae	<i>Zenaida</i>	<i>asiatica</i>	Tórtola
Columbiformes	Colubidae	<i>Zenaida</i>	<i>macroura</i>	Paloma huilota
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus</i>	<i>corax</i>	Cuervo grande
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco</i>	<i>sparverius</i>	Cernícalo
Passeriformes	Fringillidae	<i>Carduelis</i>	<i>psaltaria</i>	Jilguero dominico
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo</i>	<i>rustica</i>	Golondrina
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus</i>	<i>mexicaus</i>	Zanate mexicano
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes</i>	<i>auratus</i>	Carpintero escapulario
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cynanthus</i>	<i>latirostris</i>	Colibrí piquiancho
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus</i>	<i>rubinus</i>	Mosquero cardenal

**Tabla IV.8.9 Reptiles observados en la zona del programa de barrenación laguna La Salada.**

Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre común
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>scalaris</i>	Lagartija

**IV.8.4 Especies bajo alguna categoría de protección, conservación o uso controlado**

Como parte del análisis realizado a la fauna de la zona se realizó una verificación de las especies que se encontraron, con la 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, CITES, IUCN y las prioritarias para la conservación; obteniendo que las siguientes especies se encuentran bajo estatus:

**Tabla IV.8.10 Especies bajo alguna categoría de protección, conservación o uso controlado**

Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN	Prioritaria para la conservación
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho		Apéndice II		
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca				Prioritaria con grado alto para la conservación
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota				Prioritaria con grado alto para la conservación



#### IV.8.5 índices de diversidad de las especies

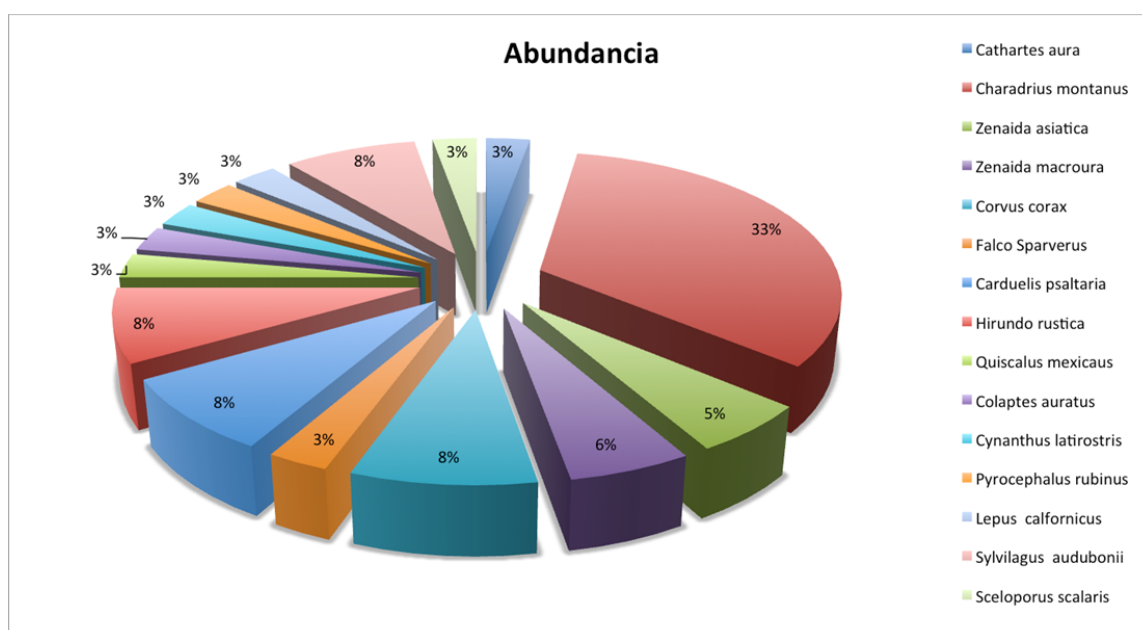
Para ver el estado de diversidad se utilizaron los mismos índices que para las plantas los cuales arrojaron los resultados que se muestran en la tabla IV.8.11.

##### Índice de Simpson

Este índice mide la probabilidad de que al tomar de una comunidad a dos individuos al azar (con remplazo) estos sean de la misma especie. El valor de este índice oscila entre 0 y 1, por lo que de acuerdo al valor obtenido (0.848765432) en los sitios de muestreo, la probabilidad es alta. Ver tabla IV.8.11.

##### Índice de Shannon

El índice de Shannon muestra un valor 2.311996272 el cual nos dice que se tiene una diversidad media de especies en el área. Ver tabla IV.8.11 y figura IV.8.1.



**Figura IV.8.1 Abundancia de las especies**

En la figura IV.8.1 se observa como el grupo de mayor dominancia es el de las aves, se notó que a pesar de ser un cuerpo de agua no se encontraron organismos aunados a este, se especula que sea debido al alto contenido de sales, lo cual propicia a que dentro de la laguna no se desarrolle vegetación y en las cercanías solo crezcan especies adaptadas a las condiciones presentes, mismas que no son aptas para albergar a especies de fauna, ya que se encontrarían desprotegidas de cualquier depredador potencial.

Tabla IV.8.11 Índices de diversidad de fauna

Clase	Familia	Género	Especie	Nombre común	Nº de individuos	Abundancia relativa (pi)	pi <sup>2</sup>	ln (pi)	pi*ln(pi)	Índice de Shannon
Aves	Fringillidae	<i>Carduelis</i>	<i>psaltria</i>	Jilguero dominico	3	0.083333333	0.006944444	-2.48490665	-0.207075554	0.207075554
Aves	Accipitriformes	<i>Cathartes</i>	<i>aura</i>	Zopilote	1	0.027777778	0.000771605	-3.583518938	-0.099542193	0.099542193
Aves	Charadriiformes	<i>Charadrius</i>	<i>montanus</i>	Chorlito llanero	12	0.333333333	0.111111111	-1.098612289	-0.366204096	0.366204096
Aves	Picidae	<i>Colaptes</i>	<i>auratus</i>	Carpintero escapulario	1	0.027777778	0.000771605	-3.583518938	-0.099542193	0.099542193
Aves	Corvidae	<i>Corvus</i>	<i>corax</i>	Cuervo grande	3	0.083333333	0.006944444	-2.48490665	-0.207075554	0.207075554
Aves	Trochilidae	<i>Cynanthus</i>	<i>latirostris</i>	Colibrí piquiancho	1	0.027777778	0.000771605	-3.583518938	-0.099542193	0.099542193
Aves	Falconidae	<i>Falco</i>	<i>sparverius</i>	Cernicalo	1	0.027777778	0.000771605	-3.583518938	-0.099542193	0.099542193
Aves	Hirundinidae	<i>Hirundo</i>	<i>rustica</i>	Golondrina	3	0.083333333	0.006944444	-2.48490665	-0.207075554	0.207075554
Mammalia	Leporidae	<i>Lepus</i>	<i>californicus</i>	Liebre de cola negra	1	0.027777778	0.000771605	-3.583518938	-0.099542193	0.099542193
Aves	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus</i>	<i>rubinus</i>	Mosquero cardenal	1	0.027777778	0.000771605	-3.583518938	-0.099542193	0.099542193
Aves	Icteridae	<i>Quiscalus</i>	<i>mexicanus</i>	Zanate mexicano	1	0.027777778	0.000771605	-3.583518938	-0.099542193	0.099542193
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>scalaris</i>	Lagartija	1	0.027777778	0.000771605	-3.583518938	-0.099542193	0.099542193
Mammalia	Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>audubonii</i>	Conejo cola blanca	3	0.083333333	0.006944444	-2.48490665	-0.207075554	0.207075554
Aves	Colubidae	<i>Zenaida</i>	<i>asiatica</i>	Tortola	2	0.055555556	0.00308642	-2.890371758	-0.160576209	0.160576209
Aves	Colubidae	<i>Zenaida</i>	<i>macroura</i>	Paloma huilota	2	0.055555556	0.00308642	-2.890371758	-0.160576209	0.160576209
				suma	36	D	0.151234568		suma	2.311996272
						1-D (índice Simpson)	0.848765432			

#### IV.8.6 Conclusiones

Se trata de un ecosistema con evidente degradación y altamente alterado, es alto el nivel de presencia humana, que propicia la dispersión de la fauna de la zona, la mayor parte del área no es adecuada para hábitat de la fauna ya que una gran parte de la superficie presenta pastos de máximo 30 cm de altura lo que deja indefensa a la fauna que pretenda establecerse en esta área.

La parte Oeste que presenta la mayor cobertura vegetal y con condiciones para mantener un nicho ecológico estable, se encuentra a escasos metros de las viviendas del poblado, estas áreas son utilizadas para el pastoreo y la recolección de leña para uso doméstico, que a decir de los pobladores son recorridos constantemente lo que contribuye a la dispersión de la fauna a zonas con menor grado de disturbio.

En la parte Noroeste de la laguna se encuentra una obra en la que fabrican adobes con el barro que se encuentra en el lugar, por lo que esto ayuda a la dispersión de la fauna del lugar.

El mes en que se realizó el muestreo es bastante favorable para conocer la diversidad que existe en el área, ya que es en esta época del año en que afloran una gran diversidad de especies herbáceas en su mayoría anuales, lo que da beneficio y sustento a la caracterización realizada. Aun en esta época a decir de los pobladores de la zona la fauna es escasa y dispersa.

### IV.9 Paisaje

El paisaje es una noción amplia de la forma como se conceptualiza el entorno del hombre. En una definición general es una parte del territorio según la percibe la población y cuyo carácter es el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos (MOPT, 1993). Así, es la manifestación visual o externa del territorio que es el resultado de las interacciones entre la geomorfología, el clima, la vegetación, la fauna, la hidrología y las modificaciones antrópicas. Según se deriva de lo inmediato anterior en conjunción con la "percepción" antes mencionada, el paisaje integra dos vertientes, una como síntesis y otra como escena, las que implican dos aproximaciones distintas a su estudio y análisis. Por otra parte, el paisaje se puede considerar tanto como un valor como un recurso. En el presente apartado se presentan sintéticamente estas consideraciones para el entorno paisajístico del área del programa de barrenación laguna La Salada.

Las condiciones actuales del entorno del Programa de Barrenación Laguna La Salada muestran una alta perturbación por las actividades agrícolas y, en menor medida, por los centros poblaciones y la infraestructura asociada, lo cual ha convertido al paisaje natural en uno intensamente modificado. De esta forma, el macropaisaje corresponde a un escenario dominado por un paisaje agrícola, en el que se tienen relativamente grandes extensiones, activas o inactivas, de tierras de agricultura, de riego y de temporal, intermezcladas con zonas o parches de vegetación natural, con algunos rasgos geomórficos (fig. IV.9.1). Fisiográficamente, el territorio se caracteriza por llanuras en un amplio valle.



**Figura IV.9.1 Macropaisaje del Programa de Barrenación Laguna La Salada.**

Nota: Línea negra: límite de área de los mapas de este trabajo y ubicación de la Laguna Salada.

#### IV.9.1 Visibilidad y sensibilidad

La visibilidad y la sensibilidad, son factores que en gran medida dependen y presentan relevancia en función de los observadores del paisaje. En la zona existen dos conjuntos primarios de observadores. En cuanto a visibilidad, por un lado se encuentran los habitantes de las comunidades con potencial "acceso" visual al sitio del proyecto, cuya

exposición y duración de las vistas pueden ser potencialmente altas y, por otro, los viajeros en tránsito en la carretera pavimentada ubicada al occidente de la laguna y que comunica a la población del mismo nombre. En el primer grupo figuran en forma prominente los pobladores de la comunidad La Salada pues su ubicación es aledaña al sitio del proyecto (fig. IV.9.1). Sin embargo, dada la configuración prácticamente plana de la topografía en la zona, la vegetación y las edificaciones en la propia comunidad representan barreras a la visibilidad. Así, solamente desde ciertos puntos se tiene acceso visual, pero con vistas con una dominancia parcial del paisaje, es decir, se aprecia solamente parte de la laguna y de los sitios de barrenación, por lo que se puede expresar que la visibilidad es más bien restringida y no representa un factor de consideración. Lo mismo es aplicable para los viajeros en tránsito por la carretera, pues aprecian parcialmente la laguna, además de que la duración de las vistas es de corta duración. De cualquier forma, la ubicación de los sitios del proyecto corresponden con elementos paisajísticos que no se encuentran en primer plano, sino en más bien intermedio o de fondo, con el cielo como componente dominante, por lo que se adicionalmente se considera que se tiene una sola unidad de paisaje con dos componentes. Además, la variabilidad, desde distintos puntos de observación, hace que la cuenca visual sea también variable tanto en sus dimensiones como en forma.

Lo anterior lleva a que se considere también a la sensibilidad como baja. A esto se relaciona también, además de los relativamente pocos observadores potenciales, el hecho de que el proyecto considera solamente dos barrenos y que no representa cambios sustanciales a los componentes del medio. A la baja intensidad del proyecto, se conjunta su característica de que es temporal, de corta duración y reversible en sus efectos.

#### IV.9.2 Calidad paisajística

La calidad paisajística es el valor estético que el paisaje posee en un momento y previo a cualquier tipo de modificación. La Guía de SEMARNAT (2002) establece que la calidad paisajística incluye tres elementos de percepción: (a) las características intrínsecas del sitio, definidas habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc., (b) la calidad visual del entorno inmediato (situado a una distancia de 500 y 700 m, en el que se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litologías, grandes masas de agua, etc.), y (c) la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto, lo que incluye parámetros como la intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos. A continuación se describen estos parámetros. La evaluación de la calidad paisajística presentada sigue las consideraciones de Escribano *et al.* (1987), según lo aplica Tomé Rodríguez (2010), y lo describe MMA (2004), así como las consideraciones de BLM (1986), y es relativa a la unidad paisajística antes mencionada.

*Características intrínsecas del sitio.-* De acuerdo a MMA (2004) la calidad visual intrínseca significa el atractivo visual que se deriva de las características propias de cada punto del territorio, definiéndose los valores intrínsecos visuales positivos en función de la geomorfología, vegetación, presencia de agua y otros aspectos. Este análisis es en función de los lugares de los dos barrenos a desarrollar.

En cuanto a la geomorfología, se considera que la topografía se hace más interesante a medida que se hace más pronunciada y más masiva o más fuertemente disectada (BLM, 1986). En este caso, el proyecto se ubica en el lecho plano de la laguna, por lo que carece de relieve y pendiente, así como de elementos sobresalientes que puedan aportar valor al paisaje, tales como quiebres topográficos, relieves y otros). Además, en los sitios no existe vegetación, fauna, agua o hitos visuales de interés, entendiéndose éstos como aquellos elementos puntuales que aportan calidad, valor

estético o belleza al paisaje y que muestran un cierto grado de dominancia en el marco escénico resultando, por tanto, en significancia para el observador. Tampoco están presentes elementos raros o escasos que brinden importancia a alguno de los elementos escénicos descritos.

*Calidad del entorno inmediato.-* Como se menciona antes, el entorno inmediato se refiere al terreno dentro de una distancia de 700 del sitio en consideración. Su importancia radica en la posibilidad de observación de elementos visualmente atractivos, los cuales puedan incrementar o mejorar la impresión general del paisaje. En este sentido, en un radio de 700 m de los sitios de barrenación, el terreno es prácticamente plano, comprendiéndose dentro de esta área circular una gran proporción de la laguna, en forma irregular, y hacia los bordes de la misma, vegetación halófila y de pastizal natural con vegetación secundaria arbustiva, la cual es relativamente homogénea, sin generar contrastes, tonalidades, texturas, patrones o estructuras interesantes, intrigantes o impactantes desde una perspectiva paisajística. Así mismo, no existe fauna que genere una dinámica interesante o que aporte a la calidad escénica. Similarmente, la geomorfología ni otros componentes aportan a la misma y se carece de hitos paisajísticos o elementos raros o únicos. Así, el entorno inmediato escénicamente tiene una nula o poca influencia positiva en la calidad visual general del sitio.

*Calidad del fondo escénico.-* Como ya se mencionó, el fondo escénico es el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Se le conoce también como "vistas escénicas" y se relaciona a la visibilidad desde la cuenca visual y su contribución a la influencia visual que rodea al paisaje. La calidad del mismo es evaluada en función de los elementos de intervisibilidad, altitud, vegetación, agua y singularidades geológicas.

En el caso de la unidad paisajística del Programa de Barrenación Laguna La Salada la intervisibilidad es nula debido a la fisiografía de la región y a la posición y características topográficas del lugar del proyecto por lo que no se aprecia ningún fondo escénico de valor, por lo tanto no hay contribución alguna a la calidad del conjunto paisajístico.

*Resultados.-* La calidad del paisaje se evalúa aquí mediante un método indirecto de valoración descrito por MMA (2004), adaptado por Tomé Rodríguez (2010), y tomando en cuenta los lineamientos de BLM (1986), el cual involucra consideraciones tanto cualitativas como cuantitativas. Se aplican tres niveles de calidad a los componentes principales del paisaje, previamente descritos, a los cuales a su vez se les asignan valores numéricos. Estos son: alta (valor 5), media (valor 3) y baja (valor 1). La calidad se establece mediante la sumatoria del valor dado a cada componente paisajístico según la clasificación siguiente: calidad alta para el rango de 30 a 40 puntos, calidad media para el rango 20 a 29 puntos y calidad baja para el rango 8 a 19 puntos.

La valoración y el criterio aplicado a cada componente del paisaje se presentan en la tabla IV.9.1 en la que se aprecia que el resultado global alcanza 10 puntos lo que se traduce en una calidad visual baja.

Tabla IV.9.1 Calidad visual del paisaje.

<i>Componente</i>	<i>Propiedad/criterio</i>	<i>Valor de calidad visual (numérico y nominal)</i>
Geomorfología	Terreno prácticamente plano, sin ningún detalle singular. La calidad se incrementa a medida que la topografía se hace más masiva y de mayor pendiente o más disectada.	1 (baja)
Vegetación	Sin vegetación en los sitios de interés del proyecto y tipo herbáceo predominante, con vegetación arbustiva parcialmente, en el entorno. Homogénea, sin variedad de patrones, formas y texturas. La calidad se incrementa a mayor variedad de tipos de vegetación, formas, texturas y patrones interesantes.	1 (baja)
Fauna	Sin fauna que genere una dinámica interesante o que aporte a la calidad escénica	1 (baja)
Agua	Los sitios del proyecto en el lecho seco de la laguna de carácter intermitente, con potencial de inundación. Mayor calidad con la presencia de agua y su dominancia del paisaje.	2 (baja)
Color	Poca variación de color o contraste. Mayor calidad a mayor combinación de colores y contrastes.	1 (baja)
Fondo escénico	Ausente por lo que no existe influencia en la calidad del conjunto. A mayor influencia del fondo escénico mayor calidad.	1 (baja)
Rareza o singularidad	Paisaje y componentes bastante comunes en la región. La calidad se incrementa con la presencia de rasgos relativamente únicos o raros o por la combinación apropiada de rasgos no tan espectaculares en lo individual.	1 (baja)
Actuaciones humanas	Hay afectación por explotación histórica de sal y por actividades de exploración. La calidad decrece con el incremento de las actuaciones humana, especialmente si estas no inciden favorablemente en la calidad visual.	3 (media)
<i>Resultados</i>		10 Calidad visual baja

**IV.9.3 Fragilidad**

La fragilidad es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso en él (MMA, 2004). Mientras mayor es la fragilidad de un paisaje, menor es su capacidad para absorber visualmente alteraciones o modificaciones. Para evaluar la fragilidad del paisaje, se sigue aquí un modelo cuyo enfoque es de uso común, pues considera la fragilidad visual adquirida integrando la accesibilidad (distancia y accesibilidad visual desde carreteras y pueblos) con la fragilidad visual intrínseca (independiente de los observadores y relativa a la fragilidad visual del punto y su entorno). Para ello, considera: (a) factores biofísicos, que se relacionan con la fragilidad visual del sitio; (b) factores morfológicos de visualización, que reflejan la fragilidad visual del entorno del sitio; (c) la singularidad, relacionada a fragilidad asociada características tales como existencia de parajes únicos o escasa; y (c) la accesibilidad a la observación. Así este modelo es una adaptación de los esquemas de Escribano *et al.* (1987) y Aguiló *et al.* (1992) según se emplea por Tomé Rodríguez (2010) y se describen en MMA (2004).

Los factores utilizados en la evaluación de fragilidad ya han sido descritos con anterioridad. Una descripción sintética de las características del paisaje, así como el criterio y su valoración, se presenta en la tabla IV.9.2, la cual indica también que la fragilidad del paisaje en el territorio del Programa de Barrenación Laguna La Salada es media pues alcanzó 19 puntos en la evaluación.

Se llegó a este resultado asignando a cada parámetro uno de los siguientes niveles de la siguiente escala: (a) Alta fragilidad equivalente a baja capacidad de absorción visual (3 puntos); (b) media fragilidad que indica una moderada capacidad de absorción visual (2 puntos); y, (c) baja fragilidad equivalente a una alta capacidad de absorción visual (1 punto). Se llega al resultado final al calcular la sumatoria de los niveles de los parámetros individuales y aplicar la siguiente escala: (a) fragilidad adquirida alta: 22 a 27 puntos, (b) fragilidad adquirida media: 16 a 21 puntos; y, (c) fragilidad adquirida baja: 9 a 15 puntos.

**Tabla IV.7.2 Fragilidad visual del paisaje.**

<i>Categoría</i>	<i>Factor evaluado</i>	<i>Propiedad/criterio</i>	<i>Valoración</i>
Biofísicos	Pendiente	Pendiente plana a muy baja. A mayor pendiente, mayor fragilidad intrínseca.	1 (baja)
	Densidad de vegetación	Sin cobertura vegetal en los sitios del proyecto. A mayor cobertura, menor fragilidad intrínseca.	3 (alta)
	Contraste de vegetación	Nula. A mayor contraste, menor fragilidad intrínseca	3 (alta)
	Altura de vegetación	Nula. A mayor altura y complejidad de la estructura de la vegetación, menor es la fragilidad intrínseca.	3 (alta)
	Tamaño de la cuenca visual	Cuenca visual media. Un sitio es más frágil cuanto más visible es, cuanto mayor es su cuenca visual.	2 (media)



**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

Capítulo IV

Visualización	Forma de la cuenca visual	Cuenca irregular. Mientras más redondeada la cuenca menor fragilidad, las cuencas alargadas y orientadas son más frágiles.	2 (media).
	Compacidad	La cuenca presenta compacidad media. A mayor compacidad menor fragilidad.	2 (media)
Singularidad	Unicidad de paisaje	Es un paisaje común, sin presencia de sitios, parajes o hitos únicos o notables. La fragilidad se incrementa cuando el paisaje presenta características notables, elementos de riqueza distintiva y sin alteración.	1 (baja)
Visibilidad	Accesibilidad visual	Los sitios son visibles desde distintos puntos y en la vecindad de la comunidad La Salada y de la carretera que comunica a esta población. A mayor percepción visual y menores restricciones se incrementa la fragilidad. Igualmente con la distancia a carreteras y pueblos.	2 (media).
			19 (fragilidad adquirida media)

## IV.10 Medio socioeconómico

La descripción socioeconómica que se presenta a continuación se obtuvo con base en la información generada por las siguientes instituciones:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a través del Censo de Población y Vivienda, 2010 y el archivo histórico de localidades.
- Comisión Nacional de Salarios Mínimos (CONASAMI).
- Plan Municipal de Desarrollo del municipio de Fresnillo (2011-2013) y (2014-2016).
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal 2010 (INAFED).
- Consejo Nacional de Población, 2010 (CONAPO).

### IV.10.1 Contexto regional

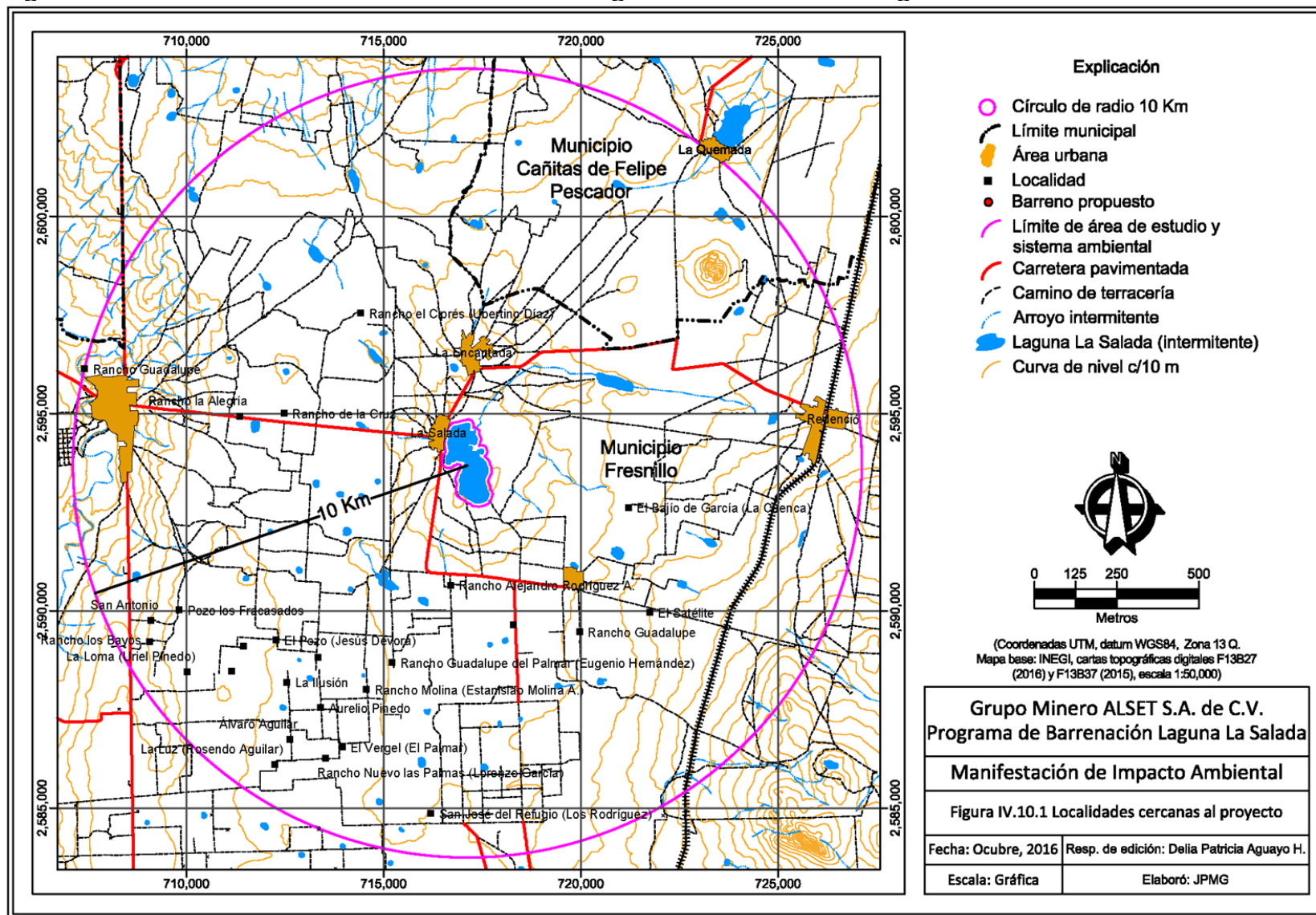
Se obtuvieron 26 localidades, pertenecientes a los municipios Fresnillo y Cañitas de Felipe Pescador, en un radio de 10 km desde el punto central del proyecto. Ver figura IV.10.1.

**Tabla IV.10.1. Localidades en un radio de 10 km**

Clave	Nombre de la localidad	Coordenadas		# de habitantes	Hombres	Mujeres	Distancia al proyecto	Dirección
		UTM						
		Este	Norte					
Municipio Fresnillo								
98	La Encantada	717,184	2,596,475	680	345	335	2.73	N
112	Estación Gutiérrez	725,966	2,594,687	988	497	491	8.89	ENE
164	Plan de Vallecitos	719,810	2,590,804	433	209	224	3.98	SE
183	Lázaro Cárdenas (Rancho Grande)	708,196	2,595,041	3857	1887	1970	9.02	WNW
185	Redención	726,481	2,594,846	443	212	231	9.42	ENE
191	La Salada	716,382	2,594,495	635	324	311	1.05	W
461	El Satélite	721,753	2,589,961	10	*	*	5.98	SE
540	El Vergel (El Palmar)	713,950	2,586,548	62	29	33	7.87	SW
1095	La Loma (Uriel Pinedo)	710,028	2,588,464	2	*	*	8.85	SW
1105	Rancho de la Cruz	712,483	2,595,009	3	*	*	4.81	WNW
1107	Rancho la Alegría	711,352	2,594,936	6	*	*	5.90	WNW
1190	La Fe (Manuel González)	711,444	2,589,101	1	*	*	7.34	SW
1200	El Lobito (Jesús Aguilar Ávila)	713,346	2,588,819	3	*	*	6.21	SW
1208	El Pozo (Jesús Dévora)	712,278	2,589,260	11	*	*	6.61	SW
1221	San Francisco (David Aguilar Ávila)	711,146	2,588,480	12	7	5	7.97	SW
1254	La luz (Rosendo Aguilar)	712,240	2,586,109	4	*	*	9.07	SW
1255	Álvaro Aguilar	712,617	2,586,741	4	*	*	8.33	SW
1256	Rancho Nuevo Las Palmas (Lorenzo García)	713,524	2,586,265	5	*	*	8.30	SW
1257	Aurelio Pinedo	713,401	2,587,550	4	*	*	7.23	SW
1258	La ilusión	712,549	2,588,195	5	*	*	7.20	SW
1270	Rancho Guadalupe del Palmar (Eugenio Herr	715,217	2,588,689	7	*	*	5.41	SW
1271	Rancho el Ciprés (Ubertino Díaz)	714,426	2,597,553	4	*	*	4.67	NW
1286	Providencia de la Paz (José de la Cruz)	718,288	2,589,651	5	*	*	4.26	SSE
1287	Rancho Molina (Estanislao Molina)	714,566	2,588,007	20	11	9	6.29	SW
1288	San José del Refugio (Los Rodríguez)	716,203	2,584,869	9	*	*	8.93	SSW
Municipio Cañitas de Felipe Pescador								
6	La Quemada	723,127	2,601,679	686	344	342	9.95	NE
Total de habitantes de las localidades ubicadas en un radio de 10 km						7,899		

NOTA: fuente Censo de Población y vivienda, 2010 (INEGI). \* Datos no mostrados en INEGI \*\*Distancia obtenida con ArcMap 10.2.2.

**Figura IV.10.1. Localidades cercanas al área del Programa de barrenación laguna La Salada.**



#### IV.10.2 Demografía

A continuación se muestran los datos de población histórica de las localidades dentro del radio de 10 km del Programa de Barrenación Laguna La Salada. Ver tabla IV.10.2.

**Tabla IV.10.2 Población histórica de las localidades del área de influencia del proyecto.**

Localidad / Año del censo	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
<b>Fresnillo</b>								
<b>La Luz (Rosendo Aguilar)</b>	*	*	*	*	*	*	4	4
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Rancho Nuevo Las Palmas (Lorenzo García)</b>	*	*	*	*	*	*	5	5
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Álvaro Aguilar</b>	*	*	*	*	*	*	2	4
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>El Vergel (El Palmar)</b>	*	*	198	293	183	63	8	62
Hombres	*	*	*	145	105	31	4	29
Mujeres	*	*	*	148	78	32	4	33
<b>San José del Refugio (Los Rodríguez)</b>	*	*	*	*	*	*	*	9
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Aurelio Pinedo</b>	*	*	*	*	*	*	6	4
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Rancho Molina (Estanislao Molina)</b>	*	*	*	*	*	*	*	20
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	11
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	9
<b>La ilusión</b>	*	*	*	*	*	*	5	5
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>San Francisco (David Aguilar Ávila)</b>	*	*	*	*	*	5	9	12
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	7
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	5
<b>La Loma (Uriel Pinedo)</b>	*	*	*	*	*	*	*	2
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Rancho Guadalupe del Palmar (Eugenio Hernández)</b>	*	*	*	*	*	*	6	7

Tabla IV.10.2 Continuación....

Localidad / Año del censo	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>El Lobito (Jesús Aguilar Ávila)</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>La Fe (Manuel González)</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>1</b>
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>El Satélite</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>10</b>
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Providencia de la Paz (José de la Cruz)</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>5</b>
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Rancho de la Cruz</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Rancho la Alegría</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Rancho el Ciprés (Ubertino Díaz)</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
Hombres	*	*	*	*	*	*	*	*
Mujeres	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>La Encantada</b>	<b>245</b>	<b>310</b>	<b>584</b>	<b>626</b>	<b>706</b>	<b>661</b>	<b>703</b>	<b>680</b>
Hombres	126	*	*	319	369	316	360	345
Mujeres	119	*	*	307	337	345	343	335
<b>Estación Gutiérrez</b>	<b>548</b>	<b>557</b>	<b>919</b>	<b>1005</b>	<b>1040</b>	<b>887</b>	<b>986</b>	<b>988</b>
Hombres	286	*	*	523	532	438	488	497
Mujeres	262	*	*	482	508	449	498	491
<b>Plan de Vallecitos</b>	<b>*</b>	<b>168</b>	<b>234</b>	<b>353</b>	<b>437</b>	<b>394</b>	<b>385</b>	<b>433</b>
Hombres	*	*	*	163	208	183	193	209
Mujeres	*	*	*	190	229	211	192	224
<b>Redención</b>	<b>212</b>	<b>280</b>	<b>422</b>	<b>525</b>	<b>456</b>	<b>495</b>	<b>444</b>	<b>443</b>
Hombres	121	*	*	283	238	249	208	212
Mujeres	91	*	*	242	218	246	236	231
<b>La Salada</b>	<b>484</b>	<b>428</b>	<b>533</b>	<b>601</b>	<b>640</b>	<b>644</b>	<b>599</b>	<b>635</b>
Hombres	246	*	*	304	329	329	301	324
Mujeres	238	*	*	297	311	315	298	311

Tabla IV.10.2 Continuación....

Localidad / Año del censo	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
<b>Lázaro Cárdenas (Rancho Grande)</b>	<b>1588</b>	<b>1774</b>	<b>545</b>	<b>3406</b>	<b>3655</b>	<b>3615</b>	<b>3613</b>	<b>3857</b>
Hombres	846	*	*	1668	1812	1741	1747	1887
Mujeres	742	*	*	1738	1843	1874	1866	1970
<b>Cañitas de Felipe Pescador</b>								
<b>La Quemada</b>	<b>271</b>	<b>372</b>	<b>582</b>	<b>655</b>	<b>611</b>	<b>593</b>	<b>592</b>	<b>686</b>
Hombres	145	*	*	321	307	272	278	344
Mujeres	126	*	*	334	304	321	314	342

Fuente: Archivo histórico de localidades INEGI.

El siguiente análisis socioeconómico se realizará para las localidades que cuentan con más de 20 habitantes.

#### IV.10.3 Población

Con base en el Plan de Desarrollo Municipal (2014-2016) del municipio de Fresnillo, este registra un total de 213,139 habitantes, representando esto el 14.29% del total de la población del estado, haciéndolo el municipio más poblado, acumulando un crecimiento poblacional de 16,811 habitantes de 2005 a 2010 (8.55%).

Con base en el Censo de Población y Vivienda, 2010 del INEGI, se tiene que en el municipio la población hablante de alguna lengua indígena es de 395 personas y en cuanto a las localidades en las que el proyecto podrá tener un impacto socioeconómico se tiene que existen 13 personas que hablan alguna lengua indígena, las cuales habitan en las localidades Estación Gutiérrez (3 personas), Lázaro Cárdenas (3 personas), Redención (2 personas), La salada (1 persona), El Vergel (3 personas) y La Quemada (1 persona), esta última del municipio Cañitas de Felipe Pescador.

##### *Distribución por edad y sexo*

En cuanto a la distribución de acuerdo al sexo de la población, según el Plan de Desarrollo Municipal (2014-2016), el 48.95% son hombres y el 51.05% son mujeres, siguiendo una relación similar a la guardada a nivel estado.

Con respecto a la población que comprenden las localidades del área de influencia socioeconómica del proyecto se tiene un total de 7,783 habitantes de los cuales el 47.61% son personas adultas, el 24.96% es la población infantil, el 10.31% son personas de la tercera edad, el 13.43% son adolescentes y el 3.69% restante no especificado. Ver tablas IV.10.4-A y IV.10.4-B.

Tabla IV.10.3-A. Población por rangos de edad y sexo (0 a 14 años)

LOCALIDAD	Población 0 a 2 años			Población 3 a 5 años			Población 6 a 11 años			Población 12 a 14 años		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
<b>Fresnillo</b>												
El Vergel (El Palmar)	5	3	2	3	3	0	8	2	6	6	3	3
Rancho Molina (Estanislao Molina)	1	1	0	1	1	0	5	2	3	3	1	2
La Encantada	37	22	15	52	26	26	94	46	48	54	28	26
Estación Gutiérrez	75	41	34	53	29	24	136	72	64	55	29	26
Plan de Vallecitos	30	18	12	29	10	19	56	27	29	29	17	12
Redención	26	14	12	28	13	15	60	28	32	25	13	12
La Salada	36	21	15	36	22	14	89	46	43	46	26	20
Lázaro Cárdenas (Rancho Grande)	203	112	91	218	101	117	481	240	241	256	140	116
<b>Cañitas de Felipe Pescador</b>												
La Quemada	41	25	16	59	28	31	81	41	40	48	28	20

NOTA: Fuente: Censo de población y vivienda, 2010 (INEGI).

Tabla IV.10.3-B. Población por rangos de edad y sexo (15 a 60 y más años)

LOCALIDAD	Población 15 a 17 años			Población 18 a 59 años*			Población 60 años y más		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	mujeres
<b>Fresnillo</b>									
El Vergel (El Palmar)	6	4	2	30	12	18	4	2	2
Rancho Molina (Estanislao Molina)	1	1	0	8	4	4	1	1	0
La Encantada	48	22	26	358	166	162	65	33	32
Estación Gutiérrez	67	27	40	514	248	266	88	51	37
Plan de Vallecitos	32	14	18	224	107	117	33	16	17
Redención	31	10	21	225	110	115	48	24	24
La Salada	45	29	16	309	146	163	73	33	40
Lázaro Cárdenas (Rancho Grande)	253	139	114	2038	945	1093	402	207	195
<b>Cañitas de Felipe Pescador</b>									
La Quemada	41	16	25	326	155	171	89	51	38

NOTA: \*Dato obtenido de la diferencia entre la población de 18 años y más y 60 años y más.

Fuente: Censo de población y vivienda, 2010 (INEGI).

#### IV.10.4 Marginación

Según el Consejo Nacional de Población, 2010 (CONAPO), el municipio de Fresnillo tiene un grado de marginación bajo, con un índice de marginación de -1.35643, ocupando el lugar 104,445 en el contexto nacional y 51 en estatal.

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

## Capítulo IV

**IV.10.5 Vivienda**

Según el Censo de Población y Vivienda, 2010 de INEGI, en el área de influencia del Programa de Barrenación Laguna La Salada se cuenta con 1,839 hogares, de los cuales el 79.71% cuentan con tres cuartos o más y el 96.95% cuenta con piso diferente a tierra (concreto u otros); en cuanto a los servicios básicos con los que se cuentan se tiene que el 99.07% de los hogares cuenta con energía eléctrica, el 96.19% cuentan con agua entubada en el ámbito de vivienda y el 68.24% cuentan con servicio de drenaje.

En las tablas IV.10.4 y IV.10.5 se pueden observar las condiciones de las viviendas del área de influencia socioeconómica del Programa de Barrenación Laguna La Salada.

**Tabla IV.10.4. Condiciones de las viviendas de las localidades cercanas al proyecto**

proyecto								
Localidad	Total de Hogares	Número de dormitorios		Número de cuartos			Tipo de piso	
		1	2 y más	1	2	3 y más	Tierra	Otro
Fresnillo								
El Vergel (El Palmar)	15	8	7	3	6	6	0	15
Rancho Molina (Estanislao Molina)	4	0	4	0	0	4	0	4
La Encantada	157	58	99	4	27	126	11	146
Estación Gutiérrez	231	79	152	7	50	174	17	214
Plan de Vallecitos	101	38	63	2	27	72	2	99
Redención	112	44	68	2	15	95	2	110
La Salada	143	45	98	1	30	112	9	134
Lázaro Cárdenas (Rancho Grande)	904	271	632	36	118	749	9	894
Cañitas de Felipe Pescador								
La Quemada	172	73	99	8	36	128	5	167

NOTA: Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2010.



**Tabla IV.10.5. Servicios disponibles en las viviendas de las localidades cercanas al proyecto**

Servicios básicos de las viviendas											Otros servicios				
Localidad	Total de hogares	Energía eléctrica	Agua entubada en ámbito de viv.	Drenaje	Televisión	Radio	Refrigerador	Lavadora	Computadora	Teléfono					
Fresnillo															
El Vergel (El Palmar)	15	15	0	6	13	11	8	5	0	0					
Rancho Molina (Estanislao Molina)	4	4	0	4	4	4	3	2	0	0					
La Encantada	157	152	155	113	146	128	131	116	12	55					
Estación Gutiérrez	231	229	223	82	217	193	187	153	28	143					
Plan de Vallecitos	101	98	98	43	91	74	76	66	2	17					
Redención	112	112	112	71	108	97	95	80	9	68					
La Salada	143	142	142	52	141	106	121	112	5	17					
Lázaro Cárdenas (Rancho Grande)	904	900	896	843	883	785	791	697	117	346					
Cañitas de Felipe Pescador															
La Quemada	172	170	143	41	161	140	129	101	7	33					

NOTA: Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2010.

**IV.10.6 Economía***Empleo*

Con base en el Plan Municipal de Desarrollo (2014-2016) de Fresnillo la evolución registrada en el total de asegurados permanentes en el municipio de enero del 2010 a diciembre de 2012 tuvo un crecimiento considerable; mientras que la evolución en el caso del número de trabajadores asegurados en el IMSS por actividad económica presenta el crecimiento más significativo en la industria de la transformación con un 40.74%. Otras actividades económicas son el comercio, industria de la construcción y servicios sociales.

La población ocupada del municipio de Fresnillo representa el 15.5% del total de la población ocupada en el Estado y el 35.55% del total de la población del municipio. Su distribución porcentual según sector de actividad económica en el año 2011, es de un 25.25% en el sector primario de agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca, un 23.69% en el sector secundario de minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción y en el sector terciario de servicios como transporte, gobierno y otros se tuvo un 31.59%. Otro sector importante es el

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo IV**

comercio 19.06%, servicios 31.59% (transporte, gobierno y otros) y el restante 0.41% no especificado.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Salarios Mínimos (CONASAMI), el municipio de Fresnillo pertenece a un área geográfica única, con un salario mínimo de \$73.04 pesos, vigente a partir del 01 de enero de 2016.

**IV.10.7 Población económicamente activa**

Con base en el Censo de Población y Vivienda más reciente realizado por INEGI (2010) la población económicamente activa del municipio de Fresnillo es de 47,511 personas, de los cuales 45,681 habitantes son la población ocupada y 1,830 es la población desocupada.

**IV.10.8 Principales actividades económicas**

La siguiente descripción de actividades económicas está basada en el Plan Municipal de Desarrollo (2011-2013) del municipio de Fresnillo, debido a que no se pudo obtener información más actualizada acerca de esto.

Sector agropecuario

En el renglón económico Fresnillo ocupa el segundo lugar de importancia en el estado, gracias a su producción minera, agrícola y ganadera.

Destaca como primer productor estatal en los cultivos de maíz, chile verde, ajo, avena y alfalfa; segundo lugar en frijol, chile seco y vid; tercer lugar en durazno y cuarto lugar en cebolla. También se cultiva cebada, papa y jitomate entre otros. (PMD, 2011-2013).

En producción pecuaria el municipio ocupa el sexto lugar estatal en producción de bovinos de las razas cebuino, criollo y europeo para carne y leche, siendo el principal productor estatal de leche en el estado y segundo en bovino para carne; cuarto lugar productor de aves y segundo en colmenas. La superficie dedicada a la ganadería es de 231,956 hectáreas. (PMD, 2011-2013).

Sector minero

Fresnillo tiene importantes yacimientos minerales, el cerro de Proaño sigue produciendo grandes cantidades de plata. Este municipio es el principal productor estatal de oro y plata, también se produce plomo, cobre y cadmio. (PDM, 2011-2013).

Industria

En la industria destacan la empresa Minera Fresnillo, S.A de C.V., así como empresas de la construcción dedicadas a dar servicio a la industria minera. En la industria maquiladora del sector automotriz y autopartes se localizan Delphi Cableados, S.A de C.V., la maquiladora mayor generadora de empleos en la entidad, y Entrada Group que alberga alrededor de 13 empresas maquiladoras, en su mayoría dedicadas a la manufactura de autopartes. (PDM, 2011-2013).

Comercio y Servicios

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

## Capítulo IV

En el sector comercio destacan Fomento Mercantil de Fresnillo, Tiendas Soriana, Bodega Aurrerá, Grupo Lala Durango, Centro Comercial Visión, Coppel, S.A de C.V., Autos de Calidad, Almacenes García, Piña Ferreteros, Abarrotes, S.A., algunas distribuidoras de gas LP, entre otros. (PDM, 2011-2013).

Abasto

El abasto en este municipio se realiza a través de 31 tiendas Diconsa, 4 tianguis, 5 mercados públicos, 1 rastro mecanizado y 1 central de abasto. A través de 28 lecherías de Liconsa se benefician a 7,050 familias con una dotación anual de leche reconstituida de 2, 364,314 litros. (PDM, 2011-2013).

**IV.10.9 Desarrollo social y servicios***Educación e infraestructura*

Con base en el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), las instalaciones de escuelas públicas en el municipio constan de 178 preescolares, 222 primarias, 121 secundarias, 13 bachilleratos y dos escuelas profesional técnico. Ver tabla IV.10.6.

En cuanto a escuelas privadas se tiene una infraestructura de 9 preescolares, 11 primarias, 6 secundarias y 8 bachilleratos. Ver tabla IV.10.7.

**Tabla IV.10.6. Instalaciones de escuelas públicas por nivel educativo, 2010 en el municipio de Fresnillo**

Nivel Educativo	Escuelas	Aulas					Promedio de aulas por escuela
		Total	En uso	Adaptadas	Talleres	Laboratorios	
Preescolar	178	458	411	37	0	0	3
Primaria	222	1,427	1,145	40	0	0	6
Secundaria	121	597	552	44	0	0	5
Bachillerato	13	161	160	29	5	19	12
Profesional Técnico	2	29	28	3	5	3	15

**Tabla IV.10.7. Instalaciones de escuelas privadas por nivel educativo, 2010**

Nivel Educativo	Escuelas	Aulas					Promedio de aulas por escuela <sup>2</sup>
		Total	En uso	Adaptadas	Talleres	Laboratorios	
Preescolar	9	42	30	2	0	0	5
Primaria	11	86	79	6	0	0	8
Secundaria	6	22	19	3	0	0	4
Bachillerato	8	66	52	6	3	7	8

*Salud*

Con base en el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2010 (INAFED), se tiene que los derechohabientes del municipio de Fresnillo registrados en el IMSS encabezan el mayor registro con un total de 71,257 derechohabientes, de los cuales 34,240 son hombres y 37,017 son mujeres. Seguido por Pemex, Defensa o Marina con un total de 63,401 derechohabientes; mientras que 9,795 derechohabientes se registraron en el ISSSTE. Ver tabla IV.10.8.

**Tabla IV.10.8 Población total según derechohabiencia a servicios de salud por sexo, 2010.**

	Población total	Condición de derechohabiencia									
		Derechohabiente						Institución privada	Otra institución	No derechohabiente	No especificado
		Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular o para una nueva generación				
Hombres	104,348	69,562	34,240	4,341	249	30,360	26	410	721	32,720	2,066
Mujeres	108,791	75,905	37,017	5,454	301	33,041	25	425	543	30,811	2,075
Total	213,139	145,467	71,257	9,795	550	63,401	51	835	1,265	63,531	4,141

*Natalidad y mortalidad*

Con base en estadísticas de natalidad y mortalidad de INEGI, en el año 2014 en el municipio de Fresnillo se registraron 5,214 nacimientos de los cuales, se registraron 2,609 hombres y 2,605 mujeres.

En cuanto a las defunciones presentadas en el mismo año (2014), se tiene un registro de 1,471, de las cuales 852 fueron hombres y 616 mujeres.

**IV.10.10 Servicios**

La siguiente información fue obtenida del Plan Municipal de Desarrollo (2011-2013) del municipio de Fresnillo.

*Infraestructura en Servicios*

En el sector servicios se cuenta con 33 establecimientos de hospedaje temporal, 57 de alimentos y bebidas, 5 agencias de viajes, 14 oficinas bancarias (3 Banorte, 2 BBVA-Bancomer, 4 Banco Azteca, 2 Banamex, 1 Santander, 1 HSBC y 1 Scotiabank Inverlat), 7 casas de cambio y 4 centros comerciales.

*Infraestructura hidráulica*

La infraestructura hidráulica de este municipio está compuesta por 12 presas con capacidad útil de almacenamiento de 155.010 millones de m<sup>3</sup> y un volumen anual utilizado de 23,804 millones de m<sup>3</sup>.

*Agua potable*

El municipio cuenta con 112 sistemas de agua potable. Sus fuentes de abastecimiento son 102 pozos profundos con un volumen diario de extracción de 44,733 miles de m<sup>3</sup>/día y 2 manantiales.

*Energía eléctrica*

Existen 5 subestaciones y 8 transformadores de distribución con una potencia de 145.64 Megavolts-Amperes. En el año 2008 había 63,115 usuarios del servicio

eléctrico, entre los que destacan 8,638 de uso industrial y de servicios así como 1,486 de uso agrícola.

#### **IV.10.11 Historia y cultura**

##### *Antecedentes prehispánicos*

Con base en el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, el lugar donde ahora se encuentra ubicado el municipio de Fresnillo, y en general todo lo que comprende el estado de Zacatecas, ha tenido la presencia del hombre desde hace miles de años.

Prueba de ésta afirmación se tienen los siguientes datos:

- Depósitos de huesos de mamuts en la Zona de "Santa Anita" y "El Pardillo"
- Ejemplares líticos, localizados en terrenos de la región de Urite, del municipio de Fresnillo (estudios hechos a puntas de flecha por personal de INAH, ubican algunos ejemplares en 10 mil años A.C., otros en 3 mil años A. C., y otros de tiempos de la Colonia.)
- Huellas de asentamientos temporales humanos cerca del cerro de "Chilitos", donde se han encontrado puntas de flecha con sus raspadores, cerámica y semillas de cereales, principalmente de maíz, que se pueden ubicar en épocas anteriores a la llegada de los españoles.
- Pinturas rupestres en la Cañada de Linares, de las que en su momento se hicieron pruebas, habiéndolas ubicado en milenio 10, antes de nuestra Era.

Con esta información, se pudo deducir que el paraje donde se asienta Fresnillo, era continuamente visitado por grupos de tribus nómadas que hacían sus recorridos en busca de caza, como los guachichiles, zacatecos, pimes, iritilas, apaches, comanches, etc., permanecían un tiempo en un lugar y continuaban su recorrido hacia otras tierras. Preferían los lugares donde había agua, y en la zona de Fresnillo, había muchos embalses naturales y corrientes de agua.

##### *Antecedentes Coloniales*

La Historia empieza entre los años de 1551 ó 1552. Aunque no se cuenta con la fecha exacta, de acuerdo a los acontecimientos que se tienen registrados, sí se puede ubicar precisamente en esa época, cuando Diego Fernández de Proaño, en una de las incursiones que hizo en la región, en la búsqueda de nuevas minas, llega al lugar que ahora se conoce con el nombre de "Cerro de Proaño", donde se descubre a flor de tierra evidencias de mineral. (INAFED, 2010).

Se ignora la razón por la cual esa expedición de Diego Fernández de Proaño no se detuvo más tiempo a explorar la riqueza que contenía el cerro.

Se encontró una versión, que no se ha podido confirmar, donde se menciona que esa expedición traía como objetivo "la búsqueda de un enorme cerro, todo de metal (no menciona qué tipo de metal) mismo que al decir de los naturales, se encontraba al viento norte, tierra adentro". (INAFED, 2010).

La realidad es que Diego Fernández de Proaño, se concretó a bautizar con su segundo apellido el cerro, y dos días después, continuó su viaje hacia el Norte. A su regreso a Zacatecas, reportó al Virrey su hallazgo, pero aparentemente no hubo mucho interés por su descubrimiento, y el cerro de Proaño quedó olvidado durante algunos años, y

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo IV**

solamente se tomó como punto de referencia por parte de las subsecuentes expediciones. (INAFED, 2010).

En esas épocas, poco a nada se conocía de la región comprendida al norte de la ciudad de Zacatecas, por lo que, quienes contaban con los recursos necesarios, costeaban expediciones en busca de minas y para fundar poblaciones o Villas Españolas. (INAFED, 2010).

Francisco de Ibarra, recién llegado de España, originario de la Provincia de Guipúzcoa, era sobrino de don Diego de Ibarra, Yerno del Virrey Don Luis de Velasco, y entró como paje en la Corte del Virrey cuando tenía apenas 14 años (1553). Al siguiente año, su tío, don Diego, lo mandó a Zacatecas con las intenciones de hacer exploraciones, y a pesar de su corta edad, pero confiando en el apoyo de muchos otros españoles experimentados con quienes don Diego llevaba amistad, organizó una expedición para explorar las tierras del Norte. Le envía los suficientes recursos y pone al frente de ese grupo al joven Francisco de Ibarra, que ya entonces contaba con 15 años de edad, pero asesorado por el experimentado descubridor de Zacatecas, Juan de Tolosa. (INAFED, 2010).

Salen de Zacatecas el día Primero del mes de septiembre de 1554, y llegan al lugar donde ahora se asienta Fresnillo el día 2 de septiembre, después de recorrer aproximadamente 60 kilómetros. Aquí, en este lugar, había un Ojo de Agua a la orilla de una Laguna, en cuyas márgenes crecía un pequeño Fresno, por lo que Francisco de Ibarra lo bautiza como "Ojo de aguas del fresnillo". (INAFED, 2010).

La intención de Francisco de Ibarra era la de fundar un pueblo en este lugar, por lo que, al saber que Fray Jerónimo de Mendoza decide quedarse un tiempo más aquí para ampliar sus investigaciones acerca de unos yacimientos salinos que existían en lugares cercanos al Ojo de aguas del Fresnillo, deja a algunos indígenas con este objeto, partiendo el grueso de la expedición con rumbo al norte, hasta que llegaron al "Río Grande", (Aguanaval), mismo que cruzaron con dificultad, para luego dirigirse con rumbo a Sain. No se sabe de más actividades que haya habido en este lugar. Sin duda Fray Jerónimo de Mendoza permaneció unos días y se retiró con su grupo a las Salinas, y vuelve a quedar abandonado este paraje. (INAFED, 2010).

*Los primeros pobladores*

Este lugar siguió conociéndose como "El Ojo de Aguas del Fresnillo", y era utilizado como punto de descanso por los expedicionarios y viajeros que hacían uso del "camino real" a las minas de San Martín y Sombrerete. Doce años estuvo en esta forma. (INAFED, 2010).

El día 8 de octubre del año de 1566, llegan al lugar que ahora se conoce como "Plateros", un grupo de mineros que venían de Zacatecas en busca del "Cerro del Peñol". Después de algunos días de búsqueda, ante la imposibilidad de localizarlo, deciden pernoctar en las lomas de ese lugar. Por la mañana, tal vez por la costumbre, empezaron a explorar en los alrededores, y con sorpresa encontraron a flor de tierra piedras mineralizadas, por lo que deciden quedarse a trabajar en ese lugar, bautizando el sitio como "San Demetrio", nombre del santo que se festejaba ese día. Los nombres de los mineros que llegaron a San Demetrio, son los siguientes: Antonio del Valle, Pedro de Medina, Diego del Castillo y Juan Rollón. (INAFED, 2010).

Al descubrimiento de las Minas de San Demetrio, vinieron muchos mineros de Zacatecas a buscar fortuna, algunos de los cuales, después de estar ahí un buen tiempo (un mes aproximadamente), el día 24 de noviembre del mismo año, deciden ir a explorar el cerro de Proaño, lugar que ya se conocía desde hacía varios años y distante tan solo unos kilómetros de San Demetrio. (INAFED, 2010).

Llegan ese mismo día al "Ojo de aguas del Fresno" el día de Santa Catalina. Ellos fueron: Jacome Shafin (Chipriota), Alonso González (Portugués) Pablo Torres (Castellano). Pocas semanas después llegaron al Ojo de Aguas del Fresno: Pedro Gaytán, Gaspar de Espinoza, Francisco de Ocampo, Gómez de Gesto y Alonso Tabuyo. Y a principios del año de 1567 llegaron: Alonso de Alarcón, Gaspar Manso, Juan Huidrobo, Francisco Ruiz, Juan de Landeras y Antonio Valdenebro. (INAFED, 2010). Todos Ellos, con su personal de trabajo (esclavos e indios) establecieron un poblado en este mismo lugar, el cual a partir de ese momento y hasta la fecha, ha tenido vida.

El Dr. Monte R. Kenaston, un investigador norteamericano de la Universidad de Memphis Tennessee, E. U. A., en sus investigaciones encontró un censo poblacional de los habitantes de Fresno, practicado en los años 1612/1632, siendo éste como sigue: españoles 267, mulatos 153, mestizos y negros 852, total 1,272 habitantes. (INAFED, 2010).

En esas épocas las incursiones de los Indios que venían de las regiones del Norte en sus recorridos en busca de caza, entre otros los Guachichiles, que eran los más aguerridos, continuamente tenían enfrentamientos con los primeros habitantes del Ojo de Aguas del Fresno, generalmente con malos resultados para los colonizadores, pues los indígenas tenían dotes especiales para la guerra y su bien ganada fama de ser los mejores arqueros de América, por lo que el Virrey Don Martín de Enríquez, ordenó la construcción de un "presidio" en Fresno ("Presidios" les llamaban a los fuertes o cantones con guarniciones militares para la protección de los habitantes) asignando al capitán Rodrigo Río de la Loza al mando de ocho soldados para la protección de esta región.

Este fuerte o cantón militar se ubicó precisamente en el lugar en el que ahora se encuentra la presidencia municipal de Fresno. (INAFED, 2010).

#### **IV. 10.12 Fiestas tradicionales**

Se realiza una feria regional cada año, desde el año de 1954, en los días cercanos anteriores y posteriores al día 2 de Septiembre, se celebra en la región la "Feria de Fresno", conmemorando la fecha de la llegada de la primer expedición de conquistadores a la región, y que se conoce como la fecha de la fundación tradicional de la ciudad (2 de Septiembre del año de 1554). (INAFED, 2010).

En estas fechas se realizan una serie de eventos populares, artísticos y culturales, en el que participan expositores locales y foráneos. Se reciben miles de personas del estado, de otras entidades del país y del extranjero, y participan en los bailes, competencias deportivas, espectáculos artísticos y eventos culturales que los comités responsables de la organización ofrecen. (INAFED, 2010).

#### **IV.10.13 Religión**

Con base a los datos tomados del Censo de Población y Vivienda 2010, realizado por INEGI, el 92.58 % de la población mayor de cinco años profesa la religión católica, el 4.14% profesa una religión no católica (protestante, evangélica y bíblica); el 3.51% es la población sin religión y el 0.9% es la población de otra religión (origen oriental como: judaico, islámico entre otras).

## **IV.11 Diagnóstico ambiental**

### **IV.11.1 Integración e interpretación del inventario ambiental**

En este apartado se propone una unidad territorial o unidad de integración que permite la síntesis y el diagnóstico del medio físico inventariado en los subcapítulos precedentes. Esta unidad territorial se establece considerando como premisas fundamentales que debe, por un lado, facilitar la comprensión del sistema y, por otro, coadyuvar a la fácil utilización de la información presentada en el inventario del medio físico. Por lo tanto, es el medio que permite la síntesis del cúmulo de información temática del territorio. Si bien existen distintos tipos de unidades de integración, y por tanto diferentes metodologías para su establecimiento, la utilizada en este documento es la que sugiere SEMARNAT (2002), la cual corresponde con las denominadas unidades homogéneas o unidades ambientales, entendidas éstas como, aquellas porciones del territorio que son homogéneas en sus características físicas y que, también, reaccionan o se comportan de forma similar ante determinadas actuaciones, presiones o estímulos exteriores (MMA, 2004). De esta forma, en este trabajo se considera una única unidad ambiental para el lugar del Programa de Barrenación Laguna La Salada.

Un aspecto importante fue la identificación de la interrelación de los componentes del medio físico y la detección de los puntos críticos del diagnóstico, para lo cual la SEMARNAT (2002) presenta diversos criterios de valoración para la descripción del escenario ambiental. En los siguientes apartados se presenta la consideración de dichos criterios para el escenario del Programa de Barrenación Laguna La Salada.

#### **IV.11.1.1 Criterios normativos y de calidad de los componentes**

Los componentes del medio físico que se encuentran regulados corresponden son el suelo, agua, aire, flora y fauna.

Con respecto al suelo, este está regulado por la norma NOM-021-SEMARNAT-2000. Sin embargo, se tiene que los sitios carecen de él debido a que se ubican sobre el lecho seco de la laguna La Salada, el cual está constituido por sedimentos tanto químicos como terrígenos acumulados en la laguna, mismos que se describen en el apartado de geología como "unidad lacustre". En las áreas circunvecinas de la laguna existen suelos propiamente dicho, pero estos no se verán afectados por las actividades del Programa de Barrenación Laguna La Salada.

El agua superficial se caracteriza, en cuanto a su calidad, por los Criterios Ecológicos de Calidad de Agua (CE-CCA-001/89). Sin embargo, estos no pudieron ser aplicados en virtud de que la laguna La Salada es un cuerpo intermitente y al momento de realizar este trabajo se encuentra seca. El proyecto no tiene incidencia fuera de la laguna.

A su vez, la norma NOM-127-SSA1-1994, actualizada en el 2000, es aplicable al agua subterránea. Esta norma es relativa al agua para uso y consumo humano, además que establece límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. En este caso, se carece de datos acerca de las características del agua subterránea en la zona, aunque es de suponer de buena calidad, en general, por las características regionales del acuífero. Sin embargo, es cercana a la comunidad de La Salada, que puede ser el origen de contaminación por aguas negras y a tierras de cultivo que pueden aportar elementos extraños al agua subterránea. El Programa de Barrenación Laguna La Salada tampoco tendrá incidencia sobre el agua subterránea.

La norma NOM-025-SSA1-1993 (modificada en el año 2005) regula la calidad del aire ambiente con respecto a material particulado. En este aspecto tampoco fue posible



obtener información con respecto a la calidad del aire. Sin embargo, es una zona rural, con ausencia de actividades industriales, por lo que es de suponer una buena calidad para este componente del medio natural. Los caminos de terracerías pueden ser fuentes de material particulado. Sin embargo, los existentes en la vecindad del sitio son de bajo tráfico, por lo que no es de esperar alguna problemática en este aspecto. Por la misma razón, no es de esperar que el ruido rebase lo establecido por la norma NOM-081-SEMARNAT-1994.

Por otra parte, en las inmediaciones de la laguna La Salada no se detectó ninguna especie de flora catalogada para protección ambiental de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Existen tres especies de la familia Cactácea que se incluyen en el Apéndice II de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES). Éstas son: *Opuntia engelmannii*, *Opuntia streptacantha* y *Cylindropuntia imbricata*

En lo que respecta a fauna, tampoco se detectaron especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el Apéndice II de CITES se incluye al colibrí pico ancho (*Cynanthus latirostris*). Por otra parte, la paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*) y la paloma huilota (*Zenaida asiatica*), se consideran como prioritarias con grado alto para la conservación.

#### **IV.11.1.2 De diversidad**

La gran cantidad de superficie territorial de la región, en que se inserta el área de estudio, dedicada a la agricultura ha resultado en que la vegetación natural ha sido reducida a parches irregulares, tanto en su extensión como en su morfología y distribución. De esta forma, se tienen partes donde operan los procesos naturales y otras donde operan procesos de naturaleza antrópica. Así, se puede decir que el sistema ambiental regional es de carácter intermedio entre un sistema natural y uno completamente de tipo "agroecosistema". Esto ha impactado negativamente a la diversidad en la región, lo que se refleja también en la zona de la laguna La Salada donde se aúna a lo anterior, las condiciones locales de una alta evaporación mayor que el influjo de agua superficial a la misma, lo que ha resultado en la presencia de pastizal halófilo en su inmediata vecindad y pastizal natural con vegetación secundaria arbustiva en zonas aledañas. Sin embargo, en los sitios muestreados de flora en los alrededores de la laguna La Salada, el índice de Shannon (2.2954) refleja una diversidad media con un estado moderado de conservación. En cambio, el índice de Simpson (0.84860091) refleja una diversidad alta en la flora.

En lo que respecta a fauna, tanto el índice de Simpson (0.848765432) como el de Shannon (2.311996272) reflejan una alta diversidad.

#### **IV.11.1.3 Rareza**

En el territorio cubierto por el área de estudio no se identifican características o cualidades que se puedan considerar como singulares, raras, únicas o que posean propiedades que requieran de alguna consideración especial. Esto en lo referente a los aspectos bióticos, abióticos y socioeconómicos.

#### **IV.11.1.4 Naturalidad**

Como se ha mencionado gran parte de la región ha perdido su naturalidad por efectos de la agricultura. En el área de estudio, inmediatamente alrededor de la laguna La Salada, las condiciones prevalecientes son de naturalidad en cuanto al escenario que debe prevalecer en este tipo de componentes naturales.

**IV.11.1.5 Grado de aislamiento**

A nivel de sistema, no existen barreras naturales que obstaculicen la libre migración o el flujo génico de o hacia otras poblaciones de flora y fauna, por lo que los individuos tienen el potencial de dispersión por la región y por su área de distribución natural, lo que se manifiesta en que no existen especies o subespecies de restringida distribución espacial, incluso las que son de carácter endémico.

En otro sentido y nivel de análisis, al ser la región donde se inserta el área de estudio un territorio mixto en cuanto al uso de suelo, la actividad antrópica, principalmente por la agricultura, ha disminuido el hábitat de las especies a parches variablemente aislados, con lo que efectivamente se han creado barreras para ciertas especies de fauna, limitando su libre dispersión, propagación y flujo entre tales parches

**IV.11.1.6 Integridad funcional**

El hecho de que el territorio regional sea una mezcla o mosaico de zonas irregularmente alternantes donde ocurren procesos naturales, en unas, y procesos antrópicos, en otras, ha resultado en la pérdida de la integridad funcional del sistema natural, dando paso a un sistema cuya estructura y funcionalidad son mantenidas parcialmente por la energía natural y parcialmente por la energía antrópica.

Por otra parte, hasta donde se pudo constatar, las prácticas culturales (entendidas éstas como el grupo de técnicas u opciones de manejo que pueden ser utilizadas o manipuladas por los productores agrícolas para lograr sus objetivos de producción de cultivos) empleadas en las zonas agrícolas (agroecosistema) de la región no se enmarcan en el uso sostenible de los recursos, lo que implica que no es factible que se desarrolle un "equilibrio" ecológico, encuadrado esto en el concepto de equilibrio dinámico de los ecosistemas, lo que permite expresar que el agroecosistema no presenta una integridad funcional adecuada. Este tipo de sistemas con un alto nivel de ingresos de insumos "externos" están muy expuestos a los cambios en las condiciones del contexto, tanto natural como socioeconómico, en virtud de su dependencia del manejo humano para regular los procesos ecológicos (Gómez Sal, 2009)

A nivel local, se tiene que la integridad funcional se ve afectada por los menores influjos de agua a la laguna por efectos de la sequía que recursivamente ha afectado a la zona, mostrando una tendencia hacia años más secos.

**IV.11.1.7 Amenazas y vulnerabilidad**

Las amenazas detectadas en la zona del Programa de Barrenación Laguna La Salada son de naturaleza antrópicas y naturales. Entre las primeras se tiene a la agricultura principalmente, la ganadería, la minería y los centros poblacionales, mientras que en las últimas se encuentran la disminución en la precipitación pluvial. Además, el acuífero se encuentra sobreexplotado principalmente por las actividades agrícolas. La agricultura en la zona ha operado sobre grandes extensiones removiendo la vegetación natural, lo que ha incrementado el escurrimiento, incrementado el peligro de erosión, y limitado la infiltración. La minería en el lugar es de naturaleza histórica y sus efectos son limitados. El centro urbano La Salada es una amenaza como fuente de contaminantes tales como basura y aguas negras. La vulnerabilidad se presenta en función de carencia de adecuadas medidas de mitigación a los peligros naturales y antrópicos que amenazan a la zona.

Para determinar la importancia relativa de las amenazas se tomaron en cuenta los parámetros de magnitud y alcance de las mismas. La magnitud se refiere al nivel o grado de daño o alteración ambiental que la actividad en cuestión ha ocasionado, mientras que el alcance es el nivel de extensión del mismo. Para evaluar ambos parámetros, se utilizó una escala que comprende distintos niveles, conforme a la

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo IV**

asignación de un valor numérico de acuerdo a lo siguiente: el 3 para el nivel mayor, 2 para un caso intermedio y el 1 para el menor. La suma de los valores de ambos parámetros resulta en un número que se traduce en la importancia relativa de la amenaza, de acuerdo a la siguiente convención: 1 a 2 baja, 3 a 4 media y 5 a 6 alta. Los resultados se presentan en la tabla IV.11.1.

**Tabla IV.11.1 Importancia relativa de las principales amenazas identificadas.**

<i>Peligro</i>	<i>Magnitud</i>	<i>Alcance</i>	<i>Suma</i>	<i>Importancia</i>
Agricultura	3	3	6	alta
Ganadería	1	1	2	baja
Minería	1	1	2	baja
Población	2	1	3	media
Escasez de agua	2	3	5	alta
Erosión	1	1	2	baja

**IV.11.2 Síntesis del inventario ambiental**

La síntesis del inventario del medio físico que se presenta en este apartado se basa en la delimitación de una unidad territorial de integración del tipo unidades homogéneas o unidades ambientales, las cuales permiten integrar y sintetizar el cúmulo de información del medio presentada anteriormente y con ello posibilitar el diagnóstico del mismo. Estas unidades corresponden con áreas que son homogéneas tanto en sus características físicas como en su comportamiento o respuesta a estímulos exteriores.

La definición de la unidad ambiental se realizó mediante la superposición de los factores del medio físico del territorio más significativos, lo cual fue llevado a cabo con la ayuda del sistema de información geográfica desarrollado con ArcGIS 10.1. Así, los factores que se sobrepusieron, en la forma de capas del citado sistema de software fueron: fisiografía y geomorfología, vegetación, uso de suelo, edafología, geología, hidrología y paisaje, lo cual fue complementado con el análisis de imágenes satelitales. La metodología seguida consistió de un proceso de aproximación sucesiva a diferentes escalas. Este fue un proceso iterativo hasta que se llegó a la delimitación final de la unidad ambiental que se describe posteriormente.

Se determinó que el factor más determinante para este propósito lo constituyen los elementos hidrológicos, concluyéndose que la laguna La Salada y su inmediata periferia son lo base para definir el sistema ambiental (figura IV.1.1) y la unidad ambiental propuesta, toda vez que es un cuerpo de agua intermitente que recibe aporte la zona captadora, de carácter cerrado. La laguna no cuenta con salida del agua superficial y de otros materiales del medio, es decir se acumulan en ella. Por lo tanto, el agua en la laguna, cuando la contiene, sale de ella solamente por evaporación o por infiltración. La baja intensidad y naturaleza del proyecto solamente tendrá influencia en la laguna misma, por estar ubicado dentro de ella, en el lecho de la misma. Por lo tanto, no existe razón substancial para considerar un sistema ambiental más allá de los límites definidos.

La tabla IV.11.2 presenta las síntesis del inventario ambiental en la unidad ambiental definida.

**Tabla IV.11.2 Síntesis del inventario ambiental en la unidad ambiental.**

<b>1.- Localización</b>	
1.1 Nombre	Laguna La Salada
1.2 Situación en el área de estudio	La unidad ambiental corresponde con el área de estudio. Forma una franja irregular y alargada, aproximadamente orientada N-S, ocupando aproximadamente el centro del área de la cartografía de este trabajo (fig. IV.11.1)
1.3 Hipsografía	Se encuentra a una altitud aproximada de 2,030 m.s.n.m.
1.4 Superficie	187.884 ha
1.5 Porcentaje del área de cartografía	30.5 %
1.6 Descripción	Corresponde con el perímetro del área de inundación de la laguna La Salada, según se define en la cartografía topográfica, escala 1:50,000, del INEGI, más una franja perimetral de aproximadamente 100 m.
<b>2.- Características ambientales</b>	
2.1 Geología	Material lacustre holocénico, constituido por sedimentos terrígenos y químicos, estos últimos del tipo evaporítico. Los sedimentos terrígenos son de granulometría de arcilla, limo y grava en lentes. Los químicos con cloruros de sodio y potasio y horizontes de yeso.
2.2 Geomorfología	Lecho plano de laguna intermitente.
2.3 Pendiente	Pendiente nula, muy suave en la periferia
2.4 Edafología	<p>El lecho de la laguna carece de material edafológico. La periferia con suelos típicos para este tipo de escenario, siendo el suelo dominante el solonchak cálcico mólico, caracterizado por su alta concentración de sales solubles. El suelo secundario es el gleysol, mismo que se forma en humedales con inundación por períodos de tiempo suficientes para generar características gleyicas.</p> <p>Suelos en general con buena naturalidad. El sitio se encuentra dentro de una unidad de erosión regional de erosión hídrica laminar en grado fuerte.</p>
2.5 Hidrología superficial	<p>Corresponde con el cuerpo lagunar denominado La Salada, según lo representa el INEGI en su cartografía. Es un cuerpo intermitente que recibe aportaciones de una microcuenca cerrada de aproximadamente 48,088.5 ha, no cuenta con corrientes de importancia. Pertenece a la subcuenca "e" Fresnillo de la cuenca "E" Fresnillo-Yesca de la región hidrológica RH37 El Salado. La subcuenca y la cuenca son también del tipo cerradas, sin corrientes de importancia.</p> <p>No se cuenta con datos de la calidad del agua superficial en la microcuenca ni en el área de la laguna. La comunidad de La Salada representa una amenaza para la calidad del agua superficial.</p>

2.6 Hidrología subterránea	<p>El lugar pertenece al acuífero 3214 Aguanaval cuya extensión es de 3,180 km<sup>2</sup>. Es un acuífero libre alojado principalmente en sedimentos clásticos. Su estado es de sobreexplotación por la agricultura, que consume el 97.9% del volumen extraído. No se otorgan más concesiones para el aprovechamiento del agua.</p> <p>A nivel local, se tiene una unidad hidrogeológica de material no consolidado con posibilidades altas de contener agua. El único dato al que se tiene acceso es de una noria junto a la laguna en la que el nivel estático en se ubicaba a 8 m de profundidad en 1977, reportado por el INEGI, que también reporta una agua agresiva. Se desconoce la calidad del agua subterránea en la laguna pero la población de La Salada representa una amenaza a la misma</p>
2.7 Vegetación	<p>Sin vegetación en la laguna propiamente, siendo rodeada por pastizal halófilo y luego por pastizal natural con vegetación secundaria arbustiva. En la zona aledaña una diversidad media a alta.</p> <p>Sin presencia de especies bajo alguna categoría de protección por la norma NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos especies de cactáceas en el Anexo II de CITES (<i>Opuntia engelmannii</i>, <i>Opuntia streptacantha</i> y <i>Cylindropuntia imbricata</i>).</p>
2.8 Fauna	<p>Alta abundancia de aves, mamíferos menores principalmente, reptiles menores, y anfibios.</p> <p>Ninguna especie protegida por la norma NOM-059-SEMARNAT-2010. Una especie de aves en el Anexo II de CITES (<i>Cynanthus latirostris</i>). Tres especies de aves prioritarias para la conservación en grado alto (<i>Cynanthus latirostris</i>, <i>Zenaida asiática</i> y <i>Zenaida asiática</i>)</p>
2.9 Paisaje	<p>Macropaisaje regional rural mixto con grandes extensiones de agricultura y zonas esparcidas de vegetación natural. Localmente, paisaje de laguna intermitente seca con fondos donde predomina el cielo. Visibilidad y sensibilidad baja. Calidad intrínseca del sitio baja, al igual que la del entorno inmediato. Calidad visual baja. Fragilidad adquirida media.</p>
<b>3.- Características singulares</b>	
3.1 Áreas protegidas	Fuera de áreas naturales protegidas y muy alejadas de ellas.
3.2 Patrimonio cultural o histórico	Ausencia de elementos de valor cultural o histórico
3.3 Hitos o rasgos raros o únicos	No existen.
<b>4.- Principales elementos normados</b>	
4.1 Especies de flora protegidas	Sin especies de flora con algún estado de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos especies en CITES.
4.2 Especies de fauna protegidas	Sin especies de fauna protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una especie de colibrí en Apéndice II de CITES.

4.2 Programa de ordenación ecológica del territorio (POET)	No existe POET a nivel municipal, regional o estatal. A nivel federal, el lugar se ubica en la región ecológica 15.24 de la unidad ambiental biofísica 42 Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecano con compatibilidad por: (1) política ambiental: aprovechamiento sustentable y restauración; (2) Nivel de atención prioritaria: Bajo; (3) Rectores del desarrollo: Ganadería y minería; (4) Asociados del desarrollo: Desarrollo social.
<b>5.- Usos y aprovechamientos</b>	
5.1 Actuales	La laguna propiamente y más específicamente los materiales en su lecho, sin uso actual. En los alrededores, y zonas de la laguna con hierba, se practica el pastoreo de ganado y se elaboran ladrillos con los materiales subyacentes.
<b>6.- Análisis</b>	
6.1 Valoración cualitativa	La tendencia por sequía a la disminución de precipitación con el paso de los años, hace que el sistema de la laguna vea disminuidos los procesos físicos, químicos y biológicos que operan en la misma. En general, el sistema presenta un adecuado nivel de naturalidad, si bien no es óptimo.
6.1 Problemática	Disminución en el régimen hidrológico de la laguna, afectando otros procesos naturales. Presencia de población que genera basura y otros desechos. Pastoreo de ganado sin control.
6.2 Amenazas	a) Naturales: escasez de agua pluvial por sequía (alta), erosión (baja). b) Antrópicas: Agricultura (alta), presencia de población causando contaminación por desechos, de suelo y agua (media), ganadería (baja), minería (baja).

#### IV.11.3 Valoración de la calidad ambiental

En este apartado se presenta un diagnóstico de la calidad ambiental del sistema ambiental. Este diagnóstico se basa en la consideración ponderada de los elementos más significativos del medio físico así como del entorno socioeconómico y cultural, mismo que ha sido sintetizados e integrado en los apartados anteriores.

Buscando una mayor objetividad, este ejercicio de valoración fue desarrollado en forma grupal por un equipo de evaluación tomando en cuenta una serie de criterios para cada uno de los elementos considerados relevantes o significativos. Los elementos y los criterios con los cuales fueron valorados se presentan en la tabla IV.11.3.

El método seguido consiste primeramente en obtener un valor ponderado (VP) para cada elemento analizado de la unidad ambiental bajo evaluación. Este valor ponderado se obtiene conforme a la siguiente fórmula:

$$VP = v * fp$$

Donde:

v= es el valor asignado a la calidad individual del elemento evaluado de la unidad ambiental, en una escala del 1 al 10, con base en los criterios establecidos en la tabla IV.11.3.

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo IV**

fp= es el factor de peso asignado a cada elemento de valoración (tabla IV.11.3), el cual queda comprendido entre 0 y 100 de forma tal que la sumatoria de los factores de peso de todos los elementos sea igual que 100.

Una vez calculados los valores ponderados para todos los elementos de la unidad ambiental en evaluación, se obtiene la sumatoria de éstos y con ella se determina la calidad ambiental conforme a las categorías presentadas en la tabla IV.11.4.

**Tabla IV.11.3 Elementos e indicadores utilizados para la evaluar la calidad de las unidades ambientales.**

<i>fp</i>	<i>Elemento</i>	<i>Criterios</i>
13	1.- Suelo	Naturalidad Riesgo de erosión
13	2.- Hidrología superficial	Abundancia y disponibilidad del agua (en función de la tendencia asociada a la precipitación). Calidad del agua.
13	3.- Hidrología subterránea	Recarga del acuífero Contaminación
13	4.- Vegetación	Diversidad Cobertura y distribución espacial Naturalidad Rareza Especies protegidas Carácter endémico
13	5.- Fauna	Diversidad Abundancia Rareza Carácter endémico
13	6.- Paisaje	Calidad y fragilidad Singularidad
12	7.- Presencia de singularidades	Presencia de singularidades geológicas, hábitats naturales, históricas, culturales, etc.
10	8.- Sociedad	Interés social (económico, cultural, etc.)

**Tabla IV.11.4 Categorías de calidad ambiental con base en los valores ponderados.**

<i>Sumatoria de valores ponderados (rango)</i>	<i>Calidad ambiental</i>
0-250	Mínima
250-350	Muy baja
350-450	Baja
450-550	Media
550-650	Alta
650-750	Muy alta
750-1000	Máxima

En este esquema se considera que las unidades ambientales que alcanzan valores por encima 650 puntos presentan un carácter relevante y singular con elevada calidad ambiental, mientras que las que se sitúan por debajo presentan una calidad ambiental no idónea.

El resultado de aplicar este esquema a la unidad ambiental Laguna La Salada de este trabajo se presenta en la tabla IV.11.5. Como se puede apreciar en la misma, la

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

## Capítulo IV

unidad ambiental 475 puntos en el valor ponderado lo que, conforme a la escala de la tabla IV.11.4, la ubica con una calidad ambiental media y no deseable para la conservación.

**Tabla IV.11.5 Valoración de la calidad de las unidades ambientales.**

<i>Elemento</i>	<i>Factor de peso (fP)</i>	<i>valor (v)</i>	<i>valor ponderado (VP)</i>
1.- Suelo	13	7	91
2.- Hidrología superficial	13	7	91
3.- Hidrología subterránea	13	7	91
4.- Vegetación	13	5	65
5.- Fauna	13	5	65
6.- Paisaje	13	4	52
7.- Presencia de singularidades	12	0	0
8.- Sociedad	10	2	20
Suma=	100		475

**IV.11.4 Análisis de los efectos del proyecto sobre la funcionalidad del ecosistema**

El Programa de Barrenación Laguna La Salada, es un proyecto de exploración de muy baja intensidad, que comprende el desarrollo de solamente dos barrenos de exploración con un diámetro de 5 pulgadas y profundidad de 70 m, con los que se pretende obtener muestras que permitan caracterizar la columna litológica. La barrenación requiere de la ocupación de dos planillas de 24 m X 5 m cada una, sin requerirse ninguna otra área adicional, pues el acceso será por caminos existentes. De esta forma, el proyecto solamente afectará 240 m<sup>2</sup> de la superficie de la laguna La Salada. Los materiales obtenidos por la barrenación serán removidos de los sitios para su análisis posterior

La baja intensidad y la poca área a afectar significan que el proyecto no tendrá incidencia significativa en los suelos, flora, fauna e hidrología superficial y subterránea del lugar. Solamente se afectarán los materiales geológicos que constituyen el lecho de la laguna, sobre los cuales no existen suelos propiamente, ni tampoco elementos de los otros componentes del medio. Además, no implica la extracción de agua del subsuelo. Por otra parte, no implica la generación de obras permanentes de ningún tipo ni dejará residuos en el lugar.

Una afectación temporal puede ser la generación de polvos producto de la barrenación y ahuyentación de la fauna por el ruido generado por la maquinaria. Sin embargo, ambos efectos son de carácter temporal y se tomarán medidas para mitigar la generación de polvos fugitivos. El ruido puede ser también un factor de molestia para la población de La Salada. Sin embargo, se considera que no representa un problema de consideración dada la distancia existente hacia la comunidad.

De esta forma, con base en lo anteriormente expuesto, el Programa de Barrenación Laguna La Salada no afectará la funcionalidad del ecosistema ni a los servicios que éste presta. En esto último hay que mencionar que el ecosistema que brinda servicios es regional y actualmente consiste de una mezcla irregular de zonas de "agroecosistema" y zonas naturales. El proyecto no tiene incidencia alguna a dicho nivel.



## **V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

El medio ambiente es un sistema dinámico integrado por componentes naturales y sociales que pueden ser modificados adversa o benéficamente por las distintas actividades al desarrollar un proyecto.

Para entender la naturaleza y extensión de los impactos potenciales y los cambios que se esperan en los componentes del ambiente, se hace un listado de las actividades relevantes del proyecto de exploración en cuestión y todos los factores o elementos del ambiente que pudieran verse afectados. Se diseña entonces una matriz de interacción basada en la matriz de Leopold y adaptada a las condiciones particulares del programa de barrenación laguna La Salada (Tabla V.1). En esta matriz se relacionaron las actividades del proyecto con los atributos ambientales; en la que cada intersección de renglón y columna determina el impacto potencial en las diferentes etapas del proyecto. Mediante este procedimiento se identifican cualitativamente los potenciales impactos del proyecto.

Las actividades del proyecto que se tomaron en cuenta para analizar las posibles interacciones con el medio ambiente se agrupan por etapas de acuerdo a lo siguiente. Estas actividades fueron descritas a detalle en el Capítulo II de esta MIA:

### **Etapas de preparación del sitio**

- Contrato de compañía de servicio
- Contratación de personal

### **Etapas de construcción y operación**

- Construcción de cárcamos
- Operación de la máquina barrenadora
- Uso de agua para barrenación
- Descarga de agua residual
- Transporte y manejo de combustible, aditivos y lubricantes (potenciales fugas)
- Riego de caminos y áreas con generación de polvos

### **Etapas de abandono**

- Limpieza y disposición de residuos en sitios autorizados
- Cierre de barrenos
- Suavización y/o escarificación del terreno
- Retiro de maquinaria y equipo

Por otro lado, se definieron los componentes del sistema ambiental que potencialmente podrían ser afectados por el desarrollo del proyecto, agrupándolos por factor ambiental de acuerdo a lo que se muestra en las filas de la tabla V.1

Dado que el programa de barrenación solo consistirá de dos barrenos, dentro del vaso de la laguna La Salada y se utilizarán caminos ya existentes para el acceso a los sitios de barrenación, no se esperan afectaciones significativas en el entorno natural. No obstante se analizan los impactos potenciales que pudieran presentarse y las medidas de mitigación aplicables.

## V.1 Identificación de los impactos ambientales

En las columnas de la matriz se incluyeron las actividades contempladas en cada una de las etapas del proyecto de exploración, que resultaron en un total de 12 actividades diferentes. En los renglones de la matriz, se incluyeron los atributos ambientales y socioeconómicos que pudieran presentar un cambio con la ejecución de las obras, evaluándose un total de 50 elementos (bióticos, abióticos y socioeconómicos). Se revisó las posibles interacciones de cada una de las actividades del proyecto con cada uno de los elementos del ambiente, identificando un total de 120 interacciones o impactos, las cuales se clasificaron según el tipo y grado de afectación esperada, usando la siguiente simbología:

A = Adverso significativo, cuando el impacto sobre el factor incide en forma negativa o lo puede modificar negativamente durante un lapso de tiempo prolongado.

a = Adverso poco significativo, cuando el factor incide en forma negativa, pero la alteración no se manifiesta en gran medida.

B = Benéfico significativo, en el caso en que la actividad prevista forma parte de una acción positiva o sus efectos repercuten sobre una acción positiva.

b = Benéfico poco significativo, cuando la actividad dentro de la obra, beneficia de alguna manera al medio.

Las celdas que quedan vacías en la matriz significan la ausencia de interacción entre algunas de las actividades del proyecto y algunos de los componentes del ambiente.

Se muestra enseguida la tabla V.1, con la calificación cualitativa de los impactos adversos y benéficos que se identifican para el proyecto.

Tabla V.1 Matriz de identificación de impactos en todas las etapas del programa de barrenación laguna La Salada.

		PREP. DEL SITIO		CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN						ABANDONO			
		Contrato de compañías de servicios	Contratación de personal	Construcción de cárcamos impermeabilizados	Operación de la máquina barrenadora	Uso de agua para la barrenación	Descarga de agua residual	Transporte y manejo de combustible, aditivos y lubricantes (potenciales fugas)	Riego de caminos y áreas con generación de polvos	Limpieza y disposición de residuos en sitios autorizados	Cierre de barrenos	Suavización y/o escarificación del terreno	Retiro de maquinaria y equipo
ABIÓTICO	A	Agua Superficial											
	A1	Patrón de drenaje											
	A2	Variación de flujo											
	A3	Calidad		BB			AA	AA	b	BB			b
	A4	Cuerpos de agua			a		a	a			b		
	B	Agua Subterránea											
	B1	Nivel freático											
	B2	Variación de flujo											
	B3	Recarga											
	B4	Régimen											
	B5	Calidad			a		a	a		b	BB		
	C	Suelo (sedimento superficial acumulado en el lecho de la laguna)											
	C1	Uso del suelo					a	a		b		b	
	C2	Infiltración		a								b	
	C3	Estructura-Estabilidad			AA							b	
	C4	Erosión							BB				
	C6	Calidad		BB			AA	AA		BB			
	C7	Depositación (sedimentación)		BB			AA		BB			b	
	C8	Compactación			AA							BB	
	D	Estrato geológico											
	D1	Recursos minerales			a								
	D2	Estructura y profundidad											
	D3	Estabilidad											
	E	Atmósfera											
	E1	Calidad del aire			AA				BB	b			
	E2	Ruido			AA								
	E3	Vibraciones			AA								
	F	Paisaje											
	F1	Relieve										b	
	F2	Cuencas y campos visuales			a				b	b		b	b
	F3	Calidad paisajística/escénica			a		a	a	b	BB	b	b	b
BIÓTICO	G	Flora											
	G1	Condiciones del Hábitat					a	a	b	b			
	G2	Cubierta vegetal					a	a					
	G3	Densidad y Abundancia Relativa											
	G4	Especies protegidas											
	G5	Especies de interés biológico											
	G6	Especies de interés comercial											
	H	Fauna											
	H1	Aves					a						
	H2	Reptiles			AA		a	a		b			
	H3	Mamíferos			AA		a	a					
	H4	Invertebrados					a	a					
MEDIO SOCIO-ECONOMICO Y CULTURAL	H5	Anfibios					a	a					
	H6	Especies protegidas			a		a	a		b			
	H7	Condiciones del Habitat					a	AA		BB			b
	I	Socio-economía											
	I1	Economía regional		b	b								
	I2	Empleos		BB	BB								
	I3	Servicios e infraestructura		b						b			
	I4	Ganadería								b			
	I5	Comercios		b	b								
	I6	Industria											
	I7	Minería		BB	BB								
	I8	Espacio rural							BB	BB			b
	I9	Calidad de vida y grado de marginación											
	I10	Seguridad y salud laboral		b	b	b		a	a	b			b
	I11	Seguridad y salud al público		b	b	b		a	AA	BB			b
	I12	Nivel educativo											

A:Impacto adverso significativo      aa:Impacto adverso poco significativo      B: Impacto benéfico significativo      bb:Impacto benéfico poco significativo

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo V**

Con base en el análisis realizado sobre la matriz de identificación de impactos (tabla V.1), se presenta un resumen en las tablas V.2 y V.3, encontrándose un total de 110 interacciones entre los atributos del ambiente y las actividades del programa de barrenación, de los cuales 14 se identificaron como impactos adversos significativos (con mayor repercusión en la componente Suelo (en este caso, no es propiamente suelo sino se refiere al sedimento acumulado en el lecho de la laguna) y 21 como impactos benéficos significativos (con mayor repercusión en la componente Socioeconómica).

El resto de las interacciones identificadas se catalogaron como impactos, adversos o benéficos, no significativos y de las cuales no se esperan cambios o alteraciones de importancia en el entorno natural, por lo que la valoración y análisis más detallado se enfocará solo a los impactos significativos con base en este primer cribado basado en la experiencia y juicio profesional del equipo evaluador.

**Tabla V.2 Resumen de la matriz de identificación de impactos ambientales adversos y benéficos, según la componente ambiental.**

<b>Factores Ambientales</b>	<b>A</b>	<b>a</b>	<b>B</b>	<b>b</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Agua superficial	2	3	2	3	10	<b>9.1</b>
Agua subterránea	0	3	1	1	5	<b>4.5</b>
Suelo	5	3	6	5	19	<b>17.3</b>
Estrato rocoso	0	1	0	0	1	<b>0.9</b>
Atmósfera	3	0	1	1	5	<b>4.5</b>
Paisaje	0	4	1	8	13	<b>11.8</b>
Flora	0	4	0	2	6	<b>5.5</b>
Fauna	3	13	1	3	20	<b>18.2</b>
Socioeconomía	1	3	9	18	31	<b>28.2</b>
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>34</b>	<b>21</b>	<b>41</b>	<b>110</b>	<b>100.0</b>
<b>%</b>	<b>12.7</b>	<b>30.9</b>	<b>19.1</b>	<b>37.3</b>	<b>100.0</b>	

**Simbología:** A = Adverso significativo, a = Adverso poco significativo, B = Benéfico significativo, b = Benéfico poco significativo.

En cuanto al desarrollo del proyecto, sus actividades se agrupan en: preparación del sitio, construcción y operación y abandono. Los impactos adversos se darían en la etapa de construcción y operación. La tabla V.3 presenta el resumen de los impactos cualitativos por etapas del proyecto.

**Tabla V.3 Resumen de la matriz de identificación de impactos según la etapa**

<b>Etapas</b>	<b>A</b>	<b>a</b>	<b>B</b>	<b>b</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Preparación del sitio	0	0	4	9	13	<b>11.8</b>
Construcción y operación	14	34	9	7	64	<b>58.2</b>
Abandono	0	0	8	25	33	<b>30.0</b>
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>34</b>	<b>21</b>	<b>41</b>	<b>110</b>	<b>100.0</b>
<b>%</b>	<b>12.7</b>	<b>30.9</b>	<b>19.1</b>	<b>37.3</b>	<b>100.0</b>	

**Simbología:** A = Adverso significativo, a = Adverso poco significativo, B = Benéfico significativo, b = Benéfico poco significativo.

De acuerdo a lo anterior, la matriz de identificación de impactos cualitativos arroja los siguientes resultados: los impactos benéficos significativos (21) superan a los impactos adversos significativos (14). Esto como se ha indicado es una apreciación cualitativa que no toma en cuenta la intensidad, repercusión y magnitud de los impactos, por lo

que el siguiente paso es intentar medirlos o valorarlos en forma menos subjetiva, de acuerdo a lo que se presenta más adelante, en la sección V.2.

## V.2 Evaluación de los impactos

La evaluación de los impactos permite a la empresa sustentar decisiones y mejorar el funcionamiento de sus procesos en términos de reducción de riesgos y ampliación de beneficios.

Derivado del análisis previo mediante el cual se identificaron los impactos significativos y poco significativos que se esperan por el desarrollo del proyecto de exploración, se hará ahora un escrutinio más detallado de los impactos que se consideraron significativos, para valorar su grado de significancia.

La metodología utilizada en la evaluación de los impactos es la de indicadores característicos (Lizárraga, 1981), modificada y adaptada a las condiciones particulares del proyecto y según los criterios del equipo evaluador. Mediante este método se asignan valores numéricos a una serie de características o criterios de valoración de los impactos, lo que permite cuantificar y equiparar los efectos adversos y benéficos al ambiente.

Las principales características que se considerarán para evaluar los impactos identificados son:

**Efectos a corto plazo.** Los efectos del impacto se empiezan a sentir inmediatamente.

**Efectos a largo plazo.** Los efectos se empiecen a manifestar o se prolongan después de mucho tiempo.

**Reversibilidad.** Un efecto puede ser reversible, parcialmente reversible o irreversible.

**Efectos directos.** El impacto produce efectos directos en la calidad del ambiente que son imputables a él.

**Efectos indirectos.** Los efectos que se presentan son causados indirectamente por el impacto, pero su relación está claramente establecida.

**Efectos acumulativos.** El impacto produce efectos que vienen a sumarse (aritmética o sinérgicamente) a condiciones ya presentes en el ambiente.

**Controlabilidad.** Los efectos que se presentan pueden ser controlables, parcialmente controlables o no controlables.

**Radio de acción.** Los efectos pueden manifestarse en parte o en toda la zona de estudio, e incluso sobrepasar sus fronteras físicas.

**Aplicaciones económicas.** Cualquier tipo de impacto producirá efectos que pueden tener, o no costos económicos imputables a él.

**Aplicaciones socio-culturales.** El costo sociocultural de un impacto puede ser desde nulo hasta severo.

**Implicaciones políticas.** Los efectos del impacto pueden tener implicaciones políticas desde nulas hasta severas.

Con el propósito de estandarizar la evaluación de los impactos, la escala de valores que se les asignó a estos indicadores característicos se ajustó a juicio del equipo evaluador con base en su experiencia y conocimiento del proyecto y el entorno ambiental (tabla V.4).

**Tabla V.4 Indicadores característicos de cualquier impacto y escala de valores asignada para definir su significancia.**

<b>Indicadores característicos del impacto ambiental</b>	<b>Escala de valores asignados</b>
Efectos a corto plazo	Nulo: 0 Inmediato y de duración muy corta: $\pm 1$ Duración hasta la etapa de preparación: $\pm 2$ Duración hasta la etapa de construcción: $\pm 3$ Duración hasta la etapa de operación: $\pm 4$ Duración hasta la etapa de abandono: $\pm 5$
Efectos a largo plazo	Duración de 1 a 5 años después de abandono: $\pm 1$ Duración hasta 10 años después de abandono: $\pm 2$ Duración hasta 20 años después de abandono: $\pm 3$ Duración hasta 30 años o más después de abandono: $\pm 4$ Duración persistente (residual): $\pm 5$
Efectos directos	Imperceptible: 0 Intensidad baja: $\pm 1$ Intensidad media: $\pm 2$ Intensidad alta: $\pm 3$ Intensidad muy alta: $\pm 4$ Intensidad severa (cumple o excede norma aplicable): $\pm 5$
Efectos indirectos	Repercusión nula: 0 Repercusión leve: $\pm 1$ Repercusión media: $\pm 2$ Repercusión alta: $\pm 3$ Repercusión muy alta: $\pm 4$ Repercusión severa: $\pm 5$
Efectos acumulativos	No acumulativo: 0 Acumulativo poco probable: $\pm 1$ Acumulativo probable: $\pm 2$ Acumulativo inevitable: $\pm 3$ Acumulativo y sinérgico probable: $\pm 4$ Acumulativo y sinérgico inevitable: $\pm 5$
Reversibilidad	Completamente reversible al terminar la actividad: 0 Completamente reversible con medida de mitigación: $\pm 1$ Parcialmente reversible con medida de mitigación: $\pm 2$ Irreversible en el corto plazo: $\pm 3$ Irreversible en el mediano plazo: $\pm 4$ Completamente irreversible: $\pm 5$
Controlabilidad	Totalmente controlable: $\pm 1$ Parcialmente controlable: $\pm 2$ Incontrolable en el corto plazo: $\pm 3$ , Incontrolable en el mediano plazo: $\pm 4$ Completamente incontrolable: $\pm 5$
Radio de acción	Puntual, dentro del polígono de obras mineras: $\pm 1$ Local dentro de la zona de estudio: $\pm 2$ Regional hasta 5 km de la zona de estudio: $\pm 3$ Regional hasta 20 km de la zona de estudio: $\pm 4$ Regional, más de 20 km de la zona de estudio: $\pm 5$
Implicaciones económicas, socioculturales y políticas	Nulas: 0 Ligeras: $\pm 1$ Medias: $\pm 2$ Altas: $\pm 3$ Muy altas: $\pm 4$ Severas: $\pm 5$

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo V**

Una vez analizados los impactos significativos sobre los diferentes atributos del ambiente, en este caso resumidos por cada etapa del proyecto, se suman las unidades de importancia de cada impacto, es decir los valores de cada una de las características que describen el impacto y se obtiene el Indicador Característico del impacto analizado:

$$IC_i = \sum \text{Unidades de importancia del impacto } i$$

Los valores extremos que se pueden obtener del Indicador Característico son:  
Para el caso más adverso -45 y para el caso más benéfico +45.

El valor de cada impacto ambiental se obtiene al multiplicar el Indicador Característico por un factor de peso total asignado a dicho impacto, de acuerdo a la prioridad de los objetivos de planeación del proyecto.

Al multiplicar el Indicador Característico por un factor de peso total se trata de ponderar el valor resultante de determinado impacto de acuerdo a los componentes de la estrategia que puedan ser afectados por el impacto particular analizado. El factor de peso total es la suma de los factores de peso aplicables al impacto analizado.

$$VI_i = IC_i * F_{pi}$$

Donde:

$VI_i$  = Valor del impacto  $i$

$IC_i$  = Sumatoria de las unidades de importancia de los impactos  $i$

$F_{pi}$  = Factor de peso total del impacto  $i$

Para el proyecto Programa de barrenación laguna La Salada los objetivos prioritarios y sus factores de peso que se le asignaron son:

a:	Búsqueda de recursos minerales	0.4
b:	Desarrollo económico de la región	0.3
c:	Protección y conservación del medio ambiente	0.3

Estos factores de peso se asignaron en forma consensada con todas las partes involucradas en esta evaluación y de acuerdo a los objetivos que persigue la empresa al desarrollar este proyecto.

Con base en estos criterios y de acuerdo con la identificación de impactos establecida en la matriz de cribado (tabla V.1), se desarrolla una matriz donde se registran los diferentes atributos del ambiente y las acciones que tendrán un impacto significativo en ellas, asignándole valores numéricos de acuerdo a las características de los impactos que se esperan según los atributos del ambiente, considerando los efectos más significativos que ejercerán las actividades del proyecto. Ver tabla V.5.

Los valores extremos de impacto serán de  $-45 * F_{pi}$  para el impacto más adverso y de  $45 * F_{pi}$  para el impacto más benéfico.

**Tabla V.5 Calificación y valor de impactos significativos en el Programa de barrenación laguna La Salada**

[illegible]



Criterio de calificación	EFECTOS A CORTO PLAZA					EFECTOS A LARGO PLAZA					EFECTOS DIRECTOS					EFECTOS INDIRECTOS					EFECTOS ACUMULATIVOS					REVERSIBILIDAD					CONTROLABILIDAD					RADIO DE ACCIÓN					IMPLICACIONES ECONÓMICAS, SOCIOCULTURALES Y POLÍTICAS														
	Nulo	Inmediato de duración muy corta	Duración hasta la etapa de planeación y evaluación	Duración hasta la etapa de preparación y construcción	Duración hasta la etapa de operación	Duración hasta la etapa de abandono	Duración hasta 5 años después de abandono	Duración hasta 10 años después de abandono	Duración hasta 20 años después de abandono	Duración de 30 años o más después de abandono	Duración persistente (residual)	Imperceptibles	Intensidad baja	Intensidad media	Intensidad alta	Intensidad muy alta	Intensidad severa (cumple o excede la norma aplicable)	Repercusión nula	Repercusión leve	Repercusión media	Repercusión alta	Repercusión muy alta	Repercusión severa	No acumulativo	Acumulativo poco probable	Acumulativo probable	Acumulativo inevitable	Acumulativo y sinérgico probable	Acumulativo y sinérgico inevitable	Completamente reversible al terminar la actividad	Completamente reversible con medida de mitigación	Parcialmente reversible con medida de mitigación	Irreversible en el corto plazo	Irreversible en el mediano plazo	Completamente irreversible	Totalmente controlable	Parcialmente controlable	Incontrolable en el corto plazo	Incontrolable en el mediano plazo	Completamente incontrolable	Puntual dentro del polígono del proyecto	Local dentro de la zona de estudio	Regional hasta 5 km de la zona de estudio	Regional hasta 20 km de la zona de estudio	Regional más de 20 km de la zona de estudio					Nulas	Ligeras	Medias	Altas	Muy altas	Severas
	0	±1	±2	±3	±4	±5	±1	±2	±3	±4	±5	0	±1	±2	±3	±4	±5	0	±1	±2	±3	±4	±5	0	±1	±2	±3	±4	±5	0	±1	±2	±3	±4	±5	±1	±2	±3	0	±1	±2	±3	±4	±5	0					±1	±2	±3	±4	±5	
<b>Socioeconomía</b>																																																							
<b>Empleos</b>																																																							
Contratación de compañías de servicios	P				4								2					1						0						0						1								5			2					15.0	0.7	10.5	a+b
Contratación de personal	P				4								2					1						0						0						1								5			2					15.0	0.7	10.5	a+b
<b>Minería</b>																																																							
Contratación de compañías de servicios	P				4								2						2					0						0						1								5		1						15.0	0.7	10.5	a+b
Contratación de personal	P				4								3						2					0						0						1								5		1						16.0	0.7	11.2	a+b
Operación de la máquina barrenadora	CyO				4								2						2					0						0							2				2									13.0	0.4	5.2	a		
<b>Espacio rural</b>																																																							
Riego de caminos y áreas con generación de polvos	CyO				4								2					1						0						0						1					1											10.0	0.3	3.0	c
Limpieza y disposición de residuos en sitios autorizados	A					5							2					1						0										4		1					1											15.0	0.3	4.5	c
<b>Seguridad y salud laboral</b>																																																							
Riego de caminos y áreas con generación de polvos	CyO				4								2						1					0						0						1					1											10.0	0.3	3.0	c
Limpieza y disposición de residuos en sitios autorizados	A					5							2					1						0										4		1				1												15.0	0.3	4.5	c
Transporte y manejo de combustible, aditivos y lubricantes (potenciales fugas)	CyO				-4								-1					-1						-1									-2			-2					-2										-14.0	0.4	-5.6	a	

Factor de ponderación:			
Búsqueda de recursos minerales	0.4	<b>a</b>	
Desarrollo económico de la región	0.3	<b>b</b>	
Protección y conservación del medio ambiente	0.3	<b>c</b>	

Etapas:

- P Preparación del sitio
- C y O Construcción y operación
- A Abandono

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

## Capítulo V

El análisis de la valoración cuantitativa (tabla V.5) permite observar lo siguiente en cuanto a impactos específicos:

El impacto negativo de mayor significancia podría presentarse en el suelo, principalmente en su calidad, por posibles derrames de hidrocarburos o sustancias y descargas de lodos de barrenación; seguido del potencial impacto a la calidad del aire, por emisiones de la máquina barrenadora y tráfico de vehículos, y en tercer término la potencial afectación a la fauna, principalmente por la operación de la máquina barrenadora y movimiento de vehículos y personas en la zona.

Los mayores impactos positivos se presentan en la componente socioeconómica, por la generación de empleos y contratación de servicios en la región, así como derrama económica en la zona.

Para obtener una evaluación global de los impactos ambientales (VIGIA) se resume en la tabla V.6 el valor de los impactos de acuerdo a cada componente ambiental.

**Tabla V.6 Resumen de los valores de impactos benéficos y adversos según la componente ambiental.**

<b>Agua superficial</b>			
	<b>negativo</b>	<b>positivo</b>	<b>total</b>
Calidad agua superficial	-12.4	9.3	-3.1
Subtotal			<b>-3.1</b>
<b>Agua subterránea</b>			
Calidad agua subterránea	0.0	4.8	<b>4.8</b>
Subtotal			<b>4.8</b>
<b>Suelo</b>			
Estructura-Estabilidad	-5.6	0.0	<b>-5.6</b>
Erosión	0.0	4.2	<b>4.2</b>
Calidad del suelo	-13.6	9.6	<b>-4.0</b>
Deposición (sedimentación)	-6.8	8.1	<b>1.3</b>
Compactación	-4.2	4.5	<b>0.3</b>
Subtotal			<b>-3.8</b>
<b>Atmósfera</b>			
Calidad del aire	-6.0	3.3	<b>-2.7</b>
Ruido	-4.0	0.0	<b>-4.0</b>
Vibraciones	-4.4	0	<b>-4.4</b>
Subtotal			<b>-11.1</b>
<b>Paisaje</b>			
Calidad paisajística	0.0	4.8	<b>4.8</b>
Subtotal			<b>4.8</b>
<b>Fauna</b>			
Reptiles	-4.8	0.0	<b>-4.8</b>
Mamíferos	-4.8	0.0	<b>-4.8</b>
Subtotal			<b>-9.6</b>
<b>Socio-economía</b>			
Empleos	0.0	21.0	<b>21.0</b>
Minería	0.0	26.9	<b>26.9</b>
Espacio rural	0.0	7.5	<b>7.5</b>
Salud y seguridad	-5.6	7.5	<b>1.9</b>
Subtotal			<b>57.3</b>

<b>Total</b>	<b>-72.2</b>	<b>111.5</b>	<b>39.3</b>
--------------	--------------	--------------	-------------

El valor global del impacto ambiental se obtiene mediante la sumatoria de todos los impactos positivos y negativos:

$$\text{VIGIA}_{\text{adversos}} = \sum \text{VI}(-) = -72.2$$

$$\text{VIGIA}_{\text{benéficos}} = \sum \text{VI}(+) = 111.5$$

El balance de los impactos adversos y benéficos resulta en un impacto global de:

**VIGIA= 39.3**

Se observa de esta valoración cuantitativa que el factor ambiental donde se concentran la mayor parte de los impactos adversos será el **suelo**, seguido de la **atmósfera** y en tercer término la **fauna**.

De acuerdo a las etapas del proyecto, los impactos adversos se darán en la etapa de construcción y operación.

En cuanto a los impactos benéficos, la componente social y la economía se verán impactadas a favor por la creación de empleos durante el desarrollo de este proyecto de exploración. También se beneficiarán otras componentes como el suelo, el agua superficial y subterránea al tomarse medidas para el control de derrames o descargas que puedan producirse durante la barrenación y medidas de protección al cierre de las obras.

Con la evaluación anterior se logra identificar e interpretar los impactos negativos del proyecto, así como las medidas de prevención y corrección que serán necesarias a fin de mitigar estos impactos. Se puede considerar que los potenciales impactos adversos del proyecto serán mitigados y compensados, por lo que las repercusiones en el ambiente no serán de cuidado.

### **V.3 Descripción de impactos adversos significativos**

#### Agua superficial

Los impactos adversos significativos de esta componente ambiental se podrían presentar principalmente en la calidad del agua superficial, en la etapa de construcción y operación, por potenciales descargas de agua residual y por potenciales fugas durante el transporte y manejo de combustible, aditivos y lubricantes.

Los impactos adversos significativos en la calidad del agua superficial tendrán una duración hasta la etapa de operación, serán de intensidad media, parcialmente reversibles con medida de mitigación y su radio de acción será puntual dentro del polígono del proyecto

#### Suelo

Los impactos adversos significativos se podrán ver reflejados en la estructura-estabilidad del suelo, la calidad, la depositación y la compactación, todos en la etapa de construcción y operación.

La estructura-estabilidad y la compactación se podrán ver afectados por la operación de la máquina barrenadora con una duración hasta la etapa de operación, con un efecto directo de intensidad media y será parcialmente reversible con medida de mitigación, parcialmente controlable y puntual dentro del polígono del proyecto.

La calidad del suelo y la depositación podrán ser afectadas por la descarga de agua residual y adicionalmente la calidad podrá ser afectada también por el transporte y manejo de combustibles, aditivos y lubricantes por posibles fugas. Estos impactos podrán tener una duración hasta la etapa de operación, con una intensidad media y serán parcialmente reversibles con medida de mitigación y puntuales dentro del polígono del proyecto.

#### Atmósfera

Las componentes de la atmósfera que podrían resultar afectadas por el desarrollo del proyecto son la calidad del aire, el ruido y las vibraciones, esto por la operación de la máquina barrenadora. Los posibles impactos tendrían un efecto a corto plazo con una duración hasta la etapa de operación y serían mayormente de intensidad media y completamente reversibles al terminar la actividad, parcialmente controlables y mayormente puntuales dentro del polígono del proyecto, a excepción de la calidad que podrá ser local dentro de la zona de estudio.

#### Flora

Es importante mencionar que durante las actividades del programa de barrenación laguna La Salada, no se afectará a las componentes de flora, esto debido a que no se realizará ningún tipo de desmonte.

#### Fauna

Las componentes ambientales que podrán ser afectadas dentro del grupo de fauna son los reptiles, mamíferos y condiciones del hábitat. Los impactos se podrán presentar en la etapa de construcción y operación por la operación de la máquina barrenadora y por el transporte y manejo de combustibles, aditivos y lubricantes. Se considera que todos los impactos a estas componentes podrán ser de intensidad media y podrán ser en su mayoría completamente reversibles al terminar la actividad, sólo en el caso de que ocurra un derrame o fuga accidental de algún tipo de combustible o lubricante, se considera que estos efectos serían parcialmente reversibles con medida de mitigación.

También se considera que todos los efectos adversos serán parcialmente controlables y puntuales dentro del polígono del proyecto.

#### Socio economía

Dentro del factor de socio economía, la única componente ambiental que se podrá ver afectada adversamente será la seguridad y salud laboral por el transporte y manejo de combustibles, aditivos y lubricantes en caso de ocurrir algún tipo de derrame o fuga de los mismos. Este potencial impacto podría tener una duración hasta la etapa de operación y podría ser de intensidad baja, parcialmente reversible con medida de mitigación, parcialmente controlable y podría ser local dentro de la zona de estudio.

En general todas las actividades del proyecto tendrán una repercusión benéfica en la socio economía.

## VI. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Impacto potencial	Medidas de mitigación
<p>Afectación a la calidad del agua superficial</p> <p>(Por descargas de lodos de barrenación en el vaso de la laguna La Salada y potenciales derrames de hidrocarburos o lodos de barrenación).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se construirán cárcamos impermeabilizados para captar el agua residual de la barrenación y lograr su sedimentación antes de re usarse o descargar al entorno natural.</li> <li>• Recirculación del agua de barrenación</li> <li>• Los combustibles, lubricantes o aditivos se almacenarán en contenedores tapados, en un sitio protegido con piso impermeable y muros de contención para el caso de derrames.</li> <li>• Todos los residuos se almacenarán en contenedores tapados y se enviarán a disposición periódicamente a sitios autorizados.</li> </ul>
<p>Alteración de la calidad del suelo</p> <p>(Se puede alterar la calidad del suelo por potenciales derrames de hidrocarburos o lodos de la barrenación)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los combustibles, lubricantes o aditivos se almacenarán en contenedores tapados, en un sitio protegido con piso impermeable y muros de contención para el caso de derrames.</li> <li>• Se utilizarán hojas plásticas o charolas para proteger el suelo durante maniobras con sustancias o combustibles. Se limpiará inmediatamente cualquier derrame de sustancias o combustibles en el suelo.</li> <li>• Todos los residuos se almacenarán en contenedores tapados y se enviarán periódicamente a sitios autorizados.</li> <li>• En caso de algún derrame accidental, se removerá y dispondrán adecuadamente los residuos de suelo contaminado.</li> </ul>
<p>Deposición del suelo</p> <p>(Puede ocasionarse por las emisiones de polvo que se sedimenten en el suelo y por descargas de aguas de barrenación lodosas que no se hayan decantado previamente).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se implantará un sistema de riego para controlar la deposición de partículas de polvo originadas por las diferentes actividades del proyecto, tales como el tráfico en caminos y las emisiones de la barrenación.</li> <li>• En el caso de la descarga de agua residual, los cárcamos impermeabilizados permitirán clarificar el agua y evitarán una mayor afectación por deposición.</li> </ul>
<p>Alteración de la calidad del aire</p> <p>(Por las emisiones de polvo por la barrenación y por emisiones del tráfico de maquinaria y vehículos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aplicarán riegos de agua en caminos y áreas con mayor generación de polvos.</li> <li>• Se dará mantenimiento de rutina a los vehículos, maquinaria y equipo de perforación para mejorar la calidad de sus emisiones.</li> </ul>
<p>Alteraciones por ruido</p> <p>(Por la operación de la maquinaria y equipo de perforación)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se dará mantenimiento al equipo de barrenación y se seguirán los lineamientos de la NOM-120-SEMARNAT-2011.</li> </ul>
<p>Alteraciones por vibraciones</p> <p>(Por la operación de la maquinaria y equipo de perforación)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se dará mantenimiento al equipo de barrenación y se seguirán los lineamientos de la NOM-120-SEMARNAT-2011.</li> </ul>

<p>Afectación de aves, reptiles, mamíferos y condiciones del hábitat de la fauna (Se espera cierto efecto en la fauna durante la operación de la maquinaria y equipo de perforación).</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseño adecuado de obras para minimizar la afectación del terreno, se espera un impacto mínimo de superficie (solo 240 m<sup>2</sup>).</li><li>• Se construirán cárcamos impermeabilizados para tratar las descargas de agua residual y no contribuir a descargas de lodos o aguas de barrenación, donde puede tomar agua la fauna silvestre.</li><li>• Se conducirá con precaución y bajas velocidades en los caminos de acceso, para evitar daño a mamíferos y reptiles que crucen los caminos.</li><li>• Todos los residuos se almacenarán en contenedores tapados y se enviarán a disposición a sitios autorizados.</li><li>• Monitoreo y supervisión.</li></ul>
---	--



## **VII. PRONÓSTICO AMBIENTAL**

### **VII.1 Pronósticos**

Con base en el diagnóstico ambiental presentado en apartados anteriores, en esta sección se efectúa una síntesis de los elementos analizados en la caracterización del sistema ambiental, lo que se hace con el propósito de caracterizar las repercusiones y alteraciones que implicarán la actuación que representan las obras del Programa de Barrenación Laguna La Salada. Las modificaciones al escenario reconocidas son la base para establecer la forma en que serán amortiguados los impactos con base en las medidas de prevención, control y mitigación que se proponen en las diferentes etapas del proyecto.

En lo que sigue primeramente se describe, en general, la condición actual de cada factor ambiental así como los cambios relevantes que se pronostican con el proyecto, para luego presentar los cambios que se esperan en cada atributo del ambiente (tabla VII.1.1).

## Programa de Barrenación Laguna La Salada

## Capítulo VII

Tabla VII.1.1 Pronósticos ambientales.

<i>Factor ambiental</i>	<i>Escenario sin proyecto</i>	<i>Escenario con proyecto, sin medida de mitigación</i>	<i>Escenario con proyecto y con medida de mitigación</i>
Agua superficial	<i>Cuerpo de agua, flujo de agua y patrón de drenaje.</i> - El sitio corresponde con el cuerpo lagunar intermitente denominado La Salada, que puede tener y contener agua durante el influjo asociado a la época de lluvias. Se mantiene seco por largos períodos por lo que predomina la evaporación sobre la aportación de agua, lo que da lugar a la precipitación de sedimentos químicos evaporíticos.	El proyecto se realizará cuando no exista agua lagunar en los dos sitios propuestos para barrenación y el acceso a los mismos. El proyecto no tendrá interacción cuando exista un cuerpo de agua en el vaso de la laguna ni con los lugares de entrada de agua a la misma. Además, al ser un cuerpo receptor cerrado, no existen patrones de drenaje. Por lo tanto, no causará ningún efecto sobre el flujo de agua hacia la laguna.	Similar, pues no aplican medidas de mitigación.
	<i>Calidad del agua superficial.</i> -	No se tuvieron datos disponibles de la calidad del agua, pero es de suponer que es un agua con alto contenido de sales, de acuerdo a muestreos hechos en otra laguna similar, donde se encontró valores de NaCl hasta de 4.4%. Se sospecha posible contaminación por desechos de basura y aguas grises y negras de la comunidad vecina de La Salada. La calidad del agua superficial, cuando existe en la laguna, puede alterarse pues (1) el proyecto utilizará agua para la barrenación, misma que puede contener alta cantidad de partículas finas y acumularse en la laguna; y (2) potencialmente puede haber derrames de hidrocarburos.	La calidad del agua superficial será mantenida, pues el agua utilizada en la barrenación solamente será liberada cuando no sea posible su recirculación por sobrecarga del sistema de cárcamos. En tal caso eventual, el agua descargada tendrá una calidad adecuada conforme a la normatividad correspondiente. Además, los hidrocarburos no alcanzarán al agua superficial ni al suelo pues se contendrán los residuos y se prevendrá el derrame de los mismos.
Agua subterránea	<i>Nivel freático y variación de flujo.</i> - El nivel estático en 1977 se ubicaba a 8 m desde la superficie en la orilla de la laguna. Se desconoce la profundidad en la actualidad. No se cuenta con datos relativos a la dirección de flujo.	El nivel freático y la dirección de flujo de agua subterránea no se altera por el proyecto, pues es muy poca el agua requerida para la barrenación y otras actividades (volumen no significativo). Además, no se utilizará agua proveniente del sitio sino que será comprada.	El escenario se mantiene pues no se requiere medidas de mitigación que no sea la recirculación del agua de barrenación, para efecto de utilizar el menor volumen posible.

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo VII**

<i>Factor ambiental</i>	<i>Escenario sin proyecto</i>	<i>Escenario con proyecto, sin medida de mitigación</i>	<i>Escenario con proyecto y con medida de mitigación</i>
Agua subterránea	<i>Recarga.</i> - La recarga del acuífero opera conforme a los procesos naturales y antrópicos que operan a nivel local y regional.	La recarga del acuífero se mantiene como en la actualidad pues el proyecto no interfiere con la misma.	Misma situación. No se requieren medidas de mitigación.
	<i>Calidad del agua.</i> - No se tuvo disponible información reciente de la calidad del agua subterránea del sitio. Solo se cuenta con dato reportado en la carta de aguas subterránea de INEGI que data de 1977, de una noria cercana de aprox 8 m de profundidad, que resultó en una agua altamente salina. Es de suponerse además una posible contaminación por desechos y aguas residuales (negras y grises) generadas por la comunidad La Salada y posibles agroquímicos de la agricultura regional.	La calidad actual del agua subterránea es afectada adversamente si es alcanzada por hidrocarburos producto de desechos o derrames	La calidad actual del agua subterránea se mantiene pues los hidrocarburos no alcanzarán al agua superficial ni al suelo pues se contendrán los residuos y se prevendrá el derrame de los mismos.
Suelo (se refiere a la parte superficial del material geológico sedimentario depositado en la laguna. No existe suelo propiamente)	<i>Estructura, estabilidad y compactación.</i> - Los materiales geológicos sedimentarios acumulados en la laguna mantienen su estructura y nivel de compactación, así como la estabilidad, con que se originaron. Estos aspectos se encuentran ya afectados en los caminos de acceso existentes.	En las planillas de barrenación, la operación de maquinaria y vehículos causan compactación que puede destruir las estructuras sedimentarias, mientras que en el interior de barreno se causa inestabilidad de sus paredes. Se incrementa la pérdida de estas características en los caminos de acceso, debido al incremento de paso de vehículos por el proyecto.	La compactación y la pérdida de estructura asociada, se mantienen al nivel mínimo posible, al realizarse solamente la cantidad de operaciones de maquinaria y vehículos necesarias para lograr el objetivo de exploración. Además sus dimensiones serán las mínimas factibles.
	<i>Infiltración.</i> - En los sitios de planillas ocurre una infiltración normal al estar bajo condiciones naturales. En los caminos de acceso existentes el material ha sido compactado por el tráfico de vehículos, afectando la infiltración.	Por la compactación (ver descripción inmediata anterior), se reduce la infiltración	La pérdida de infiltración se genera al nivel mínimo posible, a raíz de lo explicado inmediatamente arriba.

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****Capítulo VII**

<i>Factor ambiental</i>	<i>Escenario sin proyecto</i>	<i>Escenario con proyecto, sin medida de mitigación</i>	<i>Escenario con proyecto y con medida de mitigación</i>
Suelo (se refiere a la parte superficial del material geológico sedimentario depositado en la laguna. No existe suelo propiamente)	<i>Erosión.</i> - Los sitios de planillas se encuentran bajo condiciones naturales. Los caminos de acceso existentes han alterado las condiciones originales del material y, son por lo tanto, lugares propensos a la erosión.	Las áreas de planillas se afectan pudiendo dar lugar a erosión del material, si bien en un nivel leve por la nula pendiente de los sitios. La posibilidad de erosión en caminos se incrementa, aunque en forma leve.	Se minimiza la posibilidad de erosión, mediante el riego de caminos y la construcción adecuada de las planillas.
	<i>Calidad.</i> - El material presenta sus cualidades originales.	Se afecta la calidad por el derrame de hidrocarburos y otros desechos.	Se mantiene la calidad existente, esto con el manejo de hidrocarburos y de desechos, así como la prevención de derrames accidentales.
Estrato geológico	<i>Recursos minerales.</i> - En forma natural ocurren depósitos evaporíticos de posible valor económico	Existe pérdida mínima del recurso mineral a raíz de la extracción de muestras por barrenación.	No existe medida de mitigación.
Atmósfera	<i>Calidad del aire.</i> - No se cuenta con datos de la calidad del aire, pero se supone en general buena por ser una zona rural, sin industria pero con amplia distribución de agricultura en la región	El proyecto puede aportar polvos fugitivos por la barrenación y por el tránsito de vehículos en los caminos de acceso. Además, la operación de vehículos y maquinaria generará emisiones a la atmósfera. Los polvos pueden afectar a la población de La Salada	Las medidas de mitigación permitirán disminuir grandemente la emisión del polvo, con lo que no se afectará a la comunidad de La Salada y se esperaría que se mantenga dentro de norma. Además, las emisiones de los vehículos estarán dentro de los límites máximos permitidos por la normatividad.
	<i>Ruido.</i> - No existen mediciones de ruido en el sitio. Ante la ausencia de otras actividades generadoras de ruido, se considera que se encuentra dentro de los límites por la NOM-081-SEMARNAT-1994	La principal fuente de ruido constante será el proceso de barrenación, lo que puede afectar a la población de La Salada y ahuyentar la fauna del lugar.	Se dará mantenimiento continuo a la maquinaria y equipos generadores de ruido para llevar el ruido a un nivel aceptable para la población y mantenerlo en cumplimiento con la NOM-081-SEMARNAT-1994.
Paisaje	<i>Relieve.</i> - Relieve nulo.	Sin afectación al relieve	No se requieren medidas de mitigación.
	<i>Cuencas y campos visuales.</i> - El paisaje muestra los componentes antrópicos y naturales que actualmente ocurren en el escenario	Se añaden elementos visuales que no son armoniosos con el entorno, particularmente la maquinaria de barrenación	No es factible aplicar medida de mitigación. La operación de la maquinaria es temporal y sin efectos permanentes
	<i>Calidad paisajística/escénica.</i> - Calidad paisajística baja.	Se reduce la calidad paisajística por la operación de maquinaria.	No es factible aplicar medida de mitigación. La operación de la maquinaria es temporal y sin efectos permanentes

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

**Capítulo VII**

<i>Factor ambiental</i>	<i>Escenario sin proyecto</i>	<i>Escenario con proyecto, sin medida de mitigación</i>	<i>Escenario con proyecto y con medida de mitigación</i>
Flora	<i>Cubierta vegetal.</i> - Sobre algunas zonas del lecho de la laguna crecen herbáceas y algo de pasto. En la zona inmediata circundante, existe vegetación natural tipo pastizal halófilo principalmente.	Afectación por la construcción de planillas de barrenación y cárcamos de recolección de agua de barrenación.	La afectación será mínima al realizarse un buen diseño de obras y operación de las mismas.
	<i>Condiciones del hábitat.</i> - Condiciones naturales en la laguna, modificadas en la zona aledaña circundante por ganadería y elaboración de adobes.	Afectación del hábitat en la laguna por: (1) posible acumulación de agua excedente de barrenación, (2) por el desarrollo de las planillas de barrenación, (3) residuos y desechos, (4) derrames de hidrocarburos. En la zona aledaña al lecho de la laguna, el hábitat tendrá poca influencia.	La afectación será mínima al realizarse un buen diseño de obras, la construcción de cárcamos impermeabilizados para contener y recircular el agua de barrenación, una adecuado manejo y almacenamiento de sustancias, residuos y desechos. Los sitios serán restaurados al término del proyecto buscando regresar el hábitat a sus condiciones preproyecto.
Fauna	<i>Afectación a la fauna en general y a las condiciones del hábitat.</i> - Presencia de aves, reptiles y mamíferos en la laguna y zona circundante.	Además de las afectaciones al hábitat expuestas en flora (arriba), se generará ruido por la operación de maquinaria de barrenación y vehículos de apoyo. Además, estos últimos pueden arrollar a la fauna que cruce los caminos.	Además de las mitigaciones explicadas en flora (arriba), las afectaciones por ruido se reducirán lo máximo posible al buscar operar la maquinaria y vehículos lo mínimo necesario para lograr los objetivos del proyecto. Además, los vehículos se conducirán a bajas velocidades y con máxima precaución, minimizando la posibilidad de arrollar a la fauna. Una vez que cese el proyecto la fauna retornará al sitio.
Socio-economía	El componente socioeconómico del sistema opera actualmente en la forma normal para la región.	El proyecto no tendrá efectos negativos adversos en el componente socioeconómico	No aplica.

## VII.2 Programa de vigilancia ambiental

Se establecerá un programa de vigilancia y seguimiento en todas las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación y abandono) para asegurar que se apliquen todas las medidas de mitigación propuestas y los parámetros y especificaciones de la NOM-120-SEMARNAT-2011 (Anexo 1).

Se realizarán recorridos de supervisión periódicos y se registrará en bitácora las acciones de protección y control de los impactos al ambiente. Especialmente en lo referente al manejo de los residuos, se debe llevar registro de las entradas y salidas de residuos peligrosos (aceites usados, suelo y otros materiales contaminados de hidrocarburos) al almacén temporal, así como llenar y firmar los formatos de entrega-transporte-recepción al entregar los residuos peligrosos a empresa autorizada.

## VII.3 Conclusiones

El programa de barrenación consiste de dos barrenos de exploración, de circulación inversa, que implica la ocupación de una superficie de solo 240 m<sup>2</sup>, dentro del vaso de la laguna La Salada. Para el acceso al sitio se utilizarán caminos ya existentes, por lo que no implica la apertura de nuevos caminos.

La laguna La Salada es intermitente y representa la parte más baja del área de captación de escurrimiento de una microcuenca cerrada, por lo que carece de salida para el recurso hídrico. Dado que la evaporación es mayor que la alimentación de agua a la laguna, lo que es ayudado por el clima de la región, se ha generado en la misma un salar, siendo este precisamente el de interés de este programa de exploración.

El uso actual del suelo en la zona es principalmente para actividades pecuarias a pequeña escala, observándose pastoreo de ganado caprino y bovino, principalmente en la zona con pastizal natural que rodea a la laguna La Salada. Existe un poblado muy cerca (La Salada) al Oeste de la laguna, registrando también recolección de leña a nivel doméstico y fabricación de adobes, en la zona noreste, con el barro que se encuentra en el lugar.

El tipo de vegetación que rodea la laguna es principalmente pastizal halófilo y en menor proporción pastizal natural. También fue observado en el trabajo de campo una zona de matorral desértico micrófilo. No se identificaron especies de flora o fauna protegidas en las inmediaciones de la laguna La Salada.

En la zona alrededor, un poco más alejada del contorno de la laguna, se presentan extensos mosaicos de tierras de cultivo que ha propiciado una alta perturbación del ecosistema natural y se puede considerar más bien un agroecosistema.

Por ser un programa de barrenación de solo dos barrenos y que no considera obras adicionales, los impactos al ambiente se consideran de bajo alcance. La evaluación de los impactos muestra que la componente ambiental que pudiera afectarse en primer término es el suelo (lecho de la laguna), seguido de la calidad del aire y en tercer término la fauna.

Se espera que los efectos de este proyecto no alteren o dañen la integridad funcional del sistema ambiental en el que se insertarán las obras de exploración, ya que no se afectará vegetación y se aplicarán las medidas de prevención y mitigación adecuadas para disminuir cualquier efecto adverso al entorno natural.

No se prevé impactos residuales por este proyecto, pero si impactos benéficos en la componente socioeconómica, con la generación de empleos y el consumo de bienes y servicios en la región y comunidades cercanas.

**Programa de Barrenación Laguna La Salada****BIBLIOGRAFÍA**

- Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer, R. Jiménez, E. Muñoz y E. Vázquez (coordinadores). *Regiones hidrológicas prioritarias*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.
- Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México. (<http://www.conabio.gob.mx>).
- Bureau of Land Management (BLM), 1986. Visual Resource Inventory. EE.UU.: BLM, Manual H-8410-1, Rel. 8-28, 1/17/86.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Aguanaval, estado de Zacatecas. México: 30 de abril del 2002, 20 pp.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2015. Actualización de la disponibilidad de agua en el acuífero Aguanaval (3214), estado de Zacatecas. México: publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril del 2015.
- Fideicomiso para el Desarrollo de la Región Centro Occidente (FIDERCO), 2011. Análisis regional de la gestión del agua en la región centro occidente. Partes 1, 2 y 3, 244 pp.
- García Jiménez, Fuentes Mariles, O., Matías Ramírez, L.G., 2002. Sequías. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), Serie Fascículos, 36 pp.
- Gobierno del Estado de Zacatecas (GEZ), s/f. Programa hídrico estatal, visión 2030, Zacatecas. 113 pp.
- Gobierno del estado de Zacatecas. Plan Estatal de Desarrollo 2010-2016.
- Herrera Toledo, C., Landa, R., Rodríguez, A., Macías, S., 2012. Análisis del uso y manejo de los recursos hídricos en el Estado de Zacatecas. México: Banco Mundial, 80 pp.
- <http://www.conanp.gob.mx/>
- <http://www.diputados.gob.mx/>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2014. Diccionario de datos edafológicos, Escala 1:250,000 (versión 3). Aguascalientes, 55 pp.
- Litio Mex S.A. de C.V., 2011. Geología y yacimientos minerales del salar "La Salada", Fresnillo, Zacatecas. Reporte interno, 25 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2004. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. España: Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático.
- Mojarro Dávila, F., Echavarría Cháirez, F., Júnez Ferreira, H.E., Barrio Domínguez, N., Bautista Capetillo, C.F., Vélez Rodríguez, A., 2012. Políticas de manejo de acuíferos en México: caso Zacatecas. Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México, año 4, vol. 1, no. 7, p.13-16
- Núñez Peña, E.P., Cardona Benavides, A., Castro Larragoitia, J., 2006. Definición hidrogeoquímica del acuífero Aguanaval, Zacatecas. Datos preliminares. Revista

**Programa de Barrenación Laguna La Salada**

Digital de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Nueva época, Publicación cuatrimestral. 8, 9, 10 de noviembre 2006, vol. 2, no. 3 Especial. Resumen.

Para Todo México, 2016. Mesa del Centro Provincia Fisiográfica. <http://www.paratodomexico.com/geografia-de-mexico/relieve-de-mexico/provincia-mesa-del-centro.html>.

Programa estatal de desarrollo urbano y ordenación del territorio de Zacatecas, 2012.

Poder Ejecutivo Federal. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

Programa Sectorial Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018.

Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2012. ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 7 de septiembre de 2012.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2002. Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Minero: Modalidad Particular. SEMARNAT, 113 pp.

Secretaría de Obras Públicas (SECOP), 2010. Programa Subregional de Ordenamiento Territorial Zacatecas, Presidencia Municipales de Calera, Fresnillo, Gral. Enrique Estrada, Guadalupe, Morelos, Pánuco, Vetagrande, Zacatecas. Gobierno del Estado de Zacatecas, 177 pp.

Tetreault, D., 2015. Tres dimensiones de la crisis del agua en la región centro de Zacatecas, la agenda neoliberal y las alternativas. Texto preparado para la 1ª Sesión del Seminario de Pensamiento Crítico, Unidad Académica en Estudios del Desarrollo, Universidad Autónoma de Zacatecas. 29 pp.

Tomé Rodríguez, A., 2010. Línea Base de Paisaje: Proyecto Planta MDP Teno y Línea de Alta Tensión.