



# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

**DIRECCION GENERAL DE**  
IMPACTO Y RIESGO  
**AMBIENTAL**

# INDICE

## COPIA DEL PAGO DE DERECHOS

### RESUMEN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	1
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO.	3
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	4
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	5
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	6
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	7
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN	8
RFC, IFE, CEDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TECNICO	9

---

<b>COPIA DEL PLANO EJECUTIVO DEL PROYECTO (PLANTA EN CONJUNTO)</b>	<b>10</b>
<b>MEMORIA FOTOGRAFICA</b>	<b>11</b>
<b>LISTAS DE FLORA Y FAUNA</b>	<b>12</b>
<b>HOJAS DE SEGURIDAD (HDS)</b>	<b>13</b>
<b>ANEXO 1 DOCUMENTOS LEGALES (ACTA CONSTITUTIVA, PODER DEL REPRESENTANTE LEGAL E IDENTIFICACIÓN OFICIAL)</b>	

---

# CAPÍTULO I - DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	1
Tabla de Tablas	1
Tabla de Figuras	1
<b>1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Proyecto</b>	<b>2</b>
1.1.1. Nombre Del Proyecto	2
1.1.2. Estudio De Riesgo Y Su Modalidad	2
1.1.3. Ubicación Del Proyecto	2
1.1.4. Tiempo De Vida Útil Del Proyecto	5
1.1.5. Presentación De La Documentación Legal	5
<b>1.2. Promovente</b>	<b>5</b>
1.2.1. Nombre O Razón Social	5
1.2.2. Registro Federal De Contribuyentes Del Promovente	5
1.2.3. Nombre Y Cargo Del Representante Legal	5
1.2.4. Dirección Del Promovente O De Su Representante Legal	5
<b>1.3. Responsable Del Estudio De Impacto Ambiental</b>	<b>5</b>
1.3.1. Nombre O Razón Social	5
1.3.2. Registro Federal De Contribuyentes	6
1.3.3. Dirección Del Responsable Técnico Del Estudio	6
1.3.3.1. Teléfono(S)	6
1.3.3.2. Correo Electrónico	6
1.3.4. Participantes	6

## Tabla de Tablas

Tabla I-1 Coordenadas extremas del terreno	3
--	---

## Tabla de Figuras

Figura I-1 Coordenadas extremas del Proyecto	4
--	---

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

## 1.1. Proyecto

### 1.1.1. Nombre Del Proyecto

Fertilizantes del Norte (el "Proyecto")

El objetivo del Proyecto es construir una planta de fertilizantes de amoniaco-urea para la creación de 1 millón de toneladas de urea por año.

### 1.1.2. Estudio De Riesgo Y Su Modalidad

El Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) del Proyecto Fertilizantes del Norte, modalidad Análisis de Riesgo (QRA), es una parte integral del Capítulo V.

### 1.1.3. Ubicación Del Proyecto

El Proyecto se pretende desarrollar en un terreno rústico que se ubica entre la carretera federal 49 y la carretera de peaje no. 40D, aproximadamente 7,000 m al sur de poblado La Loma, en el municipio de Lerdo, Durango, a 21 km al suroeste de su cabecera municipal.

El predio del proyecto colinda con terrenos de agostadero sin uso actual. El terreno propuesto era tierra del [REDACTED], pero se ha privatizado antes de presentación de este MIA / está en proceso de privatizarse a medida que se presenta este MIA.

A continuación se presenta el plano de localización.

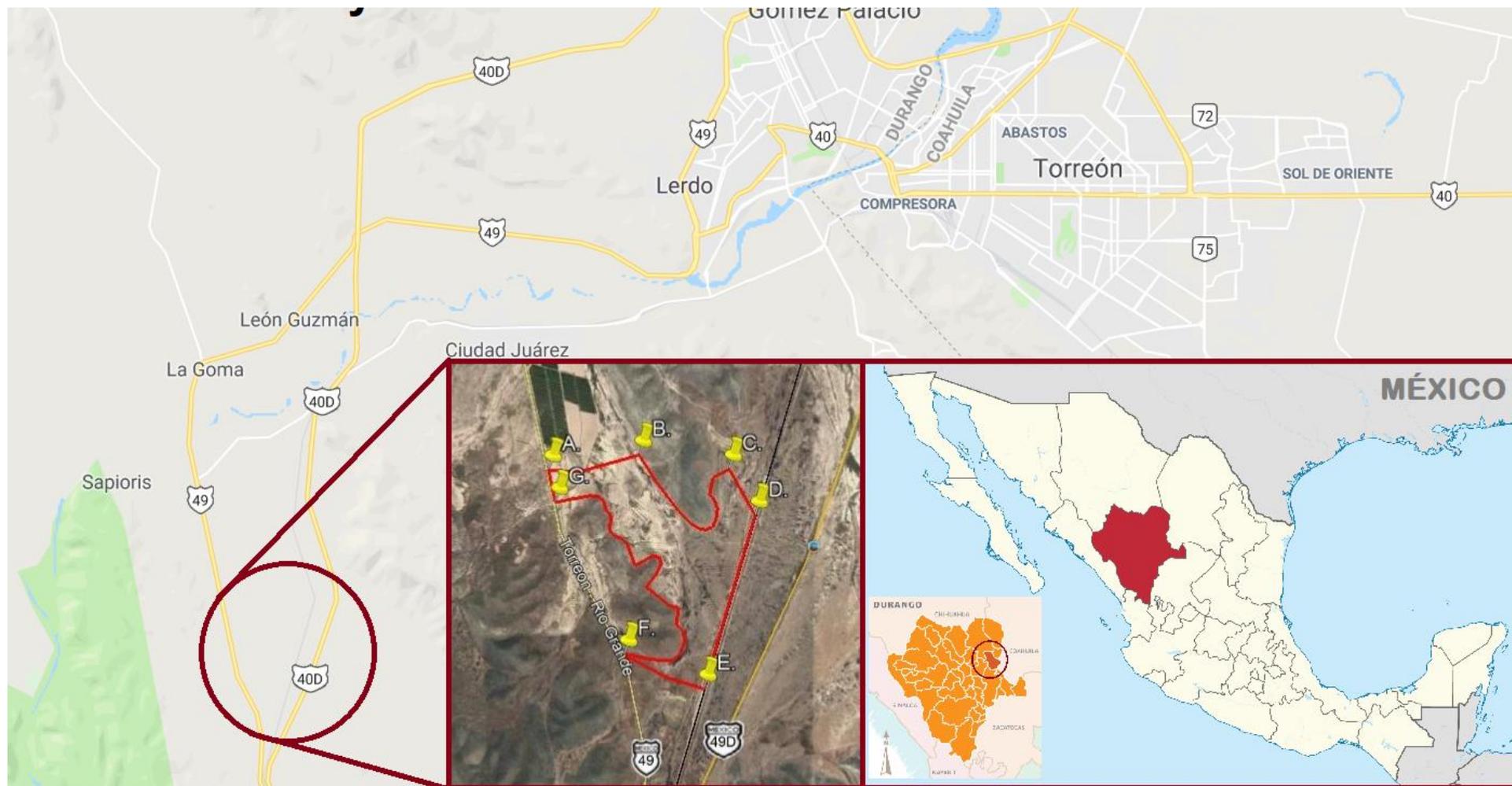
Coordenadas extremas (todas las coordenadas de polígono están incluidas en el *Anexo 2 - Coordenadas del Sitio del Proyecto*) UTM del terreno propuesto para la construcción del proyecto Fertilizantes del Norte:

Tabla I-1 Coordenadas extremas del terreno

Punto	Longitud	Latitud
A	25°24'2.83"N	103°40'43.28"W
B	25°24'7.25"N	103°40'14.42"W
C	25°24'2.57"N	103°39'44.13"W
D	25°23'48.70"N	103°39'35.89"W
E	25°22'57.62"N	103°39'52.81"W
F	25°23'8.73"N	103°40'20.07"W
G	25°23'52.73"N	103°40'41.13"W

El sitio es 153 hectáreas. La superficie de las instalaciones e infraestructura permanentes será de aproximadamente 59 hectáreas.

Figura I-1 Coordenadas extremas del Proyecto



#### 1.1.4. Tiempo De Vida Útil Del Proyecto

El Proyecto comprende las siguientes actividades y tiempos de ejecución:

Actividad	Duración Estimada
Preparación del sitio y construcción	48 meses
Instalación de equipos	39 meses
Puesta en marcha y pruebas	6 meses
Operación y mantenimiento	Mas de 40 años

#### 1.1.5. Presentación De La Documentación Legal

Se anexa documentación legal (ver *Anexo 1 – Documentación Legal*), la cual incluye

- Acta Constitutiva, que incluyo el Poder del Representante Legal.  
 [REDACTED] RFC de [REDACTED]
- Identificación del representante legal.

### 1.2. Promovente

#### 1.2.1. Nombre O Razón Social

[REDACTED]

#### 1.2.2. Registro Federal De Contribuyentes Del Promovente

[REDACTED]

#### 1.2.3. Nombre Y Cargo Del Representante Legal

[REDACTED]

[REDACTED]

#### 1.2.4. Dirección Del Promovente O De Su Representante Legal

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

### 1.3. Responsable Del Estudio De Impacto Ambiental

#### 1.3.1. Nombre O Razón Social

[REDACTED]

1.3.2. Registro Federal De Contribuyentes

[REDACTED]

1.3.3. Dirección Del Responsable Técnico Del Estudio

[REDACTED]

Cedula Profesional: [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

1.3.3.1. Teléfono(S)

[REDACTED]

[REDACTED]

1.3.3.2. Correo Electrónico

[REDACTED]

1.3.4. Participantes

Del Promotor:

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Del Responsable Del Estudio De Impacto Ambiental:

[REDACTED]

[REDACTED]

Para la preparación del sitio e información y planos de construcción. [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]

Para la Evaluación cualitativa de riesgos y modelo de dispersión, [REDACTED]

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]

Para el estudio de flora y fauna en el sitio, [REDACTED]

- [REDACTED] Coordinador, técnico forestal y experto en fauna.
- [REDACTED] Experta en fauna.
- [REDACTED] Experto en fauna.
- [REDACTED] Experta en vegetación.
- [REDACTED] Experto en vegetación.
- [REDACTED] Experta en vegetación.
- [REDACTED] Experta en vegetación.
- [REDACTED] Experto en vegetación.
- [REDACTED] Experta en vegetación.
- [REDACTED] Experta en vegetación.
- [REDACTED] Experta en vegetación.
- [REDACTED] Ayudante técnico

## CAPÍTULO II - DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	1
Tabla de Tablas	9
Tabla de Figuras	11
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Información General Del Proyecto.</b>	<b>12</b>
2.1.1 Naturaleza del Proyecto	12
2.1.1.1 Urea y el Sector Agrícola	12
2.1.1.2 Tecnología probada y confiable	14
2.1.2 Selección del sitio	14
2.1.2.1 General	15
2.1.2.2 Criterios de ubicación	15
2.1.2.2.1 Lista de criterios	15
2.1.2.2.2 Criterios	16
2.1.2.2.2.1 Disponibilidad de materia prima	16
2.1.2.2.2.2 Disponibilidad de terrenos adecuados	16
2.1.2.2.2.3 Elevación	16
2.1.2.2.2.4 Disponibilidad de infraestructura logística	16
2.1.2.2.2.5 Mercado geográfico de productos	17
2.1.2.2.2.6 Disponibilidad de mano de obra calificada	17
2.1.2.2.2.7 Contratistas calificados y acceso a servicios de mantenimiento	17
2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización	17
2.1.3.1 Plano Topográfico Actualizado	17
2.1.3.2 Plano de Conjunto del Proyecto	19
2.1.4 Inversión requerida	22
2.1.4.1 La Inversión	22
2.1.5 Dimensiones del Proyecto	23
2.1.5.1 Superficie Total del Predio	23
2.1.5.2 Superficie a Afectar	23
2.1.5.3 Superficie para obras permanentes	23
2.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias	27
2.1.6.1 Cuerpos de Agua	27
2.1.6.2 Metodología Para Determinar el Uso Actual de Suelo	28
2.1.6.3 Cambio de Uso de Suelo	28

2.1.7	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos _____	29
<b>2.2</b>	<b>Descripción de la obra o actividad y sus características _____</b>	<b>29</b>
2.2.1	Tipo de actividad o giro industrial. _____	29
2.2.2	La totalidad de los procesos y operaciones unitarias _____	32
2.2.2.1	Unidades de Proceso _____	32
2.2.2.1.1	Sección de amoníaco _____	33
2.2.2.1.1.1	General _____	33
2.2.2.1.1.2	Flujo del proceso _____	34
2.2.2.1.1.3	Descripción del proceso _____	35
2.2.2.1.1.3.1	Alimentación y combustibles _____	35
2.2.2.1.1.3.2	Alimentación de gas para desulfuración _____	36
2.2.2.1.1.3.3	Reforma primaria _____	36
2.2.2.1.1.3.4	Compresión de aire de proceso _____	36
2.2.2.1.1.3.5	Reforma secundaria _____	36
2.2.2.1.1.3.6	Conversión de CO cambio (HTS y LTS) _____	37
2.2.2.1.1.3.7	Eliminación de CO <sub>2</sub> _____	37
2.2.2.1.1.3.8	Metanación _____	37
2.2.2.1.1.3.9	El secado de Syngas _____	38
2.2.2.1.1.3.10	La purificación criogénica _____	38
2.2.2.1.1.3.11	Síntesis de compresión de gas _____	38
2.2.2.1.1.3.12	Síntesis del amoníaco _____	38
2.2.2.1.1.3.13	Gas amoníaco condensación y refrigeración _____	39
2.2.2.1.1.3.14	Purga en nodo de recuperación de amoníaco _____	39
2.2.2.1.1.3.15	Recuperación de hidrógeno y argón _____	40
2.2.2.1.1.3.16	Proceso de extracción de condensado _____	40
2.2.2.1.2	Sección de urea _____	40
2.2.2.1.2.1	General _____	40
2.2.2.1.2.2	Flujo de proceso _____	41
2.2.2.1.2.3	Descripción del proceso _____	42
2.2.2.1.2.4	Compresión de amoníaco y dióxido de carbono _____	43
2.2.2.1.2.4.1	Sección de síntesis _____	43
2.2.2.1.2.4.2	Sección de recirculación de baja presión _____	44
2.2.2.1.2.4.3	Sección de evaporación y condensación _____	44
2.2.2.1.3	Sección de granulación _____	45

2.2.2.1.3.1	General	45
2.2.2.1.3.2	Flujo de proceso	47
2.2.2.1.3.3	Descripción del proceso	48
2.2.2.1.3.3.1	Sistema de granulación	48
2.2.2.1.3.3.2	Sistema de aire	49
2.2.2.1.3.3.3	Sistema de manejo de productos	49
2.2.2.1.3.3.4	Recuperación polvos y tratamiento de emisiones	49
2.2.2.1.3.3.5	Emisión y recuperación de polvo del granulador	50
2.2.2.2	Sistemas de utilidades generales	51
2.2.2.2.1	Sistema de flare (antorcha) amoniaco	51
2.2.2.2.2	Caldera y sistema de vapor	52
2.2.2.2.2.1	General	52
2.2.2.2.2.2	Sistemas separados	53
2.2.2.2.2.2.1	Sistema de calderas agua-vapor	53
2.2.2.2.2.2.2	Sistema de purga	53
2.2.2.2.2.2.3	Equipo principal	54
2.2.2.2.2.2.4	Reducción de ruido	54
2.2.2.2.2.2.5	Emisión de gases	54
2.2.2.2.2.2.6	Efluente líquido	54
2.2.2.2.3	Sistema de gas natural	55
2.2.2.2.3.1	General	55
2.2.2.2.3.2	ISBL (límite de la planta interior) sistema de gas natural	55
2.2.2.2.3.2.1	Sistema de Gas Natural fuera de los límites de la planta (OSBL)	56
2.2.2.2.4	Sistema de nitrógeno (OSBL)	57
2.2.2.2.5	Sistema de aire de planta e instrumentos	57
2.2.2.2.6	Sistema diésel de energía de emergencia	58
2.2.2.2.7	Sistema de extinción de incendios	58
2.2.2.2.7.1	General	58
2.2.2.2.7.2	Sistema de protección contra incendios	59
2.2.2.2.7.3	Sistemas de alarma de detección de gases e incendios	61
2.2.2.2.7.4	Casa de bombas	62
2.2.2.3	Sistema de instrumentación y control	62
2.2.2.3.1	General	62
2.2.2.3.2	Sistema de detección basado en el láser	63

2.2.2.3.3	Sistema de control distribuido _____	66
2.2.2.3.4	Sistema de cierre de emergencia _____	67
<b>2.2.2.4</b>	<b>Sistema de almacenamiento y carga de amoníaco _____</b>	<b>68</b>
2.2.2.4.1	General _____	68
2.2.2.4.2	Sistemas críticos _____	70
2.2.2.4.2.1	Depósito de almacenamiento de amoníaco _____	70
2.2.2.4.2.2	Sistema de refrigeración de vapor de amoníaco _____	70
2.2.2.4.2.3	Sistema de carga de amoníaco _____	70
2.2.2.4.2.4	Almacenamiento de amoníaco agua de lavado y sistema inicial de lluvia _____	71
2.2.3	Continuidad. _____	71
2.2.4	La Capacidad de Diseño de los Equipos. _____	71
2.2.5	Comparación con Plantas Similares _____	71
2.2.5.1	Amoniaco _____	71
2.2.5.1.1	Comparación _____	71
2.2.5.1.2	Conclusión _____	74
<b>2.2.5.2</b>	<b>Urea _____</b>	<b>74</b>
<b>2.2.5.3</b>	<b>Granulación de urea _____</b>	<b>76</b>
2.2.6	Los Puntos y Equipos Donde Se Generarán Contaminantes al Aire, Agua y Suelo _____	76
2.2.7	Sistemas Para Reutilizar y Minimizar el Uso del Agua. _____	77
<b>2.2.7.1</b>	<b>General _____</b>	<b>77</b>
<b>2.2.7.2</b>	<b>Suministro de agua _____</b>	<b>77</b>
<b>2.2.7.3</b>	<b>Descripción del Sistema de Agua _____</b>	<b>78</b>
2.2.7.3.1	Descripción _____	78
2.2.7.3.1.1	Sistema de purificación de agua cruda (incluyendo el agua de extinción de incendios, agua potable) _____	78
2.2.7.3.1.1.1	Agua contra incendio _____	79
2.2.7.3.1.1.2	Sistema de tratamiento de lodos _____	80
2.2.7.3.1.1.3	Sistema de tratamiento de agua potable _____	80
2.2.7.3.1.2	Sistema de agua de enfriamiento de circulación _____	80
2.2.7.3.1.3	Depósito de agua de servicio _____	82
2.2.7.3.1.4	Estación de agua desmineralizada _____	82
2.2.7.3.1.5	Estación de agua de reúso _____	83
2.2.7.3.1.6	Aguas residuales del sistema de extracción de amoníaco _____	84
2.2.7.3.1.7	Sistema de tratamiento de aguas residuales _____	86

2.2.7.3.1.7.1	Tratamiento sanitario de aguas residuales _____	86
2.2.7.3.1.7.2	Colección de aguas residuales químicas _____	87
2.2.7.3.1.7.2.1	Niveles de efluentes líquidos de la colección de aguas residuales químicas (CWWC):	88
2.2.7.3.1.7.2.2	Niveles de residuos sólidos de la CWWC: _____	89
2.2.7.3.1.8	Sistema de línea de suministro de agua y drenaje _____	89
2.2.7.3.1.9	Lavado y agua de lluvia _____	90
2.2.7.3.1.10	Aguas residuales sanitarias _____	91
2.2.7.3.1.11	Otros sistemas de agua (seguridad del personal) _____	91
2.2.8	Recuperación de Energía. _____	91
<b>2.2.8.1</b>	<b>Sistemas de vapor _____</b>	<b>91</b>
2.2.8.1.1	General _____	91
2.2.8.1.2	Especificaciones del sistema de vapor y balance de vapor _____	92
2.2.8.1.2.1	Descripción de cada red de tuberías de vapor _____	92
2.2.8.1.3	Descripción del Sistema de Proceso _____	93
2.2.8.1.3.1	Sistema de combustión _____	93
2.2.8.1.3.2	Agua de la caldera-sistema de vapor _____	94
2.2.8.1.3.3	Sistema de purga _____	94
2.2.8.1.3.4	Sistema deaireador y BFW _____	95
2.2.8.1.3.5	Sistema de dosificación química _____	95
2.2.8.1.3.6	Sistema de muestreo _____	96
<b>2.2.8.2</b>	<b>Conservación de la energía en la planta de amoníaco _____</b>	<b>96</b>
<b>2.3</b>	<b>Programa general de trabajo _____</b>	<b>97</b>
<b>2.4</b>	<b>Preparación del sitio _____</b>	<b>97</b>
2.4.1	General _____	97
2.4.2	Consideraciones generales _____	98
2.4.3	Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones _____	99
<b>2.5</b>	<b>Descripción de las obras y actividades provisionales del Proyecto _____</b>	<b>100</b>
<b>2.6</b>	<b>Eta de construcción _____</b>	<b>100</b>
2.6.1	General _____	100
2.6.2	Anexos _____	100
2.6.3	Proceso _____	101

2.6.4	Materiales, Obra, Maquinaria y Equipo _____	102
<b>2.6.4.1</b>	Obra _____	102
<b>2.6.4.2</b>	Maquinaria y Equipo _____	103
<b>2.6.4.3</b>	Agua, Electricidad y Diesel _____	103
2.6.5	Personal _____	104
2.6.6	Gestión de aguas residuales y materiales peligrosos. _____	104
<b>2.6.6.1</b>	Calidad del aire durante de preparación y construcción _____	104
<b>2.6.6.2</b>	Polvo fugitivo _____	104
<b>2.6.6.3</b>	Manejo de químicos y sustancias peligrosas _____	104
<b>2.6.6.4</b>	Manejo de residuos solidos _____	105
<b>2.6.6.5</b>	Residuos peligrosos _____	105
<b>2.6.6.6</b>	Captación de Agua y Agua Residual _____	106
<b>2.6.6.7</b>	Cantidades de Residuos _____	107
<b>2.7</b>	<b> Etapa de operación y mantenimiento _____</b>	<b>107</b>
2.7.1	Tipo de Productos _____	107
<b>2.7.1.1</b>	Amoníaco _____	107
2.7.1.1.1	Producción _____	108
2.7.1.1.2	Uso agrícola _____	108
2.7.1.1.3	Prácticas de manejo _____	109
2.7.1.1.4	Usos no agrícolas _____	109
<b>2.7.1.2</b>	Urea _____	109
2.7.1.2.1	General _____	109
2.7.1.2.2	Fertilizante _____	110
2.7.2	Tecnologías que se Utilizarán _____	110
<b>2.7.2.1</b>	Amoníaco _____	110
2.7.2.1.1	General _____	110
2.7.2.1.2	Aplicaciones comerciales _____	110
2.7.2.1.3	Información tecnológica _____	111
2.7.2.1.4	Valores y beneficios _____	111
2.7.2.1.5	Convertidor de síntesis de amoníaco horizontal _____	112
2.7.2.1.6	Descripción detallada del proceso _____	112
<b>2.7.2.2</b>	Urea _____	112
2.7.2.2.1	General _____	113
2.7.2.2.2	Información técnica _____	113

2.7.2.2.3	Tratamiento de aguas residuales	114
2.7.2.2.4	Descripción detallada del proceso	116
<b>2.7.2.3</b>	<b>Granulación</b>	<b>116</b>
2.7.2.3.1	General	116
2.7.2.3.2	Información técnica	116
2.7.2.3.3	Características del proceso	116
2.7.2.3.4	Descripción detallada del proceso	117
2.7.3	Volumen y Tipo de Agua	118
2.7.4	Energía	118
2.7.5	Maquinaria y Equipo	118
2.7.6	Infraestructura de Operaciones	118
<b>2.7.6.1</b>	<b>Infraestructura de operaciones</b>	<b>118</b>
<b>2.7.6.2</b>	<b>Red de carreteras</b>	<b>118</b>
<b>2.7.6.3</b>	<b>Instalaciones de distribución de urea</b>	<b>119</b>
<b>2.7.6.4</b>	<b>Instalaciones de distribución de amoníaco</b>	<b>120</b>
<b>2.7.6.5</b>	<b>Estacionamiento para camiones</b>	<b>120</b>
<b>2.7.6.6</b>	<b>Sistema de drenaje</b>	<b>120</b>
<b>2.7.6.7</b>	<b>Seguridad y control de acceso</b>	<b>120</b>
2.7.6.7.1	Sistema de CCTV:	120
2.7.6.7.2	Sistema de control de acceso:	121
2.7.6.7.3	Sistema de detección de intrusiones:	122
2.7.7	Tipo y Cantidad de Sustancias y Materiales, y Otros Recursos Naturales	122
<b>2.7.7.1</b>	<b>Mantenimiento e Inspección</b>	<b>122</b>
2.7.7.2	Seguridad de los Procesos	123
2.7.8	Generación, Manejo y Descarga de Aguas Residuales	125
2.7.9	Descripción de los sistemas de agua.	125
2.7.10	Lodos	126
<b>2.8</b>	<b>Otros insumos</b>	<b>126</b>
2.8.1	Sustancias no peligrosas	126
2.8.2	Sustancias peligrosas	128
<b>2.9</b>	<b>Descripción de las obras asociadas al proyecto</b>	<b>131</b>
2.9.1	Caminos de Acceso, Incluyendo Vías Férreas	131
2.9.2	Líneas de Transmisión y Subestaciones Eléctricas	131

2.9.3	Áreas Recreativas y Campos Deportivos Para los Trabajadores.	132
2.9.4	Sistemas Para la Captación de Agua Pluvial o Superficial.	132
2.9.5	Pozos de Agua.	133
2.9.6	Plantas Para el Tratamiento Previo de Agua.	133
2.9.7	Líneas y Ductos	133
2.9.8	Áreas Administrativas y de Servicios	133
2.9.8.1	General	133
2.9.8.2	Tipo 1	134
2.9.8.3	Tipo 2	134
2.9.8.4	Tipo 3	135
2.9.8.5	Tipo 4	135
<b>2.10</b>	<b>Etapas de Abandono del Sitio</b>	<b>135</b>
2.10.1	General	135
2.10.2	Actividades de rehabilitación o restitución del sitio	136
2.10.2.1	Evaluación ambiental	136
2.10.2.2	Desmantelamiento	136
2.10.2.3	Deconstrucción y demolición	137
2.10.2.4	Remediación	137
2.10.2.5	Rehabilitación	137
2.10.2.6	Monitoreo y mantenimiento	137
<b>2.11</b>	<b>Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera</b>	<b>138</b>
2.11.1	Fase de operaciones	138
2.11.1.1	General	138
2.11.1.1.1	Anexos	138
2.11.1.2	Las emisiones de las instalaciones de Fertilizantes del Norte	139
2.11.1.2.1	Unidad de amoníaco	139
2.11.1.2.1.1	Emisiones gaseosas de amoníaco	139
2.11.1.2.1.2	Efluentes líquidos de la unidad de amoníaco	143
2.11.1.2.2	Unidad de urea	143
2.11.1.2.2.1	Emisiones gaseosas de la unidad de urea	143
2.11.1.2.2.2	Efluentes líquidos de la unidad de urea	144
2.11.1.2.3	Unidad de granulación de urea, almacenamiento y manipulación	144

2.11.1.2.3.1	Emisiones gaseosas de la unidad de granulación de UREA _____	144
2.11.1.2.3.2	Emisiones gaseosas del sistema de almacenamiento y manipulación de urea. _____	145
2.11.1.2.4	Caldera auxiliar _____	146
2.11.1.2.4.1	Emisiones _____	146
2.11.1.2.4.2	gaseosas de la caldera auxiliar _____	147
2.11.1.2.4.3	Efluente líquido de la caldera auxiliar _____	148
2.11.1.2.5	Decapamiento de aguas residuales _____	148
2.11.1.2.5.1	Emisiones gaseosas del decapamiento de aguas residuales _____	148
2.11.1.2.5.2	_____	149
2.11.1.2.5.3	Efluentes líquidos del decapamiento de aguas residuales _____	149
2.11.1.2.6	Almacén de amoniaco _____	149
2.11.1.2.6.1	Efluentes líquidos del almacén de amoniaco _____	149
2.11.1.2.7	Unidad de desmineralización _____	149
2.11.1.2.7.1	Efluente líquido de la unidad de desmineralización _____	149
2.11.1.2.8	Tratamiento de aguas residuales _____	150
2.11.1.2.8.1	Efluentes líquidos de tratamiento de aguas residuales _____	150
2.11.1.2.9	Estación de reúso de agua _____	151
2.11.1.2.9.1	Efluente líquido de la estación de agua de reutilización _____	151
<b>2.11.1.3</b>	<b>Emisiones combinadas _____</b>	<b>151</b>
2.11.1.4	Emisiones al aire de la Planta de Amoniaco a toda su capacidad _____	154
2.11.1.4.1	Gestión de la calidad del aire durante la construcción _____	156
2.11.1.4.1.1	Monitoreo de las emisiones de las plantas de amoníaco y urea _____	156
2.11.1.4.1.1.1	Control de las emisiones de amoníaco _____	156
2.11.1.4.1.1.2	Monitoreo de emisiones de la planta de Urea _____	157
2.11.1.4.2	Emisiones de CO <sub>2</sub> durante la fase operativa _____	158
2.11.1.4.2.1	Generación de energía híbrida _____	158
2.11.1.4.3	Conservación de la energía _____	159
<b>2.12</b>	<b>Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos _____</b>	<b>159</b>

## Tabla de Tablas

Tabla II - 1. Coordenadas del Proyecto _____	21
Tabla II - 2. Superficies del Proyecto _____	23
Tabla II - 3. Características del amoniaco _____	33

Tabla II - 4. Niveles de presión _____	52
Tabla II - 5. Coordenadas de la estación de gas natural _____	57
Tabla II - 6. Comparación de tecnologías _____	72
Tabla II - 7. Consumos típicos _____	76
Tabla II - 8. Comparación del uso del agua en diferentes industrias _____	81
Tabla II - 9. Parámetros de descarga de contaminantes _____	88
Tabla II - 10. Niveles de residuos sólidos _____	89
Tabla II - 11. Niveles de vapor _____	92
Tabla II - 12. Áreas del proyecto _____	101
Tabla II - 13. Materiales, Maquinaria y Equipo _____	102
Tabla II - 14. Personal por contratar _____	104
Tabla II - 15. Residuos generados en la construcción _____	107
Tabla II - 16. Parámetros de descarga de aguas _____	125
Tabla II - 17. Cantidad de lodos _____	126
Tabla II - 18. Consumo de catalizadores _____	127
Tabla II - 19. Consumo de sustancias químicas y reactivos _____	128
Tabla II - 20. Emisiones gaseosas de amoniaco _____	139
Tabla II - 21. Efluentes líquidos de la unidad de amoniaco _____	143
Tabla II - 22. Emisiones de la unidad de urea _____	143
Tabla II - 23. Efluentes líquidos de la unidad de urea _____	144
Tabla II - 24. Emisiones de la unidad de granulación de urea _____	144
Tabla II - 25. Emisiones del Sistema de almacenamiento de Urea _____	145
Tabla II - 26. Emisiones de la caldera auxiliar _____	147
Tabla II - 27. Efluente de la caldera auxiliar _____	148
Tabla II - 28. Emisiones gaseosas del decapamiento de aguas residuales _____	148
Tabla II - 29. Efluentes líquidos del decapamiento de aguas residuales _____	149
Tabla II - 30. Efluentes líquidos del almacén de amoniaco _____	149
Tabla II - 31. Efluentes de la unidad de desmineralización _____	150
Tabla II - 32. Efluentes del tratamiento de aguas residuales _____	150
Tabla II - 33. Efluentes de la estación de agua de reuso _____	151
Tabla II - 34. Emisión de SO <sub>2</sub> _____	151
Tabla II - 35. Emisiones de NO <sub>x</sub> _____	152
Tabla II - 36. Emisión de polvos Urea _____	152
Tabla II - 37. Emisiones de NH <sub>3</sub> _____	153

<i>Tabla II - 38. Emisiones de la Planta de Amoniaco a toda su capacidad</i>	154
<i>Tabla II - 39. Emisiones al aire de la Planta de Urea a toda su capacidad</i>	154
<i>Tabla II - 40. Emisiones al aire de la caldera</i>	154
<i>Tabla II - 41. Parámetros de control, efluentes líquidos</i>	155

### Tabla de Figuras

<i>Figura II - 1. Plano con topografía del terreno</i>	18
<i>Figura II - 2. Plano de conjunto del Proyecto</i>	19
<i>Figura II - 3. Polígono del Proyecto (1)</i>	20
<i>Figura II - 4. Polígono del Proyecto (2)</i>	22
<i>Figura II - 5. Diagrama Simplificado de Bloques del Proceso.</i>	32
<i>Figura II - 6. Diagrama de flujo de la Planta de Amoniaco (simplificado)</i>	35
<i>Figura II - 7. Diagrama de flujo de la Planta de Urea (simplificado)</i>	41
<i>Figura II - 8. Diagrama de flujo de la Planta de Granulación de Urea (simplificado)</i>	48
<i>Figura II - 9. Tanque de Amoniaco</i>	65
<i>Figura II - 10. Comparación de tecnologías</i>	75
<i>Figura II - 12. Diagrama de flujo producción de urea</i>	114

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1 Información General Del Proyecto.

#### 2.1.1 Naturaleza del Proyecto

En este sentido, el proyecto denominado Fertilizantes del Norte promovido por la empresa [REDACTED] [REDACTED] incide en las actividades asociadas a las actividades agrícolas y basa su justificación en la cadena productiva del sector agrícola en México. El proyecto objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental consiste en el diseño, preparación del sitio, construcción, instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento de una planta para la producción de Urea.

##### 2.1.1.1 Urea y el Sector Agrícola

La Urea es un fertilizante muy importante para el sector agricultura. La agricultura es una de las actividades económicas de mayor tradición en México, practicada desde la época prehispánica y fuente de la expansión regional desde la Colonia. Ha estado presente en el desarrollo del país como un factor importante de modernización y avance.

Económicamente la agricultura es parte fundamental para el desarrollo de nuestro país. El sector contribuye con el 3.3 por ciento del Producto Interno Bruto Nacional según cifras del Banco Central de México (Banxico).<sup>1</sup> En el cuarto trimestre de 2018, según el informe de Información Laboral de la Subsecretaría de Empleo y Productividad Laboral generó cerca de **7 millones de empleos directos**. El estado de Durango representa un 2%<sup>2</sup> de la producción agrícola del país.

Económicamente, la agricultura es una parte fundamental del desarrollo de México en un próspero y saludable país desarrollado. A mediados de la década de 1990, el sector agrícola mexicano cambió drásticamente de un sector creciente y líder en un sector que luchaba por generar crecimiento a niveles lo suficientemente altos como para mantenerse al día con la demanda interna. Esto es principalmente el resultado del colapso de la producción nacional de fertilizantes y la presión de los cereales importados de los Estados Unidos en el marco del TLCAN. Los granjeros mexicanos simplemente no tenían las herramientas de fertilizantes que mejoran el rendimiento para competir contra los agricultores estadounidenses. Numerosos estudios a largo plazo han demostrado las aportaciones de fertilizantes para el sostenimiento de

<sup>1</sup> [www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx) - Sistema de Información Económica - Producto Interno Bruto - (CR142)

<sup>2</sup> <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

los rendimientos de los cultivos. Por ejemplo, estudios a largo plazo en Oklahoma muestran una disminución del rendimiento de trigo del 40 por ciento sin adiciones regulares de N y P. Un estudio a largo plazo en Missouri descubrió que el 57 por ciento del rendimiento del grano era atribuible a las adiciones de fertilizantes y cal. Del mismo modo, los ensayos a largo plazo de Kansas demuestran que el 60 por ciento del rendimiento del maíz era atribuible a los fertilizantes N y P.

Según Adrian Duhalt PhD en la Universidad Rice, la industria de fertilizantes nitrogenados en México fue llevada a una parada casi a finales de 1990, y la industria agrícola se volvió dependiente de las importaciones de fertilizantes. En la actualidad, aproximadamente el 70 por ciento del consumo interno de fertilizantes nitrogenados en México está lleno de importaciones, con urea que representa el 76,9 por ciento de todas las importaciones de fertilizantes nitrogenadas entre 1996 y 2013 (base de datos COMTRADE de la ONU 2014). Este colapso fue un factor clave detrás de la creciente dependencia de México de las importaciones de alimentos básicos, incluidos el maíz, los frijoles, el sorgo, el arroz y el trigo. Las estimaciones oficiales sitúan la cifra en el 43 por ciento, demostrando la ineficiencia y los defectos estructurales del sector agrícola mexicano, que no pudo competir con la agroindustria estadounidense después de que el Tratado de libre comercio de América del norte se aprobó en 1994.<sup>3</sup>

La organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) argumenta que un país está en riesgo cuando importa más del 25 por ciento de sus alimentos básicos. Revertir la dependencia de las importaciones agrícolas de México y volverse autosuficiente significa fortalecer la industria de la urea mexicana. El desarrollo de la agricultura y la seguridad alimentaria en México requiere plantas productivas con tecnologías avanzadas para la fabricación de fertilizantes a base de nitrógeno como la urea, que operan con sistemas y apoyos fiables y seguros. Esto es fundamental para el desarrollo de la industria agrícola y la seguridad alimentaria en México.

Durante las últimas décadas México dependía solamente de las importaciones de urea y por su demanda de amoníaco una parte significativa se ha importado durante décadas. La importación total de urea fue de 1.891.973,40 toneladas métricas en 2017 según la SEMARNAT. El proyecto seleccionó para diseñar, construir y operar una planta de urea con una capacidad de 1 millón de

---

<sup>3</sup>Adrian Duhalt, pH. d., la cadena de valor de la urea en México: desde el suministro de gas natural hasta las importaciones de grasas de alimentos básicos, publicado en la edición del informe del Instituto Baker de política pública de la Universidad Rice el 28 de septiembre de 2018.

toneladas métricas por año para poder desplazar una parte significativa de las importaciones de urea y crear un entorno competitivo que beneficiará a los agricultores de México. <sup>4</sup>

Con la instalación de esta nueva planta industrial de Urea en México, se pretende recortar los tiempos y distancias de suministro de insumos al sector agricultura mexicana, buscando mejorar la propuesta de valor a los clientes mediante una cadena de suministro más efectiva y confiable. Así como reducir las importaciones actuales y apoyar el crecimiento de la industria agricultura en México

#### *2.1.1.2 Tecnología probada y confiable*

La segunda razón de las capacidades seleccionadas para las secciones de amoníaco y urea de la planta es la tecnología probada y fiable para estas capacidades. Los dos diseños de plantas han estado operando exitosamente en varios lugares alrededor del mundo. La tecnología de proceso para la planta será proporcionada por los dos principales licenciantes para la tecnología de producción de fertilizantes; [REDACTED], Inc. y [REDACTED]. Esta propuesta técnica de proyecto es la culminación de un desarrollo de tecnología amoníaco y urea durante más de 50 años dando como resultado un proceso más sencillo, más seguro, más sustentable y más competitivo.

Se espera que el proyecto genere empleo directo e indirecto en el estado de Durango. Concretamente, se espera que el proyecto emplee directamente a más de 250 trabajadores calificados durante las operaciones y hasta los 2,500 trabajadores en el desarrollo de la construcción.

La presente Manifestación de impacto ambiental describe y evalúa las implicaciones ambientales y de riesgo asociadas a la construcción y operación de una planta de la empresa [REDACTED], en desarrollar una planta para la producción de Urea, en el municipio de Lerdo en el estado de Durango. Así mismo, se realiza un análisis de la relación del proyecto con lo establecido en el artículo 44 del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental de la LGEEPA.

#### 2.1.2 Selección del sitio

---

<sup>4</sup><http://dgeiawf.semarnat.gob.mx> – Importación de fertilizantes (Toneladas)

### *2.1.2.1 General*

La zona del municipio de Lerdo, Durango donde se pretende ubicar la planta, además de contar con la posibilidad de brindar los servicios e infraestructura necesarios para la preparación, construcción, operación y mantenimiento de la planta, presenta un emplazamiento en una zona dedicada a actividades industriales con una historia de manufactura de productos químicos y procesos de manufactura de casi 100 años, y presenta una zona de amortiguamiento adecuada para el proceso productivo.

Se realizó una evaluación en varias entidades integrantes de la República Mexicana, haciendo un balance de características, ventajas y desventajas, tales como:

- Áreas prioritarias para la conservación
- Uso de suelo
- Ecosistemas sensibles

Además de la efectiva integración de infraestructura y energía, la disponibilidad del terreno suficiente, la infraestructura para el suministro de materias primas, la cercanía con varios centros agrícolas importantes del país, así como la infraestructura de logística y transporte presente y la presencia en la zona de mano de obra disponible y cualificada en adición a instituciones educativas de primer nivel en temas técnicos y de manufactura. Posterior al análisis de todas estas características, se concluyó que el punto óptimo para ubicar la planta es en un terreno rústico sin uso actual, localizado en las inmediaciones de la región de La Loma, municipio de Lerdo, Durango.

La selección final del sitio se basó en la disponibilidad de la tierra, la disposición del ejido local para vender la tierra y las instrucciones del gobierno del estado de Durango.

Es importante mencionar, que dentro del proyecto se establecerá una zona de amortiguamiento con el fin de disminuir el riesgo de afectación ante una posible eventualidad.

### *2.1.2.2 Criterios de ubicación*

#### *2.1.2.2.1 Lista de criterios*

Los factores importantes que influyen en la selección del sitio para una planta de fertilizantes son:

- Disponibilidad de materia prima (gas natural);

- Disponibilidad de agua para enfriamiento y proceso;
- Disponibilidad de terrenos adecuados;
- Elevación
- Disponibilidad de infraestructura logística;
- Mercado geográfico de productos;
- Disponibilidad de mano de obra calificada;
- Contratistas calificados;
- Proximidad a los servicios públicos esenciales;
- Acceso a servicios de mantenimiento; e

Infraestructura para satisfacer las necesidades comunitarias y de vivienda del personal de la planta.

#### 2.1.2.2.2 Criterios

##### 2.1.2.2.2.1 Disponibilidad de materia prima

El sitio está situado cerca de la nueva línea principal de gas natural que lo transporta de Texas al corazón mexicano. Este oleoducto está suministrando gas al centro y norte de México que fue hasta hace poco sin una fuente competitiva y confiable de gas natural.

##### 2.1.2.2.2.2 Disponibilidad de terrenos adecuados

Desde un punto ambiental y social, el sitio del proyecto necesita cierta distancia mínima a los centros de población y debe ser adecuado para uso industrial. El gobierno de Durango ha asignado la tierra para el proyecto, incluyendo una potencial expansión futura.

##### 2.1.2.2.2.3 Elevación

La eficiencia de la materia prima y el nivel de inversión de la planta de abono dependen de la elevación del emplazamiento. Por encima de 1500m la eficiencia de la materia prima disminuye significativamente y los niveles de inversión aumentan debido a las especificaciones del equipo.

##### 2.1.2.2.2.4 Disponibilidad de infraestructura logística

El sitio del proyecto necesita fácil acceso a la infraestructura vial y ferroviaria adecuada para facilitar el transporte y el acceso durante la construcción y para la distribución del producto durante las operaciones. Con el fin de minimizar el impacto sobre el medio ambiente y las comunidades, se debe mantener al mínimo el nuevo desarrollo de grandes infraestructuras

relacionadas con el proyecto. El aeropuerto internacional de Torreón se encuentra aproximadamente a 30Km (línea recta) del sitio.

#### 2.1.2.2.2.5 Mercado geográfico de productos

El sitio debe estar lo más cerca posible de la mayoría del mercado de productos con el fin de minimizar el impacto del transporte del producto y para minimizar el costo para los usuarios. La mayoría del mercado mexicano de fertilizantes se encuentra en el centro y norte de México. Junto a estas consideraciones, el producto también debe enviarse fácilmente a los puertos de la costa este y oeste para su exportación durante los períodos de baja demanda interna.

#### 2.1.2.2.2.6 Disponibilidad de mano de obra calificada

Los centros urbanos suelen asociarse con grupos de mano de obra calificada. La Tri-ciudad de Torreón/Gómez Palacio/Lerdo ofrece tal mano de obra. Además, la región contiene varias instituciones educativas superiores que ofrecen cursos que son necesarios en la producción de fertilizantes. La región es también el hogar de varias industrias de procesos, como Industrias Peñoles, Austin Powder Company y la Chemours Company.<sup>5</sup>

#### 2.1.2.2.2.7 Contratistas calificados y acceso a servicios de mantenimiento

La región de la laguna se caracteriza por una serie de contratistas y talleres de mantenimiento y fabricación que satisfacen los requisitos de otras industrias de procesos en la región. Todas estas instalaciones complementarán la construcción y operación de la planta de fertilizantes propuesta.

### 2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

#### 2.1.3.1 Plano Topográfico Actualizado

Se adjunta plano topográfico en *Figura II-1*.

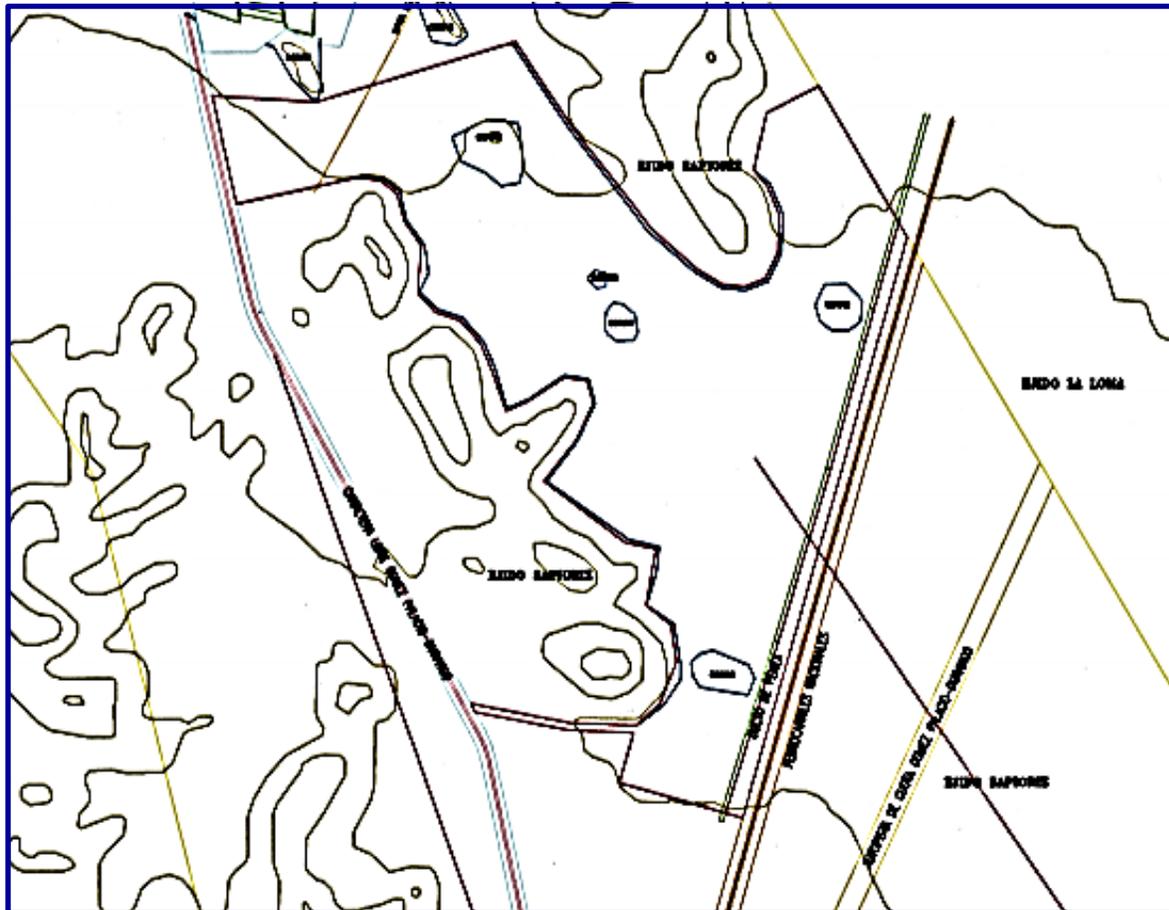
El proyecto pretende desarrollarse en un terreno rústico que se ubica aproximadamente 500 m al oriente de la carretera federal 40 y aproximadamente 500m al poniente de la carretera de peaje 49D y aproximadamente 7,000 m al sur de poblado La Loma, en el municipio de Lerdo, Durango, a 21 km en línea recta al suroeste de su cabecera municipal.

El predio del proyecto colinda con terrenos de agostadero sin uso actual. El terreno propuesto ahora es de propiedad privada, antes, pertenecía al Ejido Siaporiz.

---

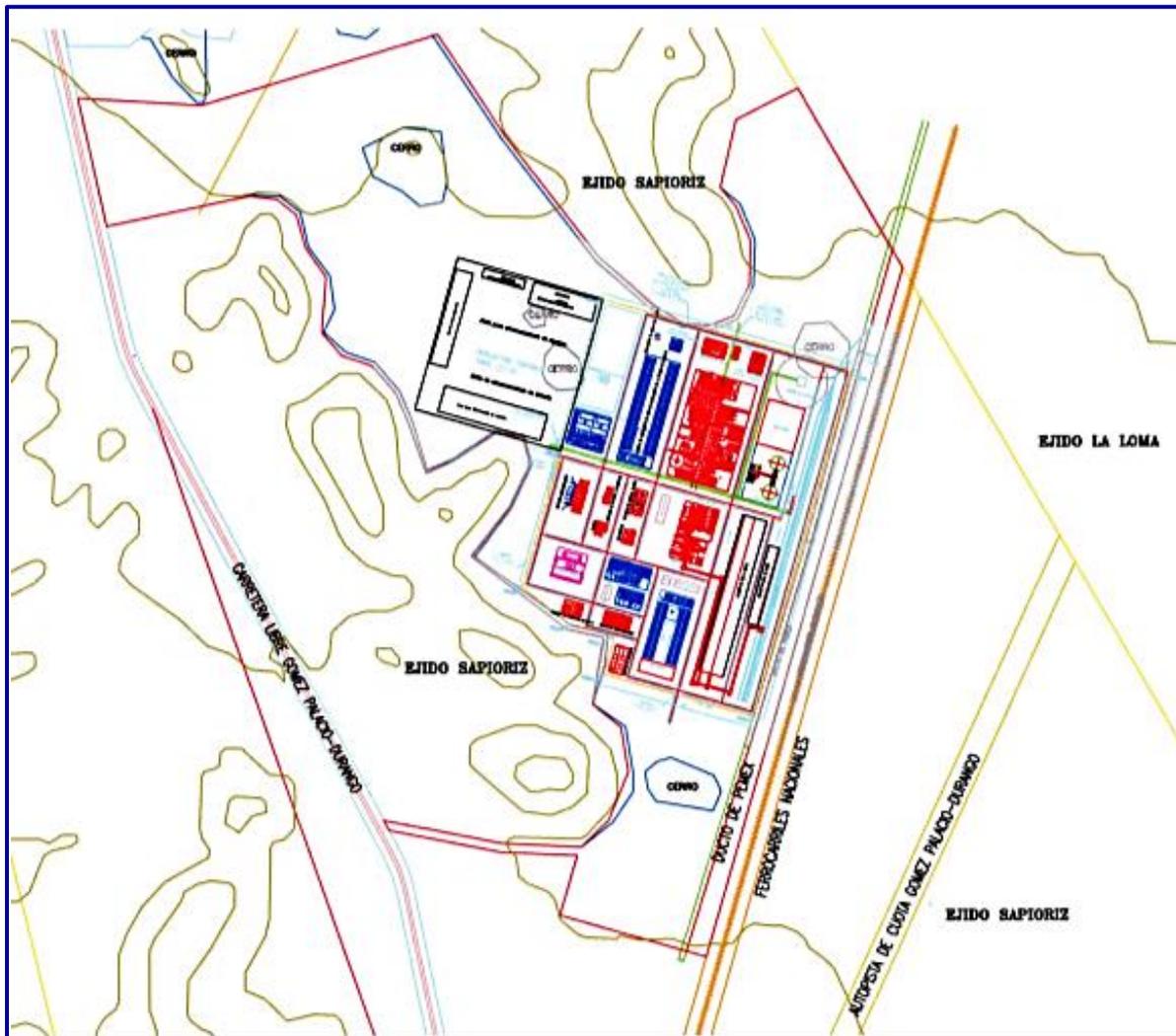
<sup>5</sup><http://www.trcimplan.gob.mx/indicadores-la-laguna/sociedad-universidades.html>

Figura II - 1. Plano con topografía del terreno



2.1.3.2 Plano de Conjunto del Proyecto  
Se adjunta Plano de Conjunto del Proyecto

Figura II - 2. Plano de conjunto del Proyecto



**Figura II - 3. Polígono del Proyecto (1)**

**Tabla II - 1. Coordenadas del Proyecto**

**Figura II - 4. Polígono del Proyecto (2)**

Para los polígonos ampliados, ver *Anexo 2 - Coordenadas del Sitio del Proyecto*.

#### 2.1.4 Inversión requerida

##### 2.1.4.1 La Inversión

La inversión requerida para el proyecto es de **20,000** millones de pesos. Los proyectos asociados a esta inversión como son: el ducto de suministro de gas natural a la zona, representan una inversión adicional importante dotando a la zona de infraestructura de valor añadido y positiva derrama económica.

El monto de la inversión dedicado a equipos para la prevención y control ambiental es de aproximadamente 640 millones de pesos, lo que representa 20% del total de la inversión del proyecto en tecnologías destinadas a medidas de prevención y mitigación de riesgos e impactos.

La tecnología y el diseño de las plantas de urea amoniacal debida a su larga historia, incorpora todas las medidas para cumplir con los más altos estándares de confiabilidad, seguridad y cumplimiento medioambiental.

Además de las medidas ya incorporadas, invertirá en (I) lograr el nivel de consumo de agua más bajo posible optimizando la reutilización del agua y el uso de enfriamiento híbrido, utilizando la refrigeración por aire cuando sea posible y (II) para prevenir y controlar emisiones, así como en tecnología de detección de gas basada en láser de última generación en las instalaciones y alrededor de su perímetro.

## 2.1.5 Dimensiones del Proyecto

### 2.1.5.1 Superficie Total del Predio

La superficie total del predio es de 150.23 ha y la distribución de obras se observa en la *Tabla II-2*.

### 2.1.5.2 Superficie a Afectar

El terreno donde se pretende construir y operar, tiene un Uso de Suelo de agostadero con una vegetación de Matorral Inerme Parvifolio por lo que se solicitará el Cambio de Uso de Suelo Forestal del mismo.

La superficie por afectar por las obras permanentes de la planta será de **59 ha**, así como **12.5** hectáreas que serán utilizadas para almacenamiento temporal de equipos y materiales, así como instalaciones temporales para la construcción. Dicha zona corresponde a una vegetación de Matorral Inerme Parvifolio mismo que ha sido utilizado como agostadero<sup>6</sup>.

### 2.1.5.3 Superficie para obras permanentes

Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.

**Tabla II - 2. Superficies del Proyecto**

	En Plano (cm)		Real (m)		m <sup>2</sup>	Ha	Del Total del predio	De los Limites de la planta
Total predio					1,502,321	150.23	100.00%	

<sup>6</sup> Tierras con capacidad para producir forraje para el ganado y animales silvestres. COTECOCA-SAGARPA

Límite de la planta					463,700.00	46.37	30.87%	100.00%
Almacenes					77,198.00	7.72	5.14%	16.65%
Almacén de urea granel	1	6.7	55	368.5	20,267.50	2.03	1.35%	4.37%
Área de carga a granel	1.7	7.8	93.5	429	19,844.00	1.98	1.32%	4.28%
Almacén de Urea en bolsas	0.4	3.3	22	181.5	3,993.00	0.40	0.27%	0.86%
Tanques de amoniaco	1.8	0.4	99	22	2,178.00	0.22	0.14%	0.47%
Sistema de carga de Amoniaco	0.7	0.1	38.5	5.5	211.75	0.02	0.01%	0.05%
Patio de ferrocarril	14.5	0.7	797.5	38.5	30,703.75	3.07	2.04%	6.62%
Unidades de proceso					45,677.50	4.57	3.04%	9.85%
Unidad de proceso de amoniaco	4.5	2.6	247.5	143	35,392.50	3.54	2.36%	7.63%
Unidad de proceso de urea	1.5	1.4	82.5	77	6,352.50	0.64	0.42%	1.37%
Unidad de granulación	1	1.3	55	71.5	3,932.50	0.39	0.26%	0.85%
Unidades de enfriamiento					34,031.25	3.40	2.27%	7.34%
Enfriamiento de Amoniaco	1.5	4.5	82.5	247.5	20,418.75	2.04	1.36%	4.40%
Enfriamiento de Urea	1.5	3	82.5	165	13,612.50	1.36	0.91%	2.94%
Unidades de tratamiento de agua					33,517.00	3.35	2.23%	7.23%
Generador de vapor	1	0.6	55	33	1,815.00	0.18	0.12%	0.39%
Tratamiento de aguas	0.5	0.5	27.5	27.5	756.25	0.08	0.05%	0.16%
Estación de agua desmineralizada	1.8	0.4	99	22	2,178.00	0.22	0.14%	0.47%
Extracción de	0.2	0.2	11	11	121.00	0.01	0.01%	0.03%

aguas residuales								
Estación de agua de reuso	1.1	0.7	60.5	38.5	2,329.25	0.23	0.16%	0.50%
Depósito de agua de servicio	1.5	4.3	82.5	236.5	19,511.25	1.95	1.30%	4.21%
Purificación de agua cruda	1.5	1.5	82.5	82.5	6,806.25	0.68	0.45%	1.47%
<b>Construcción Administrativa</b>								
Construcción Administrativa	1.4	0.4	77	22	1,694.00	0.17	0.11%	0.37%
Laboratorio	0.5	0.7	27.5	38.5	1,058.75	0.11	0.07%	0.23%
Comedor	0.5	0.5	27.5	27.5	756.25	0.08	0.05%	0.16%
Estación de bomberos	0.7	0.3	38.5	16.5	635.25	0.06	0.04%	0.14%
Cuarto de Control	1	0.5	55	27.5	1,512.50	0.15	0.10%	0.33%
Almacén de partes de repuesto	0.8	0.5	44	27.5	1,210.00	0.12	0.08%	0.26%
Taller de Mantenimiento	1.1	0.5	60.5	27.5	1,663.75	0.17	0.11%	0.36%
Almacén de químicos	1.1	0.6	60.5	33	1,996.50	0.20	0.13%	0.43%
<b>Unidades eléctricas</b>								
Unidades eléctricas					7,653.25	0.77	0.51%	1.65%
Subestación principal	1.3	1.3	71.5	71.5	5,112.25	0.51	0.34%	1.10%
Subestaciones:	1	0.3	55	16.5	907.50	0.09	0.06%	0.20%
	1.2	0.3	66	16.5	1,089.00	0.11	0.07%	0.23%
	0.3	0.6	16.5	33	544.50	0.05	0.04%	0.12%
<b>Unidades misceláneas</b>								
Unidades misceláneas					2,208.25	0.22	0.15%	0.48%
Instalación de gas natural	0.5	0.1	27.5	5.5	151.25	0.02	0.01%	0.03%
Instrumentos de Aire y Nitrógeno	0.8	0.5	44	27.5	1,210.00	0.12	0.08%	0.26%
FAR 24	0.4	0.3	22	16.5	363.00	0.04	0.02%	0.08%
Área de quemado antorcha	0.4	0.4	22	22	484.00	0.05	0.03%	0.10%
<b>Infraestructura</b>								
Infraestructura					79,678.50	7.97	5.30%	17.18%

Caminos	9.7		533.5					
	14.8		814					
	5.4		297					
	9.8		539					
	5.3		291.5					
	5		275					
	2		110					
	8.7		478.5					
	2.5		137.5					
	7.7		423.5					
	7.3		401.5					
	4.5		247.5					
	6.2		341					
	14.7		808.5					
Camino	110.1	0.2	6055.5	11	66,610.50	6.66	4.43%	14.36%
tubería	10.4		572					
	5.4		297					
	1		55					
	1.8		99					
	6.3		346.5					
Tubería	24.9	0.1	1369.5	5.5	7,532.25	0.75	0.50%	1.62%
Transportador a granel	1.7		93.5					
	4.5		247.5					
	1.7		93.5					
	1		55					
	2.9		159.5					
	6.5		357.5					
Transportador a granel	18.3	0.1	1006.5	5.5	5,535.75	0.55	0.37%	1.19%
Áreas Futuras					11,948.75	1.19	0.80%	2.58%
1	2	1.6	110	88	9,680.00	0.97	0.64%	2.09%
2	1.5	0.5	82.5	27.5	2,268.75	0.23	0.15%	0.49%
Infraestructura fuera de los Límites de la planta (Permanente)					120,500.00	12.05	8.02%	
Camino			1700	20	34,000.00	3.40	2.26%	

suroeste								
Camino noroeste			2400	20	48,000.00	4.80	3.20%	
Estacionamiento (camiones)			550	70	38,500.00	3.85	2.56%	
Instalaciones temporales					125,000.00	12.50	8.32%	26.96%
Fabricación de tubería	4.4	1.1	242	60.5	14,641.00	1.46	0.97%	3.16%
Arenado y pintado	2.7	0.9	148.5	49.5	7,350.75	0.74	0.49%	1.59%
Almacén de estructuras metálicas	1.8	0.3	99	16.5	1,633.50	0.16	0.11%	0.35%
Oficina temporal	4	0.7	220	38.5	8,470.00	0.85	0.56%	1.83%

### 2.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

#### Uso de Suelo

Los diferentes Usos de Suelo en el área de estudio, se traducen en una panorámica homogénea, representada por un uso de suelo de agostadero, con amplias regiones de una cubierta de matorral característico de la Comarca Lagunera. Esto ha ocasionado modificaciones en la vegetación natural del área, en la que actualmente dominan elementos inermes que han sido alterados debido a la actividad pecuaria extensiva. El cambio de uso del suelo ha transformado la superficie ocupada, a zonas destinadas a la actividad pecuaria extensiva.

El Uso de suelo y vegetación presente en el área de estudio corresponde a:

- Matorral desértico micrófilo
- Matorral desértico rosetófilo
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo
- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal

#### 2.1.6.1 Cuerpos de Agua

No existen cuerpos de agua en el terreno donde se pretende construir el proyecto ni en zonas colindantes. Aunque cabe señalar que en la porción suroeste del predio existe un cauce de una

corriente intermitente por lo que, en caso necesario, se realizaran los trámites pertinentes ante la CONAGUA para delimitar y solicitar la ocupación de la zona Federal. El objetivo del arreglo general y localización de la planta y los proyectos asociados es no incidir, a ser posible, sobre el cauce de esta corriente intermitente y minimizar el impacto al escurrimiento natural del terreno.

#### *2.1.6.2 Metodología Para Determinar el Uso Actual de Suelo*

Para determinar el uso de suelo en el sitio seleccionado, se realizaron muestreos dirigidos para garantizar una mayor cantidad de registros en el área del proyecto y contar con los elementos necesarios para determinar el uso del suelo en el sitio además se procedió a determinar las especies presentes para conformar el listado florístico.

El inventario está conformado por las especies encontradas en el sitio del proyecto.

Para poder obtener una panorámica del estado de conservación o deterioro se realizaron tomas de fotografías de las especies en general. Todos los puntos de muestreo fueron ubicados geográficamente por medio de un GPS con Datum WGS84 (13 R).

Para la recopilación de la información, se analizó la información vectorial de uso de suelo y vegetación de la serie V del INEGI, para posteriormente realizar el manejo por capas de la información del proyecto, mostradas sobre la imagen satelital.

La información vectorial, se integró al Sistema de Información Geográfica (SIG), con el cual se realizó el análisis del uso actual de suelo para determinar zonas forestales y no forestales; para después realizar los cálculos y editar los mapas correspondientes para el estudio.

La información de especies observadas y anotadas en campo para el presente documento tienen como fuentes principales de análisis para su correcta determinación la Memoria para la Determinación de Coeficientes de Agostadero del Estado de Durango de la SARH del año de 1979, y la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963), la información vectorial y los registros de ejemplares del Herbario del Instituto de Botánica de la UDG.

#### *2.1.6.3 Cambio de Uso de Suelo*

Es necesario realizar el cambio de uso actual de suelo en terrenos forestales ya que el terreno presenta una cobertura vegetal de Matorral Inerme Parvifolio por lo que se considera un terreno forestal no maderable de zonas áridas. Lo anterior se realizará mediante un procedimiento administrativo con el **Estudio Técnico Justificativo** correspondiente.

### 2.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Para la preparación del sitio, construcción, puesta en marcha, pruebas y arranque, operación y mantenimiento de la planta se requerirá realizar trabajos de urbanización menores, como es vialidades internas, servicio de alumbrado, drenaje, servicios de agua, accesos y las adecuaciones en la infraestructura para el suministro de materias primas y la planta de Urea. En forma complementaria será necesario el tendido de la línea de suministro de electricidad.

Para la etapa de preparación del terreno se requiere de instalaciones temporales como apoyo a la construcción del proyecto, entre otros, drenaje, equipos, maquinaria, almacenes y cercados, comedor, servicios de seguridad, servicios de atención medica preliminar, sistemas de control de acceso, sistemas contraincendios. Será necesario contratar los servicios de telefonía, internet y electricidad.

La planta mantendrá su urbanización interna lo más limitada posible para realizar los servicios necesarios para la construcción y operación.

## 2.2 Descripción de la obra o actividad y sus características

### 2.2.1 Tipo de actividad o giro industrial.

La planta química consistirá en la preparación del sitio, construcción, instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento de una planta que producirá una salida de 1,000,000 toneladas anuales de Urea y 200,000 toneladas anuales de Amoniaco, mediante la combinación del proceso conocido como Haber-Bosch y tecnología propia de [REDACTED] y [REDACTED]. Esta tecnología se caracteriza por presentar mejoras significativas en cuanto a la seguridad y simplicidad del proceso productivo.

- Las materias primas que se utilizarán en el proceso de producción de Urea son: Gas natural. El gas natural alimentará a la planta, desde la estación de regulación y medición al punto de uso, mediante una tubería de 8800 m de longitud, y un diámetro de 24 pulgadas con un caudal 73816 kg/h. La Estación de regulación y medición recibirá el gas natural de un tercero mediante una tubería subterránea que conectará la zona de Pueblo Nuevo con el ducto El Encino-La Laguna. Dicha instalación servirá también a otros

usuarios en la zona. Para este gasoducto, propiedad y construcción de un tercero, se deben obtener los permisos y autorizaciones correspondientes.

- Aire. El aire se alimentará por un compresor de aire de proceso que será parte de la nueva instalación de la planta.

Las actividades de fabricación de fertilizantes nitrogenados basados en amoníaco incluyen la producción de amoníaco (NH<sub>3</sub>), urea, ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), nitrato de amonio (AN), nitrato de calcio amonio (CAN), sulfato de amonio y fertilizantes de nitrógeno mixto, como los compuestos de urea (p. ej., sulfato de urea-amonio (UAS), sulfato de aluminio de urea), obtenido con la adición de compuestos de azufre (sulfato de amonio o sulfato de aluminio) a la fusión de urea, y los fertilizantes líquidos de nitrato de amonio (UAN) (28, 30 o 32 por ciento N).

### **Amoniaco**

El gas natural reformado con vapor y aire es el método más simple y eficaz utilizado para producir gas de síntesis de amoníaco, y es comúnmente utilizado por la industria. El amoníaco se produce por una reacción exotérmica de hidrógeno y nitrógeno. Esta reacción se lleva a cabo en presencia de catalizadores de óxido metálico a presión elevada. Los catalizadores utilizados en el proceso pueden contener cobalto, molibdeno, níquel, óxido de hierro/óxido de cromo, óxido de cobre/óxido de zinc y hierro. El producto de amoníaco en forma licuada se almacena en grandes tanques atmosféricos a una temperatura de – 33 grados centígrado. La fuente de materia prima de nitrógeno es el aire atmosférico y se puede utilizar en su estado natural como aire comprimido o como nitrógeno puro de una planta de licuefacción de aire. El hidrógeno está disponible a partir de una variedad de fuentes como el gas natural, el petróleo crudo, la nafta o los gases de los procesos como el horno de coque o las refinerías.

La producción de amoníaco a partir del gas natural incluye los siguientes pasos del proceso: eliminación de trazas de azufre en la materia prima; reforma primaria y secundaria, conversión del cambio de monóxido de carbono, eliminación de dióxido de carbono, metanación, compresión, síntesis de amoníaco y refrigeración de productos de amoníaco. El carbono se elimina en forma de CO<sub>2</sub> concentrado, que puede ser utilizado para la fabricación de urea u otros fines industriales para reducir su liberación a la atmósfera.

El amoníaco licuado procedente de plantas de producción se utiliza directamente en plantas aguas abajo o se transfiere a tanques de almacenamiento. Desde el almacenamiento, el amoníaco puede enviarse a los usuarios por camión cisterna, vagón cisterna o barco. Uno de los tres métodos se utiliza típicamente para el almacenamiento de amoníaco:

1. Almacenamiento totalmente refrigerado en tanques grandes con una capacidad típica de 10.000 a 30.000 toneladas (hasta 50.000 toneladas). Los tanques pueden ser tanques de una sola pared de contención única con depósitos, tanques de doble contención con dos muros verticales, o tanques de almacenamiento cerrados de contención completa con dos muros;
2. Esferas de almacenamiento presurizado o cilindros con una capacidad de hasta aproximadamente 1.700 toneladas;
3. Tanques semi-refrigerados.

## Urea

La síntesis de urea implica la combinación de amoníaco y dióxido de carbono a alta presión para formar carbamato de amonio, que posteriormente es deshidratado por la aplicación de calor para formar urea y agua. El primer paso es rápido y exotérmico y esencialmente va a la terminación bajo condiciones de reacción utilizadas industrialmente. El segundo paso es más lento y endotérmico, y no va a la terminación. La conversión (sobre una base de  $\text{CO}_2$ ) suele ser del orden del 50-80 por ciento y aumenta con una temperatura creciente y una relación de  $\text{NH}_3/\text{CO}_2$ .

Se utilizan dos sistemas de decapado comercial: uno con  $\text{CO}_2$  y el otro utilizando  $\text{NH}_3$  como gases de extracción. La solución de urea derivada de las etapas de síntesis/reciclaje del proceso se concentra posteriormente en una fusión de urea para convertirlo en un producto sólido o granular.

Con la técnica de microencapsulación, el fundido de urea concentrado (99,7 por ciento) se alimenta a un cabezal de pulverización rotativo tipo cubeta/ducha ubicado en la parte superior de la torre de microencapsulación. Se forman gotas líquidas que se solidifican y se enfrían en la caída libre a través de la torre contra un tablero forzado o natural del aire ambiente.

Con la granulación, se utiliza una materia prima de urea menos concentrada (95-99,7 por ciento). La concentración de materia prima más baja permite eliminar el segundo paso del proceso de evaporación y simplifica el tratamiento de condensado del proceso. Este proceso implica la

pulverización de la masa fundida sobre partículas de semilla recicladas o gránulos que circulan en el granulador. El aire que pasa a través del granulador solidifica la masa fundida depositada sobre el material semilla.

Los procesos que utilizan materias primas de menor concentración requieren menos aire de enfriamiento, ya que se disipa el calor de la cristalización de urea a medida que se evacúa agua adicional. Por lo general, el producto que sale del granulador se enfría y se tamiza antes de transferirlo al almacenamiento. El acondicionamiento de la masa fundida de urea antes de la pulverización también se puede utilizar para mejorar las características de almacenamiento/manejo del producto granular.

### 2.2.2 La totalidad de los procesos y operaciones unitarias

El proceso se describe esquemáticamente en la *Figura II-5* que se muestra a continuación y consta de tres etapas.

El amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) no utilizado para la producción de urea está disponible como amoníaco libre para su uso en la agricultura como fertilizante o como materia prima para la producción de fertilizantes y otros productos importantes.

**Figura II - 5. Diagrama Simplificado de Bloques del Proceso.**



Para el balance total de materiales, ver *Anexo 9 - Balance de Materia*.

La planta se identifica por los bloques funcionales arriba. Las descripciones de los sistemas de la planta se pueden encontrar en las siguientes partes de este capítulo.

#### 2.2.2.1 Unidades de Proceso

## 2.2.2.1.1 Sección de amoniaco

## 2.2.2.1.1.1 General

Esta sección produce amoníaco con la siguiente calidad/características en el límite de la planta de amoníaco:

**Tabla II - 3. Características del amoniaco**

Especificaciones del amoniaco:	
Estado:	Líquido
NH <sub>3</sub> por peso mínimo	99.9%
H <sub>2</sub> O por peso máximo	0.1%

La planta está diseñada para producir 2200 toneladas métricas por día de amoníaco. El producto amoníaco se suministra a la planta de urea. La planta también puede entregar el amoníaco líquido a los tanques de almacenamiento atmosféricas cuando la planta de urea está bajo apagado o se produce más amoníaco de lo necesario para la producción de urea.

El metano y los hidrocarburos más pesados en el gas natural de materia prima & aire atmosférico se reformaron por primera vez utilizando un proceso catalítico para hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono y nitrógeno. El monóxido de carbono se desplaza catalíticamente al dióxido de carbono y al hidrógeno. El dióxido de carbono se adsorbe selectivamente y se envía a la planta de urea como materia prima. El gas de equilibrio consistente en hidrógeno y nitrógeno (denominado «Syngas») se sintetiza catalíticamente en amoníaco.

La planta de amoníaco está diseñada según la tecnología depuradora de vanguardia desarrollada por ██████████ (██████████) con emisiones y vertidos mínimos, con un sistema de detección F & G (fuego y gas) bien definido.

Todas las válvulas de alivio y los dispositivos de control de presión están diseñados para los peores casos y conectados a un destello específico.

La planta está diseñada con emisiones fugitivas mínimas que tienen tuberías perfectas y selección de material especial siempre que sea necesario.

Los detalles de las emisiones fugitivas se mencionan en la Sección 2.11 *Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera*.

#### 2.2.2.1.1.2 Flujo del proceso

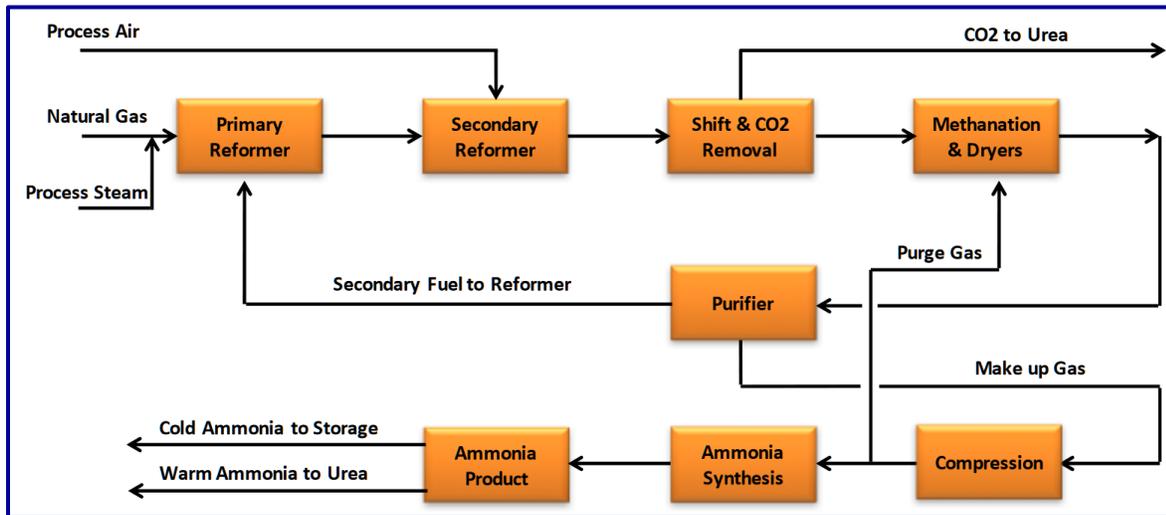
La planta de amoníaco es una sola planta de tren que consta de:

1. Suministro de gas natural de alimentación y combustible
2. Desulfuración de gas de alimentación
3. Reforma primaria
4. Compresión de aire de proceso
5. Reforma secundaria
6. Conversión de turnos de CO, HTS y LTS (conversión de cambio de temperatura alta y baja)
7. Eliminación de CO<sub>2</sub>
8. Metanación
9. El secado de Syngas
10. Purificación criogénica
11. Compresión de gas de síntesis
12. Síntesis de amoníaco
13. Sistema de refrigeración de amoníaco
14. Nodo de purga recuperación de amoníaco
15. El hidrógeno y la recuperación de argón
16. Proceso de extracción de condensado.

Todas las actividades de operación del proceso se ejecutarán en forma continua, excepción hecha para el período de mantenimiento normal de la planta.

A continuación, se ilustra el diagrama de flujo de bloque de la planta de amoníaco y el esquema de flujo de proceso:

Figura II - 6. Diagrama de flujo de la Planta de Amoniaco (simplificado)



Para el flujo detallado del proceso de la planta de producción de amoníaco, consulte el *Anexo 5 - Diagrama de Flujo de Proceso*.

El diagrama de bloques de flujo de material de la planta de amoníaco presentado anteriormente muestra los principales insumos y productos solamente. Consulte *Anexo 9 - Balance de Materia* para obtener más información sobre las entradas/salidas de material que se esperan durante la fase de operación.

Con el fin de ahorrar energía, el vapor generado en la planta de amoníaco se consume internamente en el proceso, así como para conducir turbinas de vapor como un motor principal para los compresores utilizados en la planta.

#### 2.2.2.1.1.3 Descripción del proceso

##### 2.2.2.1.1.3.1 Alimentación y combustibles

El alimento de la planta es gas natural (GN) que estará disponible en el límite de la planta en torno a una estimación de 1000psig (y un mínimo de 590psig). El gas de combustible para el reformador & caldera de vapor es parte del gas natural total entregado en el límite de la batería.

Para aumentar la eficiencia y disminuir las emisiones, el combustible de gas natural para reformar se complementa con gases residuales de la planta de amoníaco.

#### 2.2.2.1.1.3.2 Alimentación de gas para desulfuración

El gas de alimentación suministrado en el límite de la batería pasa a través de un receptor de para separar los líquidos atrapados en el gas natural. A continuación, se añade el gas de alimentación con una pequeña cantidad de hidrógeno (SYN-gas) y se calienta en el área de convección de la sección de reforma. El gas pasa a través de un lecho de catalizador de cobalto-molibdeno, que convierte el azufre orgánico en sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ). En el segundo paso, el  $H_2S$  se retira en una cama de óxido de zinc que opera en serie con combinación de plomo-retraso.

El gas desulfurizado que sale del lecho de óxido de zinc contiene menos de 0,1 ppm de azufre, lo que beneficiará la calidad del producto y la emisión de  $SO_x$ .

#### 2.2.2.1.1.3.3 Reforma primaria

El gas que sale del lecho de óxido de zinc se mezcla con vapor de presión media para mantener una relación molar de vapor a carbono específica. A continuación, se calienta en la zona de convección del reformador primario antes de entrar en los tubos de catalizador reformador donde el gas y el vapor reaccionan en presencia de catalizador para formar hidrógeno y óxidos de carbono.

#### 2.2.2.1.1.3.4 Compresión de aire de proceso

El compresor de aire de proceso proporciona aire para el reformador secundario. El aire de proceso de la etapa final del compresor se calienta en la zona de convección del reformador primario y luego se añade al gas de proceso en el reformador secundario.

#### 2.2.2.1.1.3.5 Reforma secundaria

La mezcla de gas pasa a través de un catalizador basado en níquel donde el metano residual se reforma a los óxidos de carbono hidrogenado utilizando el calor generado por la combustión. El gas de proceso que sale de la sección de reforma de aproximadamente 890 a 900°C se enfría a aproximadamente 360°C en la caldera de residuos de calor, donde se produce vapor saturado. Después del enfriamiento, el gas fluye al convertidor CO de alta temperatura (convertidor HT CO). El vapor saturado a 126 kg/cm<sup>2</sup> (g) se calienta a 510 °C en las bobinas del Super calentador de la sección de calor residual del reformador primario.

El uso de una sección de calor residual reduce la cantidad de energía utilizada y disminuye las emisiones al aire.

Después del recalentamiento, el vapor se utiliza en la turbina de vapor de alta presión que impulsa el aire y otros compresores.

El uso de turbina de vapor en lugar de una turbina a gas ahorrará energía y reducirá las emisiones al aire.

El uso de una caldera de calor residual también reducirá el consumo de energía y los desechos, reduciendo al mismo tiempo las emisiones al aire.

#### *2.2.2.1.1.3.6 Conversión de CO cambio (HTS y LTS)*

El monóxido de carbono que sale del efluente secundario se oxida aún más con agua para producir dióxido de carbono e hidrógeno. Esta conversión se realiza en dos pasos de conversión- la conversión de cambio de temperatura alta (HTS) seguido por el convertidor de baja temperatura (LTS). Aquí el contenido de CO se reduce aún más a menos de 0,30% Vol. (seco).

#### *2.2.2.1.1.3.7 Eliminación de CO<sub>2</sub>*

La remoción de CO<sub>2</sub> se realiza a través de dos etapas con sistema de eliminación de OASE con licencia de BASF. El gas de proceso primero atraviesa la parte inferior del absorbedor de CO<sub>2</sub>, utilizando la solución OASE para absorber el CO<sub>2</sub>. En el segundo paso, el gas atraviesa las partes media y superior del absorbedor para el mismo procedimiento de absorción.

El CO<sub>2</sub> regenerado se envía a la planta de urea como materia prima para la producción de urea.

#### *2.2.2.1.1.3.8 Metanación*

El gas que sale de la sección de remoción de CO<sub>2</sub> se calienta & alimenta a través de las camas de catalizador Methanator (óxido de níquel) donde los óxidos de carbono restantes se transforman en metano y agua. Prácticamente la reacción opuesta de la reforma se utiliza para eliminar los óxidos de carbono de la corriente de gas que van al bucle de síntesis como óxidos de carbono que son perjudiciales para el catalizador de síntesis. La síntesis que sale del Methanator contiene menos de 5 ppmv de óxidos de carbono (como CO + CO<sub>2</sub>).

#### 2.2.2.1.1.3.9 *El secado de Syngas*

El gas de efluente Methanator se enfría y el gas refrigerado fluye hacia los secadores de tamiz molecular. Los secadores contienen desecante sólido. Cada secador se dimensiona para eliminar el agua, el amoníaco y el dióxido de carbono a menos de 1ppmv.

#### 2.2.2.1.1.3.10 *La purificación criogénica*

El gas de síntesis seco del secador de tamiz molecular fluye hacia el expansor purificador, que es un expansor Turbo. Aquí se retira la energía de trabajo para desarrollar la refrigeración neta necesaria para el purificador. La energía eliminada se recupera como electricidad en el generador de expansor purificador. El efluente expansor se enfría aún más y se condensa parcialmente en el intercambiador de efluentes/alimentadores.

A continuación, la secuencia de proceso entra en el rectificador purificador, que es una columna los. En el rectificador, se logra la relación molar entre el hidrógeno y el nitrógeno según sea necesario para la síntesis de amoníaco. El exceso de nitrógeno condensado contiene todo el metano y alrededor del 60% del argón.

Mediante el uso de la energía eliminada para generar electricidad en la energía del generador de expansor purificador se salva y se reducen las emisiones.

#### 2.2.2.1.1.3.11 *Síntesis de compresión de gas*

El gas de síntesis purificado que tiene la relación molar correcta se comprime a la presión de bucle de síntesis en el compresor de gas de síntesis, que es un compresor centrífugo de dos carcasas.

El Compresor SG es impulsado por la turbina de vapor que utiliza el vapor de HP producido en la Planta de Amoniaco con el fin de reutilizar y ahorrar energía y por lo tanto reducir las emisiones de aire.

#### 2.2.2.1.1.3.12 *Síntesis del amoníaco*

El nodo de síntesis consiste en el convertidor de amoníaco horizontal de 4 camas, intercambiador de alimentación/efluentes, generador de efluentes/vapor convertidor de amoníaco, enfriador de efluente convertidor de amoníaco, enfriadora unificada de amoníaco, separador de amoníaco. La síntesis que sale del compresor se calienta primero con el convertidor de efluentes y luego entra

en el convertidor de síntesis. El amoníaco se produce en el convertidor de tres camas, donde el hidrógeno y el nitrógeno reaccionan sobre un catalizador basado en hierro promovido.

La reacción es exotérmica y el calor se recupera en el generador de vapor ubicado en el nodo de síntesis para generar vapor de HP. Esto minimiza el consumo de energía y las emisiones aéreas asociadas

El uso del calor en el convertidor de efluentes para calentar el Syngas es otra manera en que la eficiencia energética se maximiza por el diseño.

#### 2.2.2.1.1.3.13 *Gas amoníaco condensación y refrigeración*

El sistema de refrigeración proporciona las siguientes funciones:

- Enfriamiento de efluentes convertidor en enfriador unificado para la condensación de amoníaco.
- Producción de producto de amoníaco líquido frío (-33°C).
- Producción de producto de amoníaco líquido (38°C) caliente (normal).
- Enfriamiento del gas de síntesis de ajuste en el Methanator efluente Chiller.
- Condensación de Amoniaco vapor recuperado de la columna de destilación de amoníaco.  
Condensación de vapor de amoníaco del almacenamiento de amoníaco.

El compresor de refrigeración de amoníaco es un compresor centrífugo de cuatro carcadas impulsado por una turbina de vapor. El amoníaco comprimido se condensa en el condensador de refrigerante y fluye hacia el receptor de refrigerante. Desde aquí, se puede exportar como producto de amoníaco caliente por las bombas de producto de amoníaco caliente. El producto cálido de amoníaco se enruta a la planta de urea, donde se utilizará como materia prima. Un pequeño Slipstream se utiliza como reflujo en el sistema de recuperación de amoníaco. El amoníaco líquido frío va al tanque de almacenamiento de amoníaco cuando la planta de urea está bajo apagado o cuando el exceso de amoníaco se produce para el transporte fuera de los límites de la batería.

#### 2.2.2.1.1.3.14 *Purga en nodo de recuperación de amoníaco*

Como se describió anteriormente, el gas de purga de bucle se envía al depurador de amoníaco de HP, que tiene dos camas de embalaje, los gases de purga se friegan con agua para recuperar amoníaco como solución Agua-amoníaco. Del mismo modo, los gases inertes y de destello se

combinan y se lavan en amoníaco en el depurador LP, la solución Agua-amoníaco de salida se combina y fluye a la columna de destilación donde  $\text{NH}_3$  se separa y rectificado y fluye hacia el condensador de amoníaco. El gas aéreo de la fregadora HP, que es casi  $\text{NH}_3$  libre, se envía de vuelta al proceso y desde el depurador LP al horno reformador primario.

La aplicación de los depuradores para evitar la pérdida de  $\text{NH}_3$  en la atmósfera aumentará el gas natural utilizado y las emisiones más bajas.

#### 2.2.2.1.1.3.15 *Recuperación de hidrógeno y argón*

El hidrógeno se recupera en la planta de recuperación de purga. Después de la recuperación de hidrógeno, el gas residual, siendo etiquetado como gas de cola, se envía a la planta de recuperación de argón donde se recupera argón. Después de la recuperación de Argón (que se debe tomar fuera de los límites de la batería para su uso en procesos industriales), el gas recuperado se recicla de nuevo para ser reutilizado.

La recuperación de gases inertes y el reciclaje de gas recuperado evitan las emisiones de gas de cola y reducen el consumo de recursos de gas natural y las emisiones atmosféricas asociadas.

#### 2.2.2.1.1.3.16 *Proceso de extracción de condensado*

El proceso de condensado contiene  $\text{NH}_3$  disuelto, metanol,  $\text{CO}_2$  que se eliminará por vapor en el proceso de decapado de condensado. El vapor de techo junto con  $\text{NH}_3$ , metanol,  $\text{CO}_2$  se envía de vuelta a reformador primario y el condensado de proceso despojado enviado al polisher para el tratamiento posterior.

Maximizando las oportunidades de reciclaje aumenta el uso eficiente de los recursos y previene las emisiones innecesarias al aire.

### 2.2.2.1.2 *Sección de urea*

#### 2.2.2.1.2.1 *General*

La sección de urea está diseñada para producir 2860 toneladas métricas por día de urea. La sección de urea incluye dos partes diferenciadas:

1. Sección de síntesis de urea donde el amoníaco & dióxido de carbono reacciona para producir la solución de urea empleando la tecnología de vanguardia autorizada por [REDACTED] de [REDACTED].
2. Conversión de la solución de urea en gránulos en la sección granuladora empleando tecnología de granulación de lecho fluido desarrollada por la tecnología de granulación

verde de China. Los gránulos de urea producidos se envían al almacenamiento para el embolsado o el envío a granel.

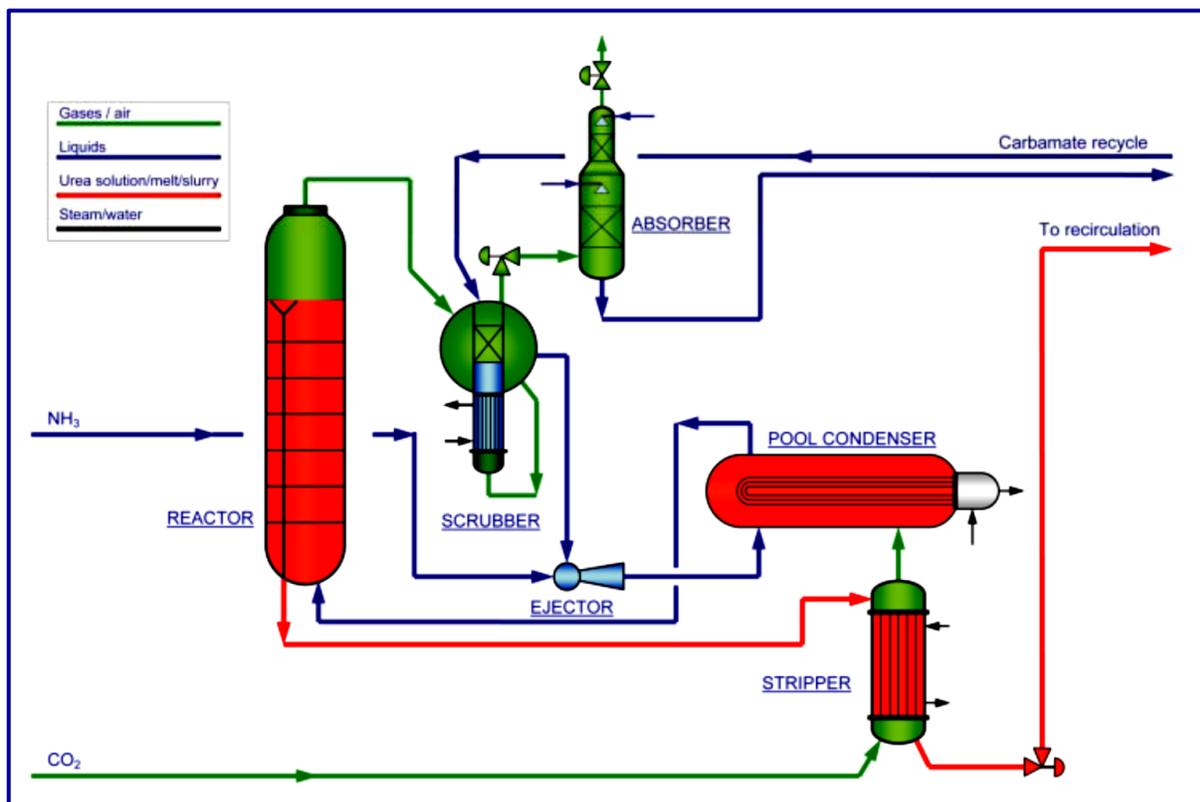
#### 2.2.2.1.2.2 Flujo de proceso

La planta de urea es una sola planta de tren que consta de:

1. La compresión de amoníaco y dióxido de carbono
2. Sección de síntesis
3. Sección de recirculación de baja presión
4. Sección de evaporación y condensación

A continuación, se ilustra el diagrama de flujo de bloques que ilustra el flujo de material:

Figura II - 7. Diagrama de flujo de la Planta de Urea (simplificado)



Para el flujo detallado del proceso de la planta de producción de urea, consulte el *Anexo 5 - Diagrama de Flujo de Proceso*.

Cabe señalar que, con el fin de tener los más altos niveles de seguridad del proceso, todas las válvulas de alivio y dispositivos de control de presión están diseñados para los peores casos y conectados a un destello dedicado.

La planta de urea está diseñada con emisiones fugitivas mínimas y se han empleado selección de materiales especiales siempre que sea necesario. Los detalles de las emisiones fugitivas y aéreas se mencionan en la Sección 2.11 *Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera*

#### 2.2.2.1.2.3 Descripción del proceso

La tecnología de la planta de urea adoptada es el proceso de urea 2000 +™ de [REDACTED]. El proceso es el reciclaje total, proceso de extracción de dióxido de carbono. Como tal, el diseño refleja la última tecnología probada de [REDACTED], incorporando características de ahorro de energía probadas en plantas [REDACTED] previamente diseñadas

La urea se produce por el amoníaco líquido que reacciona y el dióxido de carbono gaseoso en aproximadamente 170 – 185°C y 135 – 145 bar de acuerdo con las siguientes reacciones:



En la primera (1) reacción, el dióxido de carbono y el amoníaco se convierten en carbamato de amonio. Esta reacción es rápida y exotérmica. En la segunda reacción (2), que es lenta y endotérmica, el carbamato de amonio se deshidrata para producir urea y agua.

La eficiencia global de conversión del dióxido de carbono en la sección de síntesis es de aproximadamente 76 a 80%. La planta de urea ha sido diseñada para funcionar con sólo el 0,3% (vol.) de O<sub>2</sub> en la alimentación de CO<sub>2</sub> a la Stripper, lo que aumenta el nivel de seguridad de las operaciones en los diseños tradicionales.

La disminución de la necesidad de pasivación de O<sub>2</sub> disminuye el riesgo de ingestión de gases inflamables.

Una descripción del proceso de producción de urea que la planta propone instalar se presenta a continuación.

#### 2.2.2.1.2.4 Compresión de amoníaco y dióxido de carbono

El amoníaco líquido se suministra a partir de los límites de la batería de la sección de amoníaco a la bomba de amoníaco de alta presión y presurizada hasta 143bara. A continuación, se envía al depurador de alta presión.

El dióxido de carbono de los límites de la batería se suministra, junto con una pequeña cantidad de aire, al compresor de dióxido de carbono antes de que se comprima a alrededor de 144 bara. En el convertidor de hidrógeno, el hidrógeno se presenta en la alimentación de dióxido de carbono se elimina por oxidación catalítica a valor inferior a 10 ppm.

El dióxido de carbono se deshidrogena con el fin de permanecer fuera del rango de combustible de las mezclas de hidrógeno-aire en el gas de ventilación del depurador de alta presión en la sección de síntesis.

Parte del aire se utiliza para esta oxidación catalítica y la parte restante se utiliza para pasivado el equipo en la sección de síntesis para evitar la corrosión activa.

El dióxido de carbono se introduce en la parte inferior de la decapante de alta presión en la sección de síntesis. Las dos poblaciones de piensos, es decir, amoníaco y dióxido de carbono, se alimentan a la sección de síntesis a una relación molar de 2:1.

##### 2.2.2.1.2.4.1 Sección de síntesis

La deshidratación del carbamato de amonio en urea y agua tiene lugar en el condensador de la piscina y posteriormente en el reactor.

El efluente del reactor se distribuye sobre los tubos de la decapante de alta presión, que es un intercambiador de calor de tubería y tubo de caída de tipo de película. Aquí, el efluente del reactor es contactado actualmente con dióxido de carbono, causando que la presión parcial del amoníaco disminuya y el carbamato se descomponga.

El calor, requerido para este propósito, se suministra mediante el paso de vapor de alta presión saturado alrededor de los tubos de la stripper de alta presión. Esta presión de vapor es controlada por una válvula de control de presión para que el líquido, dejando el separador de alta presión, contenga alrededor del 8% en peso de amoníaco.

La solución de urea de la decapante de alta presión fluye a la sección de recirculación de baja presión mientras que la decapante de alta presión de los gases se envía al condensador de la piscina, que es un intercambiador de calor de tipo tubo-U de diseño especial. En el condensador de la piscina, la condensación de los gases de cola se realiza a través del principio de condensación de la piscina, es decir, los gases se dispersan en un grupo de líquido, donde el calor de condensación se disipa por los tubos de intercambiador de calor sumergido.

El volumen de líquido en el condensador de la piscina permite una cantidad considerable de la formación de urea que se llevará a cabo aquí. La urea formada, el carbamato no convertido, el exceso de amoníaco y algunos de amoníaco no condensados y el dióxido de carbono se introducen posteriormente en la parte inferior del reactor, donde tiene lugar una mayor conversión de carbamato en urea. El volumen del reactor permite suficiente tiempo de residencia para la reacción al equilibrio de aproximación. El calor, necesario para la conversión y para calentar la solución en el reactor, se suministra con condensación adicional de amoníaco y dióxido de carbono. El efluente del reactor pasa a través de la bajada a la stripper de alta presión.

#### *2.2.2.1.2.4.2 Sección de recirculación de baja presión*

En esta sección, esencialmente, todas las pequeñas cantidades de amoníaco y dióxido de carbono no convertidos se recuperan del efluente dejando el separador de alta presión.

#### *2.2.2.1.2.4.3 Sección de evaporación y condensación*

La solución de urea del separador de Flash de vacío, que contiene alrededor del 72,5% en peso de urea, se envía al tanque de almacenamiento de urea. La solución de urea se bombea desde este recipiente de almacenamiento al calentador de evaporación de primera etapa, donde la solución de urea se concentra en alrededor de 95% en peso.

La presión subatmosférica en este evaporador es de 0,33 bar y la temperatura de la solución que sale de este evaporador es de aproximadamente 130°C. Esta solución de urea se envía a un calentador de evaporación de segunda etapa en el que la solución se concentra en la fusión de urea. La concentración de urea en la masa fundida es del 97% en peso (urea y biuret). La presión subatmosférica en el evaporador de segunda etapa es de 0,13 bar y la temperatura del fundido que sale de este evaporador es de 135°C.

La urea fundida se envía a través de una bomba de fusión de urea a la sección de granulación. El vapor superior de ambos calentadores de evaporación se condensa en condensadores y el condensado de proceso que sale de los condensadores se recoge en el tanque de amoníaco/agua. El vapor no condensado que sale de la sección de condensación se envía al absorbedor atmosférico, operando a presión atmosférica, en el que el amoníaco en este vapor se absorbe casi por completo.

### 2.2.2.1.3 Sección de granulación

#### 2.2.2.1.3.1 General

La capacidad de la sección de granulación es de 2860MTPD. Se aplicará la tecnología de granulación de lecho fluido de la tecnología de granulación verde.

*El futuro importante y único de esta tecnología es que no requerirá el uso de formaldehído.*

Las discusiones sobre la toxicidad del formaldehído, su efecto carcinogénico y mutagénico en humanos y animales comenzaron a principios de la década de 1980. Sin embargo, el reciente informe sobre Carcinógenos publicado por el programa nacional de Toxicología (NTP) del Departamento de salud y servicios humanos de los Estados Unidos no deja ninguna duda con respecto a la relación causal entre la exposición al formaldehído y el cáncer en los seres humanos. Un gran número de estudios epidemiológicos han evaluado esta relación, incluyendo estudios de cohortes y casos-control de diferentes grupos profesionales. En particular, la cohorte del Instituto Nacional del cáncer (NCI) de más de 25.000 trabajadores dentro de industrias productoras o que utilizan formaldehído indica la coincidencia entre la exposición ocupacional a formaldehído y nasofaríngea, nasosinusales y riesgo de cáncer.

Mientras que en el pasado el formaldehído fue clasificado como "sospechoso de causar cáncer", el organismo internacional de investigación sobre el cáncer (CIIC) como parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) clasificó el formaldehído en 2011 como "conocido puede causar cáncer".

El formaldehído de urea es el aditivo de granulación de urea (UGA) de facto. El uso de una UGA es absolutamente crucial para lograr la calidad del producto requerida, como la resistencia a la trituración, la densidad aparente o la baja tendencia de apelmazado. Además, también es una ayuda inherente a la granulación que garantiza un rendimiento adecuado del proceso de

granulación, limitando la generación de polvo y proporcionando una alta tasa de acumulación de los gránulos.

Desafortunadamente también hay algunos aspectos negativos para el uso de los pre-condensados de formaldehído y urea (UF80, UF85). Una desventaja importante es que todavía contiene una cantidad considerable de formaldehído libre que es perjudicial para la salud, como se explicó anteriormente. Se clasifica como sustancia carcinógena por el IARC (Agencia Internacional de investigación sobre el cáncer). Además de que las soluciones de UF contienen una cierta cantidad de metanol. Por lo tanto, contribuye en gran parte a las emisiones de COV procedentes de un complejo de amoníaco/urea, que las autoridades locales podrían solicitar que sean muy bajas.

Además, el producto de urea tratado con formaldehído no se puede vender como grado técnico para la mayoría de las aplicaciones. No está dentro de las especificaciones para la preparación de DEF (combustible de escape diésel).

██████████ desarrolló un aditivo alternativo que es capaz de garantizar la misma calidad del producto, así como al menos los mismos parámetros de rendimiento del proceso sin contribuir a ningún impacto medioambiental. El aditivo alternativo, que muestra una calidad del producto y un rendimiento de granulación que es al menos tan bueno como la marca de banco UF. Diferente de las soluciones de UF no es perjudicial para la salud o el medio ambiente, ya que consiste en componentes que son biodegradables y se les permite entrar en contacto con alimentos. Adicionalmente, la aplicación del aditivo alternativo tiene la posibilidad de utilizar los mismos gránulos de urea para aplicaciones de fertilizantes, técnicas y DEF.

La percepción del formaldehído ha cambiado y la necesidad de su sustitución es más fuerte que nunca. Los productores de urea ya enfrentan dificultades para asegurar el suministro de formaldehído debido a las limitaciones de regulaciones más estrictas. Además, los estudios, las regulaciones nacionales y globales confirman inequívocamente que la prohibición de formaldehído convertirá una planta de urea en un lugar de trabajo mucho más saludable para los operadores. La planta de granulación de urea de lecho fluido ██████████ recibe una solución de urea concentrada de la sección de evaporación de la unidad de urea fundida. Esta solución se pulveriza en el compartimento de inyección del granulador, donde se transforma de líquido en gránulos sólidos del tamaño y la calidad deseados. Después del enfriamiento, el producto final se envía a una sección de almacenamiento masivo y/o embolsado.

Características del producto de urea granular producida:

1. Forma de partícula – gránulos
2. Contenido de nitrógeno unitario-46,0% por peso. min.
3. Contenido de biuret-0,9% por peso Max.
4. Contenido de agua-0,35% por peso. Max.
5. UGA contenido-0,45 – 0,5 Max% por peso.
6. Contenido libre de amoníaco-50 – 100 máx. ppm.
7. Apariencia – blanco
8. Fuerza de trituración-2,5 kgf mín. en 2,8 mm de tamaño mediano.
9. Tamaño de partícula-2-4 mm mín. 90% peso y < 2 mm máx. 5% peso

#### 2.2.2.1.3.2 Flujo de proceso

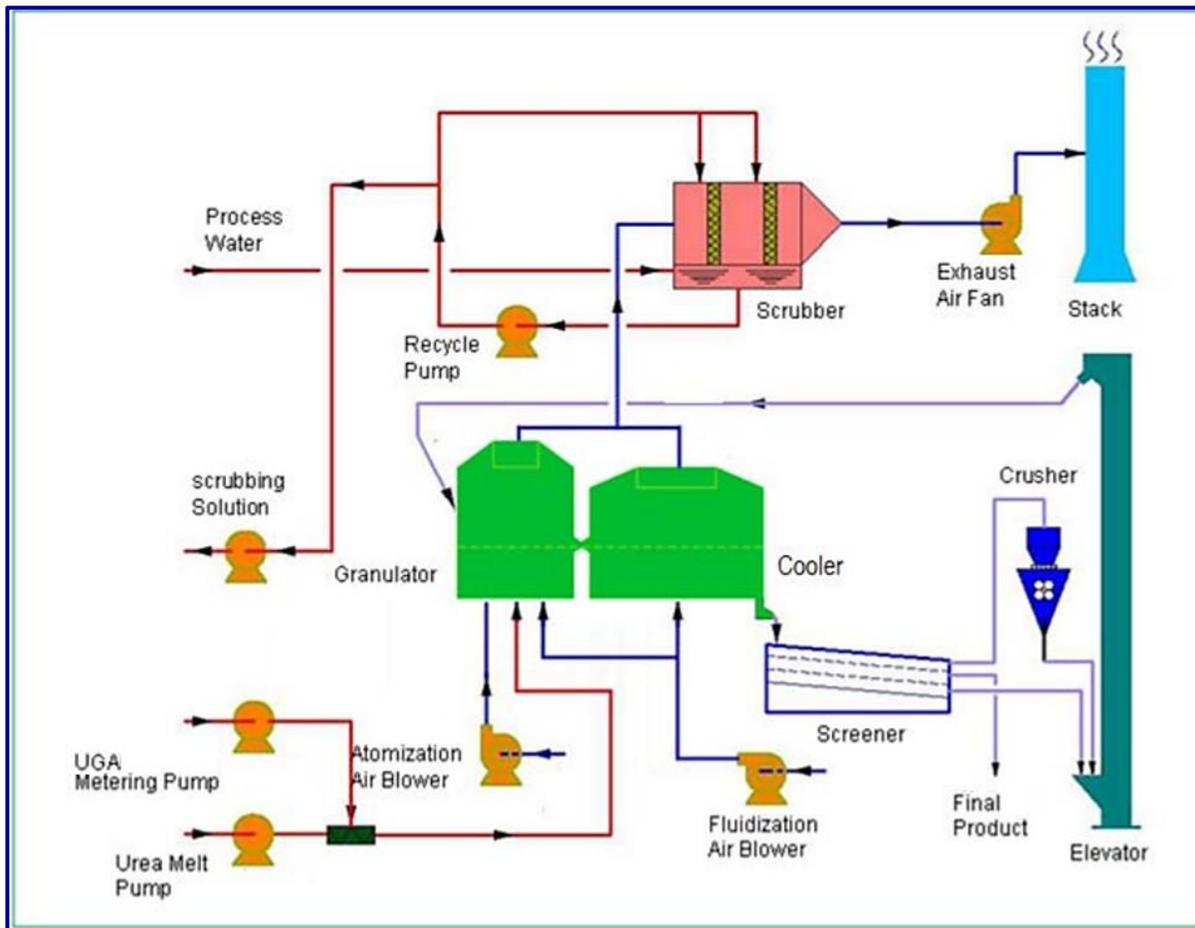
El proceso se puede subdividir en tres secciones:

- Granulación de lecho fluido incluyendo sus sólidos recicla bucle y enfriamiento del producto;
- Cribado y trituración de producto granular;
- Tratamiento de recuperación y emisiones de polvo.

La planta de urea es una planta que consiste en:

1. Sistema de granulación
2. Sistema de aire
3. Sistema de manipulación de productos
4. Tratamiento de recuperación y emisión de polvo
5. La emisión y recuperación de polvo granulador

Figura II - 8. Diagrama de flujo de la Planta de Granulación de Urea (simplificado)



Para el flujo detallado del proceso de la planta de granulación de urea, consulte el Anexo 5 - Diagrama de Flujo de Proceso.

### 2.2.2.1.3.3 Descripción del proceso

A continuación, se presenta una descripción detallada del proceso de granulación de urea que la planta propone instalar.

#### 2.2.2.1.3.3.1 Sistema de granulación

Aguas arriba de la sección de granulación, la solución de alimentación de urea de la sección de síntesis de urea se bombea al granulador. UGA, en la forma de una solución, se inyecta en la solución de alimentación de urea en la succión de la bomba de alimentación de urea.

La tasa total de UGA añadida en el proceso asciende a aproximadamente 3 (4.5)/kg UGA (convertida en UGA pura) por tonelada de producto final granular. La solución de alimentación de urea se suministra en la cabecera principal de distribución del granulador a la presión de 0,4 MPa (g). Dentro del granulador, la solución de urea se pulveriza en una capa fluidizada de material semilla, que se mezcla intensamente para lograr un tamaño uniforme-ampliación de los gránulos.

#### *2.2.2.1.3.3.2 Sistema de aire*

El aire de atomización a baja presión de 0.045 MPa (g) se utiliza para ayudar a los pulverizadores de la solución para producir gotas finas y asegura que las gotas finas rociadas van profundamente dentro de la cama fluidizada, mientras que al mismo tiempo empujando las semillas en el área de pulverización. El aire ambiente se utiliza como aire de atomización, que se precalienta a 125-135°C antes de entrar en los compartimentos de granación.

El aire ambiente también se utiliza como aire de fluidización. Después de pasar por el lecho fluidizado, el aire de atomización/fluidización contiene polvo de urea atrapado y se extrae de la parte superior del granulador y se envía al depurador granulador para su lavado. El aire de polvo de la parte superior del enfriador de lecho fluido se envía directamente al enfriador de fregador para su lavado.

#### *2.2.2.1.3.3.3 Sistema de manejo de productos*

Las partículas de urea del granulador entran en el enfriador de lecho fluido, donde las partículas de urea se enfrían a la temperatura solicitada de 65°C. Los gránulos de urea salen del enfriador de lecho fluido por medio del extractor vibratorio y luego se alimentan directamente en la pantalla vibratoria, donde la corriente se clasifica en tres corrientes separadas: sobre tamaño, bajo tamaño y en el tamaño. El flujo en el tamaño se transfiere al enfriador final para un enfriamiento adicional a través del elevador del cucharón del producto, donde el producto se enfría hasta la temperatura final de 40°C. Después del proceso de enfriamiento, el producto finalmente se envía a la sección de almacenamiento o embalaje.

#### *2.2.2.1.3.3.4 Recuperación polvos y tratamiento de emisiones*

La cantidad de polvo de urea en el aire de escape del granulador y los enfriadores de lecho fluido representa aprox. el 3-5% de la capacidad de producción total, y se recuperará en la sección de

depuración húmeda como solución de 45%-urea y se reciclará en la sección de evaporación de la unidad de fundición de urea.

La sección de depuración húmeda utiliza la solución de desorción o condensado de proceso (libre de amoníaco) de la unidad de fusión de urea como agua de maquillaje. Esto también compensa la evaporación del agua debido a la saturación húmeda del aire de escape. Un tanque de solución pequeña (tanque de reciclaje) se preinstala dentro de los límites de la batería, para recoger todos los posibles desbordamientos sólidos y líquidos.

La solución de urea diluida se recicla de vuelta a la unidad de fundición de urea por medio de las bombas de reciclaje de urea.

La cantidad de amoníaco, que se libera en la atmósfera, se controla mediante el lavado ácido con ácido sulfúrico en el depurador del granulador.

El amoníaco se recupera en la sección de depuración húmeda como una solución de sulfato de amonio al 40% de urea y finalmente se envía de los límites de la batería y se utiliza en procesos agrícolas o industriales.

#### *2.2.2.1.3.3.5 Emisión y recuperación de polvo del granulador*

Los puntos principales donde se genera el polvo de urea son el granulador y el enfriador de lecho fluido. Además de estos, hay varios otros puntos de desempolvar (por ejemplo, la parte superior del elevador del cucharón, las trituradoras de rollo, las pantallas vibratorias, los transportadores de banda, etc.), donde se extrae aire polvoriento para mantener un ambiente vegetal seguro y limpio. Todos estos puntos de desempolvar están conectados a un ventilador común, que extrae continuamente aire polvo y lo sopla en la fregadora de refrigeración.

El polvo de la urea se limpia eficientemente del aire de escape y se acumula en el líquido de lavado, que se recoge en el tanque de fregador de los depuradores. Algunos líquidos de lavado se drenan continuamente de granulador Scrubber a tanque de reciclaje, de la que se reciclan finalmente a la planta de síntesis de urea por bomba de reciclaje de solución de urea. La concentración de la solución de reciclado de urea es de aproximadamente 50%. No se liberan efluentes líquidos en las alcantarillas de la planta. Ningún residuo sólido necesita ser tratado. Todo el eflujo se recoge y se recupera dentro del proceso. El balance de materia de urea (incluida la granulación) se adjunta en *Anexo 9 - Balance de Materia*.

### 2.2.2.2 Sistemas de utilidades generales

#### 2.2.2.2.1 Sistema de flare (antorcha) amoniaco

El alcance del sistema FLARE cubre el ensanchamiento de arranque/apagado, alivio controlado de emergencia y descargas de ventilación de la unidad de amoníaco y el sistema de almacenamiento y carga de amoníaco.

El sistema de antorcha es necesario para desechar una amplia gama de fluidos en diversas condiciones y con diferentes propiedades físicas y limitaciones de la contrapresión. Por lo tanto, el sistema global de llamarada comprenderá varios sub-encabezados con el fin de segregar las posibles descargas y lograr un diseño viable y rentable.

En función de las presiones y propiedades de las cargas de alivio previstas, se proporcionarán subcabeceras separadas de gas de síntesis y amoníaco dentro del sistema de llamaradas. Cada cabecera solo recibirá descargas de los lugares/procesos adecuados para el diseño de ese sistema específico de llamarada.

El sistema de antorcha estará compuesto por una elevada antorcha de la unidad de amoníaco y una antorcha del almacenamiento de amoníaco.

La antorcha de la unidad de amoníaco se utiliza para desechar el gas de síntesis y el vapor de amoníaco de la unidad de amoníaco, el gas de síntesis incluye principalmente  $H_2$  y otros inertes, el vapor de amoníaco es principalmente amoníaco.

La antorcha del almacén de amoníaco se utiliza para eliminar el gas de alivio, para preservar los niveles de seguridad, que tiene un alto contenido de  $NH_3$  del tanque de almacenamiento de amoníaco.

Para la antorcha de la unidad de amoníaco, el gas de síntesis y el vapor de amoníaco pasan primero por el tambor eliminador de la antorcha para quemar las gotas de líquido, y luego entran en la chimenea de la antorcha hasta la punta donde serán encendidos por un piloto.

Para la antorcha del almacén de amoníaco se lleva a cabo la misma operación anterior.

### 2.2.2.2.2 Caldera y sistema de vapor

#### 2.2.2.2.2.1 General

La caldera y el sistema de vapor incluyen una caldera auxiliar 150T/h MP y todo el equipo auxiliar necesario.

La caldera auxiliar produce vapor MP para alimentar las unidades de proceso y el conductor de la turbina de vapor, y mantiene el balance del cabezal de vapor MP.

El sistema de vapor consiste en tres niveles de presión, que incluyen alta presión (HP), presión media (MP), baja presión (LP). Los tres niveles principales de vapor se controlan con los siguientes parámetros:

**Tabla II - 4. Niveles de presión**

Nivel de vapor	Identificación	Presión, bar.G	Temperatura, °C
Alta presión	HP	120.7	510
Media presión	MP	46	388.6
Baja presión	LP	3.5	197

El vapor de HP será generado principalmente por las calderas de calor residual y sobrecalentado a 102°C. El vapor de HP será consumido principalmente por la turbina de vapor para el compresor de gas de síntesis y la turbina de vapor para el compresor de amoníaco.

El vapor de MP será originado por vapor de extracción de turbina de vapor para compresor de gas de síntesis y vapor de escape de turbina de vapor para compresor de amoníaco. La caldera auxiliar proporcionará la falta de vapor MP. El vapor de MP será consumido por la turbina de vapor para el compresor de aire, turbina de vapor para el compresor de CO<sub>2</sub>, reformador primario, turbina de vapor BFW y así sucesivamente. También se instalará un dispositivo de control entre el cabezal de vapor MP y LP.

El vapor de LP se obtiene de la turbina de vapor de la bomba BFW, vapor saturado de la unidad de urea, etc.

La válvula de ventilación de control de presión y la válvula de seguridad se instalarán en el cabezal de vapor HP, MP y LP para evitar una sobrepresión en los cabezales de vapor.

#### 2.2.2.2.2 Sistemas separados

##### 2.2.2.2.2.1 Sistema de calderas agua-vapor

El agua de alimentación de la caldera BFW se mezclará primero con BFW de la unidad de amoníaco, luego entrará en la caldera auxiliar en la entrada del economizador. Desde el economizador de agua de alimentación fluye en el tambor de vapor. El agua saturada en el tambor se mezcla con el agua de alimentación entrante y luego pasa por la circulación natural, a través de los circuitos de generación de vapor.

El vapor generado en los circuitos de ebullición está separado por las partes internas del tambor de vapor. El vapor que sale del tambor se dirige al supercalentador. Se proporcionará un spray de control del calor en la cabecera entre el supercalentador primario y final para controlar la temperatura final del vapor.

##### 2.2.2.2.2.2 Sistema de purga

La purga de la caldera podría dividirse en una purga periódica y una purga continua, mientras que la tasa de purga continua será inferior al 2% de la evaporación de la caldera nominal.

Los puntos de purga continuos se fijan por debajo del nivel normal del tambor con la concentración de sal más alta, y el agua de purga continua se enviará al tambor de purga continua para la expansión del flash, y el vapor de baja presión producido se enviará al deaireador. Las aguas residuales se enviarán al tanque Flash de purga periódica.

Los puntos de purga periódicos de la caldera se fijan en la caldera abajo de la cabecera de distribución y el encabezado debajo de la pared de agua con escoria insoluble depositada, y el tiempo periódico de la caldera de purga periódica es una vez por turno o una vez al día.

Las aguas residuales del tanque de expansión de purga continua y el agua de purga periódica de la caldera se recogerán y luego se enviarán al tambor de purga periódica para la expansión del flash. El vapor destapado del tanque de purga periódica será ventilar al aire, mientras que las aguas residuales se recuperarán en la estación de agua de enfriamiento como retorno de agua de enfriamiento.

#### 2.2.2.2.2.3 *Equipo principal*

Una caldera auxiliar de circulación natural con capacidad 150 t/h se selecciona según el requerimiento de cantidad de vapor de caja normal y puesta en marcha, período de arranque. El propósito principal de la caldera auxiliar es producir vapor MP y mantener el equilibrio de vapor de la cabecera MP.

#### 2.2.2.2.2.4 *Reducción de ruido*

Las principales fuentes de ruido son de turbinas de vapor, soplador, líneas de ventilación de vapor, etc.

La turbina de vapor para la bomba HP BFW se encuentra al aire libre. Se seleccionará un producto de menor ruido. Se puede utilizar un gabinete A prueba de sonido (si es necesario) para la turbina de vapor.

El silenciador se establecerá para ajustarse al requisito de control de ruido para el soplador, así como la línea de ventilación de vapor.

Debe proporcionarse el protector del oído u otros dispositivos protectores para proteger al personal de los daños auditivos.

#### 2.2.2.2.2.5 *Emisión de gases*

El contaminante de los gases de combustión de la caldera es NO<sub>x</sub>. Se selecciona quemador de NO<sub>x</sub> bajo para la caldera. La relación de combustible de aire se controlará para una buena combustión para evitar la emisión de contaminantes. No se necesita instalar ningún dispositivo de denitración ni dispositivo de desulfurización. La eficiencia de la caldera (calculada por el poder calorífico neto) superará el 90%, la temperatura de los gases de combustión será inferior a 142°C y la concentración de NO<sub>x</sub> no excederá de 240mg/Nm<sup>3</sup>, por lo que la concentración de NO<sub>x</sub> puede satisfacer los requisitos de las normas mexicanas y Directrices IFC.

#### 2.2.2.2.2.6 *Efluente líquido*

El retroceso de la caldera de la caldera auxiliar se descargará al tanque de agua de riego o estanque y la calidad del agua puede satisfacer el requisito de las normas mexicanas, así como las directrices internacionales.

### 2.2.2.2.3 Sistema de gas natural

#### 2.2.2.2.3.1 General

El sistema natural se compone de dos sistemas Separate: 1) ISBL y 2) OSBL. El OSBL, fuera de los límites de la batería, es suministrado por un tercer contratista especializado en la prestación de servicios de interconexión entre la principal línea de gas existente y la planta. Y para este sistema de gas OSBL se archivará un separado.

#### 2.2.2.2.3.2 ISBL (límite de la planta interior) sistema de gas natural

Este sistema cubre el equipo y las instalaciones necesarias para tratar el gas natural del límite de la batería de la planta y para reducir o aumentar la presión de gas de acuerdo con los requisitos.

El gas natural de los límites de presión de la batería es de aproximadamente 580 psig (mínimo) en el punto de amarre. Es necesario controlar la presión constante del gas de alimentación antes de que el gas natural se distribuya a los usuarios.

Los usuarios incluyen: unidad de amoníaco, caldera auxiliar, sistema de antorcha, el taller de mantenimiento, y así sucesivamente.

Esta unidad consta del siguiente elemento:

- Separador de gas natural
- Filtro de gas natural
- Odorante del paquete de gas natural

La materia prima de gas natural del límite de la batería se envía primero al filtro de gas natural para filtrar las impurezas. A continuación, mantener la presión a través de la válvula de control cuando la presión está por encima 5.38 MpaG, a continuación, entra en el separador de gas natural que impide que el líquido se lleva a la unidad de amoníaco y sistema de antorcha.

El gas natural después del separador se divide en cuatro corrientes. La primera corriente se transfiere a la planta de amoníaco para la reacción reformadora. El resto que se deja bajar a 0,5 MPaG se transfiere a la caldera auxiliar, sistema de Bengala, instalaciones auxiliares como combustible.

Antes de que el gas de combustible se envíe a las instalaciones auxiliares, el odorante se inyectará al gas de combustible para aumentar la seguridad. El odorante es tetrahidrotiofeno, y la relación inyectada en el gas natural es de aproximadamente 18 ~ 25 mg/m<sup>3</sup>.

#### *2.2.2.3.2.1 Sistema de Gas Natural fuera de los límites de la planta (OSBL)*

El gas natural será recibido en la planta directamente de un troncal al norte de las instalaciones y descrito a continuación. Cabe resaltar que esta obra asociada y requerida por el proyecto, será suministrada por un tercero, y es un proyecto independiente, que requerirá un Manifiesto de Impacto Ambiental independiente.

El tercero se hará cargo de todos los trabajos de Topografía, Ingeniería, tramitación, obtención y mantenimiento de todos los permisos Federales, Estatales y Municipales que se requieran.

Se realizará una interconexión al gasoducto de Transporte llamado “El Encino – La Laguna”, de 42” de diámetro. En el punto de interconexión se instalará un **City Gate** que cumpla las normas de la Comisión Reguladora de Energía y ahí se regulará a una presión de entrega al gasoducto lado de alta presión, para conducir el gas hasta la planta. La longitud aproximada de la red de gasoducto hasta la planta es de aproximadamente **25,700** metros lineales.

A la llegada a la planta se tiene contemplado instalar una Estación de Medición y Regulación, equipada por equipos de tecnología con modem para transmisión de datos a sus sistemas de información, en tiempo real.

El ducto dentro de la planta desde el punto de suministro descrito anteriormente es de aproximadamente 850 m de longitud y 4 pulgadas de diámetro nominal, con un espesor de pared de 0.218” sin costura, transportará un flujo máximo de 6000 kg/h de gas natural a una presión esperada de 40 kg/cm<sup>2</sup>g y una temperatura de 32°C.

El ducto contará con la protección catódica para mitigar la corrosión externa, mientras que para el control de la corrosión interna los ductos contemplan la inyección de inhibidores de corrosión.

Las ubicaciones relevantes relacionadas con el suministro de gas natural son las siguientes:

Tabla II - 5. Coordenadas de la estación de gas natural

Equipo	Este	Norte
Estación de regulación	637868.79	2845215.61
Purificación de Gas Natural	637843.32	2845205.34

En los aspectos de seguridad, cuenta con válvulas automáticas de seccionamiento, tipo compuerta, para limitar cualquier riesgo de daño ocasionado por rotura del ducto. Además, estarán ubicadas en lugares aislados, con el fin de evitar daños y acceso a personal no autorizado.

Se tendrá una estación medidora (ERM) de caudal de acuerdo con la normatividad aplicable en cuanto a tipo de medidor y características de la instalación.

#### 2.2.2.2.4 Sistema de nitrógeno (OSBL)

Esta unidad OSBL cubre el equipo y las instalaciones necesarias para producir nitrógeno con una pureza del 99,9%, para cumplir con los requisitos de purga del equipo, los sellos de maquinaria, las estaciones de servicio, los cabezales de la antorcha y las subcabeceas de purga y para las unidades de proceso durante el arranque/ apagado con el fin de cubrir el nitrógeno para la demanda continua e intermitente de todo el complejo. El nitrógeno se utiliza como gas inerte. La unidad OSBL incluye las siguientes secciones funcionales:

- Paquete de generación de nitrógeno, un separador de aire criogénico alimentado por un sistema de aire.
- Paquete de almacenamiento y vaporización de nitrógeno que consiste en una instalación combinada de un dispositivo de almacenamiento (almacenamiento de nitrógeno líquido) con el tamaño del vaporizador para satisfacer la demanda de nitrógeno vegetal durante cada caso de funcionamiento.

#### 2.2.2.2.5 Sistema de aire de planta e instrumentos

Se poseerá una unidad compresora de aire de planta e instrumentos en la planta.

Esta unidad cubre el equipo y las instalaciones necesarias para producir aire comprimido para requisitos de planta e instrumentación. Los principales proveedores de aire comprimido son los compresores de aire de la planta de amoníaco. Dicho compresor contará con un silenciador en la toma de aire como elemento de control para cumplir con la NOM-081-SEMARNAT-1994.

#### 2.2.2.2.6 Sistema diésel de energía de emergencia

Esta unidad cubre el equipo y las instalaciones necesarias para que el complejo se apague de manera segura en caso de fallo de la energía normal. La unidad también se utiliza durante el arranque. Esta unidad cumplirá con las normas oficiales mexicanas NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición y la NOM-085-SEMARNAT-2011 Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

#### 2.2.2.2.7 Sistema de extinción de incendios

##### 2.2.2.2.7.1 General

Se utilizarán los siguientes agentes extintores de incendios:

- El agua (agua cruda) se utilizará para controlar/combater los incendios en la zona vegetal general (véase el Sección 2.2.7.3.1.1.1 *Agua contra incendio* para más detalles sobre el sistema para suministrar agua contra incendios);
- Se desplegará espuma acuosa formadora de película (AFFF) para combatir incendios originados por hidrocarburos líquidos en la zona vegetal;
- El polvo químico seco se utilizará para controlar y extinguir pequeños incendios en las zonas vegetales y dentro de los edificios;
- Se utilizará CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) para controlar y extinguir los incendios eléctricos (fuego de clase "C") en las zonas eléctricas y dentro de los edificios, y
- El sistema limpio del agente (tipo de gas inerte) se utilizará para proporcionar extinción de incendios de recintos seleccionados (pisos falsos) dentro de los edificios.

Los agentes extintores anteriores se aplicarán a las fuentes de incendios por medio de instalaciones fijas y portátiles, como se indica a continuación:

- Sistema de agua de incendio que consiste en el tanque de almacenamiento de agua de incendio (en común con el servicio de servicios públicos), bombas de agua de incendio y red principal de agua de fuego

- Los hidrantes de incendios, el monitor de agua de fuego/espuma, el carrete de manguera y las cajas de almacenamiento de manguera se proporcionarán alrededor de la planta;
- Sistemas de pulverización de agua fijas (sistema de diluvio de agua) para la protección de equipos dedicados;
- Sistema de agente limpio automático para la protección de edificios;
- Número apropiado de instalaciones portátiles que incluyen: extintores de incendios y extintores móviles;
- Número adecuado de duchas de emergencia y unidad de lavado de ojos, y
- Instalaciones de la estación de bomberos, incluyendo un (1) camión de bomberos.

#### 2.2.2.7.2 Sistema de protección contra incendios

La cantidad de agua necesaria para la protección contra incendios se basa en la cantidad de agua que se requiere para controlar y extinguir el incendio más grande al mismo tiempo que ocurre en una de las siguientes áreas de la planta: unidad de proceso, utilidades, instalaciones de producción auxiliares e instalaciones de servicio.

El peor escenario de incendio debe tenerse en cuenta en la unidad de amoníaco. La demanda máxima de agua de fuego se basa en la asunción de un incendio importante de 6 horas que se está produciendo en la unidad de amoníaco. Esto proporcionará tiempo suficiente para que el equipo de extinción de incendios adicional para llegar al sitio.

El caudal del diseño del aguardiente es 900m<sup>3</sup>/h y el tiempo de duración no será menos de seis (6) horas. El agua para la protección contra incendios se almacenará a nivel del suelo y la cantidad será de 5400 m<sup>3</sup> como mínimo.

Se proporcionarán dos (2) bombas de agua de incendio centrífugas, cada una de las cuales suministrará un 100% de caudal de diseño de agua de fuego; incluyendo una (1) bomba principal accionada por motor, una (1) bomba de repuesto accionada por diésel. Cada bomba de agua de incendio está diseñada para proporcionar una velocidad de flujo de 900 m<sup>3</sup>/h a 1,2 MPAG.

Se proporcionarán dos (2) bombas Jockey accionadas por motor para mantener la presión en el incendio principal durante el funcionamiento normal. Normalmente una bomba Jockey estará de servicio y la otra de espera. Cada capacidad de bomba Jockey es de 36m<sup>3</sup>/h a 1,2 MPAG.

La planta estará protegida por el sistema de distribución principal de agua de incendio subterráneo. La red de agua de incendio deberá estar colocada en bucles a lo largo de las carreteras alrededor de la planta. Incluirá hidrantes, monitores, casetas de manguera, etc.

La red de agua de fuego será de 14 pulgadas de tubería de acero al carbono. Las válvulas de bloque se incorporarán en el sistema principal del anillo para que las secciones puedan aislarse para su mantenimiento. Cada intersección de bucle, todas las conexiones de línea de bifurcación y todas las líneas con más de cinco (5) dispositivos de protección contra incendios (por ejemplo, hidrante, monitor de incendio y sistema de pulverización de agua fija) deberán estar provistos de una válvula de aislamiento.

*Hidrantes al aire libre y cajas de manguera:* las bocas de riego al aire libre están conectadas desde el fuego principal y situadas a no más de 60 metros de bocas de riego adyacentes en la unidad de proceso, para los servicios públicos y otras áreas de construcción, la distancia será de 120m.

Las cajas de manguera se instalan para cada hidrante. Cada caja de manguera consta de gabinete de acero rojo que contiene dos mangueras que tienen 2 1/2 "de diámetro y 30 metros de longitud y una boquilla ajustable recta/niebla.

*Monitores de incendio:* se instalarán monitores de agua fijos en la planta de amoníaco, granulación, unidad de urea y sistema de almacenamiento y carga de amoníaco. La capacidad de los monitores de agua fija es de 180m<sup>3</sup>/h a una presión de entrada de 0,8 MPAG, el ángulo de rotación es de 360° y el ángulo de elevación es de 80°. El rango de operación horizontal con chorro recto será de 60 metros al menos.

Los monitores equipados con una válvula de aislamiento se accionan manualmente y son adecuados para la generación de corriente ajustable de chorro recto/niebla. El cambio directo a la niebla se realizará manualmente.

El monitor se ubicará a más de 15 metros de distancia de los equipos que se protegerán.

*Hidrantes de riego interiores:* se instalan bocas de riego interiores en los edificios de proceso, taller de mantenimiento y así sucesivamente. Las bocas de riego están conectadas a la tubería estándar y situadas cerca de las salidas de emergencia de los edificios y a lo largo de los pasillos. Se preferían los tubos de soporte con estaciones de manguera para el servicio de clase III (NFPA 14); Las bocas de riego se diseñarán de acuerdo con la norma NFPA 14.

*Especificación del sistema de pulverización de agua:* se proporcionarán sistemas de pulverización de agua en los principales compresores y turbinas. El sistema deberá ser de un tipo de accionamiento automático por detectores, y también se habilitará la operación remota desde la sala de control. Además, el sistema se iniciará manual en la válvula de diluvio localmente. La cabecera de la válvula del diluvio se ubicará en una forma de acceso y al menos a 15m del equipo que se protegerá.

*Especificación del sistema de extinción de agentes limpios:* se proporcionará el sistema de extinción del agente limpio para la subestación, edificio de control central. El sistema de extinción será FM200. El diseño del sistema completo de supresión de incendios del agente limpio deberá estar de acuerdo con los requisitos de la norma NFPA 2001. Y el sistema debe ser diseñado para la inundación total de la sala de protección.

El sistema de extinción del agente limpio será capaz de iniciarse automáticamente al recibir una señal del sistema de alarma contra incendios, el arranque eléctrico manual local en cada salida principal de la sala protegida; Además, el sistema será el arranque mecánico manual local en los recipientes. Deberá proporcionarse una alarma de pre-descarga y un retardo de tiempo. Los interruptores de anulación deberán proporcionarse y estar situados dentro del área protegida y estarán situados cerca de los medios de salida de la zona. La tasa mínima de diseño de la aplicación se basará en la cantidad de agente necesaria para la concentración deseada y el tiempo asignado para lograr la concentración deseada.

*Extintor de incendios portátil:* con el fin de apagar el fuego inicial rápidamente, los extintores de incendios portátiles se organizarán en áreas de proceso y edificios. Los extintores de tipo húmedo y seco montados localmente deberán estar situados en todos los edificios y áreas de proceso. Los tipos aceptables incluyen, pero no se limitan al agua, la espuma, el polvo, el CO<sub>2</sub>. Los tamaños utilizados van desde la mano (montado en la pared) a la de ruedas.

#### 2.2.2.7.3 Sistemas de alarma de detección de gases e incendios

El sistema de detección de incendios y gases supervisará todas las zonas de incendio designadas para el incendio y el gas inflamable, vigilará todas las tomas de aire de construcción para el gas inflamable y tóxico y permitirá que la instalación levante una alarma a las salas de control, la casa de la puerta y la estación de bomberos.

Los sistemas de detección de incendios deberán instalarse cuando se considere que el desarrollo del incendio podría constituir un riesgo grave para el proyecto o los operadores. La detección de gas se instalará cuando el gas detectado constituya un riesgo para el personal o podría convertirse en un riesgo de incendio o de explosión de vapor en expansión de líquido hirviendo (BLEVE).

Se proporcionará un sistema de puntos de llamada manual para iniciar una alarma de incendio como parte del sistema de protección contra incendios del proyecto. Estos puntos se distribuirán a lo largo de todos los niveles y unidades del proyecto.

#### 2.2.2.7.4 Casa de bombas

Se proporcionará una casa de bomberos para la planta. Esta casa contendrá: dos habitaciones para vehículos de bomberos, una sala de ambulancia, una sala de primeros auxilios y un trastero para equipos de bomberos, etc.

### 2.2.2.3 Sistema de instrumentación y control

#### 2.2.2.3.1 General

Habrá un sistema de instrumentación y control diseñado para una operación segura y controlada del proceso. El sistema está diseñado en diferentes niveles complementarios para garantizar la confiabilidad y evitar "fallas" de la instrumentación que pueden resultar en situaciones de riesgo, esto significa que los elementos y componentes de instrumentación y control tienen adecuada redundancia.

La planta tendrá medidores de presión, nivel, temperatura y medidores de caudal y transmisores en las diferentes partes del proceso. Estos sensores de proceso son la base de la información para que los técnicos de la planta tengan una indicación directa de las condiciones del proceso. Estas variables de proceso se conectan y monitorean a través del sistema de control distribuido (SCD) y sus pantallas y monitores en la sala de control. La sala de control será asistida/ocupada por personal cualificado las 24 horas del día, los siete días de la semana.

Para el Diagrama de la Arquitectura del Sistema de Control, ver *Anexo 3 - Diagrama de la Arquitectura del Sistema de Control*.

La planta también tendrá elementos de control finales como válvulas automáticas para modificar las condiciones del proceso y mantenerla dentro de condiciones de funcionamiento normales, seguras y documentadas.

La planta también tendrá puntos de muestreo de proceso, así como analizadores de concentración en línea en las diferentes etapas. Estas muestras y mediciones de composición complementan la de los sensores de proceso primarios y completan la información de las condiciones de funcionamiento del proceso.

Toda esta información del proceso será comparada con la documentada en los procedimientos y condiciones operativas estándar. Estos documentos también documentan las acciones a tomar por los técnicos en caso de desviaciones del proceso para el funcionamiento efectivo y seguro de la misma.

El área de proceso incluirá sensores de aire para verificar la calidad del aire determinando la posible contaminación por amoníaco. Esto detectará automática e inmediatamente posibles pérdidas de material de proceso debido a fallas mecánicas u otras situaciones de contingencia.

#### 2.2.2.3.2 Sistema de detección basado en el láser

El proyecto utilizará un sistema de detección basado en el láser integrado en todo el sitio:

La detección temprana y fiable de lanzamientos de amoníaco fugitivos es vital en una planta de nitrógeno. Las técnicas de monitorización de detección de amoníaco de la boreal laser proporcionan una segunda respuesta por canal, son autocalibrantes, no utilizan consumibles, requieren un mantenimiento mínimo y no exhiben interferencias cruzadas con otros gases.

Los monitores de amoníaco con láser boreal no se ven afectados por el calor, el frío o los cambios rápidos de temperatura y pueden monitorear las liberaciones de amoníaco en áreas extensas.

El proyecto supervisará las fuentes de emisiones de amoníaco tales como compresores de amoníaco, bombas, recipientes de almacenamiento y emisiones de amoníaco a lo largo de las líneas de valla.

La misma técnica se utilizará para monitorear la integridad de los equipos de alta presión en la sección de urea, como los intercambiadores de calor y los reactores de HP:

1. Un sistema activo de detección de fugas basado en vacío
2. Con el detector de amoníaco más preciso y fiable disponible

3. Cumplir con el requisito de probabilidad de fallo bajo demanda de un máximo de 0,01 que conduce a un factor de riesgo de E-5
4. Diluir la fuga para evitar obstrucciones
5. El operador DCS será advertido automáticamente en caso de que haya:
6. La falta de presión de vacío
7. La situación de obstrucción de un circuito de detección de fugas
8. El funcionamiento defectuoso del detector de amoníaco
9. Y, por supuesto, una fuga de revestimiento está presente

Los beneficios del detector de amoníaco son:

1. Muy preciso
2. Específicos de  $\text{NH}_3$
3. Autocalibrado
4. Sin mantenimiento
5. Ningún efecto de memoria
6. Ningún efecto de saturación
7. Proporciona alarma de DCS cuando no funciona

El sistema se aplicará para la monitorización continua de las emisiones de  $\text{NH}_3$ , por ejemplo:

1. MP de ventilación inerte
2. Pila
3. Antorcha
4. La pila de granulación
5. Tanque de almacenamiento  $\text{NH}_3$
6. Estación de carga  $\text{NH}_3$
7. Las bombas  $\text{NH}_3$
8. El compresor de refrigeración  $\text{NH}_3$

Figura II - 9. Tanque de Amoniaco



Y se aplicará para la detección de fugas general  $\text{NH}_3$  en planta como alerta temprana, por ejemplo, rupturas de tubería, como:

1. Sensor de punto
2. Sensor de línea

El proceso tendrá monitoreo en los flujos de servicio (condensado de vapor, agua de enfriamiento) para detectar la contaminación resultante de fallas mecánicas o situación anormal resultando en fallas de contención primaria de materiales de proceso, permitiendo la acción oportuna de control de dichas posibles fallas.

La instrumentación será de proveedores calificados y certificados para asegurar su confiabilidad y será calibrado y mantenido de forma rutinaria y permanente durante la operación. Habrá procedimientos específicos para documentar dichas prácticas de mantenimiento. El personal de la planta estará permanentemente entrenado en este tipo de instrumentación y tendrá acceso a recursos externos de la planta o proveedores de instrumentación. También incluye sistemas de información para la gestión de la instrumentación que documenta el historial y la información de diagnóstico.

#### 2.2.2.3.3 Sistema de control distribuido

Como parte del diseño de la planta, cada parte será evaluada por un grupo de ingenieros con el objetivo de proporcionar la instrumentación adecuada a cada uno para su funcionamiento controlado y seguro. La instrumentación se conectará a un sistema de control distribuido (DCS) que mostrará, de forma sistemática, las lecturas y las condiciones de proceso en tiempo real. Este sistema muestra una representación visual, gráfica y sistemática del proceso a los técnicos de la planta, simplificando el funcionamiento de esta. También permite que cualquier situación que surja, sea gestionada desde un lugar central y común, reduciendo los tiempos de respuesta.

Los técnicos/operadores de la planta tendrán la formación, la práctica y la certificación adecuada para saber cómo responder a diversas situaciones de proceso.

El nivel mínimo de certificación requerido se completará antes de la puesta en marcha inicial y con formación continua durante el funcionamiento de la planta. La formación consistirá en tiempo de aula complementado con simuladores de proceso y material de prueba.

El proceso incluye controladores automáticos, puntos de alarma y enclavamientos que se programan directamente en la configuración de DCS. De tal manera que las variaciones de las condiciones del proceso o situaciones de contingencia se manejan y controlan de forma segura y rápida de una manera repetitiva y predefinida. Los controladores de proceso, ya sea para presión, temperatura, nivel o caudal, permiten que la planta opere de manera constante y predecible. Se utilizarán alarmas visuales y auditivas para alertar a los técnicos sobre posibles desviaciones.

Los interbloques o interbloqueos son límites automáticos que se programarán para que se tomen acciones inmediatas y automáticas, sin intervención manual, cuando determinadas condiciones de proceso alcancen niveles predeterminados para condiciones críticas de la misma.

Este sistema es uno de los elementos de protección esenciales para mantener el proceso dentro de una ventana operativa segura.

#### 2.2.2.3.4 Sistema de cierre de emergencia

El cierre de emergencia comprende los sistemas de parada de emergencia (ESDS) y Fire & Gas (F & G) y actúan como 2ª y 3ª línea de protecciones respectivamente. Ambos sistemas son controladores lógicos programables con certificación de nivel de integridad de seguridad (SIL) (según IEC61508 y IEC61511) y se utilizan para las protecciones y las interrupciones de emergencia críticas.

Se han proporcionado redundancias para procesadores, módulos de entrada-salida (e/s), redes de comunicación, módulos de fuente de alimentación, estaciones interfaz de usuario para satisfacer fallas inesperadas de componentes. Las capacidades del sistema permiten la sustitución en línea de componentes fallidos. Se proporciona un sistema de alimentación ininterrumpida redundante con respaldo de batería para la disponibilidad continua de sistemas de parada de emergencia.

Los sistemas ESDS/F&G (fuego y gas) reciben entradas de sensores/transmisores de campo a través de cables dedicados en los módulos de entrada. Las unidades de procesamiento central (CPU) ESDS/F&G capturan estos datos y procesan esta entrada según el algoritmo de lógica de enclavamiento de la aplicación y proporcionan la salida en el módulo de salida. La señal de salida del módulo de salida se envía al elemento de control final a través de cables dedicados. El elemento de control final funciona según la salida ESDS/F&G para llevar el proceso a una condición segura (la condición segura se logra por parada del proceso/máquina y/o aislando-ventilación de la máquina/proceso) o disparo de la planta según sea necesario.

Se ha proporcionado un sistema dedicado de monitorización de la máquina (sistema de ESDS) para el monitoreo de condiciones y la protección segura del equipo giratorio apagando el equipo en caso de que el equipo salga del sobre de funcionamiento seguro.

Para facilitar la operación y el mantenimiento, el complejo de fertilizantes se divide en unidades separadas y cada unidad tiene un sistema ESDS y F & G dedicado. Dos de tres (2 de 3) lógica de viaje con tres sensores independientes se han aplicado para el proceso y el equipo para mejorar la confiabilidad y protección. 2de 3 lógica de viaje elimina los viajes falsos que genera problemas ambientales, así como reduce la vida del equipo, además de las pérdidas económicas

y de producción. Todo el complejo de fertilizantes ha sido diseñado como Fallo Seguridad para las condiciones de falla de alimentación/fallo de aire del instrumento.

El sistema ESDS proporciona alarmas previas al viaje y de viaje en los interfaz de usuario del operador. Basado en la alerta previa al viaje, el operador puede tomar medidas correctivas adecuadas para devolver la planta a condiciones normales. Las características de secuencia de grabación de eventos de estos sistemas ayudan en el diagnóstico de fallas, la rectificación de fallas y el análisis de causa raíz de la planta.

El sistema de detección de incendios y gases es un sistema certificado por SIL que inicia automáticamente los sistemas de protección automática en caso de detección de fugas de incendio y gas y lleva la planta a una condición segura. Hay sensores de campo para detectar fugas de fuego y gas en las áreas de proceso y detectores de calor y humo en varios edificios.

Estas señales se utilizan en el sistema F & G para activar sistemas de protección automática y también alertas en forma de pantallas de alarma, mensajes de alarma, sistema de alerta de audio para el operador de control de escritorio y el Departamento de bomberos y seguridad. El sistema automático F & G reduce la posibilidad de fuga de incendios y gases que tiene importantes impactos medioambientales. Además, este sistema de CCTV está siendo instalado para la vigilancia de la planta en caso de fugas de gases o incendios.

Estos sistemas están conectados a las estaciones de trabajo de ingeniería y se permiten modificaciones menores en línea durante las operaciones de la planta. Además, estos sistemas ofrecen funciones de diagnóstico y rectificación en línea fuertes del sistema.

Los sistemas ESDS/F & G han sido seleccionados considerando su registro operativo continuo comprobado en varias industrias de procesos continuos y basados en el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio de reparación (superiores).

Todos los equipos del sistema de automatización del sistema y de parada de emergencia se alojan en áreas seguras con sensores de aire acondicionado y F & G y Clean Agent System para salvaguardar los componentes del sistema.

#### ***2.2.2.4 Sistema de almacenamiento y carga de amoníaco***

##### ***2.2.2.4.1 General***

El sistema de almacenamiento y carga de amoníaco cubre el almacenamiento, la refrigeración, la transferencia del amoníaco líquido producido por la unidad de amoníaco y la carga de

amoníaco. La instalación consta de dos tanques de almacenamiento de amoníaco, bombas y un calentador de amoníaco para la transferencia de amoníaco a la unidad de urea y cargadores de amoníaco, y unidades de refrigeración.

En el funcionamiento normal, el amoníaco producido por la unidad de amoníaco alimenta directamente a la unidad de urea, y el excedente se transfiere, como producto refrigerado a  $-33^{\circ}\text{C}$ , al sistema de almacenamiento; en caso de que la unidad de urea baje o viaje por unidad de urea, el excedente (o importe total) se transfiere al sistema de almacenamiento a  $-33^{\circ}\text{C}$ .

El amoníaco líquido, producido en la planta de amoníaco alimenta el tanque de almacenamiento de amoníaco a través de una línea de transferencia aislada. Los tanques de almacenamiento de amoníaco son de doble pared tipo integridad completa, la capacidad de cada tanque es de 15,000 toneladas métricas de amoníaco líquido (diámetro interior: 35,000mm; altura: 26,000mm).

Los siguientes eventos pueden causar un exceso no deseado de gas amoníaco en el tanque de almacenamiento:

1. Evaporación de parte de la cantidad almacenada de líquido debido a la absorción de calor.
2. Evaporación de una parte del amoníaco líquido en la línea de carga de amoníaco líquida debido a la absorción de calor.
3. Desplazamiento del gas amoníaco, como resultado de la alimentación del amoníaco líquido producido en las unidades de síntesis de amoníaco.

Con el fin de recuperar el amoníaco vaporizado y evitar una sobrepresión en el tanque con una descarga posterior de vapores, los vapores de amoníaco serán tomados por el sistema de refrigeración de vapor de amoníaco para ser relicuado y devuelto a los tanques de almacenamiento.

Cuando se produce un fallo en la fuente de alimentación del área del tanque de almacenamiento de amoníaco, la presión en el tanque de amoníaco se mantiene al ventilar los vapores de amoníaco a la Bengala.

Cuando los cambios barométricos o el amoníaco fluye hacia fuera por las bombas, puede haber un vacío en el tanque y luego el nitrógeno fluirá en el tanque para mantener el tanque operando en presión positiva. Si la presión es inferior a  $-0.4\text{ kPa}$ , las válvulas de vacío instaladas en la parte superior del tanque romperán el vacío. Si la presión es superior a  $12.7\text{ kPa}$  o  $14\text{ kPa}$ , la

válvula de alivio y el orificio del hombre de emergencia aliviarán la presión para proteger el tanque del colapso.

La cantidad de amoníaco que se va a apagar se puede regular desde la sala de control o localmente a través de la válvula de by-pass en función de la presión del tanque.

El vapor de amoníaco devuelto por el sistema de carga de amoníaco se condensa y fluye al tanque de almacenamiento de amoníaco a través de una válvula de control.

#### 2.2.2.4.2 Sistemas críticos

##### 2.2.2.4.2.1 Depósito de almacenamiento de amoníaco

El tanque de almacenamiento de amoníaco es un tanque de almacenamiento refrigerado, doble pared, de contención completa, con una capacidad de 15.000 toneladas métricas de amoníaco líquido (diámetro interior: 35, 000mm; altura: 26, 000mm). La presión de diseño es de 14 kPag.

Se proporciona una válvula de cierre en la línea de suministro de líquido de cada tanque para emergencia y apagado remoto. Las válvulas en el tanque y la válvula de cierre se proporcionan en la línea de salida principal de amoníaco líquido de cada tanque de almacenamiento de amoníaco para el apagado de emergencia y remoto. Cada tanque está equipado con tres indicadores de nivel independientes, cada uno con una alarma de nivel alto y bajo.

Una conexión N2 permanente mantendrá la presión del tanque. Dos válvulas de alivio de presión y dos válvulas de interruptor de vacío diseñadas para proteger el tanque de colapsar.

##### 2.2.2.4.2.2 Sistema de refrigeración de vapor de amoníaco

Se proporcionará el sistema de refrigeración de vapor de amoníaco, cada compresor es de tamaño suficiente para manejar las cargas causadas por el flujo de calor en el tanque debido a la diferencia de temperatura entre el ambiente y el amoníaco líquido y la radiación del sol.

Durante el funcionamiento normal, los requisitos de refrigeración del sistema de almacenamiento serán cumplidos por el compresor de refrigeración, *un compresor en el sistema de refrigeración de vapor de amoníaco es capaz de licuar el gas de ebullición generado en el tanque de almacenamiento, y otro compresor con la misma capacidad está en stand-by.*

##### 2.2.2.4.2.3 Sistema de carga de amoníaco

El sistema de carga de amoníaco se suministra con 5 brazos de carga. Cada brazo de carga se compone de una válvula de cierre, un medidor de flujo, una válvula de control y otras instalaciones auxiliares.

Después de comprobar la información de carga de amoníaco y la conexión de los sistemas de carga, se establecerá el peso de carga y se inicia la operación de carga, cuando se alcanza el peso predefinido, la operación de carga se detiene automáticamente.

#### 2.2.2.4.2.4 Almacenamiento de amoníaco agua de lavado y sistema inicial de lluvia

El agua de lluvia inicial y el lavado de aguas residuales de almacenamiento de amoníaco se recogerán en el sumidero de agua de lluvia de la unidad, y se bombean a un tanque o un estanque de condensado fuera de especificación. Si el contenido de NH<sub>3</sub> es superior a 5 mg/l, las aguas residuales se enviarán a la unidad de extracción de agua residual.

### 2.2.3 Continuidad.

El proceso será 24/7, 365 días al año. Es un proceso continuo. Esto es cierto para todas las secciones: producción de amoníaco, producción de urea y la granulación de urea. Habrá tiempo de inactividad debido al mantenimiento esperado e inesperado, como se explica más detalladamente en la Sección 2.7 *Etapa de operación y mantenimiento*.

### 2.2.4 La Capacidad de Diseño de los Equipos.

Encontrará la lista de equipos en el *Anexo 4 - Lista de Equipos Principales*.

### 2.2.5 Comparación con Plantas Similares

#### 2.2.5.1 Amoniaco

##### 2.2.5.1.1 Comparación

El mercado de tecnología de amoníaco presenta tres empresas que poseen y licencian tecnología de calidad adecuada; [REDACTED] de [REDACTED]. (elegido por el Proyecto Fertilizantes del Norte), [REDACTED] de [REDACTED] y [REDACTED] de [REDACTED]. Como el proceso de síntesis de amoníaco ha existido por un largo período de tiempo, casi no hay diferencias entre los tres procesos, cuando se trata del empleo de materiales contaminantes, la utilización de recursos naturales, el gasto de energía, la generación de residuos, la generación de OHL a la atmósfera, el consumo de agua y aguas residuales. Dicho proyecto ha elegido para [REDACTED] ya que tiene la mejor trayectoria en términos de resistencia de su tecnología, de los materiales que proporcionan y porque son las palabras líder del mercado.

Información general sobre las diferencias entre las tecnologías [REDACTED], [REDACTED] y [REDACTED]: [REDACTED] Los tres licenciados de la tecnología de producción de amoníaco ([REDACTED], [REDACTED], [REDACTED]) de los flujos de proceso generales son muy similares, pero son diferentes y tienen sus propias características. Se comparan entre sí como en la tabla que sigue:

**Tabla II - 6. Comparación de tecnologías**

	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
Características tecnológicas	<p>1. la unidad reformadora de gas natural adopta las dos tecnologías reformadoras de la reforma del vapor más la oxidación parcial.</p> <p>2. el reformador primario se suministra el calor de los quemadores en la parte superior de la misma.</p> <p>3. para reducir la capacidad y el tamaño del dispositivo primario, el 50% exceso de aire permite desplazar el proceso desde el dispositivo de reforma primario al dispositivo secundario. El exceso de nitrógeno suministrado con aire se elimina en el transcurso de la purificación criogénica para formar la proporción 3:1 de hidrógeno a nitrógeno.</p> <p>4. El proceso de purificación</p>	<p>1. la unidad reformadora de gas natural adopta las dos tecnologías reformadoras de la reforma del vapor más la oxidación parcial.</p> <p>2. para reducir la capacidad y el tamaño del dispositivo primario, el 20% del exceso de aire permite desplazar el proceso desde el dispositivo de reforma principal al dispositivo secundario. El exceso de nitrógeno suministrado con aire se elimina en el transcurso de la purificación criogénica para formar la proporción 3:1 de hidrógeno a nitrógeno.</p> <p>3. se adopta el proceso de purificación criogénico de bajo consumo energético para reducir el consumo de gas combustible.</p> <p>4. adoptando el flujo de gas radial en dos</p>	<p>1. la unidad reformadora de gas natural adopta las dos tecnologías reformadoras de la reforma del vapor más la oxidación parcial.</p> <p>2. el reformador primario se suministra el calor de la calefacción lateral o los quemadores en la parte superior de la misma.</p> <p>3. no secar &amp; unidad de purificación criogénica.</p> <p>4. la unidad de recuperación de amoníaco y la unidad de recuperación de hidrógeno normalmente están en el flujo general del proceso.</p> <p>5. el reactor de síntesis de amoníaco de [REDACTED] es el flujo de gas radial en un reactor s-300 vertical.</p> <p>6. los componentes internos del reactor de amoníaco son los equipos patentados de</p>

	<p>criogénica de bajo consumo de energía se adopta para reducir el consumo de gas combustible.</p> <p>5. adoptando el flujo de gas radial en el reactor horizontal y el enfriador de amoníaco combinado.</p> <p>6. no hay unidad de recuperación de hidrógeno, el hidrógeno se recupera de la unidad de purificación criogénica.</p> <p>7. los componentes internos del reactor de amoníaco, el enfriador de amoníaco combinado y la caja fría son el equipo patentado de [REDACTED].</p> <p>8. los catalizadores de síntesis de amoníaco son suministrados por [REDACTED] y fabricados por Clariant.</p>	<p>reactores verticales para lograr un alto valor neto de amoníaco.</p> <p>5. no hay unidad de recuperación de hidrógeno, el hidrógeno se recupera de la unidad de purificación criogénica.</p> <p>6. reformador primario, reformador secundario, Internals del reactor de amoníaco y caja fría son el equipo propietario de [REDACTED].</p> <p>7. los catalizadores de síntesis de amoníaco son fabricados por [REDACTED].</p>	<p>[REDACTED].</p> <p>7. los catalizadores de síntesis de amoníaco son fabricados y suministrados por [REDACTED].</p>
Consumo de energía	Alrededor de 6.8 Gcal/MT NH <sub>3</sub> .	Alrededor 7.02 Gcal/MT NH <sub>3</sub>	Alrededor de 7.1 Gcal/MT NH <sub>3</sub> .
Área de unidad de amoníaco	Alrededor de 2,6 hectáreas.	Alrededor de 3 hectáreas.	Alrededor de 3 hectáreas.
Inversión relativa	1	~ 1,04	~ 0,92

A partir del análisis y la comparación exhaustivos anteriores, el proceso [REDACTED] tiene el menor consumo de energía.

### 2.2.5.1.2 Conclusión

Como el primer licenciante líder en el mundo, [REDACTED] tiene una cuota de mercado significativa, por encima del 50%. Ha transferido su tecnología de amoníaco a más de 225 plantas desde que construyó la primera planta grande de amoníaco en el mundo en 1943.

[REDACTED] lleva a cabo el diseño específico de acuerdo con la diferencia de necesidades reales y plantas de los clientes. [REDACTED] tiene el siguiente proceso: proceso tradicional de amoníaco basado en Iron Catalyst, proceso [REDACTED] [REDACTED], proceso [REDACTED] de [REDACTED] y proceso de catalizador de rutenio (Kaap) altamente activo de [REDACTED]. [REDACTED] P [REDACTED] el proceso es adecuado para la aplicación en este proyecto debido a su característica.

Además, [REDACTED] tiene muchas plantas similares funcionando bien. El proyecto seleccionó [REDACTED] debido a su gran base instalada, así como por su trayectoria como la tecnología más robusta en términos de flexibilidad operativa y tiempos de transmisión. La capacidad de operación más común de [REDACTED] es una combinación perfecta con la capacidad que ha sido elegida dado el tamaño del mercado y para reducir cualquier riesgo de ingeniería y construcción. Además de estos criterios, El proyecto aprecia la proximidad de [REDACTED] ([REDACTED] se basa en [REDACTED]) al sitio de la planta y el hecho de que hay un cierto cuerpo de experiencia operativa relacionada [REDACTED] en México ([REDACTED] en el pasado fue utilizado por [REDACTED]).

### 2.2.5.2 Urea

El mercado tecnológico del amoníaco conoce a tres empresas que poseen y licencian tecnología de calidad adecuada; [REDACTED] de [REDACTED] (el elegido por este proyecto), [REDACTED] de Italia. Como el proceso de síntesis de la urea ha existido durante un largo período de tiempo, casi no hay diferencias entre los dos procesos cuando se trata del empleo de materiales contaminantes, la utilización de recursos naturales, el gasto de energía, la generación de residuos, la generación de OHL a la atmósfera, el consumo de agua y aguas residuales. El proyecto ha elegido para [REDACTED] ya que tiene la mejor trayectoria en términos de resistencia de su tecnología, de los materiales que proporcionan y porque son las palabras líder del mercado.

Información general sobre las diferencias entre las tecnologías de [REDACTED] y [REDACTED]:

## Figura II - 10. Comparación de tecnologías

## 5. Overall comparison of the Stamicarbon and Saipem process schemes

Table 1 provides an overview of the process complexity of a Stamicarbon and Saipem process scheme.

Table 1: Process complexity		
Parameter	Stamicarbon	Saipem
Synthesis lay out	Vertical	Horizontal
Synthesis loop driver	Gravity	High Pressure Ammonia Ejector
Number of high pressure equipment items	4	4
Medium Pressure section	no	Yes
Pure ammonia recycle	no	Yes

Table 2 provides an overview of the typical synthesis process parameters of the Stamicarbon and Saipem process scheme.

Table 2: Typical synthesis process parameters			
Parameter	Unit	Stamicarbon	Saipem
Reactor pressure	bar-abs	140	158
Reactor outlet temperature	°C	184	188
Reactor outlet N/C ratio	-	3,0-3,1	3,3-3,6
Reactor outlet H/C ratio	-	0,4	0,5-0,6
Reactor CO <sub>2</sub> conversion	%	60	64-67
Reactor NH <sub>3</sub> conversion	%	40-41	36-37
Minimum O <sub>2</sub> content in CO <sub>2</sub>	vol%	0,3	0,4
Stripper pressure	bar-abs	140	148-150
Stripper temperature range (top-bottom)	°C	187-167	190-208
NH <sub>3</sub> content in bottom effluent	wt%	6-8	23-25
CO <sub>2</sub> content in bottom effluent	wt%	10-11	6-7
Synthesis CO <sub>2</sub> conversion	%	79-81	84-86
Synthesis NH <sub>3</sub> conversion	%	79-81	47-50
Duty CO <sub>2</sub> compressor	-		Higher discharge pressure
Duty HP NH <sub>3</sub> pump	-		Larger flow and higher discharge pressure
Duty HP carbamate pump	-		Larger flow and higher discharge pressure

Tabla II - 7. Consumos típicos

Table 3 provides an overview of the typical consumption figures of the Stamicarbon and Saipem process scheme.<sup>7)</sup>

Table 3: Typical consumption figures (100% prills)			
Parameter	Unit	Stamicarbon	Saipem
NH <sub>3</sub> consumption	kg/mt	567	566
CO <sub>2</sub> consumption	kg/mt	733	735
Steam consumption	kg/mt	785 (23 bar, 330 °C) excluding CO <sub>2</sub> compressor turbine plus 50 kg/mt LP steam export (4 bar, saturated)	730 (110 bar, 510 °C) including CO <sub>2</sub> compressor turbine and hydrolyser
Power consumption	kWh/mt	20	21
Cooling water consumption (delta-T =10 °C)	m <sup>3</sup> /mt	71	80

The NH<sub>3</sub> and CO<sub>2</sub> consumption figures in Table 3 are different for Stamicarbon and Saipem processes, however we believe these figures actually are very similar as both processes are able to reach stoichiometric design values by minimizing process losses in each design. The steam consumption figures should be compared on an equal basis including the CO<sub>2</sub> compressor turbine.

### 2.2.5.3 Granulación de urea

La tecnología de granulación de urea es suministrada primariamente por [REDACTED] de [REDACTED] y los proveedores de tecnología de urea. Estas tecnologías son todas iguales en lo que respecta a la utilización de recursos naturales, el gasto de energía, la generación de residuos, la generación de emisiones a la atmósfera, el consumo de agua y aguas residuales. Sin embargo, [REDACTED], como se explica en este capítulo bajo 2.2.2.1.3 *Sección de granulación*, no utiliza formaldehído.

## 2.2.6 Los Puntos y Equipos Donde Se Generarán Contaminantes al Aire, Agua y Suelo

Identificar en los Diagramas de Proceso, los puntos y equipos donde se generarán contaminantes al aire, agua y suelo, así como aquellos que son de mayor riesgo (derrames, fugas, explosiones e incendio, entre otros).

Encuentre los puntos de emisión indicados en el *Anexo 40 – Puntos de Emisión*.

## 2.2.7 Sistemas Para Reutilizar y Minimizar el Uso del Agua.

### 2.2.7.1 General

La instalación de la planta está diseñada para contar con instalaciones para maximizar la recuperación y la reutilización y minimizar el uso de agua en las diferentes etapas del proceso. Utiliza un sistema de enfriamiento híbrido moderno y altamente sofisticado. En el caso del proyecto, el sistema de enfriamiento híbrido es una combinación de torres de enfriamiento e intercambiadores de calor enfriados por aire. Como este tipo de sistema utiliza aire frío para una gran cantidad de sus requisitos de refrigeración, el agua de refrigeración se mantiene al mínimo. El sistema se explica con más detalle en este subcapítulo.

### 2.2.7.2 Suministro de agua

Inicialmente el agua será suministrada directamente por el [REDACTED]. Esta agua se suministrará desde la planta de tratamiento de aguas residuales de [REDACTED] y tendrá acceso al límite de la planta en las siguientes condiciones:

Rango del flujo	100 – 150 lps
pH	7 - 8
Conductividad	< 1100 microsiemens
Alcalinidad total	< 250 mg/l
Dureza total	< 320 mg/l
Cloruros	< 50 mg/l
Sulfatos	< 120 mg/l
Arsenico	< 0.05 mg/l

Una alternativa de abastecimiento de agua que se está persiguiendo en cooperación con el gobierno local y estatal, así como con otros usuarios industriales de agua en la región está previsto que esté disponible en 5-10 años cuando se considere factible.

### 2.2.7.3 Descripción del Sistema de Agua

#### 2.2.7.3.1 Descripción

El diseño propuesto incluye instalar varios sistemas que permitan segregar, almacenar y reutilizar agua a través del proceso. Dichos sistemas se listan a continuación:

1. Sistema de purificación de agua cruda (incluyendo extinción de incendios y agua potable)
2. Sistema de agua de enfriamiento de circulación
3. Servicio de depósito de agua
4. Estación de agua desmineralizada
5. Vuelva a utilizar la estación de agua
6. Sistema de extracción de amoníaco de aguas residuales
7. Sistema de tratamiento de aguas residuales
8. Sistema de abastecimiento de agua y drenaje
9. El lavado y el agua de lluvia
10. Las aguas residuales sanitarias
11. Otros sistemas de agua (seguridad del personal)

Estos sistemas se describen esquemáticamente en el *Anexo 5 - Diagrama de Flujo de Proceso*.

Cabe señalar que esta es una característica importante de los procesos como parte de la estrategia de diseño para minimizar el impacto medioambiental de la planta.

También es importante que todo el proceso y sus diferentes áreas estén diseñados con sistemas secundarios para capturar posibles fugas o derrames en caso de fallas mecánicas de los equipos de proceso para evitar la contaminación.

Cada uno de los sistemas relacionados con el agua se describe a continuación:

#### 2.2.7.3.1.1 Sistema de purificación de agua cruda (incluyendo el agua de extinción de incendios, agua potable)

La estación de purificación de agua cruda del proyecto de urea amoniacal incluye tres secciones:

1. La sección de purificación de agua cruda utilizará un proceso de clarificación y filtración y está diseñada para tener una capacidad máxima de 400 m<sup>3</sup>/h.

2. El agua de extinción de incendios también se incluye en la estación de purificación de agua cruda, la cantidad de agua de extinción de incendios es 250L/s con el fin de ser suficiente para una duración de incendio de 6 horas.
3. La sección de agua potable utilizará una filtración de carbón activado y un proceso de desinfección y está diseñado para tener una capacidad de 25m<sup>3</sup>/h.

El flujo de proceso es el siguiente:

1. Agua cruda → mezcladores de tubería → Tanque clarificador → filtro sin válvula → agua purificada & tanque de agua de fuego → suministro de agua
2. Lodos del tanque clarificador → tanque de lodo → filtro de banda → transportador de lodos
3. Fuera del complejo por camión por terceros certificados para el procesamiento adecuado que cumplen las leyes y regulaciones aplicables.
4. Agua producida → paquete de dosificación biocida → filtro de carbón activado → tanque de almacenamiento de agua potable → unidad biocida UV → usuarios dentro del ISBL.

El agua filtrada se enviará al agua purificada y al tanque de agua contra fuego.

El agua filtrada en el tanque de almacenamiento de agua producida se transferirá como agua de proceso a la planta en general y a un filtro de carbón activado por la bomba de agua producida.

#### *2.2.7.3.1.1 Agua contra incendio*

La bomba de agua de extinción de incendios consta de 4 juegos de bombas centrífugas, dos (2) accionados por motor y las otras dos están accionadas por un motor diésel. Además, se proporcionarán dos (2) bombas jockey con motor para presurizar rápidamente el sistema de agua de incendio durante una emergencia. En condiciones normales, una bomba de Jockey funciona continuamente para mantener la presión neta de la tubería de fuego a unos 10 barg.

Las instalaciones de extinción de incendios se operarán cuando se produzca el incendio. La bomba de agua contra incendios comenzará automáticamente cuando reciba la señal de enclavamiento enviada desde el interruptor de presión instalado en el bucle principal del agua de fuego, y si la presión continuará bajando, la segunda bomba de agua contra incendios también comenzará Automáticamente.

En caso de que ambas bombas de agua de extinción de incendios estén fallando, la bomba de agua de extinción de incendios impulsada por el motor diésel comenzará automáticamente a suministrar agua de extinción de incendios.

#### 2.2.7.3.1.1.2 Sistema de tratamiento de lodos

Los lodos descargados del tanque clarificador fluirán en el tanque de lodo por gravedad. Para evitar que los lodos se asienten en el depósito de lodo, se utiliza un agitador. Los lodos en el tanque de lodo se bombearán al filtro de banda por la bomba de lodo para la deshidratación.

El agua filtrada del filtro de banda se recoge en el depósito de agua residual y luego se reciclará en el mezclador de tuberías a través de las bombas de retorno de aguas residuales.

#### 2.2.7.3.1.1.3 Sistema de tratamiento de agua potable

En primer lugar, el agua de la tubería de suministro principal se enviará a un filtro de carbón activado para eliminar la posible materia orgánica y luego fluye al tanque de almacenamiento de agua potable. A continuación, el agua del tanque de almacenamiento de agua potable se esteriliza a través de la unidad de dosificación de biocida y la unidad de administración de biocombustible después de que es bombeada por la bomba de agua potable a la cabecera como agua potable. El flujo de salida de la bomba de agua potable con control de frecuencia se ajustará según la presión en el tubo principal del agua potable para que coincida con la demanda de agua para el complejo en general. Alternativamente, el agua potable puede ser procedente de vendedores comerciales y entregada por camión.

Los lodos de la máquina de deshidratación (0,5 t/d consistente en agua 75%, barro 25%) se limpiarán regularmente y se enviarán de la unidad a un estanque de evaporación con doble forro.

#### 2.2.7.3.1.2 Sistema de agua de enfriamiento de circulación

El Proyecto Fertilizantes del Norte, está comprometido con una inversión en el sistema de agua de enfriamiento más eficiente con el fin de minimizar la captación de agua.

El sistema de agua de enfriamiento de circulación del proyecto utilizará un sistema de agua de enfriamiento de recirculación cerrado indirecto y enfriadores de aire humidificados. El sistema consta de dos secciones: 1) estación de agua de enfriamiento de amoníaco y servicios públicos y 2) estación de agua de enfriamiento de urea.

1. La estación de agua de enfriamiento de amoníaco está diseñada para tener una capacidad de 17000m<sup>3</sup>/h y consta de 54 enfriadores de aire humidificados. Cada

enfriador de aire humidificado tiene una capacidad de 320m<sup>3</sup>/h. La diferencia de temperatura es 8.2°C, temperatura de suministro: 33°C, temperatura de retorno: 41.2°C.

2. La estación de agua de enfriamiento de urea está diseñada para tener una capacidad de 11000m<sup>3</sup>/h y consta de 32 enfriadores de aire humidificados. Cada enfriador de aire humidificado tiene una capacidad de 312.5 m<sup>3</sup>/h. La diferencia de temperatura es 10°C, temperatura de suministro: 33°C, temperatura de retorno: 43°C.

La unidad es para tratar el agua de enfriamiento fresca para la eliminación de calor, y para proporcionar agua de enfriamiento fresco para la planta de proceso. El agua de reposición para el sistema de agua de enfriamiento fresco es agua desmineralizada.

El sistema de agua de enfriamiento de recirculación cerrada indirecta consiste principalmente en enfriadores de aire humidificados, sistema de limpieza para enfriador de aire humidificado, bomba de agua de enfriamiento, bomba de inyección de agua, bomba de atomización de alta presión, tanque de pulverización, tambor de expansión y paquetes de dosificación,

Este diseño tiene una gran ventaja en la reducción de la pérdida de agua. Los enfriadores de aire humidificados utilizan aire ambiente para enfriar el agua de enfriamiento que regresa.

La planta de Fertilizantes del Norte es extremadamente eficiente al optimizar los diseños de reutilización y enfriamiento (el consumo de agua promedio anual es de solo 360 m<sup>3</sup>/h, mientras que una capacidad de producción similar en condiciones climáticas similares requeriría casi 5 veces esta cantidad o aproximadamente 1,800 m<sup>3</sup>/h). Fertilizantes del Norte opera con una ingesta de agua similar a una planta en un clima frío, por ejemplo, la planta de Agrium en Alaska necesitaría más de 400 m<sup>3</sup>/h.

Fertilizantes del Norte utiliza un máximo de 2.5 m<sup>3</sup>/tonelada, en comparación con otras industrias:

**Tabla II - 8. Comparación del uso del agua en diferentes industrias**

Industria:	Producto:	Consumo de Agua (aprox.):
Minería	Cemento	3.3 m <sup>3</sup> /tonelada
	Mezcla de mineral de acero	4.21 m <sup>3</sup> /tonelada
	Mineral de plata	2.7 m <sup>3</sup> /tonelada
Refinación	Gasolina	2,7 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	Etanol	4m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>

Otros	Cerveza	7 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
	Fruta enlatada	3.5 m <sup>3</sup> /1000 latas

#### 2.2.7.3.1.3 Depósito de agua de servicio

El depósito de agua de servicio es esencial para la estrategia de la gestión del agua destinada a reducir la toma de agua, especialmente durante ciertas condiciones climáticas calientes.

Permite la reducción de la captación de agua durante los períodos más calurosos del año. Esto alivia la demanda de agua para beneficiar a otros usuarios de la región en aquellos momentos en que la demanda será mayor.

La unidad consta de un depósito de agua de servicio y tres bombas de agua del embalse. El depósito de agua de servicio tiene un volumen de 200.000 m<sup>3</sup> y cada bomba de agua de depósito tiene una capacidad de 400 m<sup>3</sup>/hr.

#### 2.2.7.3.1.4 Estación de agua desmineralizada

La estación de agua desmineralizada se compone de todas las instalaciones para tratar y manipular el agua cruda y el condensado de la planta, y para producir el agua desmineralizada para la planta.

La estación de agua desmineralizada de este proyecto incluye tres secciones: 1) agua de Demin producida por agua de servicio, 2) pulido de condensado y 3) instalaciones de regeneración.

1. El agua de Demin producida por la sección de agua de servicio utilizará el proceso de intercambio iónico y está diseñado para tener una capacidad de 480m<sup>3</sup>/h. El proceso es el siguiente: Agua de la industria → filtro de carbón activado → depósito de agua filtrada → intercambiador de cationes → degasificador → intercambiador de aniones → depósito de agua desionizado → intercambiador de iones mixtos → tanque de agua desmineralizada → usuario
2. Sección de pulido de condensado. De acuerdo con la diferencia de la calidad del agua y el proceso de pulido, el pulido de condensado se dividiría en dos partes: vapor & turbina condensado (SC & TC) pulido y proceso de condensado (PC) pulido.
3. Las instalaciones de regeneración para el intercambiador de iones se consideran adoptando H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y NaOH. Los efluentes de una unidad de intercambiador de iones se tratarán en el pozo de neutralización y se descargan al sistema de tratamiento de aguas residuales a través de la bomba de agua neutralizada.

#### 2.2.7.3.1.5 Estación de agua de reúso

La unidad de tratamiento de agua de reutilización utilizará el proceso de clarificación, ultrafiltración (UF) y ósmosis inversa (RO) para tratar el agua de regeneración de la unidad de agua de desmineralización para reciclar el agua de esta. La capacidad de esta unidad es de 70m<sup>3</sup>/h. El proceso incluye:

1. Agua residual de sal → tanque de ajustes → clarificador → filtro multimedios → filtro de carbón activado → filtro autolimpiador → unidad UF → unidad RO → reutilizar tanque de agua
2. Lodos del Clarificador → máquina de deshidratación de lodos

Las aguas residuales de sal de la estación de agua desmineralizada fluyen hacia el tanque de ajuste. A continuación, se bombea a los clarificadores por las bombas de alimentación del clarificador para eliminar sólidos suspendidos, elementos duros, materia orgánica, etc. donde el coagulante del paquete de dosificación de coagulante, floculante de paquete de dosificación de floculante, y álcali del paquete de dosificación alcalinos se añaden.

Después de ajustar el valor de pH por dosificación de ácido (paquete de dosificación ácida) a través de mezclador de tuberías, el agua de salida de clarificadores está reservada en el tanque de agua clarificada. El agua clarificada se bombea a filtros multimedios mediante bombas de alimentación de filtros multimedios para eliminar aún más el sólido suspendido.

A continuación, el agua filtrada se alimenta en los filtros de carbón activado para eliminar la materia orgánica. Una parte del agua filtrada reservada en el tanque de agua filtrada se puede utilizar para retrolavado filtros multimedia y filtros de carbón activado por retrolavado bombas.

El agua de salida se alimenta a UF unidad que se utiliza como el pretratamiento de RO. Luego, el agua de salida se recoge en el tanque de agua filtrada UF y se bombea a la unidad RO por las bombas de alimentación RO para eliminar los sólidos disueltos totales (TDS). El agua final fluye en el tanque de agua de reutilización como agua de reutilización y se enviará a la estación de agua circulante como agua de repuesto.

El agua de retrolavado de los filtros multimedia, los filtros de carbón activado, la unidad UF y RO se enviarán de vuelta al tanque de ajuste.

Los lodos de los clarificadores son bombeados por las bombas de descarga de lodos a la máquina de deshidratación de lodos. Líquido claro de la máquina de deshidratación de lodos fluye de nuevo a ajustar el tanque también.

1. Efluentes líquidos del sistema de reuso del agua: El agua de salmuera (que contiene TDS) será descargada a la zanja OSBL a través de tubería dedicada para su posterior procesamiento de acuerdo con la normativa aplicable.
2. Residuos sólidos del sistema de reuso del agua: El lodo (lodo) de la estación de agua de reutilización se borrarán regularmente y se enviará fuera de la unidad para ser procesado de acuerdo con la normativa aplicable y por un tercero certificado.

#### 2.2.7.3.1.6 Aguas residuales del sistema de extracción de amoníaco

La unidad de extracción de aguas residuales se utiliza para tratar las aguas residuales generadas a partir de la *unidad de amoníaco* y otras *fuentes de aguas residuales que contienen amoníaco*. Estos incluyen principalmente:

1. Cerrado del drenaje de la unidad de recuperación de amoníaco
2. Las aguas residuales que contienen amoníaco

Las aguas residuales que contienen amoníaco primero se destinan a la decapante de aguas residuales, para ser despojada por vapor de baja presión y luego descargada después del intercambio de calor; el gas amoníaco después del decapado deberá enviarse al quemado de antorcha. Esta unidad se encuentra en funcionamiento intermitente y la capacidad máxima de manejo es de 50 t/h.

El método de procesamiento de aguas residuales débiles incluye un proceso de decapado y proceso de destilación.

1. Proceso de destilación: utiliza la diferencia en volatilidades de amoníaco y agua en aguas residuales para separar el amoníaco de aguas residuales por medio de destilación y condensación, a fin de preparar el amoníaco líquido con una pureza de más del 99,9%.
2. Proceso de decapado: disminuye la presión parcial del amoníaco con la adición de vapor para despojar amoníaco del agua residual, y consecuentemente reduce el contenido de amoníaco en la fase líquida.

La cantidad de descarga indirecta de aguas residuales es menor, no puede ser reutilizada debido a una concentración extremadamente baja y por otro lado puede contaminar el medio ambiente si se descarga directamente. Por lo tanto, el proceso de extracción de vapor se aplica para reducir la concentración de amoníaco en las aguas residuales, con el fin de alcanzar la concentración más baja posible y cumplir con las normas aplicables para la descarga directa.

Por lo tanto, las aguas residuales que contienen amoníaco se recogerán en el receptor de aguas residuales y luego se bombearán a la decapadora de aguas residuales a través del tubo de soplado después del calentamiento por el separador de amoníaco. El agua residual se despojará con vapor en la decapadora, el gas de extracción se enviará al quemado de antorcha y las aguas residuales se enfriarán en el intercambiador de calor de la decapadora de amoníaco primero y luego se bombeará al refrigerador final.

Las aguas residuales enfriadas se recogerán para fines de riego en el estanque/tanque de agua de riego, ya que cumple con todas las normas apropiadas.

Como medida de seguridad para proteger contra la descarga accidental de aguas residuales no conformes, las aguas residuales sólo se pueden recoger para fines de riego en el estanque/tanque de agua de riego, después de satisfacer los requisitos del analizador automatizado, o bien, de ser bombeado de vuelta a la unidad de extracción de aguas residuales hasta alcanzar el estándar apropiado.

El gas emitido desde la parte superior de la stripper de condensado de amoníaco es el principal gas residual de la unidad de extracción de condensado de amoníaco, que se envía *intermitente* al cabezal de la antorcha de  $\text{NH}_3$  con las siguientes especificaciones:

1. Cantidad de descarga: hasta 11975  $\text{Nm}^3/\text{h}$
2. Temperatura: 115°C
3. Presión: 0,07 MPag
4. Composición (mol%):  $\text{NH}_3$ :0,3%,  $\text{H}_2\text{O}$ : 99,7%

El agua residual en la parte inferior de la stripper es el principal líquido de desecho descargado *intermitente* de la unidad de extracción de agua residual con las siguientes especificaciones:

- Cantidad de descarga: hasta 11975  $\text{Nm}^3/\text{h}$
- Temperatura: 115°C

- Presión: 0,07 MPag
- Composición (mol%): NH<sub>3</sub>:0,3%, H<sub>2</sub>O: 99,7%
- :Descarga intermitente a agua de riego estanque/tanque y/o reciclado o a la zona de vivero/reforestación local para el riego

#### 2.2.7.3.1.7 Sistema de tratamiento de aguas residuales

El sistema de tratamiento de aguas residuales incluye dos secciones:

1. tratamiento sanitario de aguas residuales, y
2. colección de aguas residuales químicas.

1. La unidad de tratamiento de aguas residuales sanitarias utilizará equipos integrales de tratamiento de aguas residuales sanitarias y está diseñada para tener una capacidad de 15m<sup>3</sup>/h. (o será recolectada del tanque séptico por una empresa certificada para un procesamiento apropiado)
2. La unidad de recolección de aguas residuales químicas utilizará el proceso de neutralización y está diseñada para tener una capacidad de 100m<sup>3</sup>/h.

##### 2.2.7.3.1.7.1 Tratamiento sanitario de aguas residuales

La unidad de agua residual sanitaria se diseñará a partir de 300 personas y la capacidad de la unidad será de 15 m<sup>3</sup>/h.

Las aguas residuales sanitarias de la cabecera se enviarán primero a la cuenca de ecualización con la pantalla de la barra automática. Después de la pantalla, el agua se dirigirá a la cuenca de ecualización para compensar los flujos máximos. En la cuenca de ecualización. Se instalarán dos bombas de transferencia para la alimentación continua de la unidad de tratamiento compactado.

La unidad de tratamiento de aguas residuales compactada, cuya capacidad es de 15m<sup>3</sup>/h, tratará el agua sanitaria utilizando lodos activos y aire. La oxidación biológica de las aguas residuales se completará en las cuencas de aireación donde el aire acondicionado por soplantes y difusores del sistema permite obtener una mezcla completa del licor aireado y para asegurar la eliminación de los compuestos carbonáceos.

El aire para la oxidación se diseñará para permitir la distribución uniforme del aire en las cuencas y para promover la mezcla de licores, con el fin de evitar la liquidación de sólidos y la zona muerta en el llenado. Durante la aireación, los microorganismos en las aguas residuales se multiplican por asimilar parte de la materia orgánica influente.

En este proceso, parte de la materia orgánica se sintetiza en nuevas células y la parte se oxida para impulsar la energía. La reacción sintetizada seguida por la posterior separación de la masa biológica resultante y la reacción de oxidación es el principal mecanismo de eliminación de DBO5 en el proceso de lodos activados.

El agua de las cuencas de aireación se descargará por gravedad al estanque de sedimentación para eliminar los lodos activados mediante la sedimentación. El agua clarificada se segregará del lodo activado mediante un depósito de sedimentación estático.

El agua de la sección de clarificación se agregará de dosificación en una cámara de cloración dedicada para asegurar la desinfección afectiva.

El agua desinfectada se bombea entonces al filtro multimedia vertical, donde se retienen los sólidos suspendidos residuales para respetar el valor máximo de 60 ppm en el agua final.

El agua limpia se bombeará al límite de la batería por medio de la bomba de transferencia de agua limpia al estanque/tanque de agua de riego. Calidad del agua tratada respecto a la NOM-003 SEMARNAT-1997

#### *2.2.7.3.1.7.2 Colección de aguas residuales químicas*

El agua residual química de la planta será tratada en el pozo neutralizante de la unidad de servicio, y el ácido sulfúrico al 98% y el 40% NaOH (soda cáustica) serán dosificada para ajustar el valor del pH. Se fija un analizador de pH en línea en la tubería para monitorear la calidad del agua.

En el caso  $6 < \text{pH} < 9$ , las aguas residuales se enviarán al estanque/tanque de agua de riego a través de la bomba de agua residual química.

El condensado de proceso fuera de especificación de la unidad de amoníaco y la unidad de urea, y el condensado de turbina fuera de especificación de la planta, así como el condensado fuera

de especificación de la unidad de separador de amoníaco se descargan en el estanque de recogida de condensado fuera de especificación.

Si la concentración de amoníaco no excede 5 ppm en el condensado fuera de especificación, se enviará al estanque/tanque de agua de riego por bomba de condensado OFF-Spec, de lo contrario será tratada por la unidad de despeladora de amoníaco antes de enviarse al estanque/tanque de agua de riego.

La capacidad del pozo neutralizante para la unidad de servicio es de 120m<sup>3</sup>, y la capacidad de estanque de recogida de condensado fuera de especificación es de 500m<sup>3</sup>.

#### 2.2.7.3.1.7.2.1 Niveles de efluentes líquidos de la colección de aguas residuales químicas (CWWC):

El tratamiento de aguas residuales se ha diseñado para tratar agua residual sanitaria y análisis de laboratorio de aguas residuales. La calidad del agua tratada puede satisfacer los requisitos de las normas de México y las directrices IFC y será descargada al estanque/tanque de agua de riego para su uso en la zona de reforestación y el vivero con fines de riego.

**Tabla II - 9. Parámetros de descarga de contaminantes**

Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga t/h máx.	Los parámetros de descarga de contaminantes			Modo de descarga	Medidas de tratamiento y destino
		Nombre	Concentración mg/L	Normas mg/L		
Las aguas residuales sanitarias después del tratamiento	3	SST	20	30	Intermitente	estanque de agua de riego/tanque
		DQO	60	-		
		SST	20	30		
		NH <sub>3</sub> -N	5	-		
		N <sub>T</sub>	15	-		
		P <sub>T</sub>	5	-		
Agua neutralizada calificada después del tratamiento	100	SST	20	30	Intermitente	estanque de agua de riego/tanque

**2.2.7.3.1.7.2.2 Niveles de residuos sólidos de la CWWC:**

El exceso de lodo procedente de la estación de aguas residuales se borrará regularmente y se enviará fuera de la unidad que se procesará de acuerdo con la normativa pertinente.

**Tabla II - 10. Niveles de residuos sólidos**

Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga	Componentes principales	Modo de descarga
El exceso de lodo	0,5 t/h máx	Agua 97%, barro 3%	<i>Intermitente</i> , recogido en fosa séptica y tomado fuera del sitio por parte certificada para el procesamiento adecuado

**2.2.7.3.1.8 Sistema de línea de suministro de agua y drenaje**

1. Línea de suministro de agua sanitaria: subterránea desde la estación de purificación de agua cruda. Suministra agua sanitaria a los edificios.
2. Línea de suministro de agua cruda: metro desde los límites a la estación de purificación de agua cruda.
3. Línea de suministro de agua desmineralizada: en el bastidor de tuberías de la estación de agua desmineralizada.
4. Línea de agua de fuego: subterránea desde la estación de purificación de agua cruda. Suministra agua de fuego a todo el complejo.
5. Línea de agua producida: subterránea de la estación de purificación de agua cruda. Suministra agua producida a las unidades.
6. Línea de agua de enfriamiento: subterráneo del sistema de agua de enfriamiento de circulación. Incluye el suministro de agua de enfriamiento y la tubería de retorno para amoníaco, el suministro de agua de enfriamiento y la tubería de retorno para urea.
7. Línea sanitaria de aguas residuales: el sistema sanitario de aguas residuales recoge las alcantarillas de los inodoros de los edificios. La línea de aguas residuales sanitarias es subterránea y será llevada al tratamiento de aguas residuales/ o fosa séptica y tomada fuera del sitio por parte certificada para el procesamiento adecuado.
8. Sistema de tuberías de agua residual química está en el bastidor de la tubería de la unidad de proceso.

9. La escora de agua de tormenta y agua de fuego se lleva por tierra a la charca/tanque de agua de riego después del tratamiento.
10. El agua de salmuera de la estación de agua de reutilización se descargará al tanque para su posterior procesamiento.
11. El agua tratada de la unidad de tratamiento de aguas residuales deberá ser descargada al estanque/depósito de agua de riego para su uso en la zona de reforestación y el vivero con fines de riego a través de tubería dedicada.
12. El sistema de agua oleosa recolecta agua grasa de las unidades. Para la bomba y la estación de aceite de los compresores, el aceite residual se drenará a un embudo a través de la boquilla de drenaje base de la bomba. Estos embudos están conectados el tubo inclinado subterráneo a la cuenca de separación de aceite. El agua de aceite se llevará al tanque de separación de aceite y se enviará por camión para su posterior procesamiento de acuerdo con la normativa.

#### 2.2.7.3.1.9 Lavado y agua de lluvia

Unidad de amoníaco: el agua de lluvia que contiene amoníaco se recolectará en el sumidero de agua de lluvia en primer lugar, y luego se bombeará al estanque de condensado fuera de especificación. Después de eso, las aguas residuales se enviarán a la unidad de extracción de agua residual.

Almacenamiento de amoníaco: el agua de lluvia y el lavado de aguas residuales de almacenamiento de amoníaco se recogerán en el sumidero de agua de lluvia de la unidad, y se bombean al estanque de condensado fuera de especificación. Después de eso, las aguas residuales se enviarán a la unidad de extracción de agua residual.

Unidad de urea: la lluvia inicial y el agua de lavado se recogerán en el sumidero de agua de lluvia inicial, y luego se bombea de nuevo al tratamiento condensar de la unidad de urea.

Con el fin de reducir la necesidad de tratamiento de aguas pluviales/de lluvia, las directrices IFC sobre aguas residuales y calidad del agua ambiente<sup>7</sup> se aplican en este proyecto.

---

<sup>7</sup>Directrices sobre medio ambiente, salud y seguridad (EHS), directrices generales del EHS: medio ambiente, capítulo 1,3 aguas residuales y calidad del agua ambiental. Versión completa en [www.ifc.org/ehsguidelines](http://www.ifc.org/ehsguidelines).

#### 2.2.7.3.1.10 Aguas residuales sanitarias

Para el sistema de servicio, el proceso propuesto contempla el uso de agua para el servicio sanitario en las oficinas y edificios de la planta.

Los residuos sanitarios serán tratados por un sistema séptico con un campo de absorción, diseñado de conformidad con la norma NOM-001-SEMARNAT-1996. Este consumo es mínimo dado el número de personal que trabajará en la planta, una vez que entra en funcionamiento. Durante la etapa de preparación y construcción, este servicio se gestionará temporalmente con inodoros portátiles y la eliminación de los residuos por parte de empresas especializadas en este servicio.

#### 2.2.7.3.1.11 Otros sistemas de agua (seguridad del personal)

Se instalará un sistema de duchas de seguridad y lavabos oculares en las diferentes áreas críticas de la planta. El sistema de ducha de seguridad es un elemento clave de la seguridad del personal y como una posible respuesta a la exposición a ciertos productos químicos.

Cada ducha también tiene un lavado de ojos integrado. Las duchas de seguridad tienen un sistema fiable de suministro de agua vegetal. Se ubican estratégica y sistemáticamente en toda la planta con un criterio de diseño que incluye acceso libre de obstrucciones, análisis de tiempo para llegar a las duchas, ubicación en rutas normales de salida de plataformas, cerca de escaleras en caso de múltiples plantas. Cada ducha tiene un sensor de caudal para detectar el uso de cualquier ducha. Esto facilita el apoyo al personal que está en riesgo en la zona. También habrá un procedimiento de verificación periódica del rendimiento.

Las estaciones de manguera son estaciones distribuidas en diferentes áreas de la planta con una toma de agua y un soporte para mangueras. Esto con el fin de tener agua disponible cerca de los puntos de uso a través de mangueras para el mantenimiento o la descontaminación de los equipos en el lugar. El objetivo estratégico es minimizar el uso de agua para la limpieza de la planta y cuando se lleva a cabo, se debe hacer con agua reciclada.

### 2.2.8 Recuperación de Energía.

#### 2.2.8.1 Sistemas de vapor

##### 2.2.8.1.1 General

La caldera y el sistema de vapor incluyen una caldera auxiliar 150T/h MP y todo el equipo auxiliar necesario

La caldera auxiliar produce vapor MP para alimentar las unidades de proceso y el conductor de la turbina de vapor, y mantiene el balance del cabezal de vapor MP.

La energía requerida se importará de la red eléctrica externa.

La cogeneración no es factible dada la optimización de la reutilización de energía (vapor) y la cantidad insignificante resultante de energía desperdiciada.

#### 2.2.8.1.2 Especificaciones del sistema de vapor y balance de vapor

Consisten en el sistema de vapor y el equilibrio de vapor el sistema de vapor consta de tres niveles de presión, que incluyen alta presión (HP), presión media (MP), baja presión (LP). Los tres niveles principales de vapor se proporcionan con el siguiente parámetro:

**Tabla II - 11. Niveles de vapor**

Nivel de vapor	Identificador	Presión, bar. G	Temperatura, ° c
Alta presión	HP	120,7	510
Presión media	MP	46	388,6
Baja presión	LP	3,5	197

El equilibrio de vapor se logrará de acuerdo con el requisito de las generaciones/consumidores de vapor en general, el consumo de la unidad de proceso, el compresor de conducción, así como la turbina de vapor de la bomba BFW, el deaireador, etc. El consumo de detalle figura en el *Anexo 9 - Balance de Materia*.

##### 2.2.8.1.2.1 Descripción de cada red de tuberías de vapor

El vapor de HP será generado principalmente por la caldera de calor residual y sobrecalentado por el supercalentador de vapor de HP. El vapor de HP se consume principalmente por turbina de vapor para el compresor de gas de síntesis y turbina de vapor para el compresor de amoníaco. Los dispositivos HP Down están equipados entre el cabezal de vapor HP y MP.

El vapor de MP será originado por vapor de extracción de turbina de vapor para compresor de gas de síntesis y vapor de escape de turbina de vapor para compresor de amoníaco. La caldera auxiliar proporcionará la falta de vapor MP. El vapor de MP será consumido por la turbina de vapor para el compresor de aire, turbina de vapor para el compresor de CO<sub>2</sub>, reformador

primario, turbina de vapor BFW y así sucesivamente. El dispositivo de control de MP también se instalará entre el cabezal de vapor MP y LP.

El vapor LP se obtiene de la turbina de vapor de la bomba de agua de alimentación de caldera, 186-D, vapor saturado de la unidad de urea, etc. El consumidor de LP es la Galería transportadora, el precalentador de aire separado, el vapor de la glándula para turbina de vapor y algunos consumidores intermitentes incluyendo el calentador de amoníaco líquido y el separador de agua contaminada con amoníaco.

El vapor de calefacción para deaireador es el vapor saturado de la unidad de urea y también el cabezal de vapor LP. El vapor de calefacción para deaireador es de la unidad de urea en el caso de funcionamiento normal, mientras que el vapor de calefacción para deaireador es de la cabecera de vapor LP durante el arranque de la caja.

Válvula de ventilación de control de presión y válvula de seguridad se instalará para el cabezal de vapor de la cabecera de vapor HP, MP y LP para evitar que los cabezales de vapor de la sobrepresión.

#### 2.2.8.1.3 Descripción del Sistema de Proceso

El diseño propuesto incluye la instalación de varios sistemas que permiten la creación y el uso de vapor de alta y baja presión. Estos sistemas se enumeran a continuación:

- a. Sistema de combustión
- b. Caldera de agua-sistema de vapor
- c. Sistema de purga
- d. El sistema deaireador y BFW
- e. Sistema de dosificación química
- f. Sistema de muestreo

##### 2.2.8.1.3.1 Sistema de combustión

La presión de combustible (gas natural) se regulará a la presión adecuada y luego se alimentará en quemadores de caldera auxiliar. El sistema de combustión de la caldera será controlado por el BMS proporcionado por los vendedores.

El detector de llama se instalará en el sistema del quemador, y el aire enfriado será suministrado por el ventilador de enfriamiento de detección de llama que también proporciona el aire de ignición durante la etapa de ignición.

Se diseñará y proporcionará un sistema completo de control de quemadores para la protección de la caldera. Los controles deberán prever el control del encendido y las llamas del quemador principal, el caudal de aire, el nivel de agua del tambor de vapor, el gas combustible del suministro de combustibles, el oxígeno y el dióxido de carbono en los gases de combustión, el tiempo de purga, etc. con secuenciación automática para la luz apagada, los interbloques necesarios y el viaje Funciones.

#### 2.2.8.1.3.2 Agua de la caldera-sistema de vapor

El agua de alimentación de la caldera (BFW) de la cabecera BFW se mezclará primero con BFW de la unidad de amoníaco, luego entrará en la caldera auxiliar en la entrada del economizador. Desde el economizador de agua de alimentación fluye en el tambor de vapor. El agua saturada en el tambor se mezcla con el agua de alimentación entrante y luego circula por la circulación natural, a través de los circuitos de generación de vapor.

El vapor generado en los circuitos de ebullición está separado por las partes internas del tambor de vapor. El vapor que sale del tambor se dirige al supercalentador. Se proporcionará un calentador en la cabecera entre el supercalentador primario y final para controlar la temperatura final del vapor.

Los siguientes son los principales nodos de control para este sistema:

- Sistema de regulación del nivel del agua del tambor (tres elementos);
- Control de temperatura de vapor de recalentamiento

#### 2.2.8.1.3.3 Sistema de purga

La purga de la caldera podría dividirse en una purga periódica y una purga continua, mientras que la tasa de purga continua será inferior al 2% de la evaporación de la caldera nominal.

Los puntos de purga continuos se fijan por debajo del nivel normal del tambor con la concentración de sal más alta, y el agua de purga continua se enviará al tambor de purga continua para la expansión del flash, y el vapor de baja presión producido se enviará al deaireador. Las aguas residuales se enviarán al tanque Flash de purga periódica.

Los puntos de purga periódicos de la caldera se fijan en la caldera abajo de la cabecera de distribución y el encabezado debajo de la pared de agua con escoria insoluble depositado, y el tiempo periódico de la caldera de soplado periódico es una vez por turno o una vez al día.

Las aguas residuales del tanque de expansión de purga continua y el agua de purga periódica de la caldera se recogerán y luego se enviarán al tambor de purga periódica para la expansión del flash. El vapor destapado del tanque de purga periódica será ventilar al aire, mientras que las aguas residuales se recuperarán en la estación de agua de enfriamiento como retorno de agua de enfriamiento.

#### 2.2.8.1.3.4 Sistema deaireador y BFW

Se proporciona un juego de deaireador para calderas auxiliares y calderas de calor residual (Waste Heat Boiler (WHB)), mientras que el vapor para deaireador proviene de la unidad de urea y el cabezal de vapor LP. La torre de extracción y el tanque de almacenamiento de agua es de acero al carbono, mientras que la parte interior de la torre de extracción que se pondrá en contacto con agua no deaireada será de 304SS.

El contenido de oxígeno disuelto en el agua de alimentación no será superior a 7ppb.

Las bombas de agua de alimentación de la caldera de HP deberán ser de 2X110% de servicio, consisten en 1 motor accionado por turbina y 1 impulsado (tipo de contrapresión). Se proporcionará válvula automática para la línea de reciclaje para las bombas BFW.

Las bombas MP de agua de alimentación de calderas serán de 2X110% de servicio, consisten en 2 accionados por motor. Se proporcionará válvula automática para la línea de reciclaje para las bombas BFW.

#### 2.2.8.1.3.5 Sistema de dosificación química

El objetivo del sistema de alimentación química es minimizar la corrosión de todos los materiales dentro del ciclo de vapor/agua.

Agente alcalinizante (solución de amoníaco) que se utiliza para ajustar el valor del PH y proteger el equipo, las líneas BFW se inyectan a deaireador por medio del paquete de dosificación U04803, para mantener el pH del ciclo del agua es entre 8,8 y 9,3.

Para asegurar el contenido de oxígeno requerido en BFW, que debe ser menor que 7PPb, el oxígeno carroñero (solución de hidracina) se inyecta en el deaireador por medio del paquete de dosificación U04804.

Para mantener el pH del agua de la caldera en los tambores de vapor de la caldera auxiliar y el reformador secundario calderas de calor residual para evitar fenómenos de escalado, se proporcionará un paquete de dosificación de fosfato U04802.

#### 2.2.8.1.3.6 Sistema de muestreo

Para supervisar la calidad del agua y el vapor de agua de alimentación de la caldera, agua de la caldera, vapor saturado y vapor sobrecalentado, se proporcionará un sistema de muestreo de un conjunto. Se compondrá de enfriador de muestreo, tuberías, válvulas y en analizadores, etc. Los enfriadores de muestreo se utilizan para mantener la temperatura del agua de muestreo dentro del rango adecuado. Los siguientes elementos de agua/vapor pueden ser supervisados por los analizadores pertinentes según los requisitos de los códigos y estándares.

1. agua de alimentación de la caldera:
  - a. pH
  - b. Conductividad
  - c. Oxígeno disuelto
2. vapor:
  - a. Conductividad

#### 2.2.8.2 Conservación de la energía en la planta de amoníaco

1. Generación de vapor: con el fin de ahorrar energía, el vapor generado en la planta de amoníaco se consume internamente en el proceso, así como para conducir turbinas de vapor como un motor principal para los compresores utilizados en la planta.

Reformador secundario:

El uso de una sección de calor residual reduce la cantidad de energía utilizada y disminuye las emisiones al aire. El uso de turbina de vapor en lugar de una turbina a gas ahorrará energía y

reducirá las emisiones al aire. La caldera de calor residual también reducirá el consumo de energía y los desechos.

- Purificación criogénica:
  1. La energía eliminada se recupera como electricidad en el generador de expansor purificador
  2. Mediante el uso de la energía eliminada para generar electricidad en la energía del generador de expansor purificador se salva y se reducen las emisiones.
- Compresión de gas de síntesis:

El compresor SG es impulsado por la turbina de vapor que utiliza el vapor de HP producido en la Planta de amoniaco con el fin de reutilizar y ahorrar energía y por lo tanto reducir las emisiones de aire.

- Síntesis de amoníaco:
  1. La reacción es exotérmica, y el calor se recupera en el generador de vapor ubicado en el bucle de síntesis para generar vapor de HP. Esto minimiza el consumo de energía y las emisiones aéreas asociadas.
  2. El uso del calor en el convertidor de efluentes a la síntesis de calor es otra manera en que la eficiencia energética es maximizada por el diseño.

## 2.3 Programa general de trabajo

Encuentre el Cronograma de Construcción adjunto en *Anexo 6 - Cronograma de Construcción*.

## 2.4 Preparación del sitio

### 2.4.1 General

La planta estará ubicada en el corazón de México, sin cuerpos de agua abiertos en los alrededores. Por lo tanto, los siguientes elementos no son relevantes para la MIA:

- a. Rellenos en cuerpos de agua, zonas inundables o marinas.
- b. Obras de dragados de cuerpos de agua y zonas de tiro (Sólo para industrias ubicadas junto al mar o río y cuando el promovente realice el dragado como parte del proyecto industrial).

- c. Obras de protección (escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención).
- d. Muelles.
- e. Desviación de cauces

El sitio permanente de la instalación cubre un área de aproximadamente 59 hectáreas, incluyendo las carreteras de acceso y el sitio de construcción temporal 12.5 ha. El sitio es generalmente plano con algunas características inclinadas y la preparación del sitio y explanaciones en el sitio de la instalación incluirá:

- Actividades de limpieza de la vegetación y remoción de material orgánico;
- Remoción de material inadecuado y suelo superior; y
- Nivelación y compactación, incluyendo la operación de corte y llenado en el sitio y el endeudamiento para llenar de una fuente aprobada si es necesario.

Antes de que se puedan iniciar las operaciones de nivelación (corte o llenado), se borrará la vegetación y el material orgánico, así como el material inadecuado y el suelo superior. Este paso será seguido por la eliminación de tierra vegetal y material inadecuado. Este material será redistribuido in situ.

Una vez que se ha limpiado la vegetación y el suelo superior y el material inadecuado en el terreno, se pueden iniciar operaciones de corte y/o llenado. El terreno se nivelará con la elevación o elevaciones apropiadas, que incluirán el corte de las zonas altas y el llenado de las zonas más bajas. El déficit en llenado se tomará desde el pie de las colinas en el lugar, si es necesario.

El material de relleno se compactará a la densidad requerida en capas, lo que continuará hasta que se logre la elevación final. La profundidad de la capa vegetal a ser despojada es de 500 mm.

#### 2.4.2 Consideraciones generales

El proyecto minimizará, en la medida de lo posible, el impacto medioambiental en el sitio no perturbado implementando procedimientos adecuados de preparación del sitio. La serie de tareas para preparar el sitio son las siguientes:

A. Erosión y control de sedimentos.

El contratista será responsable de evitar que los sedimentos salgan del sitio de construcción. Las medidas de control estarán en vigor antes del despeje y/o arranque y excavaciones del sitio.

B. Limpieza y arranque.

Este ámbito incluye la remoción de toda la vegetación y la capa superficial del suelo. El contratista eliminará los límites de la capa superficial del suelo dentro de los límites de la nueva instalación de infraestructura. *La capa superficial del suelo será almacenada y usada más tarde o redistribuido en la tierra, de acuerdo con las leyes y regulaciones aplicables.*

#### C. Drenaje temporal.

Esto se hará para asegurar que el drenaje de aguas pluviales esté contenido dentro del sitio perturbado y *no altere las condiciones de drenaje existentes fuera del sitio.*

#### D. Excavación y relleno. Materiales de relleno de tierra, colocación y compactación.

Este alcance incluye la remoción del suelo existente y el reemplazo con relleno estructural limpio que se compacta lo suficiente como para soportar nuestras cargas de la fundación.

#### E. Clasificación y drenaje permanente.

Este ámbito incluye nivelación de nivel de superficie para asegurar que los contornos apropiados del sitio final *son adecuados para sostener diferentes clasificaciones de tormentas.*

#### F. Seguridad del sitio. Cierre y puertas

Este alcance incluye una cerca de cadena de 2.5 metros de altura alrededor de toda la instalación con puertas de acceso para peatones y vehículos.

### 2.4.3 Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones

Los trabajos necesarios para la preparación del sitio incluyen:

- Acarreo
- Nivelación
- Adecuación de drenaje natural
- Instalación subterránea de red de sistemas de agua.

Para la construcción de las plataformas, será utilizado material de bancos previamente autorizados, llevándolo al nivel de compactación recomendado por el contratista. Para este trabajo se utilizarán retroexcavadoras, cargadores frontales, camiones de volteo, motoconformadoras y aplanadoras, en la cantidad y de la capacidad requerida por el volumen de material a explotar en los bancos de material y los frentes de trabajo requeridos, de acuerdo al programa de construcción.

En el sitio del proyecto existe un talud, por lo que se requerirán métodos especiales de excavación, compactación o nivelación para prevenir la erosión o para garantizar la estabilidad.

El desarrollo de las obras incluye un drenaje pluvial, ya que durante la etapa de construcción y operación no se alterará la escorrentía original del terreno.

Para las excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones que se ejecuten y dadas las características del terreno (plano), se estiman que se *generarán cantidades mínimas de materiales sobrantes, los cuales serán enviados a sitios de disposición que la autoridad municipal indique.*

## 2.5 Descripción de las obras y actividades provisionales del Proyecto

Las obras provisionales consistirán básicamente en 12.5 hectáreas que incluyen: las oficinas de la constructora, almacén principal con patio, estacionamientos, instalaciones sanitarias, consultorio médico y zona para las instalaciones de los subcontratistas. Así mismo puede ser necesario adecuar un camino provisional de terracería desde la carretera 49, hasta el sitio del proyecto.

Para el diseño de las obras temporales, ver *Anexo 10 - Plano de Conjunto.*

## 2.6 Etapa de construcción

### 2.6.1 General

La etapa de preparación del terreno y de construcción de la planta tendrá una duración estimada de 48 meses, como se muestra en el cronograma del proyecto, adjunto a este en *Anexo 6 - Cronograma de Construcción.*

Durante las diferentes etapas se tomará una serie de medidas, controles y disposiciones para prevenir algún tipo de impacto, con controles de riesgos ambientales, considerando los componentes ambientales de aire, suelo, agua y entorno socio-económico.

### 2.6.2 Anexos

Se adjuntan los siguientes anexos:

*Anexo 7 - Construcción - Infraestructura Provisional (Contratista)*

*Anexo 15 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental*

*Anexo 17 - Construcción - Plan de Gestión de Calidad del Aire*

*Anexo 18 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental y Sustentabilidad (Contratista)*

*Anexo 19 - Construcción - Control de Emisiones (Contratista)*

*Anexo 21 - Construcción - Plan de Gestión de Materiales Peligrosos*

*Anexo 22 - Construcción - Plan de Gestión de Residuos*

*Anexo 23 - Construcción - Gestión de Residuos (Contratista)*

*Anexo 24 - Construcción - Manejo de Sustancias Químicas (Contratista)*

*Anexo 25 - Programa de Protección de Fauna Silvestre*

*Anexo 26 - Programa de Rescate, Reubicación y Reforestación de Flora Silvestre*

*Anexo 27 - Construcción - Plan de Control de Erosión y Manejo de Aguas de Lluvia y Tormenta*

*Anexo 28 - Construcción - Erosión (Contratista)*

*Anexo 29 - Construcción - Gestión de Drenajes (Contratista)*

*Anexo 30 - Construcción - Plan de Gestión de la Calidad del Agua y Suelo*

*Anexo 31 - Construcción - Plan de Gestión de HSE del Sitio*

*Anexo 32 - Construcción - Plan de Seguridad y Salud (Contratista)*

*Anexo 33 - Construcción - Plan de Manejo del Tráfico de Construcción*

*Anexo 35 - Construcción - Plan de Manejo de Respuesta a Emergencias de Construcción*

*Anexo 36 - Construcción - Plan de Respuesta a Emergencias (Contratista)*

*Anexo 37 - Construcción - Manejo de Derrames (Contratista)*

### 2.6.3 Proceso

Se planea utilizar las siguientes áreas durante la preparación del terreno y la construcción de la planta:

**Tabla II - 12. Áreas del proyecto**

Taller apoyo de herramientas
Área ensamble mecánico – estructural

Almacén y recepción
Área de comedor
Área de contratistas
Oficinas de construcción
Sanitarios portátiles
Área temporal de personal de operaciones
Área de seguridad y enfermería
Alimentación eléctrica temporal
Patio para equipos/construcción
Área total para tráfico y estacionamiento

## 2.6.4 Materiales, Obra, Maquinaria y Equipo

### 2.6.4.1 Obra

**Tabla II - 13. Materiales, Maquinaria y Equipo**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD O MEDIDA	CANTIDAD
TERRACERÍA Y OBRACIVIL	m <sup>3</sup>	908,960
CONCRETO	m <sup>3</sup>	83,931
ACERO ESTRUCTURAL	ton	11,667.86
ARQUITECTURA	m <sup>2</sup>	59,679
MAQUINARIA Y EQUIPOS	ton	17,599
TUBERÍA	m	142,392
ELECTRICA	m	1,770,369

SISTEMAS DE CONTROL	c/u	3,737
PINTURA Y AISLAMIENTO	m <sup>2</sup>	213,033

#### 2.6.4.2 Maquinaria y Equipo

Durante la etapa de construcción se utilizarán oficinas y sanitarios portátiles para el personal que labore en el proyecto, así como el siguiente equipo:

- Vehículos (20 Camionetas tipo Pick-Up)
- Movimiento de tierra (5 bulldozers, 5 retroexcavadoras, 8 Excavadoras y 8 camiones de volteo)
- Equipo portátil: Revolvedoras, plataformas, cortadoras, entre otros
- Compresores de aire - 8 Compresores de aire estimados en @ 350 CFM
- Grúas y Montacargas
- Equipo de bombeo - Bombas tipo diafragma - 10
- Equipo variado – Maquinas de soldadura, vibradores de concreto y torres de iluminación
- Paneles de control de potencia y generadores eléctricos

#### 2.6.4.3 Agua, Electricidad y Diesel

Durante la etapa de construcción, se estima un uso de agua de alrededor de 8,000 m<sup>3</sup>. Esta agua inicialmente se proveerá mediante camiones cisterna (pipas) y tanques portátiles hasta asegurar los volúmenes de agua a través de un contrato de suministro por parte del Sistema Descentralizado de Aguas Potable y Alcantarillado del Área Rural.

Se espera un consumo de diésel aproximado de 7200 kilolitros para los equipos de combustión interna – camiones, generadores, y equipo que lo requieran durante las actividades de preparación del sitio y construcción. El diésel llegará al sitio de la obra mediante carros tanque o pipas. El trasvase y conducción del mismo se realizará mediante procedimientos, equipo y personal entrenado para minimizar el riesgo de derrames e impacto al medio ambiente; quedando estrictamente prohibido hacerlo sobre suelo natural. Se implementará también un Procedimiento de respuesta a emergencias en caso de derrames u otras situaciones de contingencia. Estas medidas se describen a continuación partir de las actividades, recursos, duración de las obras de preparación del sitio y construcción del proyecto. El procedimiento de respuesta a emergencias se adjunta en el *Anexo 35 - Construcción - Plan de Manejo de*

*Respuesta a Emergencias de Construcción, y el Anexo 36 - Construcción - Plan de Respuesta a Emergencias (Contratista).*

### 2.6.5 Personal

La planta tendrá, en la cima de la construcción, un poco menos de 3000 personas trabajando en el proyecto según la *Tabla II-14* a continuación.

**Tabla II - 14. Personal por contratar**

Personal*	Proyecto Fertilizantes del Norte	Contratistas	Subcontratistas	PMC	Otros	Total
Técnico	10	260	70	15	15	370
Campo	0	1740	770	5	5	2520
Total	10	2000	840	20	20	2890

(\*) NOTA: Personal máximo alcanzado para la obra en un período de 3 meses.

### 2.6.6 Gestión de aguas residuales y materiales peligrosos.

#### 2.6.6.1 Calidad del aire durante de preparación y construcción

Las obras de preparación del terreno y de la construcción se han planeado considerando las posibles emisiones de gases, humos y partículas para controlar y minimizar efectos adversos al entorno inmediato.

#### 2.6.6.2 Polvo fugitivo

Durante las actividades de nivelaciones, acondicionamiento del suelo, terraplén y compactaciones se controlará la generación de partículas de polvo a la atmósfera mediante el uso de agua, preferentemente tratada (si está disponible de alguna Planta de Tratamiento de Aguas Residuales cercana). También se cubrirá con lonas u otros materiales las cargas de los camiones de volteo y el material acumulado en sitio.

Se inspeccionará periódicamente el estado y mantenimiento de equipos a través de los programas mantenimiento predictivo y preventivo.

#### 2.6.6.3 Manejo de químicos y sustancias peligrosas

Se instalará un almacén para resguardar los químicos y sustancias peligrosas que se utilicen durante construcción. El almacén contará con *las medidas adecuadas de seguridad y para*

*contención en caso de derrames. Todos los químicos almacenados serán ingresados mediante bitácora y contarán con identificación adecuada de acuerdo con sus componentes, cantidades, rombo de riesgos, equipo de protección personal, procedimientos de manejo y datos de contacto en caso de emergencias.*

#### **2.6.6.4 Manejo de residuos sólidos**

Se elaborará un Plan De Manejo Integral de Residuos No Peligrosos, Peligrosos y de Manejo Especial incluyendo:

- Cumplimiento al marco legal, así como a las políticas y procedimientos, ver adjunto aquí en el anexo y las mejores prácticas de manejo.
- Estaciones de acopio, contenedores para separación de residuos de acuerdo a sus características
- Determinación de residuos y materiales a ser reciclados
- Transporte, manejo y disposición final mediante empresas autorizadas
- Uso de Bitácoras, manifiestos, principalmente.
- Capacitación al personal
- Sistema para manejo adecuado y controlado de los desechos primarios de la construcción tales como envases, empaques, residuos de pinturas, aceites, grasas y otros hidrocarburos
- Otros residuos de Manejo Especial
- Disposición de residuos de construcción en sitios autorizados
- Lavado de ollas, “lechadas” sobrantes de concreto, cemento o asfalto
- Material producto de excavaciones, cascajo producto de trabajo de obra.

#### **2.6.6.5 Residuos peligrosos**

Se prevé que se generen residuos peligrosos como: aditivos, aceites usados, grasas, sólidos impregnados con hidrocarburos y envases y residuos de pinturas, entre otros.

Se contempla:

- Registro y autodeterminación como generador de residuos peligrosos
- Caracterización de residuos si es necesario determinar su peligrosidad

- Almacén temporal de residuos peligrosos construido de acuerdo a la normatividad aplicable
- Transporte, manejo y disposición final mediante empresas autorizadas
- En caso de presentarse algún derrame con hidrocarburos o alguna otra sustancia química, se contará en sitio con equipo de contención. Los materiales contaminados se dispondrán como residuos peligrosos
- Uso de bitácoras, manifiestos de entrega-transporte-recepción, principalmente.

#### **2.6.6.6 Captación de Agua y Agua Residual**

- Se dotará de agua potable embotellada en garrafones de 19 litros para consumo humano a los trabajadores del proyecto.
- Se implementarán campañas para el uso eficiente del agua.
- Se dotará de servicios sanitarios portátiles en los frentes de trabajo a los trabajadores a razón de un sanitario por cada 20 trabajadores. Los servicios sanitarios recibirán el servicio de limpieza necesario para mantenerlos en óptimas condiciones de uso.
- Las aguas residuales provenientes de los sanitarios portátiles serán removidas a través de un contratista autorizado, utilizando un camión habilitado con sistema de bombeo y tanque para contener y transportar el material a un lugar de tratamiento adecuado. *No se permitirán descargas de aguas residuales a cielo abierto y se realizarán las medidas pertinentes para proteger los canales de riego y cuerpos de agua existentes.*
- Se diseñó el drenaje pluvial de la planta con base en la topografía del sitio para permitir el flujo del agua de lluvia de manera similar a los actuales patrones de escorrentía.
- El manejo, disposición y control de agua utilizada para actividades propias de la construcción que se detalla a continuación:
  - Durante la etapa de construcción, inicialmente se proveerá el agua mediante camiones cisterna (pipas) y tanques portátiles hasta asegurar los volúmenes de agua a través de un contrato de suministro por parte del ██████████).
  - Esta cantidad de agua se utilizará para pruebas hidrostáticas de los equipos y tuberías para verificar su integridad mecánica y estanquidad (ausencia de fugas) de acuerdo a los códigos de diseño mecánico e ingeniería.
  - Una vez utilizada, la disposición de esta agua se llevará de acuerdo con los procedimientos de control de desechos líquidos diseñados para el cumplimiento

de la normatividad vigente en la materia, así como cualquier medida adicional requerida por las autoridades en relación con esta MIA.

### 2.6.6.7 Cantidades de Residuos

El tipo de residuo y las cantidades estimadas durante la fase de construcción se muestran en la *Tabla II-15*. La duración de las actividades de construcción hasta la finalización mecánica es de aproximadamente 48 meses.

**Tabla II - 15. Residuos generados en la construcción**

GENERACIÓN DE RESIDUOS		
TIPO DE RESIDUOS	CANTIDAD GENERADA	ETAPA
RESIDUOS PELIGROSOS	- 06 tambos de 200 l de residuos sólidos al mes - 4 supersacos de 1 m <sup>3</sup> de residuos sólidos al mes - 5 tambos de 200 l de residuos líquidos al mes	Construcción
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	342 ton de residuos sólidos urbanos al mes	Construcción y Oficinas Administrativas
RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL	524 m <sup>3</sup> de residuos de manejo especial al mes	Construcción
AGUAS RESIDUALES	526 m <sup>3</sup> /mes	Construcción

## 2.7 Etapa de operación y mantenimiento

### 2.7.1 Tipo de Productos

#### 2.7.1.1 Amoníaco

El amoníaco (NH<sub>3</sub>) es el cimiento de la industria de fertilizantes nitrogenados. Puede ser directamente aplicado al suelo como nutriente vegetal o convertido en una variedad de fertilizantes nitrogenados comunes. Requiere de precauciones especiales de seguridad y manejo.

#### 2.7.1.1.1 Producción

Casi el 80% de la atmósfera terrestre está compuesta por el gas  $N_2$ , pero presente en una forma química y biológicamente no aprovechable. A principios de 1900, fue desarrollado el proceso para combinar  $N_2$  e hidrógeno ( $H_2$ ) bajo condiciones de alta temperatura y presión. Esta reacción es conocida como el proceso de Haber-Bosch:  $3H_2 + N_2 \rightarrow 2 NH_3$ .

Una variedad de combustibles fósiles pueden utilizarse como fuente de  $H_2$ , pero el gas natural (metano) es el más común, y utilizado como materia prima en la planta. Por lo tanto, la mayor parte de la producción de amoníaco ( $NH_3$ ) se lleva a cabo en lugares donde hay una disponibilidad inmediata de gas natural, como el centro de México.

El  $NH_3$  es un gas en la atmósfera, pero se transporta en estado líquido mediante la compresión o refrigeración por debajo de su punto de ebullición ( $-33^\circ C$ ). Es transportado a nivel mundial mediante barcos refrigerados, vagones de ferrocarril presurizados, y tuberías de larga distancia.

#### 2.7.1.1.2 Uso agrícola

El  $NH_3$  posee el mayor contenido de N de todos los fertilizantes comerciales, haciéndolo una fuente popular de N a pesar del peligro potencial que posee y las prácticas de seguridad que requiere para su uso. Cuando el  $NH_3$  es aplicado directamente al suelo, es un líquido presurizado que, al dejar el tanque, inmediatamente se convierte en vapor. El  $NH_3$  siempre se coloca al menos entre 10 a 20 cm (4 a 8") debajo de la superficie del suelo para prevenir que se pierda como vapor hacia la atmósfera. Varios tipos de cincales y cuchillas de arrastre son utilizados para colocar el  $NH_3$  en el lugar correcto.

El  $NH_3$  reacciona rápidamente con el agua edáfica y pasa a la forma amonio ( $NH_4^+$ ), que es retenido en los sitios de intercambio catiónico del suelo. A veces, el  $NH_3$  se disuelve en agua para producir hidróxido de amonio ("amoníaco acuoso"), un popular fertilizante nitrogenado líquido. El amoníaco acuoso no necesita ser inyectado tan profundamente como el  $NH_3$ , lo cual provee beneficios para la aplicación a campo y presenta menos recaudos de seguridad. Frecuentemente, el amoníaco acuoso es agregado al agua de riego y utilizado en condiciones de suelo anegado.

### 2.7.1.1.3 Prácticas de manejo

El manejo del  $\text{NH}_3$  requiere una cuidadosa atención a la seguridad. En las instalaciones de almacenaje y durante la aplicación a campo, se debe utilizar equipos apropiados de protección personal. Debido a que es muy soluble en agua, el  $\text{NH}_3$  libre reacciona rápidamente con la humedad del cuerpo, como los pulmones y los ojos, causando severos daños. No debe ser trasladado o aplicado sin el entrenamiento de seguridad adecuado.

Inmediatamente luego de la aplicación, la alta concentración de  $\text{NH}_3$  alrededor del sitio de inyección causa una inhibición temporal de los microorganismos del suelo. Sin embargo, la población microbiana se recupera a medida que el  $\text{NH}_3$  se transforma en  $\text{NH}_4^+$ , se difunde desde el punto de aplicación, y luego se convierte en nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). De forma similar, para evitar daños durante la germinación, las semillas no deben ser colocadas en las proximidades de la zona de aplicación del  $\text{NH}_3$ .

Los escapes por descuido de  $\text{NH}_3$  hacia la atmósfera deben evitarse tanto como sea posible. Las emisiones de  $\text{NH}_3$  están relacionadas a la neblina atmosférica y a los cambios en la química del agua de lluvia. La presencia de elevadas concentraciones de  $\text{NH}_3$  en el agua superficial puede ser perjudicial para los organismos acuáticos.

### 2.7.1.1.4 Usos no agrícolas

Más del 80% de la producción de  $\text{NH}_3$  es utilizada en fertilizantes, tanto para aplicación directa o convertido en una variedad de fertilizantes nitrogenados sólidos y líquidos. Sin embargo, hay muchas aplicaciones industriales importantes para el  $\text{NH}_3$ . Los limpiadores para el hogar están hechos de una solución de  $\text{NH}_3$  al 5-10% en agua (para formar hidróxido de amonio). Debido a sus propiedades de vaporización, el  $\text{NH}_3$  es ampliamente utilizado como refrigerante.

## 2.7.1.2 Urea

### 2.7.1.2.1 General

Urea, también conocida como carbamida, es el nombre del ácido carbónico de la diamida cuya fórmula química es  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ . Es una sustancia nitrogenada producida por algunos seres vivos como medio de eliminación del amoníaco, el cuál es altamente tóxico para ellos. En los animales se halla en la sangre, orina, bilis y sudor. La urea se presenta como un sólido cristalino y blanco de forma esférica o granular. Es una sustancia higroscópica, es decir, que tiene la capacidad de absorber agua de la atmósfera y presenta un ligero olor a amoníaco. Comercialmente la urea se presenta en pellets, gránulos, o bien disuelta, dependiendo de la aplicación.

### 2.7.1.2.2 Fertilizante

El 90% de la urea producida se emplea como fertilizante. Se aplica al suelo y provee nitrógeno a la planta. También se utiliza la urea de bajo contenido de biuret (menor al 0.03%) como fertilizante de uso foliar. Se disuelve en agua y se aplica a las hojas de las plantas, sobre todo frutales, cítricos, como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, el cual es esencial en el metabolismo de la planta ya que se relaciona directamente con la cantidad de tallos y hojas, las cuáles absorben la luz para la fotosíntesis, además el nitrógeno está presente en las vitaminas y proteínas, y se relaciona con el contenido proteico de los cereales.

El grano se aplica al suelo, el cuál debe estar bien trabajado y ser rico en bacterias. La aplicación puede hacerse en el momento de la siembra o antes. Luego el grano se hidroliza y se descompone.

Debe tenerse mucho cuidado en la correcta aplicación de la urea al suelo. Si ésta es aplicada en la superficie, o si no se incorpora al suelo, ya sea por correcta aplicación, lluvia o riego, el amoníaco se vaporiza y las pérdidas son muy importantes. La carencia de nitrógeno en la planta se manifiesta en una disminución del área foliar y una caída de la actividad fotosintética.

## 2.7.2 Tecnologías que se Utilizarán

### 2.7.2.1 Amoníaco

#### 2.7.2.1.1 General

Licenciante: [REDACTED]

- Capacidad (placa de identificación): 2860 toneladas métricas por día
- Sitio web: [www.\[REDACTED\].com](http://www.[REDACTED].com)
- License: [REDACTED]

#### 2.7.2.1.2 Aplicaciones comerciales

- El proceso de amoníaco purificador de [REDACTED] combina las siguientes tecnologías propietarias para producir una planta extremadamente confiable, robusta y de bajo consumo energético: Reformado suave con exceso de aire
- [REDACTED] [REDACTED]
- La síntesis de amoníaco magnetita en un convertidor horizontal

Con la tecnología de síntesis purificador criogénico de ██████████, usted recibe una ruta de procesamiento más baja, más robusta a gas de síntesis de alta pureza en plantas de fabricación de amoníaco. La tecnología de purificación criogénica de proceso de front-end patentada elimina simultáneamente las impurezas (es decir, el metano, el argón) del gas de síntesis lavándola con exceso de nitrógeno mientras ajusta la relación de hidrógeno a nitrógeno ( $H_2/N_2$ ) a 3:1.

#### 2.7.2.1.3 Información tecnológica

El sistema de proceso purificador es un diseño simple que consta de tres piezas de equipo: un intercambiador de alimentación/efluente, una columna con un condensador incorporado y un expander. Todos los elementos y las tuberías de conexión se sueldan y se encierran en una caja fría aislada con perlita. Las características específicas del diseño del equipo incluyen:

- Intercambiador, que es un diseño de aleta de placa
- Columna criogénica, que opera en el rango de menos 170 ° c a menos 200 ° c
- Condensador integral, que es un diseño de carcasa y tubo
- Expander, que es una unidad compacta de baja velocidad que normalmente se acopla a un generador para recuperar energía.

#### 2.7.2.1.4 Valores y beneficios

Bajo consumo de energía

- Un gas de maquillaje limpio y seco reduce la carga en el compresor de synloop y los sistemas de refrigeración, proporcionando ahorros de costos operacionales
- Las temperaturas de reforma leves se utilizan como el deslizamiento de metano no es importante, lo que reduce el consumo de combustible y prolonga la vida del tubo
- La conversión de bucle superior se logra con bajas inertes
- Las plantas purificadoras operan en algunos de los más bajos consumos de energía probados; una planta reciente alcanzó un consumo de energía de 6,5 Gcal/MT (ISBL, LHV base)

Reducción de los costos de capital

- No se necesita una unidad de recuperación de gas de purga separada porque el gas de purga rechazado del synloop se pasa a través de la unidad purificador
- El gas de maquillaje muy limpio proporcionado por el proceso de purificador de [REDACTED] disminuye la presión de síntesis, el volumen del catalizador y la velocidad de purga, lo que significa que el equipo de synloop más pequeño se puede utilizar.

#### Flexibilidad

- Logra una mayor estabilidad y flexibilidad de operación, ya que la sección de reforma no necesita ser estrechamente controlada para producir una relación H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> precisa
- Mantiene la producción incluso en el caso de la desactivación del catalizador ascendente del purificador.

#### Fiabilidad

- Las bajas temperaturas de reforma se traducen en una menor tensión y una mayor vida útil de los tubos reformador
- Numerosas plantas purificadores han corrido de tres a cuatro años sin un apagado de mantenimiento

#### 2.7.2.1.5 Convertidor de síntesis de amoníaco horizontal

Para los nodos de síntesis de amoníaco magnetita convencionales, [REDACTED] ofrece su convertidor de síntesis de amoníaco horizontal. El convertidor contiene dos o tres etapas de reacción, cada una con flujo vertical descendente en las camas de catalizador magnetita. Los Interenfriadores se proporcionan entre las camas del catalizador para la conversión máxima y la recuperación de calor.

La cesta de catalizador se retira fácilmente de la carcasa del convertidor para la carga y descarga del catalizador. La cesta se puede sacar de los recipientes del convertidor horizontal en las pistas, evitando así la necesidad de programar y erigiendo una grúa pesada y costosa para el mantenimiento periódico.

#### 2.7.2.1.6 Descripción detallada del proceso

Se encontrará una descripción detallada del proceso en virtud de la Sección 2.2.2.1.1 *Sección de amoníaco*.

#### 2.7.2.2 Urea

### 2.7.2.2.1 General

Licenciante [REDACTED].

- Capacidad (placa de identificación): 2860 toneladas métricas por día
- Sitio web: [REDACTED]
- License: [REDACTED]<sup>8</sup>

### 2.7.2.2.2 Información técnica

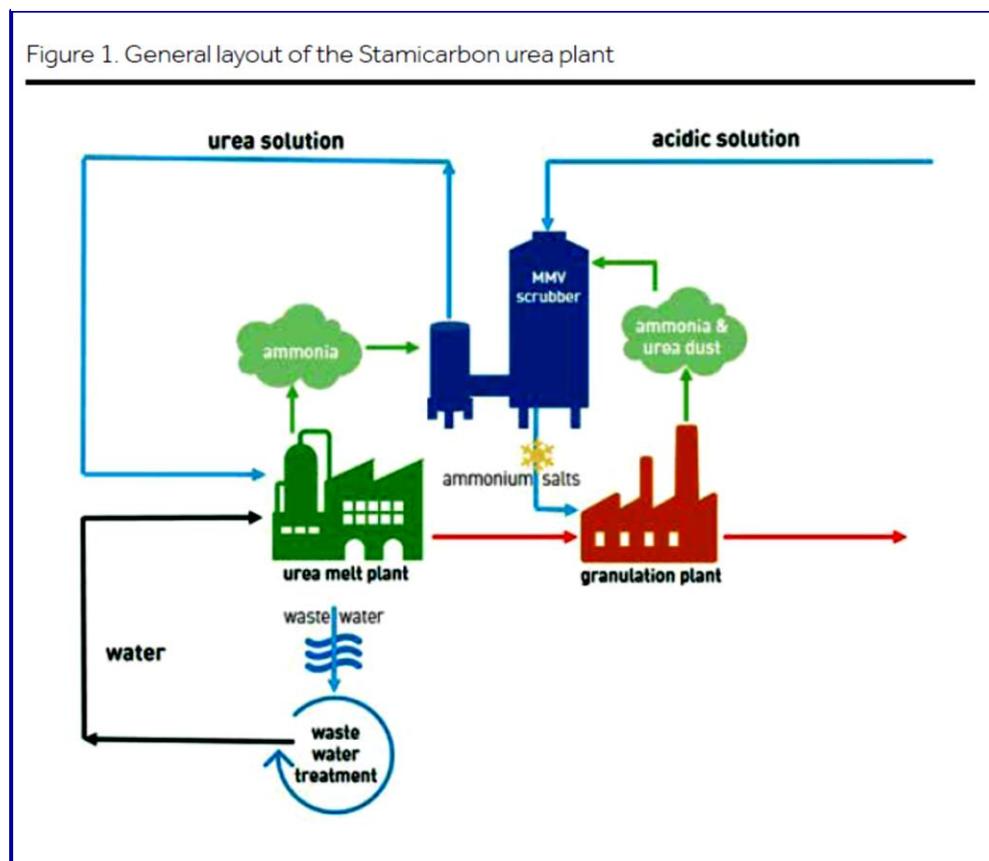
En los últimos 70 años, la empresa de innovación y licencia de [REDACTED], [REDACTED], ha estado desarrollando su propia tecnología de urea patentada. El set-up que tiene hoy garantiza que casi todas las emisiones de los pasos de proceso individuales se pueden convertir en valiosas materias primas. Todos ellos son devueltos al proceso de producción para evitar flujos de desechos y/o subproductos y, por lo tanto, esta tecnología de urea puede considerarse una tecnología de producción de residuos cero. Además, la tecnología como la capacidad de actualizar posibles flujos de retorno en productos finales de primera calidad.

El diseño de la tecnología de producción de urea (*Figura II-12*) consiste básicamente en los siguientes elementos esenciales:

- Planta de fusión de urea,
- Planta de granulación de urea (o prilling),
- El depurador Venturi Micro Mist, que elimina las emisiones gaseosas (amoníaco) de la planta de fusión de urea, así como las emisiones de materia articulada (polvo de urea) del aire circulado en la planta de granulación,
- Sección de tratamiento de aguas residuales, que limpia el efluente de la planta de fusión de urea.

---

<sup>8</sup> [REDACTED]



El objetivo de las diferentes secciones es reducir las emisiones al aire y al agua a niveles tan bajos, que se cumplan los niveles de emisión ambiental requeridos. En casos específicos, incluso las emisiones pequeñas restantes pueden tratarse con incineración o quema a niveles de cero emisiones, de manera que incluso podemos hablar de producción de cero emisiones.

Las emisiones de la fundición de urea y la planta de granulación se convierten en materias primas que pueden ser reprocessadas en la fundición de urea o en la planta de granulación, con el fin de obtener cero producción de desechos. Cada unidad individual a continuación es necesaria para obtener un diseño de producción de cero residuos.

#### 2.7.2.2.3 Tratamiento de aguas residuales

En la sección de tratamiento de aguas residuales se tratan efluentes líquidos de las plantas de granulación y fusión de urea. El proceso de condensado procedente de la sección de evaporación, junto con otros efluentes de proceso como el sellado de agua de las cajas de llenado, contienen amoníaco y urea.

Todos los condensados del proceso se recogen en el depósito de agua de amoníaco. Desde este tanque, las aguas residuales se alimentan a la parte superior del Desorber. En la parte superior del Desorber, el grueso del amoníaco y el dióxido de carbono se eliminan de la fase del agua mediante el uso de los gases fuera de la parte inferior del Desorber como agente de desmonte.

El efluente descendente todavía contiene urea y algo de amoníaco. Para extraer la urea, este efluente se alimenta al hidrolizador, que es una columna llena de líquido. En el hidrolizador, la urea, a presión y temperatura elevadas, se disocia en amoníaco y dióxido de carbono mediante la aplicación de calor (vapor) y el tiempo de retención. La alimentación de condensado de proceso se mantiene en contacto contracorriente con el vapor con el fin de obtener un contenido de urea extremadamente bajo en el efluente del hidrolizador.

El resto de amoníaco y dióxido de carbono en el efluente del hidrolizador se eliminan con vapor a una presión reducida en la parte inferior del Desorber. Los gases que salen de la parte superior del Desorber se reciclan en la sección de síntesis después de ser condensados en el condensador de reflujo.

La pureza del agua restante satisface los requisitos de uso como agua de alimentación de la caldera o maquillaje de agua de enfriamiento, lo que significa que las plantas de urea de [REDACTED] no producen ninguna corriente de agua residual.

Debido al diseño óptimo de los componentes del proceso, no solo se alcanzan los niveles de emisión requeridos, sino que también se ha desarrollado un proceso de producción de urea de cero residuos. Esto satisface no sólo a los órganos legislativos en el suministro de una solución óptima para las emisiones medioambientales, sino que también satisface los retos económicos y medioambientales.

La prevención de la generación de desechos conduce a una alta eficiencia, ya que toda la materia prima se transforma en producto final y evita la carga de eliminación de desechos. Esto tiene tanto un componente de costo, pero también conduce a la presión sobre el medio ambiente. La tecnología de urea de [REDACTED] conduce a un proceso de producción de desechos verdaderamente sostenible y cero, que se enfrenta a los desafíos de hoy y de mañana.

#### 2.7.2.2.4 Descripción detallada del proceso

Se encontrará una descripción detallada del proceso en virtud de la Sección 2.2.2.1.2 *Sección de Urea*

#### 2.7.2.3 Granulación

##### 2.7.2.3.1 General

Licenciante: [REDACTED]

- Capacidad (placa de identificación): 2200 toneladas métricas por día
- Sitio web: www.[REDACTED].

##### 2.7.2.3.2 Información técnica

La tecnología de granulación ecológica ([REDACTED]), un proveedor líder de tecnologías de procesos relacionadas con fertilizantes en China, ha desarrollado un nuevo proceso de granulación de urea que ha sido nombrado granulación de reciclaje en frío o proceso de CRG. La esencia del proceso radica en el manejo del enfriamiento en un solo paso para que la detección, trituración y reciclaje se lleve a cabo con el producto frío.

De esta manera, las pantallas y las trituradoras se pueden mantener limpias durante más tiempo y se produce menos polvo durante el procesamiento. El proceso de CRG ha reducido los costes operativos y de inversión de la granulación de urea, optimizando la calidad del producto y reduciendo las emisiones de polvo.

El primer proceso de tecnología de granulación de urea de lecho fluido reciclado en frío se aplicó con éxito en uno de los proyectos de [REDACTED] en China en 2013 (3.000 t/d). Desde entonces, más de 11.000 t de capacidad diaria están en construcción o siendo comisionados. El proceso de CRG combina ahorros energéticos, bajos costes de inversión y alta calidad de producto en un nuevo diseño y un proceso de producción innovador.

##### 2.7.2.3.3 Características del proceso<sup>9</sup>

La tecnología de granulación de lecho fluido de [REDACTED] es un sistema simple y optimizado. La capacidad del elevador del cucharón y de la cinta de reciclaje se puede reducir, ya que el producto final no se elevará al punto más alto del edificio. También se puede reducir

---

<sup>9</sup> [REDACTED]

considerablemente la limpieza de las trituradoras y las pantallas durante el funcionamiento normal, ya que los gránulos de baja temperatura y mayor fragilidad se tratan allí. Una altura de construcción más baja reduce la inversión total y conduce a una operación más conveniente.

Los gránulos producidos en el proceso [REDACTED] se caracterizan por una alta resistencia mecánica, bajo contenido de humedad, bajo contenido de Biuret y no están sujetos a "apelando", lo que garantiza un transporte y almacenamiento convenientes.

Otra característica clave de la planta de granulación de lecho fluido de [REDACTED] es la estabilidad inherente del sistema. Las proporciones de reciclaje de material sobredimensionado y de tamaño inferior se pueden Autoajustar durante un tiempo determinado. Durante el funcionamiento normal, la relación (caudal total)/(producto final) se puede mantener a 0,5/1. Por lo tanto, no es necesario tener en cuenta el exceso de capacidad al diseñar equipos de manipulación sólida (por ejemplo, elevador de cubos, cintas transportadoras, pantallas vibratorias, trituradoras de rodillos).

El proceso utiliza una materia prima de 96% ~ 97% concentración de urea. Esta concentración se puede adquirir a partir de la primera unidad de evaporación de la planta de síntesis de urea, lo que significa un importante ahorro tanto en inversión como en consumo energético. La evaporación del agua extra elimina una cantidad considerable de calor de cristalización del proceso de granulación, lo que significa que una menor concentración de urea ahorrará una gran cantidad de aire de fluidización.

Las plantas que adoptan el proceso [REDACTED] no generan aguas residuales o residuos industriales. Los depuradores de aire de escape altamente eficientes garantizan la emisión de polvo en la pila de menos de 30mg/Nm<sup>3</sup> (cuando se solicite). Esto es significativamente menor que los estándares internacionales, y fácilmente será capaz de cumplir con los requisitos del proyecto.

#### 2.7.2.3.4 Descripción detallada del proceso

Se encontrará una descripción detallada del proceso en virtud de la Sección 2.2.2.1.3 *Sección de granulación*.

### 2.7.3 Volumen y Tipo de Agua

El volumen y el tipo de agua utilizada durante la fase de operación y mantenimiento se encuentran adjuntos en el *Anexo 9 - Balance de Materia*.

### 2.7.4 Energía

Fertilizantes del Norte utilizará las siguientes cantidades de energía para su proceso de producción:

- Energía: 4-5 MMBTU / MT procedente de gas natural, y
- Power: 40MW.

Fertilizantes del Norte no ha finalizado su suministro de energía para la fase de operación y mantenimiento hasta el momento. Se contemplan tres opciones, así como una combinación de las tres opciones:

- Energía solar, ya sea de una instalación solar existente o de una planta solar dedicada.
- Energía de la red eléctrica bajo un Contrato de compraventa de energía (en *Power Purchase Agreement (PPA)*).
- Una instalación de energía a gas dedicada en el lugar.

Para cualquiera de estas opciones se deben obtener los permisos y autorizaciones adecuados requeridos.

### 2.7.5 Maquinaria y Equipo

Encontrará adjunto la lista completa de equipos en el *Anexo 4 - Lista de Equipos Principales*.

### 2.7.6 Infraestructura de Operaciones

#### 2.7.6.1 Infraestructura de operaciones

El proyecto tendrá una infraestructura civil para apoyar la fase operativa del proyecto, consistente en:

#### 2.7.6.2 Red de carreteras

El diseño contempla tanto la carretera arterial principal como la carretera de acceso con suficiente derecho de paso (ROA). Concretamente, la principal vía arterial tiene un ROA de 24m mientras

que la de acceso es de 18M. Cada camino está bien amueblado con sistema de drenaje, pasarelas peatonales entre otros. Se ha previsto una provisión adecuada para el acceso y la salida al complejo. En un intento de minimizar los gruñe del tráfico dentro del complejo, el diseño asegura que hay pocos cruces cruzados. Al finalizar, se deberán hacer esfuerzos para paisajismo y las carreteras de acceso con buen gusto como parte del vivero.

### **2.7.6.3 Instalaciones de distribución de urea**

El sistema de transporte deberá haber sido comprobado comercialmente en servicio de urea. La capacidad del sistema de transporte entre el granulador y el almacenamiento a granel de urea será de 180T/h; La capacidad entre el almacenamiento masivo y la instalación de carga a granel será de 370t/h. se tomarán disposiciones para transportar la urea del producto directamente desde el granulador a la instalación de carga, evitando el almacenamiento masivo.

Se tomarán disposiciones para la detección de polvo del producto antes de la instalación de carga. Cada transportador de banda estará en una galería cerrada (a menos que esté dentro de un edificio) que sea lo suficientemente grande para que los rodillos portaequipajes sean fácilmente accesibles para el personal de operación y mantenimiento mientras la unidad esté en funcionamiento.

El sistema de carga tendrá capacidad de instalación de carga es de 370 t/h. el cargador a granel se cubre en el edificio de carga a granel del tren. El edificio de carga a granel del tren también se puede utilizar para la carga de camiones. De acuerdo con el diseño de la ruta de transporte, los camiones pueden viajar para entrenar el edificio de carga masiva para la carga de urea cuando no hay tren en el ferrocarril.

Se pueden configurar máquinas de envasado semiautomáticas (1 operación normal + 2 standby). La capacidad de funcionamiento continuo de la planta de embolsado es de 50 MT/h basado en bolsas de 50 kg. La máquina de ensacado consistirá en el llenado, costura, sistema de codificación de bolsas, mostrador de bolsa y empujador de bolsa.

El edificio de almacenamiento de urea en bolsas cubre un área de aproximadamente 4400 m<sup>2</sup> con una capacidad de aproximadamente 5000 toneladas basada en 50 kg/bolsa. La altura del edificio de almacenamiento de urea en bolsas es de 6,5 m. La urea enroscada se apila con 10 sacos de altura en el almacenamiento embolsado. La urea enroscada se paletiza mediante manipulación manual con carro de mano. El producto embolsado lo transportará al tren o al camión por manipulación manual con carro de mano.

Se estima que aproximadamente el 80% de la urea será transportada en camión y alrededor del 20% por tren.

#### **2.7.6.4 Instalaciones de distribución de amoníaco**

El sistema de carga de amoníaco se suministra con 5 (cinco) brazos de carga (el cargador de amoníaco Z-40201 ~ Z-40205). Cada brazo de carga se compone de una válvula de cierre, un medidor de flujo, una válvula de control y otras instalaciones auxiliares.

Después de comprobar la información de carga de amoníaco y la conexión de los sistemas de carga, el peso de carga se establecerá e iniciará la operación de carga, cuando se cumpla el peso preestablecido, la operación de carga se detendrá automáticamente.

#### **2.7.6.5 Estacionamiento para camiones**

Se requerirá estacionamiento para camiones para acomodar los camiones en espera de ser cargados con el producto. Un total de 13 plazas de aparcamiento de camiones se proporcionarán dentro de la planta. El área de distribución, el área de estacionamiento de camiones y las carreteras en el lugar estarán cubiertas con hormigón armado y/o bloques de hormigón entrelazados.

#### **2.7.6.6 Sistema de drenaje**

Los drenajes están diseñados utilizando sistemas de flujo de canal abierto, por lo tanto, por sistemas de drenaje parcialmente llenos. El flujo de diseño de escora que se debe descargar se garantizará en todo el sistema de drenaje, de conformidad con las restricciones de elevación ascendente y descendente del sistema de drenaje. La elevación del agua asumida en sentido ascendente será adecuada para el nivel del terreno circundante, mientras que la sección hidráulica descendente permitirá la descarga de la cantidad total de escora, de conformidad con las restricciones de efluentes. El sistema de drenaje será totalmente compatible con el diseño del plan de explanación.

#### **2.7.6.7 Seguridad y control de acceso**

Los sistemas de CCTV y seguridad adoptados se basarán en el uso de una plataforma de gestión integrada. Por lo tanto, se aplicarán como un (1) sistema global totalmente integrado.

##### **2.7.6.7.1 Sistema de CCTV:**

El sistema facilitará a los operadores de la planta la indicación visual en directo y/o retardada en el tiempo de:

1. Funcionamiento normal de funciones específicas de la planta relacionadas con el proceso;
2. Robo o actividad maliciosa;
3. Acceso de personal no autorizado a áreas vegetales;
4. Actividades de respuesta a emergencias y
5. Eventos históricos de interés.

Habilitará el seguimiento de las áreas y equipos clave de nueve (9) unidades de control del operador. Se instalará una cantidad de cámaras industriales en las unidades de proceso/utilidad, en las puertas de la planta y a lo largo de las vallas perimetrales.

#### 2.7.6.7.2 Sistema de control de acceso:

El sistema deberá ser provisto para controlar y vigilar el acceso del personal y de los vehículos/camiones a través de la instalación. El sistema se basará en la insignia con el lector de insignias de proximidad y la estación de interfonía. Los lectores de insignias y los mecanismos de control de las puertas deberán instalarse en cada entrada del edificio, así como en algunas habitaciones interiores.

Los puestos de interfonía también se instalarán en cada entrada del edificio. La salida de estos lugares debe ser mediante un pulsador en el lado seguro de la puerta. Todas las puertas exteriores del edificio, incluidas las salidas de emergencia y las salas interiores automáticas/manuales (a/m), deberán tener alarmas de contacto magnéticas para indicar cuándo se ha dejado abierta o abierto una puerta sin autorización. En cada ubicación de entrada/salida del vehículo/camión de la planta, se proporcionarán barras cruzadas de vehículos automáticas con lectores de insignia de proximidad montados en Stanchion junto con estaciones de interfonía para controlar el movimiento del flujo de tráfico y permitir que el personal anuncie su presencia, respectivamente.

En cada ubicación de acceso peatonal de la planta, se proporcionarán torniquetes de alta seguridad para permitir el acceso al personal autorizado. Cada torniquete estará equipado con un lector de insignias de proximidad y una estación de interfonía.

### 2.7.6.7.3 Sistema de detección de intrusiones:

Se proporcionará el sistema para identificar los intentos de personal no autorizado para obtener acceso a la planta. Se basará en el uso de cables de sensores ópticos montados en la valla perimetral de la planta para proteger toda la valla perimetral, incluidas todas las compuertas de vehículos y de personal; valla sobre la escalada de cualquier manera resultará en la detección y alarma. El punto de pasaje estará cubierto con barreras infrarrojas controladas remotamente (IR).

## 2.7.7 Tipo y Cantidad de Sustancias y Materiales, y Otros Recursos Naturales

La Planta tomará los siguientes materiales:

- Gas Natural:
  - CH<sub>4</sub> (90%)
  - C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> (7%)
  - N<sub>2</sub> (2%)
  - Otros (1%)

Total: Máximo 562 millones de kilogramos por año a la capacidad de la placa de identificación.

- Aire
  - N<sub>2</sub> (76%)
  - O<sub>2</sub> (20%)
  - H<sub>2</sub>O (3%)
  - Ar (1%)
  - Otros (<1%)

Máximo 1367 millones de kilogramos por año a la capacidad de la placa de identificación.

Encontrará adjunto en el *Anexo 9 - Balance de Materia* el balance general de materiales completo.

### 2.7.7.1 Mantenimiento e Inspección

La integridad y la confiabilidad mecánica de la planta son sumamente importantes para controlar y minimizar el riesgo al ambiente por un escenario crítico, así como para el éxito comercial del proyecto. Es por ello que se contará con una estrategia de mantenimiento integral para los equipos y maquinaria de la planta. El programa de mantenimiento será definido incluyendo todos

los tipos de equipo y maquinaria instalados en la misma. Se listan a continuación los elementos principales de dicho programa:

- Equipos de bombeo
- Compresores y sopladores
- Sistemas de tubería incluyendo tubería de instrumentación
- Válvulas de proceso
- Válvulas de seguridad y relevo de presión (incluye discos de ruptura)
- Proceso de soldadura
- Equipo rotatorio
- Motores – eléctricos y de otro tipo
- Sistemas de empaques y bridas
- Tecnologías y herramientas de mantenimiento predictivo y preventivo
- Métodos y tecnologías de inspección no destructiva

Se contará con un sistema de documentación para la descripción, procedimientos y listas de verificación, colección de datos y control de los trabajos de mantenimiento de la planta. El elemento clave para el mantenimiento efectivo de la planta es el personal capacitado para dicha tarea. Se complementará también al personal de planta con apoyo especializado de vendedores y proveedores de equipo cuando sea necesario.

Este proceso de mantenimiento empieza con la instalación inicial de los equipos de la planta de acuerdo al diseño y la ingeniería de detalle, así como las especificaciones de maquinaria y equipo de la misma. Dicho proceso de fabricación y construcción será verificado conforme avanza la construcción e instalación de los equipos por un proceso de comisionamiento de equipos y revisiones sistemáticas de planta para asegurar conocer las condiciones de la instalación al momento de ser entregados por el personal de construcción y recibidos por el personal operativo mediante un procedimiento de Entrega de Equipo que detalle los pasos requeridos de verificación.

#### *2.7.7.2 Seguridad de los Procesos*

Los riesgos derivados de los posibles eventos peligrosos del proceso pueden ser adecuadamente mitigados mediante la aplicación de controles y protecciones convencionales y probadas en la industria. En particular, muchas de las medidas incluidas en el proyecto son adaptaciones directas de las medidas utilizadas actualmente en el proceso análogo en la operación de las plantas de [REDACTED] y [REDACTED].

Estas son:

- Diseño, instalación y mantenimiento del equipo de proceso y las tuberías de acuerdo a códigos industriales estándar, reconocidos y generalmente aceptados a nivel mundial. Estas medidas son la primera línea de defensa contra la pérdida de contención y fuga de materiales tóxicos e inflamables asociados con el proceso. Estas medidas se complementarán con la instalación de detectores fijos y portátiles de amoníaco los que permitirían una rápida y eficaz respuesta a posibles situaciones críticas y emergencias.
- Un Sistema de Control Distribuido que incluye puntos de alarma e interlocks en conjunto con un Sistema de Instrumentación de Seguridad (SIS) que representa una estrategia de varios niveles de protección automatizada del proceso. Para más información ver Sección *2.2.2.3 Sistema de instrumentación y control*.
- Tecnología de relevo de presión mediante válvulas de sobre presión y discos de ruptura que previenen la posible sobrepresión de los equipos mecánicos dando una vía de escape segura a material de proceso sin falla catastrófica de los equipos de proceso. Para más información ver Sección *2.2.2.3 Sistema de instrumentación y control*.
- Uso de materiales específicos. Todos los equipos de alta presión en el proceso de síntesis de urea se basan en el material de construcción Safurex®. Los principales beneficios de Safurex® en comparación con los materiales tradicionales son: 1) Posibilidad de ejecutar con seguridad la síntesis a proporciones de reducción más bajas. 2) Bajo mantenimiento, alta confiabilidad y mayor vida útil del equipo. 3) Alto estándar de seguridad como resultado de la baja concentración de oxígeno para la pasivación requerida en la síntesis de urea.
- Radiografía y control de calidad de la tubería, bombas y sus componentes. Pruebas hidrostáticas, Programa de mantenimiento para equipos y maquinaria de proceso, líneas de proceso y sus accesorios como son válvulas e instrumentos.
- Programa de entrenamiento a personal sobre las sustancias manejadas, la operación y el mantenimiento de los equipos, maquinaria y tubería, procedimientos de prueba y comisionamiento de la planta antes de introducción de sustancias peligrosas. Incluyendo los riesgos de fuego y explosión derivados del manejo de gas natural.
- Programa de detección de fugas en equipo, válvulas, bridas.
- Pruebas de integridad y estanqueidad mecánica previa a introducción de materiales químicos.

- Procedimientos y medidas de señalización en campo.
- Procedimientos operativos para las diferentes fases de operación de los equipos como son: paro, operación normal, situaciones críticas, puesta en marcha, respuesta a situaciones de contingencia.
- Programa de inspección de equipos del sistema de contra incendio y extintores.
- Bitácoras de mantenimiento y operación.
- Instalación de medidores fijos para la detección de sustancias peligrosas en el medio ambiente: amoniaco. Se utilizan también medidores portátiles para efectos de Salud Ocupacional y Calidad de aire en la planta y en la periferia de esta.

### 2.7.8 Generación, Manejo y Descarga de Aguas Residuales

Encuentre información sobre generación, manejo y descarga de aguas residuales en Sección

2.6.6 Gestión de aguas residuales y materiales peligrosos.

### 2.7.9 Descripción de los sistemas de agua.

Cantidades:

**Tabla II - 16. Parámetros de descarga de aguas**

Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga t/h	Los parámetros de descarga de contaminantes		Modo de descarga	Medidas de tratamiento y destino
		Nombre	Concentración mg/L		
Las aguas residuales sanitarias después del tratamiento	3	SST	20	Intermitente	Para el estanque de agua de riego/tanque
		DQO	60		
		SST	20		
		NH <sub>3</sub> -N	5		
		N <sub>T</sub>	15		
		DBO	5		

Agua neutralizada calificada después del tratamiento	100	SST	20	Intermitente	Para el estanque de agua de riego/tanque
--	-----	-----	----	--------------	--

El tratamiento de aguas residuales se diseñará para tratar aguas residuales sanitarias y análisis de laboratorio de aguas residuales. La calidad del agua tratada puede satisfacer los requisitos de las normas de México y las directrices de la IFC y será descargada a la zanja.

### 2.7.10 Lodos

Los lodos descargados del tanque clarificador fluirán en el tanque de lodo por gravedad. Para evitar que los lodos se asienten en el depósito de lodo, se utiliza un agitador. Los lodos en el tanque de lodo se bombearán al filtro de banda por la bomba de lodo para la deshidratación.

El agua filtrada del filtro de la correa se recoge en el depósito de agua residual y luego se reciclará en el mezclador de tuberías a través de las bombas de retorno de aguas residuales.

**Tabla II - 17. Cantidad de lodos**

Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga	Componentes principales	Modo de descarga
El exceso de lodo	0,5 t/h	Agua 97%, barro 3%	Intermitente, enviado fuera de la unidad

El exceso de lodo de la estación de aguas residuales se eliminará regularmente y se enviará de la unidad a un profesional externo y un manejador calificado.

## 2.8 Otros insumos

### 2.8.1 Sustancias no peligrosas

Consumos químicos y catalizadores

Tabla II - 18. Consumo de catalizadores

	Reactor	Catalizador Tipo	Catalizador Volumen m <sup>3</sup>	Años de vida esperados
1	101-B	reforma de níquel	37,5	10
2	103-D	reforma de níquel	36,5	15
3	108DA	Co-Mo	25,2	10
4	108-DB/DC	Óxido de zinc	27.8 x 2	1
5	104-D1	Hierro/cromo	68,6	8
6	104-D2	Cobre-zinc	115,5	6
7	105-D	hierro promovido	114	20
8	106-D	óxido de níquel	40,0	20
9	Convertidor de hidrógeno R-101	0,3 peso% PT-PB en Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,82	3
10	109-DA/DB	Los secadores de tamiz molecular	41 x 2	5

Nota: la cantidad final del catalizador debe ser determinada por el licenciante en la fase de ingeniería.

## 2.8.2 Sustancias peligrosas

Consumo de sustancias químicas y reactivos.

Los consumos químicos preliminares esperados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla II - 19. Consumo de sustancias químicas y reactivos

No.	Nombre	Especificación	Primer llenado (tonelada)	Consumo anual	Unidad
1	Premix	mín. 92% peso de Amina total, máx. 6% peso de agua	490 (* 1)	44 (* 1)	Amoniaco
2	Agente antiespuma	Amerel 1500	60 litros (* 1)	220 litros (* 1)	Amoniaco
3	Perlita		777 m <sup>3</sup>		Amoniaco
4	Solución NALCO ELIMIN OX			3,26	Amoniaco
5	Solución NH <sub>3</sub>	100% peso NH <sub>3</sub>		0,464	Amoniaco
6	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Sólido, 95% Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , 12 H <sub>2</sub> O	0,04	7,2	Amoniaco/caldera auxiliar
7	UF-85	Urea: 25% peso, H <sub>2</sub> O: 15%, formaldehído: 60% peso		5108	Urea fundida
8	Ácido sulfúrico	98% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		2445	Granulación de urea

No.	Nombre	Especificación	Primer llenado (tonelada)	Consumo anual	Unidad
9	Cloruro de polialuminio	$\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 10\%$ peso, líquido	1,5	691,2	Purificación de agua cruda/reutilización tratamiento de agua
10	Poliacrilamida	Grado de hidrólisis: 30	1	6,6	Purificación de agua cruda/reutilización tratamiento de agua
11	NaClO	Contenido Efectivo Cl $\geq 10\%$	45	53,8	Purificación de agua cruda/reutilización tratamiento de agua/tratamiento de aguas residuales
12	NaOH	Líquido, 40% peso	75	898,6	Purificación de agua cruda/reutilización tratamiento de agua/tratamiento de aguas residuales/circulación sistema de agua de enfriamiento/agua desmineralizada
13	Inhibidor de corrosión e incrustaciones		5	69,2	Sistema de agua de enfriamiento de circulación
14	ácido sulfúrico	98% peso $\text{H}_2\text{SO}_4$	30	872,6	Estación de agua desmineralizada/trata

No.	Nombre	Especificación	Primer llenado (tonelada)	Consumo anual	Unidad
					miento de aguas residuales
15	Resina del intercambiador de cationes	001X7	90	9	Estación de agua desmineralizada
16	Resina del intercambiador de aniones	201X7	40	4	Estación de agua desmineralizada
17	Intercambiador de iones de lecho mixto: resina intercambiadora de C	D001x7MB	20	2	Estación de agua desmineralizada
18	Intercambiador de iones de lecho mixto: una resina intercambiadora de aniones	D201x7MB	15	1,5	Estación de agua desmineralizada
19	ácido clorhídrico	líquido, 30% peso HCl	15	8,6	Reutilizar el tratamiento de agua
20	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	harina, 98% peso	5	259,2	Reutilizar el tratamiento de agua
21	Dosis de desoxidación		0,5	3,4	Reutilizar el tratamiento de agua

No.	Nombre	Especificación	Primer llenado (tonelada)	Consumo anual	Unidad
22	Dosis antiescala		0,5	3,4	Reutilizar el tratamiento de agua
23	Dosis de limpieza química		0,5	3,4	Reutilizar el tratamiento de agua
24	Metanol		7 m <sup>3</sup>	-	Almacenamiento de amoníaco
25	Aceite lubricante	ISO VG46/32	160 m <sup>3</sup>		
26	Grasa de litio		0,005		

Nota. (\* 1) La cantidad final debe ser determinada por el licenciante durante la fase de ingeniería.

## 2.9 Descripción de las obras asociadas al proyecto

### 2.9.1 Caminos de Acceso, Incluyendo Vías Férreas

El terreno de la planta estará en el lado este, todo el camino hacia la autopista 49 y se interconectará en dos ubicaciones. En el lado oeste, la tierra estará directamente adyacente y bordeando el ferrocarril. Se interconectará a este ferrocarril en 1, posiblemente 2 ubicaciones.

Debido a que tanto el ferrocarril como la carretera están adyacentes a la tierra de la planta, todas las carreteras de conexión son carreteras internas.

Tanto el ferrocarril como la carretera están en condiciones suficientes. No requieren mejoras, ampliaciones ni renovaciones por parte del Proyecto.

### 2.9.2 Líneas de Transmisión y Subestaciones Eléctricas

Al sureste de la tierra hay un cable de alimentación de 230 kilovoltios que va desde el nodo Lerdo a la Trinidad en la zona de Durango (capital), con el número 39090. Lo más cerca que esta línea eléctrica corre a la tierra de la planta es de aproximadamente 1.5 kilómetros.

Al noroeste de la tierra hay un cable de alimentación de 115 kilovoltios que se extiende desde el nodo de León Guzmán.

El proyecto está contemplando la interconexión con uno o ambos. Este no será un esfuerzo realizado por su parte, sino por un tercer experto que tendrá la tarea de adquirir todos los permisos pertinentes y obligatorios.

La interconexión a cualquiera de estas líneas eléctricas tendrá un impacto mínimo en el medio ambiente. Los aspectos de las interconexiones serán: durante las construcciones de la interconexión; montaje de torres (que requieren una mínima compra de tierras), colgar de los cables de energía, durante la operación y el mantenimiento; prácticamente ningún impacto durante la operación, impacto mínimo debido al tráfico de personas para actividades de mantenimiento. El terreno cubierto por las interconexiones es, en esencia, lo mismo que la tierra del proyecto.

### 2.9.3 Áreas Recreativas y Campos Deportivos Para los Trabajadores.

Como se mantiene el bienestar de sus empleados en los más altos deseos, el proyecto proporcionará suficientes oportunidades de ocio para sus empleados. Además de contemplar las instalaciones de relajación en interiores, como una biblioteca y televisores, se contempla construir un campo deportivo de usos múltiples en sus límites.

### 2.9.4 Sistemas Para la Captación de Agua Pluvial o Superficial.

Unidad de amoníaco: el agua de lluvia que puede contener amoníaco se recolectará primero en el sumidero de agua de lluvia, y luego se bombeará al estanque de condensados fuera de especificación. Después de eso, el agua se enviará a la unidad de extracción de agua residual.

Almacenamiento de amoníaco: el agua de lluvia y las aguas residuales de lavado que se originan en la unidad de almacenamiento de amoníaco se recogerán en el sumidero de agua de lluvia de la unidad y se bombearán a estanques de condensados fuera de especificación. Después de eso, el agua se enviará a la unidad de extracción de agua residual.

Unidad de urea: el agua de lluvia y el agua de lavado se recogerán en el sumidero de agua de lluvia y luego se bombearán para procesar el tratamiento de condensación de la unidad de urea.

Con el fin de reducir la necesidad de tratamiento de aguas pluviales, el diseño cumple con las directrices de la IFC sobre aguas residuales y calidad del agua ambiental.

El sistema de drenaje de aguas pluviales se describe con más detalle en el *Anexo 15 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental* y el *Anexo 16 - Operación - Plan de Gestión Ambiental*.

### 2.9.5 Pozos de Agua.

La ingesta general de agua para las instalaciones se hará por tubería. Se está contratando a una empresa operativa y de construcción de plantas de tratamiento de agua a gran escala y profesional. Esta compañía entregará agua a la planta del proyecto Fertilizantes del Norte desde su planta de tratamiento de agua en la ciudad de Lerdo, como se describió anteriormente en el Sección 2.2.7.2 Suministro de agua.

Esto se hará por tubería. Se trata en este caso de una tubería plástica duradera muy pequeña (de diámetro) de unos 25 kilómetros. El proveedor tercero de este servicio será responsable de obtener todos los permisos requeridos, y es más que capaz de hacerlo.

Se planea un estudio de factibilidad y el desarrollo de una fuente de agua de respaldo secundaria que se concentrará en los pozos en el sitio o cercanos. El funcionamiento potencial de los pozos se realizará de acuerdo con todos los requisitos legales pertinentes.

### 2.9.6 Plantas Para el Tratamiento Previo de Agua.

Como la ingesta de agua bruta, como se describió anteriormente y bajo el Sección 2.2.7.2 Suministro de agua, provendrá de un operador experto de plantas de tratamiento de agua, el tratamiento en el lugar del agua puede reducirse a un mínimo absoluto.

La descripción del proceso y los impactos asociados del tratamiento del agua se describen en profundidad en el Sección 2.2.7 *Sistemas Para Reutilizar y Minimizar el Uso del Agua*.

### 2.9.7 Líneas y Ductos

La planta estará interconectada con el gasoducto de gas natural (El Encino-La Laguna), que se encuentra a menos de 10 kilómetros del sitio del Proyecto. Esta interconexión será construida por un constructor experto externo de gasoductos de gas natural, Gas Natural de Noroeste, parte de Grupo Simsa, y quedará fuera del alcance del Proyecto.

## 2.9.8 Áreas Administrativas y de Servicios

### 2.9.8.1 General

La planta de fertilizantes tendrá una serie de estructuras civiles para apoyar el proceso. Desde los edificios administrativos y el comedor, hasta las estructuras de viviendas para unidades de proceso, la sala de control y el almacenamiento.

Nota general: algunos edificios que se enumeran por separado a continuación pueden integrarse durante la fase de ingeniería detallada. El edificio integrado se adherirá a las normas y códigos más estrictos de los edificios separados, no integrados, aquellos edificios no integrados.

#### **2.9.8.2 Tipo 1**

1. Edificio administrativo
2. Comedor
3. Estación de bomberos
4. Cabina puerta de acceso

El edificio clasificado como tipo 1 será de la siguiente construcción:

1. Fundamento: hormigón armado.
2. Estructura: hormigón armado
3. Techo: techo plano de hormigón armado con impermeabilización de agua, aislamiento y cubierta de membrana
4. Pared exterior: hormigón bloque hueco de trabajo enyesado y dolor.

#### **2.9.8.3 Tipo 2**

1. Refugio de compresión
2. Edificio de granulación
3. Estación de agua cruda
4. Estación de agua de enfriamiento de circulación
5. Estación de agua desmineralizada
6. Estación de agua de reutilización
7. Sala de dosificación de tratamiento de aguas residuales
8. Refugio de compresión de aire
9. Subestación
10. Estación de transferencia y edificio de cribado
11. Edificio a granel
12. Edificio de carga de camiones
13. Puente Trestle
14. Construcción de control (no resistente a explosiones)

El edificio clasificado como tipo 2 será de la siguiente construcción:

1. Cimentación: hormigón armado.
2. Estructura: hormigón armado y/o bastidor de acero estructural.
3. Tejado: techo plano de hormigón armado con impermeabilización de agua o bastidor de acero con chapa de acero perfilada.
4. Pared exterior: hormigón bloque hueco trabajo yeso y dolor, o chapa perfilada de acero.

#### **2.9.8.4 Tipo 3**

1. Almacén químico y lubricante
2. Taller de mantenimiento
3. Almacén de repuestos

El edificio clasificado como tipo 3 será de la siguiente construcción:

1. Fundamento: hormigón armado.
2. Estructura: acero estructural.
3. Tejado: tejado inclinado con chapa de acero perfilada.
4. Pared exterior: 1m altura bloque hueco de hormigón trabajo enyesado y doloroso, y chapa de acero perfilada.

#### **2.9.8.5 Tipo 4**

Edificios de control (resistentes a explosiones):

El edificio clasificado como tipo 4 será de la siguiente construcción: Los edificios de control ubicados en plantas petroquímicas o en otros entornos de explosión similares deberán ser resistentes a explosiones, de una sola planta y sin ventanas de acuerdo con la sociedad americana de ingeniería civil (ASCE) "diseño de edificios resistentes a explosiones en Instalaciones petroquímicas".

## **2.10 Etapa de Abandono del Sitio**

### **2.10.1 General**

En todo caso, el desmantelamiento de las instalaciones se hará de acuerdo con los procesos normales de demolición, considerando el correcto manejo de los residuos sólidos peligrosos, no peligrosos y de manejo especial y su disposición final de acuerdo con la normatividad vigente.

n caso de concluir la vida útil del proyecto, el predio podrá ser comercializado a empresas del giro industrial, con vocación de transformación de sustancias químicas. Cabe señalar que es poco probable el abandono del proyecto ya que generalmente estos se van modernizando tanto en equipos como en procesos.

### **2.10.2 Actividades de rehabilitación o restitución del sitio**

Se espera que la fase operativa de la instalación propuesta sea de 30 años o más. Tras la vida útil de la instalación, se desarrollará un plan de desmantelamiento que conocerá la legislación pertinente y las mejores prácticas internacionales en ese momento y se reunirá con los estándares de la empresa. El objetivo de estas actividades es que el sitio recupere los aspectos preoperativos tanto como sea posible. Como tal, en este momento no es posible una discusión detallada de la gestión del desmantelamiento, la recuperación y el cierre de la planta. Sin embargo, a continuación, se describe la estrategia general que se adoptará antes y durante la fase de desmantelamiento y abandono.

#### **2.10.2.1 Evaluación ambiental**

Antes de la retirada real de la instalación, se realizará una evaluación medioambiental exhaustiva del sitio. La evaluación se basará en la revisión de todos los registros históricos de derrames, fugas y otros incidentes relacionados con el medio ambiente que puedan haber ocurrido durante la fase de construcción y operación de la instalación, complementado con investigaciones no intrusivas del sitio. Todas las áreas identificadas de posible contaminación estarán sujetas a pruebas intrusivas detalladas para caracterizar tanto el tipo como la extensión de la contaminación, y los planes de cierre específicos de área o fuente desarrollados para remediar cualquier suelo y/o agua subterránea identificados Contaminación. La evaluación abordará todo el emplazamiento de la planta, así como todas las instalaciones externas asociadas a la planta.

#### **2.10.2.2 Desmantelamiento**

Antes de la deconstrucción y demolición reales de las instalaciones de la planta, se vaciarán todos los equipos, depósitos, tuberías y componentes de tuberías y, cuando sea necesario por razones medioambientales o de seguridad, se limpiará a fondo. Los materiales de desecho generados a partir de la retirada de la planta se reutilizarán y reciclarán cuando sea posible, o se eliminarán a las instalaciones de eliminación de desechos aprobadas en caso necesario. Una breve descripción de las tareas de desmantelamiento incluye:

- Las instalaciones de desmantelamiento de tanques, edificios, instalaciones auxiliares y tuberías deben ser removidos del sitio.
- Los materiales deben eliminarse en vertederos controlados/autorizados adecuados para los materiales que se están desechando.
- Remoción de asfalto/pavimento.
- Rehabilitación.

#### **2.10.2.3** *Deconstrucción y demolición*

La rehabilitación del sitio comenzará con la deconstrucción y demolición de las estructuras físicas in situ y fuera de las instalaciones relacionadas con la instalación. Todo el equipo de grado anterior, tanques, edificios, tuberías, etc. se eliminarán completamente del sitio. Las instalaciones subterráneas como tuberías y fundaciones se eliminarán o se dejan en su lugar, dependiendo de los beneficios ambientales de cualquiera de las opciones. Se revisará todo el equipo para su posible reutilización. Los materiales a granel salvables como metales, vidrio, asfalto, hormigón y madera se reciclarán en la mayor medida posible. Los materiales que no puedan reutilizarse o reciclarse se eliminarán en las instalaciones de eliminación de desechos aprobadas.

#### **2.10.2.4** *Remediación*

Tras la deconstrucción y demolición de las instalaciones de la planta, cualquier suelo contaminado y las aguas subterráneas, si las hubiera, se remediarán de acuerdo con los planes de cierre establecidos durante la evaluación medioambiental. Todos los materiales de desecho generados durante la remediación del sitio se eliminarán de acuerdo con la legislación aplicable y las mejores prácticas internacionales de gestión.

#### **2.10.2.5** *Rehabilitación*

Una vez que se hayan completado todas las acciones correctivas, los sitios afectados se rehabilitarán mediante la estabilización del suelo para restaurar o mejorar la integridad estructural del sitio, y el sitio recalificado, si es necesario, para restaurar el flujo natural de escora.

#### **2.10.2.6** *Monitoreo y mantenimiento*

El monitoreo y mantenimiento posterior al cierre, si es necesario, se llevará a cabo para demostrar que el sitio (s) no plantea ningún riesgo para los seres humanos o los animales, y es aceptable para su uso futuro. Los detalles específicos de los requisitos de supervisión y mantenimiento se incluirán en los planes de cierre.

## 2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

### 2.11.1 Fase de operaciones

#### 2.11.1.1 *General*

La producción de amoníaco es relativamente limpia en comparación con muchos otros procesos químicos. La planta está diseñada para minimizar las emisiones y efluentes durante las operaciones normales y de puesta en marcha. Las características de diseño se describen a continuación. Durante el funcionamiento normal, sólo deben tenerse en cuenta las emisiones de NOx y CO<sub>2</sub>. Las emisiones de las plantas modernas de amoníaco tienen muy poco impacto medioambiental (EFMA, 2000).

#### 2.11.1.1.1 *Anexos*

Se adjuntan los siguientes anexo relevante: *Anexo 16 - Operación - Plan de Gestión Ambiental*.

## 2.11.1.2 Las emisiones de las instalaciones de Fertilizantes del Norte

## 2.11.1.2.1 Unidad de amoníaco

## 2.11.1.2.1.1 Emisiones gaseosas de amoníaco

Tabla II - 20. Emisiones gaseosas de amoníaco

NO.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga Nm <sup>3</sup> /h	Descarga de contaminantes			Salida de descarga	Descarga Modo	Medida de tratamiento y destino
			Nombre	Concentración o composición	Cantidad	H m		
1	Reformer gas de combustión (101-salida BL)	301186	El <sub>2</sub>	1,45% Vol.	6235kg/h	60	Continua	Ventilado a la atmósfera
			No. <sub>2</sub>	72,27% Vol.	271914kg/h			
			CO <sub>2</sub>	7,48% Vol.	44225kg/h			
			H <sub>2</sub> O	18,8% Vol.	45472kg/h			
			SO <sub>2</sub>	1.0 ppmv	0,86 kg/h			
			NO <sub>x</sub>	< 300mg/nm <sup>3</sup>	90,36 kg/h			
2	CO <sub>2</sub> (Desde salida 153-D)	14412	CO <sub>2</sub>	99,85% Vol.	28267kg/h	48	Continua	Capturado y procesado por terceros.  (cuando la unidad de urea está fuera de línea, la cantidad máxima será de 60497Nm <sup>3</sup> /h)
			CH <sub>4</sub>	0,01% Vol.	1,03 kg/h			
			No. <sub>2</sub>	0,02% Vol.	3,60 kg/h			
			H <sub>2</sub>	0,13%Vol	1,67 kg/h			
			H <sub>2</sub> O	Saturado	/			

CAPÍTULO II

NO.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga Nm <sup>3</sup> /h	Descarga de contaminantes			Salida de descarga	Descarga Modo	Medida de tratamiento y destino
			Nombre	Concentración o composición	Cantidad	H m		
3	Gas natural (De la salida 102-J)	63414	CH <sub>4</sub>	90,1% Vol.	/	60	En caso de que la entrada del compresor esté obstruida	Para el interfaz del cabezal de ventilación
			No. <sub>2</sub>	2,25% Vol.	/			
			CO <sub>2</sub>	0,34% Vol.	/			
			C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6,98% Vol.	/			
			C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,3% Vol.	/			
			iC <sub>4</sub>	0,01% Vol.	/			
			NC <sub>4</sub>	0,01% Vol.	/			
4	HTS Entrada de gas (De la salida 101-C)	46315	H <sub>2</sub>	33,41% Vol.	/	60	En caso de puesta en marcha	Para el interfaz del cabezal de ventilación
			No. <sub>2</sub>	20,36% Vol.	/			
			CH <sub>4</sub>	1,2% Vol.	/			
			Ar	0,26% Vol.	/			
			Co	7,71% Vol.	/			
			CO <sub>2</sub>	5,49%Vol	/			
			H <sub>2</sub> O	31,57% Vol.	/			
5	LTS gas de entrada	46315	H <sub>2</sub>	38,81% Vol.	/	60	En caso de puesta en marcha	Para el interfaz del cabezal de ventilación
			No. <sub>2</sub>	20,35% Vol.	/			
			CH <sub>4</sub>	1,2% Vol.	/			

CAPÍTULO II

NO.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga Nm <sup>3</sup> /h	Descarga de contaminantes			Salida de descarga	Descarga Modo	Medida de tratamiento y destino
			Nombre	Concentración o composición	Cantidad	H m		
	(Desde la entrada 104-D2A)		Ar	0,26% Vol.	/			
			Co	2,31% Vol.	/			
			CO <sub>2</sub>	10,89% Vol.	/			
			H <sub>2</sub> O	26,17% Vol.	/			
6	Methanator gas de alimentación (Desde la entrada 114-C)	292230	H <sub>2</sub>	64,72% Vol.	/	60	En caso de puesta en marcha	Para el interfaz del cabezal de ventilación
			No. <sub>2</sub>	32,26% Vol.	/			
			CH <sub>4</sub>	1,89% Vol.	/			
			Co	0,32% Vol.	/			
			CO <sub>2</sub>	0,05% Vol.	/			
			Ar	0,41% Vol.	/			
7	Síntesis de gas (De la entrada 103-J)	282088	H <sub>2</sub>	74,76% Vol.	/	60	Intermitente	A la cabecera de la antorcha NH <sub>3</sub>
			No. <sub>2</sub>	24,94% Vol.	/			
			Ar	0,3% Vol.	/			
8	El gas amoníaco (De la salida 105-J)	141465	H <sub>2</sub>	0,04% Vol.	/	60	Intermitente	A la cabecera de la antorcha NH <sub>3</sub>
			No. <sub>2</sub>	0,02% Vol.	/			
			Ar	0,01% Vol.	/			

CAPÍTULO II

NO.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga Nm <sup>3</sup> /h	Descarga de contaminantes			Salida de descarga	Descarga Modo	Medida de tratamiento y destino
			Nombre	Concentración o composición	Cantidad	H m		
			NH <sub>3</sub>	99,93% Vol.	/			
9	Chaqueta de ventilación (de 103-D/107-D & 101-C)	2083	H <sub>2</sub> O	100% Vol.	1674kg/h		Continua	Ventilado a la atmósfera
10	El deaireador de viento (Desde 101-U)	662	H <sub>2</sub> O	100% Vol.	532kg/h		Continua	Ventilado a la atmósfera

## 2.11.1.2.1.2 Efluentes líquidos de la unidad de amoníaco

Tabla II - 21. Efluentes líquidos de la unidad de amoníaco

No.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga t/h	Parámetros de descarga de contaminantes		Modo de descarga	Medidas de tratamiento y destino
			Nombre	Concentración mg/L		
1	Purga intersticio de la caldera (de 186-d) y el agua de la chaqueta (de 103-d, 107-d, 101-C)	4,6	pH	8.5-9.2	Continua	a riego estanque/tanque
			H <sub>2</sub> O con productos químicos BFW	/		
2	Condensador de vapor pérdidas de condensado de las glándulas	0,4	pH	8.5-9.2	Continua	a riego estanque/tanque
			H <sub>2</sub> O	/		
3	101-J condensado separador intersticio	5,7	pH	5.8 ~ 7.5	Continua	A la estación de purificación de agua cruda
			H <sub>2</sub> O	/		

## 2.11.1.2.2 Unidad de urea

## 2.11.1.2.2.1 Emisiones gaseosas de la unidad de urea

Tabla II - 22. Emisiones de la unidad de urea

No.	Nombre	Tasa de descarga nm <sup>3</sup> /h	Contaminante Principal		Tipo de descarga	T/° C	Tratamiento y descarga
			Nombre	Concentración			
1	Fuera del gas de C201	1548	NH <sub>3</sub>	0,23% mol	Continua	49	Lavado por C201 y descargado al sistema de barrido ácido en la unidad de granulación

No.	Nombre	Tasa de descarga nm <sup>3</sup> /h	Contaminante Principal		Tipo de descarga	T/° C	Tratamiento y descarga
			Nombre	Concentración			
2	Fuera del gas de C305	124	NH <sub>3</sub>	6.2% mol	Continua	46	Lavado por C305 y descargado al sistema de barrido ácido en la unidad de granulación

El gas de C201 y el gas C305 se lavará respectivamente y se descargará al sistema de barrido ácido en la unidad de granulación, no habrá ninguna emisión a la atmósfera de la unidad de urea.

#### 2.11.1.2.2 Efluentes líquidos de la unidad de urea

**Tabla II - 23. Efluentes líquidos de la unidad de urea**

No.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga t/h	Parámetros de descarga de contaminantes		Modo de descarga	Medidas de tratamiento y destino
			Nombre	Concentración mg/L		
1	El condensado del proceso de urea	30 ~ 60	NH <sub>3</sub>	< 5	Continua	Enviar a la estación de desmineralización
			Urea	< 1		

El condensado de proceso después del tratamiento en la unidad de urea contiene una pequeña cantidad de NH<sub>3</sub> y urea y se enviará a la estación de desmineralización, no habrá aguas residuales descargadas al entorno externo.

#### 2.11.1.2.3 Unidad de granulación de urea, almacenamiento y manipulación

##### 2.11.1.2.3.1 Emisiones gaseosas de la unidad de granulación de UREA

**Tabla II - 24. Emisiones de la unidad de granulación de urea**

Nombre	Contaminante Principal	H/m

No.		Tasa de descarga a nm <sup>3</sup> /h	Nombre	Concentración	Cantidad	Tipo de descarga		Tratamiento y descarga
1	Salida de gas chimenea B63601	704635	NH <sub>3</sub>	≤ 50 mg/nm <sup>3</sup>	35,23	Continua	45	Lavado por sistema de fregado y ventilado a la atmósfera
			El polvo de urea	≤ 50 mg/nm <sup>3</sup>	35,23			

El gas de la pila B63601 se lavará por el sistema de fregado en la unidad de granulación, y luego se descargará a la atmósfera con la concentración de NH<sub>3</sub> y polvo de urea a menos de 50 mg/nm<sup>3</sup>.

#### 2.11.1.2.3.2 Emisiones gaseosas del sistema de almacenamiento y manipulación de urea.

**Tabla II - 25. Emisiones del Sistema de almacenamiento de Urea**

No.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga Nm <sup>3</sup> /h	Descarga de contaminantes			Salida de descarga	Descarga Modo	Medida de tratamiento y destino
			Nombre	Concentración o composición	Cantidad	Hm		
1	Colector de polvo en la construcción de pantalla	20000	Polvo de urea	30mg/nm <sup>3</sup>	0,6 kg/h	> 15	Continua	Tratado por un colector de polvo y ventilado a la atmósfera
2	Colector de polvo en edificio de carga	12000	Polvo de urea	30mg/nm <sup>3</sup>	0,36 kg/h	> 15	Continua	Tratado por un colector de polvo y

	masiva para Train							ventilado a la atmósfera
3	Colector de polvo en la estación de transferencia	6000	Polvo de urea	30mg/nm <sup>3</sup>	0,18 kg/h	> 20	Continua	Tratado por un colector de polvo y ventilado a la atmósfera

## 2.11.1.2.4 Caldera auxiliar

## 2.11.1.2.4.1 Emisiones

## 2.11.1.2.4.2 gaseosas de la caldera auxiliar

Tabla II - 26. Emisiones de la caldera auxiliar

No.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga Nm <sup>3</sup> /h	Descarga de contaminantes			Salida de descarga H (m)	Descarga Modo	Medida de tratamiento y destino
			Nombre	Concentración	Cantidad			
1	Los gases de combustión de la caldera auxiliar	64587	NO <sub>x</sub>	240mg/nm <sup>3</sup>	15,5 kg/h	40	Continua	Ventilado a la atmósfera

## 2.11.1.2.4.3 Efluente líquido de la caldera auxiliar

Tabla II - 27. Efluente de la caldera auxiliar

No.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga t/h	Parámetros de descarga de contaminantes		Modo de descarga	Destino
			Nombre	Concentración mg/L		
1	Purga de la caldera	1,2	CA <sup>2+</sup> y Mg <sup>2+</sup>	≤ 75	Continua	a riego estanque/tanque
			PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	≤ 15		

El retroceso de la caldera a la caldera auxiliar se descargará a la zanja y la calidad del agua puede satisfacer el requisito de NOM-003-SEMARNAT-1997.

## 2.11.1.2.5 Decapamiento de aguas residuales

## 2.11.1.2.5.1 Emisiones gaseosas del decapamiento de aguas residuales

Tabla II - 28. Emisiones gaseosas del decapamiento de aguas residuales

No.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga Nm <sup>3</sup> /h	Descarga de contaminantes			Descarga Modo	Medida de tratamiento y destino
			Nombre	Concentración o composición	Cantidad kg/h		
1	Gas de decapamiento de C26001 (sólo en	11975	NH <sub>3</sub>	0,3% mol	27,26	Intermitente	A la cabecera NH <sub>3</sub> FLARE (antorcha)

	estado de arranque)						
--	---------------------	--	--	--	--	--	--

## 2.11.1.2.5.2

## 2.11.1.2.5.3 Efluentes líquidos del decapamiento de aguas residuales

Tabla II - 29. Efluentes líquidos del decapamiento de aguas residuales

No.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga t/h	Parámetros de descarga de contaminantes		Modo de descarga	Medidas de tratamiento y destino
			Nombre	Valor		
1	Agua de efluente (desde c26001)	55,2	pH	7 ~ 8	Intermitente	a riego estanque/tanque

## 2.11.1.2.6 Almacén de amoniac

## 2.11.1.2.6.1 Efluentes líquidos del almacén de amoniac

Tabla II - 30. Efluentes líquidos del almacén de amoniac

No.	Unidad	Fuente de contaminación	Cantidad de descarga t/h	Parámetros del contaminante a descargar		Modo de descarga	Medidas de tratamiento y destino
				Nombre	Concentración mg/L		
1	Almacén de amoniac	Lavado de aguas residuales	10 (max)	NH <sub>3</sub>	<5	Intermitente	recogido y enviado a riego estanque/tanque

## 2.11.1.2.7 Unidad de desmineralización

## 2.11.1.2.7.1 Efluente líquido de la unidad de desmineralización

Tabla II - 31. Efluentes de la unidad de desmineralización

No.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga t/h	Parámetros de descarga de contaminantes		Modo de descarga	Medidas de tratamiento y destino
			Nombre	Concentración mg/L		
1	Enjuague el agua del filtro	30	SST	1500	Continua	A la estación de purificación de agua cruda
2	El agua de regeneración del intercambiador de iones	40	TDS	20000	Continua	Para reutilizar la estación de agua

## 2.11.1.2.8 Tratamiento de aguas residuales

## 2.11.1.2.8.1 Efluentes líquidos de tratamiento de aguas residuales

Tabla II - 32. Efluentes del tratamiento de aguas residuales

No.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga t/h	Parámetros de descarga de contaminantes		Modo de descarga	Medidas de tratamiento y destino
			Nombre	Concentración mg/L		
1	Las aguas residuales domésticas después del tratamiento	10	SST	20	Intermitente	a riego estanque/tanque
			DQO	60		
			SST	20		
			NH <sub>3</sub> -N	5		
			NT	15		

			DBO	5		
2	El agua neutralizada después del tratamiento	100	SST	20	Intermitente	a riego estanque/tanque
			NH <sub>3</sub> -N	5		

#### 2.11.1.2.9 Estación de reúso de agua

##### 2.11.1.2.9.1 Efluente líquido de la estación de agua de reutilización

**Tabla II - 33. Efluentes de la estación de agua de reúso**

No.	Nombre de la fuente de contaminación	Cantidad de descarga t/h	Parámetros de descarga de contaminantes		Modo de descarga	Medidas de tratamiento y destino
			Nombre	Concentración mg/L		
1	Osmosis inversa agua concentrada	10	TDS	100000	Continua	a riego estanque/tanque

#### 2.11.1.3 Emisiones combinadas

La emisión combinada se calcula sobre la base de 333 días (el horario de funcionamiento es de 8000 horas).

SO<sub>2</sub>:

**Tabla II - 34. Emisión de SO<sub>2</sub>**

NO.	Fuente de contaminación	Emisión de SO <sub>2</sub> (kg/h)	Emisión de SO <sub>2</sub> (t/a)
1	Reformer Gas de combustión	0.86	6.88

NO.	Fuente de contaminación	Emisión de SO <sub>2</sub> (kg/h)	Emisión de SO <sub>2</sub> (t/a)
	(101-BL Salida)		
Total emisiones de SO <sub>2</sub> 6.88t/año			

NO<sub>x</sub>:

**Tabla II - 35. Emisiones de NOX**

NO.	Fuente de contaminación	Emisiones de NO <sub>x</sub> (kg/h)	Emisión de NO <sub>x</sub> (t/a)
1	Reformer Gas de combustión (101-BL Salida)	90.36	722.88
2	gas de combustión de la caldera auxiliar	15.5	124
Emisión Total NO <sub>x</sub> : 846.88t/año			

Urea (polvo):

**Tabla II - 36. Emisión de polvos Urea**

NO.	Fuente de contaminación	Emisiones de polvo Urea (kg/h)	Emisiones de polvo Urea (t/a)
1	Salida de gases de la chimenea de granulación	35.23	281.84
2	Colector de polvo en la pantalla de construcción	0.6	4.8
3	Colector de polvo en el edificio de carga a granel del ferrocarril	0.36	2.88
4	Colector de polvo en la estación de transferencia	0.18	1.44
Emisión de polvos Total Urea : 290.96 t/año			

NH<sub>3</sub>:

Tabla II - 37. Emisiones de NH<sub>3</sub>

NO.	Fuente de contaminación	Emisiones de NH <sub>3</sub> (kg/h)	Emisiones de NH <sub>3</sub> (t/a)
1	Salida de gases de la chimenea de granulación	35.23	281.84
Emisión Total NH <sub>3</sub> : 281.84 t/año			

Límites reglamentarios

2.11.1.4 *Emisiones al aire de la Planta de Amoniaco a toda su capacidad*

**Tabla II - 38. Emisiones de la Planta de Amoniaco a toda su capacidad**

Parámetro	IFC	NOM-085-SEMARNAT-2011	Proyecto Fertilizantes del Norte
CO	NR	350 ppm	350ppm
CO <sub>2</sub>	NR	NR	NR
NO <sub>x</sub>	300 mg/Nm <sup>3</sup>	220 ppm	300 mg/Nm <sup>3</sup>
NH <sub>3</sub>	50 mg/Nm <sup>3</sup>	NR	50 mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	NR	NR	NR
PM	50 mg/Nm <sup>3</sup>	NR	50 mg/Nm <sup>3</sup>

Emisiones al aire de la Planta de Urea a toda su capacidad

**Tabla II - 39. Emisiones al aire de la Planta de Urea a toda su capacidad**

Parámetro	IFC	NOM-085-SEMARNAT-2011	Proyecto Fertilizantes del Norte
Urea	50 mg/Nm <sup>3</sup>	NR	50 mg/Nm <sup>3</sup>
Amoniaco	50 mg/Nm <sup>3</sup>	NR	50 mg/Nm <sup>3</sup>
PM	50 mg/Nm <sup>3</sup>	NR	50 mg/Nm <sup>3</sup>

Emisiones al aire de la Caldera (gas natural)

**Tabla II - 40. Emisiones al aire de la caldera**

Parámetro	IFC	NOM-085-SEMARNAT-2011	Proyecto Fertilizantes del Norte
CO	NR	350 ppm	350 ppm

CO <sub>2</sub>	NR	NR	NR
NO <sub>x</sub>	240mg/Nm <sup>3</sup>	220 ppm	240mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	NR	No aplica	NR
PM	NR	No aplica	NR

1. IFC refers to Environmental, Health, and Safety Guidelines for Nitrogenous Fertilizer Production.

2. In IFC guidelines, emission status: 0°C, 1 atm, with 3% Oxygen content.

3. In NOM-085-SEMARNAT-2011, emission status: 25°C, 1 atm, with 5% Oxygen content.

4. NR means Not Regulated Efluentes líquidos

**Tabla II - 41. Parámetros de control, efluentes líquidos**

Parámetro	Descarga al suelo		IFC	Proyecto Fertilizantes del Norte	
	Humedales naturales			Promedio mensual	Promedio diario
mg/L	Promedio mensual	Promedio diario			
pH	/	/	6 ~ 9	/	6 ~ 9
temperatura(°C)	40	40	aumento de la temperatura <3	40	40, y aumento de temperatura <3
Grasas y aceites	15	25		15	25
Materia flotante	Ausente	Ausente		Ausente	Ausente
Sólidos sedimentados(ml/l)	1	2		1	2
SST	75	125	30	75	30
DQO	75	150		75	150
NH <sub>3</sub>	/	/	5	/	5
Nitrógeno total	No es aplicable	No es aplicable	15	No es aplicable	15
Fósforo total	5	10		5	10

As	0,1	0,2		0,1	0,2
Cd	0,1	0,2		0,1	0,2
CN <sup>-</sup>	1,0	2,0		1,0	2,0
Cu	4,0	6,0		4,0	6,0
Cr	0,5	1,0		0,5	1,0
Hg	0,005	0,01		0,005	0,01
Ni	2	4		2	4
Pb	0,2	0,4		0,2	0,4
Zn	10	20		10	20

IFC se refiere a las pautas de medio ambiente, salud y seguridad para la producción de fertilizantes nitrogenados.

#### 2.11.1.4.1 Gestión de la calidad del aire durante la construcción

La preparación de la tierra y las obras de construcción se planifican teniendo en cuenta las posibles emisiones de gases, humos y partículas para controlar y minimizar los efectos adversos en el entorno inmediato.

Durante las actividades de nivelación, acondicionamiento del suelo, terraplén y compactación, la generación de partículas de polvo en la atmósfera se controlará mediante el uso de agua, preferiblemente tratada (si está disponible en una planta de tratamiento de aguas residuales cercana). Las cargas de los camiones volquete y el material acumulado en el sitio también estarán cubiertos con lonas u otros materiales.

El estado y el mantenimiento de los equipos se inspeccionarán periódicamente mediante programas de mantenimiento predictivo y preventivo.

##### 2.11.1.4.1.1 Monitoreo de las emisiones de las plantas de amoníaco y urea

###### 2.11.1.4.1.1.1 Control de las emisiones de amoníaco

Las siguientes emisiones en el aire serán monitoreadas como parte de un programa de monitoreo y gestión ambiental adecuado:

1. NO<sub>x</sub> en los gases de combustión
2. SO<sub>2</sub> en gases de combustión (puede calcularse por balance de masas)

Las otras emisiones en el aire no serán monitoreadas:

1. Las emisiones de CO<sub>2</sub> se pueden calcular a partir de la especificación de combustible y el consumo de energía, la emisión CO se fija por las condiciones de funcionamiento y estable y baja.
2. Las emisiones no continuas y fugitivas son difíciles de medir.

En condiciones normales de funcionamiento, las mediciones una vez al mes suelen ser suficientes.

Las emisiones en o con agua son prácticamente nulas, ya que los condensados de proceso se reciclan y no se requiere monitorización.

#### 2.11.1.4.1.1.2 *Monitoreo de emisiones de la planta de Urea*

El programa de seguimiento ambiental adoptado incluirá la medición de los siguientes parámetros a las frecuencias indicadas:

Emisiones al aire:

- |    |  |          |
|----|--|----------|
| 1. | Caudal de descarga de origen   | Mensual  |
| 2. | Concentración de NH <sub>3</sub> en respiraderos absorbentes                                 | Mensual  |
| 3. | Concentración de polvo de NH <sub>3</sub> y urea en el aire de la unidad de granulación      | Mensual  |
| 4. | Concentración de polvo de urea de la unidad de filtro de bolsa                               | Mensual  |
| 5. | Concentración de NH <sub>3</sub> en el aire ambiente más allá/dentro del perímetro del sitio | Continua |
| 6. | Datos meteorológicos, por ejemplo, velocidad/dirección del viento, temperatura, etc.         | Continua |

Las emisiones con el agua al estanque/tanque de riego:

- |    |   |                   |
|----|---|-------------------|
| 1. | descarga caudal                                   | continuo          |
| 2. | NH <sub>3</sub> , urea o concentración total de N | dos veces diarias |
| 3. | DBO o DQO, de aceite y metal corrosión productos  | mensuales         |
| 4. | pH y la temperatura                               | dos veces al día  |

Las tasas de emisión de masas reales en el aire y el agua se calcularán a partir de las concentraciones y caudales medidos durante la fase de diseño detallada.

Emisiones con agua al estanque de riego/tanque:

- |    |  |                  |
|----|--|------------------|
| 1. | Flujo de descarga                                | Continua         |
| 2. | Concentración NH <sub>3</sub> , urea o total N   | dos veces al día |
| 3. | Productos DBO o DQO, corrosión de aceite y metal | Mensual          |
| 4. | pH y Temperatura                                 | dos veces al día |

#### 2.11.1.4.2 Emisiones de CO<sub>2</sub> durante la fase operativa

Se estima que, durante el funcionamiento de la planta de abono propuesta, la planta utilizará aproximadamente 90 mcfpd/día de gas natural. Cabe señalar que, a medida que se integran las instalaciones de amoníaco-urea propuestas, el CO<sub>2</sub> derivado del proceso de amoníaco se consume casi por completo en la transformación de amoníaco en urea. Sin embargo, habrá una cantidad que normalmente se libera al aire.

Este proyecto se contrata para el suministro de CO<sub>2</sub> a empresas especializadas que comprimen y venden gas para los productores industriales y de bebidas en base a la alta pureza del CO<sub>2</sub>. Prácticamente *ningún proceso relacionado con el CO<sub>2</sub> entrará en la atmósfera* en condiciones normales.

Una evaluación completa de la huella debe completarse una vez finalizado el diseño de la planta con el fin de calcular la huella de carbono de la planta propuesta. Esto tendrá en cuenta el volumen de gas natural que se desviará de la quema, que actuaría para compensar las emisiones de carbono del ciclo de vida de la planta y la composición del gas, por ejemplo, 100% de metano.

En IFC Performance Standard 3, se supervisará e informará de las emisiones de CO<sub>2</sub> cuando las estimaciones finales estén por encima del umbral IFC para la presentación de informes. Esta norma de reporte es de 25.000 toneladas por año. Los mecanismos de supervisión y presentación de informes de carbono se aplicarán de forma continuada durante el período operativo de la planta de fertilizantes.

##### 2.11.1.4.2.1 Generación de energía híbrida

El proyecto está contemplando el uso de la generación de energía híbrida, una combinación de energía solar mediante la instalación de tantos paneles fotovoltaicos como prácticamente y económicamente posible en combinación con motores eficientes a gas que proporcionan flexibilidad y alta las tasas de calor.

Una observación interesante al estudiar la huella de CO<sub>2</sub> de una planta de fertilizantes es que si se tiene en cuenta la cadena de valor la producción y el uso de fertilizantes nitrogenados tiene un efecto positivo en el balance de CO<sub>2</sub>.

Cuando se utiliza energía solar para producir biomasa, las plantas capturan el CO<sub>2</sub> atmosférico como su principal fuente de carbono. Tomando como ejemplo la producción de trigo con la cantidad óptima de fertilizante N:

1. el mayor rendimiento obtenido con fertilizante N significa que se fija más CO<sub>2</sub>: 26 toneladas en comparación con sólo 15 toneladas sin fertilizante N
2. las 11 toneladas extra de CO<sub>2</sub> capturadas son más de 5 veces el volumen de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero (NO<sub>x</sub>) emitidos al producir, transportar y aplicar fertilizantes.

Cuanto más se acerque la producción de fertilizante N a los usuarios finales, mayor será este efecto y el beneficio neto en el balance de GEI. Esto es especialmente cierto cuando se toma en cuenta el flete marítimo.

La producción doméstica de urea tiene un impacto positivo en las emisiones locales y globales de GEI, ya que reemplazará las importaciones de lugares lejanos en el extranjero.,<sup>1011</sup>

#### 2.11.1.4.3 Conservación de la energía

La tecnología seleccionada está probada con respecto al consumo de energía y la más baja entre las tecnologías disponibles en el mundo para la producción de amoníaco y urea. El consumo específico de energía para la producción de urea será de 21 MMBTU/MT.

Además de eso, adoptará las sugerencias indicadas por las directrices IFC (Ed. 30 de abril, 2007 – conservación de energía) sobre el enfoque de conservación de la energía para el proceso de calentamiento, enfriamiento y sistema de aire comprimido en el proyecto.

## 2.12 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

---

<sup>10</sup>IFA, 2012

<sup>11</sup>Aumento de la productividad agrícola para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, Brentrap, Palliere, 2008.

La ubicación de la disposición de todos los residuos sólidos que salen del sitio debe cumplir con las normas aplicables. Los manifiestos con las cantidades y la ubicación de la disposición de los residuos serán conservados en planta y los residuos dispuestos en el lugar autorizado para ello.

Los residuos sólidos peligrosos serán clasificados y conservados en el almacén de residuos peligrosos hasta que una compañía autorizada para su disposición y confinamiento final los recoja. Los residuos que se extraerán de la planta para su disposición serán clasificados, envasados y etiquetados de acuerdo con los códigos aplicables y la normatividad ambiental.

Los residuos sólidos no peligrosos que contienen desechos putrescibles se eliminarán a intervalos regulares para evitar molestias (plagas, olores), además se contratará una compañía especializada para que realice la recolección, transporte y disposición final en rellenos autorizados para este fin.

Los residuos de manejo especial se manejarán conforme a la normatividad del Estado de Durango en la materia.

# CAPITULO III - INCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO

## Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	1
Tabla de Tablas	3
Tabla de Figuras	3
<b>3. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial</b>	<b>6</b>
3.1.1 General	6
3.1.1.1 Regionalización ecológica	7
3.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango	11
3.1.2.1 Programa de ordenamiento ecológico estatal (2016)	11
3.1.2.2 Delimitación de las unidades de gestión ambiental	11
3.1.2.3 Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango, 2016	12
3.1.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Lerdo	26
3.1.3.1 Uso de Suelo	28
3.1.3.2 Aptitud Industrial	29
3.1.4 Sitios RAMSAR	46
3.1.5 Programa De Desarrollo Estatal Durango 2016-2022	49
3.1.5.1 Desarrollo rural	49
3.1.5.2 Campo competitivo	50
3.1.5.3 Medio ambiente y biodiversidad	51
3.1.5.4 Servicio de agua	52
3.1.5.5 Estrategia General Para Un Desarrollo Con Equidad	53
3.1.5.6 Objetivo, Estrategias Y Líneas De Acción	54
3.1.6 Plan Municipal de Desarrollo de Lerdo 2016-2019	67
3.1.6.1 General	67
3.1.6.2 Marco Jurídico de la Planeación Municipal	68
3.1.6.3 Ejes rectores:	71
3.1.6.4 Desarrollo Social Incluyente y Sustentable	71
3.1.6.5 Medio ambiente y sustentabilidad	71
3.1.6.6 Proyección económica e identidad	72
3.1.6.7 Líneas de acción	72
3.1.6.8 Conclusiones	72

**3.2 Programas de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica****73**

3.2.1 Restauración	73
3.2.2 Conservación	74
3.2.3 Contingencias Ambientales	74
3.2.4 Prioridades	75

**3.3 Listado de Normas Oficiales Mexicanas aplicables al desarrollo de Fertilizantes del****Norte 75**

3.3.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	81
3.3.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.	83
3.3.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.	84
3.3.4 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido.	88
3.3.5 Ley de Aguas Nacionales	89
3.3.6 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.	95
3.3.7 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	96
3.3.8 Reglamento de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable	98
3.3.9 Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos.	100
3.3.10 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	106
3.3.10.1 Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de Durango (2016-2026)	113
3.3.11 Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango	115
3.3.11.1 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones	115
3.3.12 Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario	116

**3.4 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Otras Áreas de****Importancia 117**

3.4.1 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)	117
3.4.2 Sitios RAMSAR	118
3.4.3 Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA)	118
3.4.4 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)	119
3.4.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)	119

III-2

<b>3.5</b>	<b>Bandos y Reglamentos Municipales de Lerdo</b>	<b>120</b>
3.5.1	Reglamento del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del municipio de Lerdo, Durango	120
<b>3.6</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>120</b>
3.6.1	Factores Ambientales	121

### Tabla de Tablas

Tabla III - 1.	Política Ambiental UAB 27	9
Tabla III - 2.	Estrategias UAB 27	10
Tabla III - 3.	Descripción de la UGA 78, sus lineamientos y criterios	13
Tabla III - 4.	Estrategia Ecológica UGA 78	15
Tabla III - 5.	Estrategia Ecológica UGA 78	16
Tabla III - 6.	Diagnóstico y Lineamientos UGA No.86	21
Tabla III - 7.	Estrategia Ecológica UGA No.86	22
Tabla III - 8.	Criterios de Regulación Ecológica	23
Tabla III - 9.	Compatibilidad de Usos de Suelo para la UGA 19 y 18	32
Tabla III - 10.	Diagnóstico y Lineamientos UGA 18	33
Tabla III - 11.	Estrategias y Acciones establecidas para la UGA 18	35
Tabla III - 12.	Criterios de Regulación Ecológica	36
Tabla III - 13.	Criterios de Regulación Ecológica	36
Tabla III - 14.	Diagnóstico y Lineamientos UGA 19	38
Tabla III - 15.	Estrategias y Acciones establecidas para la UGA 19	41
Tabla III - 16.	Criterios de Regulación UGA 19	41
Tabla III - 17.	Criterios de Regulación UGA 19	42
Tabla III - 18.	Personal a contratar	67
Tabla III - 20.	Normatividad aplicable al proyecto	75

### Tabla de Figuras

Figura III - 1.	Descripción de la Región Ecológica	8
Figura III - 2.	UGA No. 78	13
Figura III - 3.	UGA No.86	21
Figura III - 4.	Ubicación de UGA's 19 y 18	27

Figura III - 5. Componentes de la UGA 19 .....	28
Figura III - 6. Criterios UGA 19.....	30
Figura III - 7. Análisis de aptitud industrial UGA 19 .....	31
Figura III - 8. Ubicación de la UGA 18.....	33
Figura III - 9. Ubicación UGA 19 .....	38
Figura III - 10. Análisis de conflictos UGA 19 .....	45
Figura III - 11. Mapa de Sitios RAMSAR .....	48
Figura III - 12. Mapa del Municipio de Lerdo, Dur. ....	68

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

Este capítulo tiene como finalidad analizar el grado de vinculación existente entre las características y alcances del proyecto Fertilizantes del Norte, para los fines de este estudio, con respecto a los instrumentos normativos en materia de planeación del desarrollo urbano, uso de suelo, la normatividad y reglamentos aplicables en materia ambiental y de planeación que regulan la ejecución de este tipo de obras. Para esto se identificaron y analizaron las fuentes de información vigentes de los diferentes instrumentos de planeación en los ámbitos: federal, estatal y municipal. Así también se identificaron los componentes y elementos ambientales que son relevantes para asegurar la sustentabilidad del área donde será ubicado el proyecto.

El plan de Fertilizantes del Norte implica la preparación del sitio, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de una planta química para la producción de urea la cual forma parte del desarrollo económico sostenido y sustentable, así como un significativo desarrollo social en la zona de influencia de la misma, con la generación de una importante fuente de empleos. Se han considerado todas las actividades que se realizarán durante la preparación, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento; y se han programado las medidas de prevención, mitigación, protección y compensación que permitirán cumplir con lo establecido en la legislación ambiental vigente.

En términos generales, el proyecto Fertilizantes del Norte cumplirá con los siguientes objetivos:

- Operar con una infraestructura moderna y funcional para la producción de urea que permita satisfacer las necesidades de la industria agrícola en México.
- Cumplir con las disposiciones y requerimientos ambientales aplicables.
- Contar con instalaciones confiables y seguras.

El proyecto se localiza en la Cuenca Río Nazas-Torreón, en la Subcuenca Alto Nazas y las siguientes: Microcuenca 36-147-02-008 con una Superficie de 80,280,250.6 (Ha); la Microcuenca 36-147-02-009 con una superficie de Superficie 57,454,024.5Ha y la Microcuenca La Loma con una Superficie de 190,650,592 Ha.

El proyecto está en el acuífero 1022, Villa Juárez, tiene una Superficie de 1,456,792,009 (Ha) y No está Sobreexplotado.

Tipo de vía de comunicación Carretera Particular Aut. Durango-Gómez Palacio (1 sentido)  
Municipio Cuencamé longitud 221,172.2 m  
Sistema Ferroviario Coahuila-Durango-Durango-Torreón longitud 254,727.43

### 3.1 Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial

#### 3.1.1 General

La planeación ambiental en México se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE).

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso de suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. En cambio, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

El POEGT se realiza por medio de análisis de carácter bibliográfico y cartográfico, los cuales permiten conocer y evaluar las condiciones actuales del país, después, con ello se desarrollan escenarios futuros que consideran las actuales tendencias de uso del territorio y la degradación de los recursos naturales, para así proponer un modelo de ordenación del territorio nacional, sustentado en una regionalización ecológica.

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 publicada en el Diario Oficial de la Federación de fecha 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial), los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

### 3.1.1.1 Regionalización ecológica

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo, obteniendo la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, así como para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

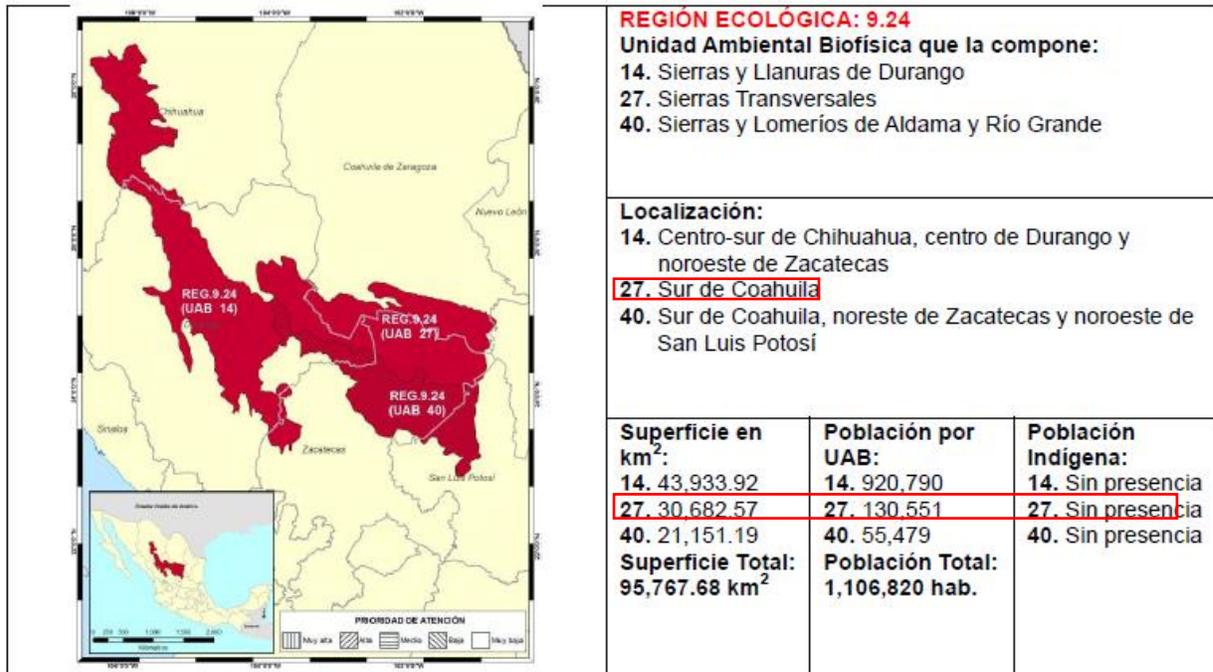
Las Áreas de Atención Prioritaria de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. Se establecieron cinco niveles de prioridad: Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja.

Las Políticas Ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo.

Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas.

El proyecto Fertilizantes del Norte se encuentra dentro de la Región Ecológica 9.24, Unidad Ambiental Biofísica 27 “Sierras Transversales”; la cual se describe a continuación:

Figura III - 1. Descripción de la Región Ecológica



3.1.1.1.1 Estado Actual del Medio Ambiente 2008

**27. Estable.**

**Conflicto Sectorial Nulo.**

- Muy baja superficie de ANP's.
- Baja degradación de los Suelos.
- Baja degradación de la Vegetación.
- Baja degradación por Desertificación.
- La modificación antropogénica no se presenta.
- Longitud de Carreteras (km): Alta.
- Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja.
- Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja.
- Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>): Baja.
- El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación.
- Con disponibilidad de agua superficial.
- Con disponibilidad de agua subterránea.
- Porcentaje de Zona Funcional Alta: 28.8.

Media marginación social.

Alto índice medio de educación.

Medio índice medio de salud.

Bajo hacinamiento en la vivienda.

Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda.

Muy alto indicador de capitalización industrial.

Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal.

Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.

Actividad agrícola de subsistencia.

Alta importancia de la actividad minera.

Alta importancia de la actividad ganadera.

**Tabla III - 1. Política Ambiental UAB 27**

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
14	Ganadería - Minería	Agricultura - Poblacional	Forestal	-	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
27	Ganadería - Minería	Agricultura - Forestal	Poblacional	CFE- SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 19, 20, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
40	Ganadería - Minería	Agricultura - Forestal	Preservación de Flora y Fauna	-	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 28, 29, 36, 37, 42, 43, 44

Tabla III - 2. Estrategias UAB 27

<b>Estrategias. UAB 27</b>	
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>	
B) Aprovechamiento sustentable	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>
C) Protección de los recursos naturales	<p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>
D) Restauración	<p>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p>15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> <p>19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.</p>
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>	
C) Agua y Saneamiento	<p>27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</p> <p>28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.</p> <p>29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</p>
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<p>30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.</p>
E) Desarrollo Social	<p>33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.</p> <p>34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.</p> <p>35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</p> <p>36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p> <p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p>
<b>Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>	
A) Marco Jurídico	<p>42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p>
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p>

Es posible considerar que la ubicación del proyecto Fertilizantes del Norte en la UAB 27 Sierras Transversales no se contrapone a las estrategias establecidas por el POEGT y que, por lo tanto, este tipo de establecimientos pueden ser desarrollados en el área.

Aprovechamiento Sustentable: Clave de la política ambiental 9

Nivel de atención prioritaria: Muy Baja

Rectores del desarrollo: Ganadería – Minería

Coadyuvantes del desarrollo: Agricultura – Forestal

Asociados del desarrollo: Poblacional

Población 2010: 130,551

Otros sectores de interés: CFE - SCT

### 3.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango

#### 3.1.2.1 Programa de ordenamiento ecológico estatal (2016)

El Modelo de ocupación territorial es el principal producto del OE. El Modelo representa una propuesta para la asignación de usos o actividades a cada una de las unidades de gestión ambiental, siguiendo criterios que permitan distribuir las actividades económicas y de conservación de forma balanceada, sin favorecer o afectar a un sector en particular. Para fines de un ordenamiento regional como el que se actualiza con este trabajo, la asignación de usos y actividades debe entenderse como una herramienta para orientar los programas y planes de la administración pública, para fomentar cada uno de los sectores que participan en el proceso. No debe entenderse como un medio para prohibir o permitir las actividades de los sectores participantes.

#### 3.1.2.2 Delimitación de las unidades de gestión ambiental

Se utilizaron los límites de las UGA del Modelo Vigente de OE como base. Se integraron a este Modelo los polígonos de todas las Áreas Naturales Protegidas con Decreto hasta la fecha de desarrollo del presente documento, las cabeceras municipales y cuerpos de agua con una superficie mayor a 1km<sup>2</sup>, las áreas propuestas para Decretarse como ANP y el Polígono de Influencia Urbana del municipio de Durango.

Con lo anterior, se desarrolló el Modelo de OE consistente en 312 UGA

### 3.1.2.3 Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango, 2016

#### 3.1.2.3.1 Asignación de Políticas Ambientales

Las políticas ambientales indican la orientación de los objetivos y de la estrategia ecológica asignada a cada UGA. En el presente OE, se aplican 4 políticas generales: Protección, Conservación, Restauración y Aprovechamiento; mismas que se describen a continuación:

- Protección: Se promueve el establecimiento de esquemas para preservación de ecosistemas. Por ejemplo, en áreas naturales protegidas.
- Conservación: Se promueve el uso y consumo de recursos renovables de forma sustentable. Por ejemplo, en el aprovechamiento forestal.
- Restauración: Se promueve la recuperación de la estructura y función de ecosistemas degradados. Por ejemplo, en zonas erosionadas.
- Aprovechamiento: Se acepta la transformación de los ecosistemas con fines productivos y sociales. Por ejemplo, en zonas agrícolas.

Los criterios para la asignación de las políticas ambientales en cada una de las UGA fueron los siguientes:

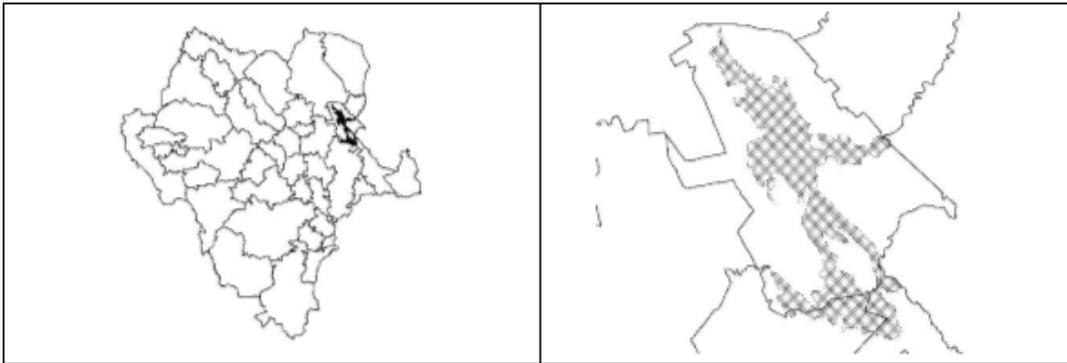
- Protección
  - Áreas naturales protegidas con Decreto
  - Sitios inscritos al Convenio de Ramsar
  - Áreas de interés estatal o municipal delimitadas en OE locales.
  - Áreas de importancia señaladas por expertos.
- Conservación:
  - UGA con uso óptimo no causante de cambios de uso de suelo.
- Restauración:
  - UGA con más del 80% de su superficie vulnerable a erosión
- Aprovechamiento:

- UGA con uso óptimo causante de cambio de uso de suelo.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) del Estado de Durango, el sitio propuesto para la instalación de Fertilizantes del Norte se localiza dentro de las siguientes Unidad de Gestión Ambiental (UGA-REGIONAL): UGA 78 Aprovechamiento y 86 Conservación.

**Figura III - 2. UGA No. 78**

**UGA No. 78 – Bajada típica 10**



**Tabla III - 3. Descripción de la UGA 78, sus lineamientos y criterios**

Diagnóstico y Lineamientos	
Superficie: 742.53 km <sup>2</sup>	Localidades y población: Población Total: 44,650 habitantes; Localidades: 64; Localidad con población máxima: Ciudad Juárez (7069 hab.)
Coordenadas extremas: Xmax: 655364 Xmin: 612563 Ymax: 2849560 Ymin: 2779910	Superficie vulnerable a erosión (Categorías alta y muy alta): 534,27 Km <sup>2</sup>
Municipios que abarca: Cuencamé; General Simón Bolívar; Lerdo	Ecosistemas vulnerables: Sin identificar

<p>Cobertura de suelo (km2):</p> <p>Agricultura de Temporal: 18.92;</p> <p>Agricultura de Riego: 166.79;</p> <p>Asentamientos Humanos: 1.96;</p> <p>Cuerpo de Agua: 0.44;</p> <p>Matorral Desértico Micrófilo: 204.14;</p> <p>Matorral Desértico Rosetófilo: 108.88;</p> <p>Pastizal Inducido: 38.49;</p> <p>Sin Vegetación Aparente: 7.52;</p> <p>Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo: 164.74;</p> <p>Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Rosetófilo: 20;</p> <p>Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural: 1.13;</p> <p>Zona Urbana: 9.52</p>	<p>Impactos ambientales potenciales:</p> <p>Vegetación susceptible de cambio: Pastizal Inducido, Matorral, Agricultura; Contaminación y pérdida de suelo, agua superficial y subterránea</p>
<p>Tipo de suelo (km2):</p> <p>Castañozem lúvico: 15,38;</p> <p>Fluvisol calcárico: 26,19;</p> <p>Litosol: 110,68;</p> <p>Regosol calcárico: 97,8;</p> <p>Regosol éutrico: 1,15;</p> <p>Rendzina: 45,65;</p> <p>Vertisol crómico: 20,98;</p> <p>Xerosol cálcico: 85,53;</p> <p>Xerosol háplico: 114,02;</p> <p>Xerosol lúvico: 76,48;</p> <p>Yermosol cálcico: 148,22</p>	<p>Aptitudes sectoriales:</p> <p>Agricultura de Riego: Alta: 4%; Media: 53%; Baja: 9%; Restricción: 34%</p> <p>Agricultura de Temporal: Media: 20%; Baja: 65%; Restricción: 15%</p> <p>Aprovechamiento Forestal No Maderable de Candelilla: Alta: 27%; Restricción: 73%</p> <p>Aprovechamiento Forestal No Maderable de Maguey: Alta: 23%; Baja: 4%; Restricción: 73%</p> <p>Aprovechamiento Forestal No Maderable de Orégano: Alta: 28%; Restricción: 72%</p>
<p>Litología superficial (km2):</p> <p>Suelo: 625.1;</p> <p>Ígnea extrusiva: 0.7;</p> <p>Sedimentaria: 116.73</p>	<p>Explotación Pecuaria Avícola: Alta: 7%; Media: 27%; Baja: 66%</p> <p>Explotación Pecuaria de Caprinos: Alta: 59%; Media: 41%</p>

Altitud (msnm): Cota máxima: 1656; Cota mínima: 1113	Minería: Alta: 42%; Media: 55%; Baja: 3%
Rangos de pendiente (km2) Plana (0° a 1°): 291,93; Ligeramente suave (1° a 3°): 331,06; Suave (3° a 5°): 41,05; Moderada (5° a 15°): 45,83; Fuerte (Mayor a 15°): 32,71	

**Tabla III - 4. Estrategia Ecológica UGA 78**

Estrategia Ecológica
Política Ambiental: Aprovechamiento
Usos a promover: Agricultura de Riego; Agricultura de Temporal; Aprovechamiento Forestal No Maderable de Candelilla; Aprovechamiento Forestal No Maderable de Maguey; Aprovechamiento Forestal No Maderable de Orégano; Explotación Pecuaria Avícola; Explotación Pecuaria de Caprinos; Minería.
Lineamiento ambiental: Las actividades del sector agrícola, incorporan prácticas de sustentabilidad para el sector que garantizan la permanencia e integralidad del ecosistema y que fortalecen el desarrollo sectorial.
Criterios de Regulación Ecológica: AGR01; AGR02; AGR03; AGR04; GAN02; GAN05; GAN07; GAN09; GAN10; GAN11; FNM01; FNM02; FNM03; FNM04; FNM05; FNM06; FNM08; MIN01; MIN02; MIN03; MIN04; URB08; URB10

Tabla III - 5. Estrategia Ecológica UGA 78

Criterios de regulación ecológica		
AGR01	Evitar el uso de sistemas de riego agrícola en base a agua rodada.	El proyecto no es una actividad agrícola por lo que no requerirá usar este tipo de sistemas de riego.
AGR02	Desincentivar el uso de herbicidas y plaguicidas químicos, fomentando entre los productores el control biológico de plagas agrícolas.	El proyecto no es una actividad agrícola por lo que no requerirá el uso de este tipo de productos.
AGR03	En los proyectos agrícolas se debe fomentar el uso o implementación de ecotécnicas agrícolas, que incluyan la implementación de agricultura orgánica y protegida, labranza cero y el uso de abonos orgánicos.	El proyecto no es una actividad agrícola por lo que no es necesaria la implementación de este tipo de ecotécnicas.
AGR04	Se deberá promover el establecimiento de barreras arbóreas, de especies nativas o de la región, en los límites perimetrales, de las zonas agrícolas, las cuales preferentemente se ubicarán perpendicularmente a la dirección del viento.	El proyecto contará con la delimitación adecuada del predio con las zonas agrícolas circundantes.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua.	El proyecto no representa una actividad ganadera. Aun así, se considera en su diseño las medidas adecuadas para no modificar los flujos naturales del agua y no afectar la infiltración de la misma en el sitio del proyecto (canaletas, drenaje pluvial, entre otros).

GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas <i>Eragrostis curvula</i> , <i>E. lehmanniana</i> , <i>E. superba</i> , <i>Melinum repens</i> y <i>Panicum coloratum</i> ).	El proyecto no es una actividad pecuaria y no requerirá cultivar ese tipo de especies.
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.	El proyecto no es una actividad pecuaria y no requiere del uso de abrevaderos.
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior.	El proyecto estará delimitado de la manera más adecuada mediante una barda perimetral para no permitir el acceso de fauna local al interior de la planta de producción, evitando cualquier afectación a estos individuos.
GAN10	El manejo de excretas deberá acatar las especificaciones y características zoosanitarias correspondientes.	El proyecto no es una actividad pecuaria por lo que no realizará el manejo de este tipo de residuos.

GAN11	<p>Las aguas residuales deben ser manejadas en plantas de tratamiento de agua; evitando eliminarlas en corrientes o acúmulos de agua. Como requisito mínimo, las aguas residuales recibirán un tratamiento primario o pretratamiento, antes de dirigirlas a un sistema de alcantarillado público.</p>	<p>El proyecto, aunque no es una actividad pecuaria, si considera el tratamiento de las aguas residuales sanitarias asociadas a la presencia del personal en el sitio. Por la naturaleza de su proceso, no realizará disposición de agua residual de proceso.</p>
FNM2	<p>En poblaciones naturales de orégano, y durante la cosecha, se recomienda aprovechar sólo las que superen el metro de altura, cortando únicamente el 75% de la planta en relación a su altura.</p>	<p>El proyecto no es una actividad</p>
FNM3	<p>A fin de disminuir la presión de aprovechamiento de las poblaciones naturales de Orégano, se deberán fomentar y apoyar la producción en cultivos de este producto</p>	<p>forestal.</p>
FNM4	<p>En áreas con presencia natural de candelilla, y durante el proceso de aprovechamiento de permisos autorizados, se deberá obtener sólo el 50% de la planta, dejando en su sitio el otro 50% para propiciar la regeneración natural de las poblaciones.</p>	<p>El proyecto no es una actividad</p>
FNM5	<p>La cosecha de las plantaciones o reforestaciones de candelilla podrá iniciarse una vez que las plantas alcancen un diámetro agrupado mayor a los 35 cm.</p>	<p>forestal.</p>
FNM6	<p>A fin de disminuir la presión de aprovechamiento de las poblaciones naturales de Candelilla, se deberán</p>	<p>El proyecto no es una actividad</p>

	fomentar y apoyar la producción en cultivos de este producto.	
FNM8	Deberá dejarse distribuido uniformemente al menos, el 20% de las plantas en la etapa de madurez de cosecha.	
MIN1	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiente.	
MIN2	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores en circulación que usen gas licuado del petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva. NOM-050-SEMARNAT-1993	El proyecto no es una actividad minera, sin embargo, dará cumplimiento a la normatividad vigente en la materia.
MIN3	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva. NOM-041-SEMARNAT-2006	

<p>MIN4</p>	<p>En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. NOM-052-SEMARNAT-2005</p>	
<p>URB08</p>	<p>Las localidades con poblaciones mayores a 1000 habitantes deberán contar con sistemas para el manejo y tratamiento de sus aguas residuales.</p>	<p>El proyecto no representa una población urbana, pero sí considera el manejo y disposición adecuada de las aguas residuales sanitarias asociadas a la presencia de trabajadores en el sitio.</p>
<p>URB10</p>	<p>El manejo y confinamiento de los lodos resultantes del tratamiento de aguas residuales, deberá llevarse a cabo en los sitios autorizados por la SEMARNAT para dicho fin o en su defecto en terrenos alejados de la zona urbana y de cauces de arroyos o ríos, para su posterior incorporación a terrenos agrícolas.</p>	<p>El proyecto observará lo establecido por esta acción.</p>

**Figura III - 3. UGA No.86**  
**UGA No. 86 – Llanura desértica 8**



**Tabla III - 6. Diagnóstico y Lineamientos UGA No.86**

Diagnóstico y Lineamientos	
Superficie: 93.47 km <sup>2</sup>	Localidades y población: Población Total: 1,866 habitantes; Localidad con población máxima: Saporiz
Coordenadas extremas: Xmax: 638263 Xmin: 627663 Ymax: 2817110 Ymin: 2786910	Superficie vulnerable a erosión (Categorías alta y muy alta): 40,44Km <sup>2</sup>
Municipios que abarca: Lerdo	Ecosistemas vulnerables: Sin identificar
Cobertura de suelo (km <sup>2</sup> ): Agricultura de Temporal: 0.11; Agricultura de Riego: 1.9; Matorral Desértico Micrófilo: 2.26; Matorral Desértico Rosetófilo: 76.17; Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo: 3.65; Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Rosetófilo: 8.94; Zona Urbana: 0.45	Impactos ambientales potenciales: Vegetación susceptible de cambio: Matorral; Contaminación y pérdida de suelo, agua superficial y subterránea

Tipo de suelo (km2): Fluvisol calcárico: 0,29; Litosol: 77,83; Regosol calcárico: 2,42; Rendzina: 2,62; Xerosol cálcico: 6,05; Xerosol háplico: 1,61; Yermosol cálcico: 2,64	Aptitudes sectoriales: Aprovechamiento Forestal No Maderable de Lechuguilla: Alta: 6%; Media: 76%; Restricción: 18% Conservación de la Biodiversidad: Alta: 3%; Media: 97%
Litología superficial (km2): Suelo: 13.09; Sedimentaria: 80.38	Explotación Pecuaria Avícola: Alta: 2%; Media: 5%; Baja: 93%
Altitud (msnm): Cota máxima: 1724; Cota mínima: 1139	Explotación Pecuaria de Caprinos: Alta: 70%; Media: 30%
Rangos de pendiente (km2) Plana (0° a 1°): 1,56; Ligeramente suave (1° a 3°): 12,11; Suave (3° a 5°): 8,33; Moderada (5° a 15°): 28,5; Fuerte (Mayor a 15°): 42,9	Minería: Alta: 12%; Media: 88%

**Tabla III - 7. Estrategia Ecológica UGA No.86**

<b>Estrategia Ecológica</b>
Política Ambiental: Conservación
Usos a promover: Aprovechamiento Forestal No Maderable de Lechuguilla; Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria Avícola; Explotación Pecuaria de Caprinos; Minería
Lineamiento ambiental: Se mantiene el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal no maderable sustentable, manteniendo la cubierta de vegetación natural descrita en la UGA.
Criterios de Regulación Ecológica: BIO01;

GAN02; GAN05; GAN07; GAN08; GAN09; GAN10; GAN11;  
 FNM07;  
 MIN01; MIN02; MIN03; MIN04;  
 URB08

**Tabla III - 8. Criterios de Regulación Ecológica**

Criterios de regulación ecológica		
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	El proyecto identificará los componentes y elementos ambientales que son relevantes para asegurar la sustentabilidad del área donde será ubicado.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua.	El proyecto no representa una actividad ganadera. Aun así, se considera en su diseño las medidas adecuadas para no modificar los flujos naturales del agua y no afectar la infiltración de la misma en el sitio del proyecto (canaletas, drenaje pluvial, entre otros).
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas <i>Eragrostis curvula</i> , <i>E. lehmanniana</i> , <i>E. superba</i> , <i>Melinum repens</i> y <i>Panicum coloratum</i> ).	El proyecto no es una actividad pecuaria y no requerirá cultivar ese tipo de especies.

GAN07	<p>En los cuerpos de agua usados como abrevaderos así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.</p>	
GAN08	<p>En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comederos de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado y subir el nivel altura de acuerdo al tamaño del ganado pastando).</p>	<p>El proyecto no es una actividad pecuaria y no requiere del uso de abrevaderos.</p>
GAN09	<p>Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior.</p>	<p>El proyecto estará delimitado de la manera más adecuada mediante una barda perimetral para no permitir el acceso de fauna local al interior de la planta de producción, evitando cualquier afectación a estos individuos.</p>

GAN10	El manejo de excretas deberá acatar las especificaciones y características zoosanitarias correspondientes.	El proyecto no es una actividad pecuaria por lo que no realizará el manejo de este tipo de residuos.
GAN11	Las aguas residuales deben ser manejadas en plantas de tratamiento de agua; evitando eliminarlas en corrientes o acúmulos de agua. Como requisito mínimo, las aguas residuales recibirán un tratamiento primario o pretratamiento, antes de dirigirlas a un sistema de alcantarillado público.	El proyecto, aunque no es una actividad pecuaria, si considera el tratamiento de las aguas residuales sanitarias asociadas a la presencia del personal en el sitio.  Por la naturaleza de su proceso, no realizará disposición de agua residual de proceso.
FNM07	Deberá dejarse distribuido uniformemente al menos, el 20% de las plantas en la etapa de madurez de cosecha.	El proyecto no es una actividad agrícola
MIN1	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiente.	
MIN2	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores en circulación que usen gas licuado del petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.  NOM-050-SEMARNAT-1993	El proyecto no es una actividad minera, sin embargo, se dará cumplimiento a la normatividad vigente en la materia.

MIN3	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva. NOM-041-SEMARNAT-2006	
MIN4	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. NOM-052-SEMARNAT-2005	
URB08	Las localidades con poblaciones mayores a 1000 habitantes deberán contar con sistemas para el manejo y tratamiento de sus aguas residuales.	El proyecto no representa una población urbana, pero sí considera el manejo y disposición adecuada de las aguas residuales sanitarias asociadas a la presencia de trabajadores en el sitio.

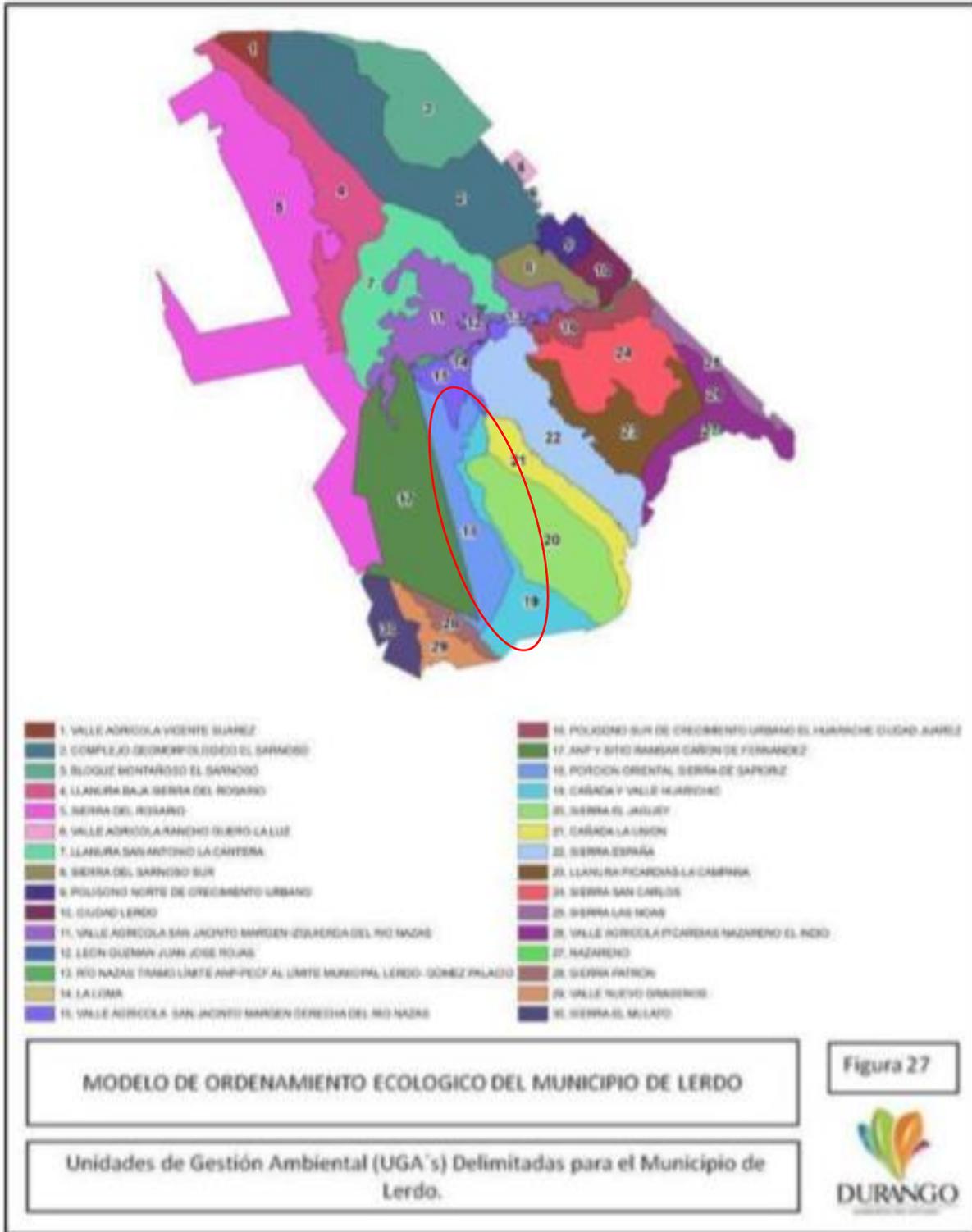
Después del análisis, es posible concluir que el POE del Estado de Durango no establece criterios de regulación ecológica que limiten o restrinjan la instalación de un proyecto como Fertilizantes del Norte.

### 3.1.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Lerdo

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del municipio de Lerdo, el sitio propuesto para la instalación de Fertilizantes del Norte se encuentra dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 19 y 18

**CAPITULO III - INCULCACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO**

**Figura III - 4. Ubicación de las UGA´s 19 y 18**

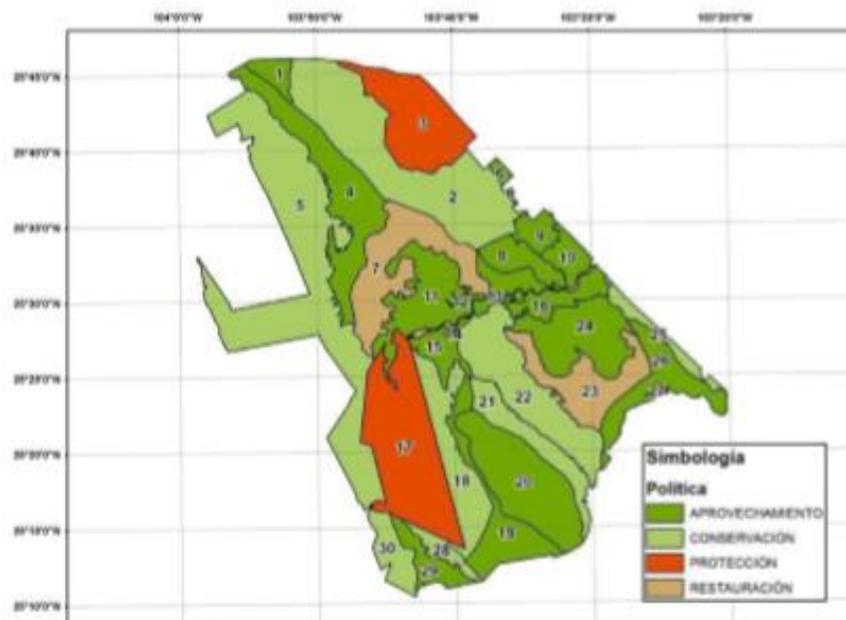


A continuación, se presenta la descripción de las UGAs y sus lineamientos, los criterios de regulación ecológica, estrategias y acciones, así mismo, se presenta la relación que guarda con el desarrollo del proyecto de la planta de urea.

### 3.1.3.1 Uso de Suelo

En la Figura III-5 se exponen los componentes de la UGA 19 Cañada y Valle Huarichic (8,066.951 ha), en particular Uso de suelo y vegetación actual, Usos compatibles, Usos condicionados y los Usos incompatibles

**Figura III - 5. Componentes de la UGA 19**



POLÍTICA	UGA TOTALES	ÁREA ha
APROVECHAMIENTO	17	78,926.224
CONSERVACIÓN	8	86,423.182
PROTECCIÓN	2	27,595.354
RESTAURACIÓN	3	19,600.431
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>210,545.790</b>

Política UGA 19: Aprovechamiento Sustentable.

Esta política promueve la permanencia del uso actual del suelo o permite su cambio en la totalidad de la UGA donde se aplica. Se asigna a aquellas áreas que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte

eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente. Incluyen las áreas con elevada aptitud productiva actual o potencial ya sea para el desarrollo Urbano y los sectores Agrícolas, pecuario, comercial e Industrial. Se tiene que especificar el tipo de intensidad del aprovechamiento, ya que de ello dependen las necesidades de infraestructura, servicios y áreas de crecimiento.

Por lo tanto, es importante definir los usos compatibles, condicionados e incompatibles, además de especificar los criterios que regulan las actividades productivas con un enfoque de desarrollo sustentable. Es importante proponer la reorientación de la forma de uso y aprovechamiento de los recursos naturales que propicie la diversificación y sustentabilidad y que no impacte negativamente el medio ambiente.

Para la determinación de la Política Ambiental a cada una de las UGA, se consideraron las siguientes reglas de decisión.

Cuando la UGA presenta en la mayor parte de su territorio actividades o aptitudes sectoriales productivas tales como Agricultura de Riego, Ganadería Intensiva y Extensiva, Aprovechamientos de Materiales Pétreos, Aprovechamiento de recursos forestales, Industria y Desarrollo Urbano, lo anterior identificado a través del estudio de diagnóstico.

#### 3.1.3.2 Aptitud Industrial

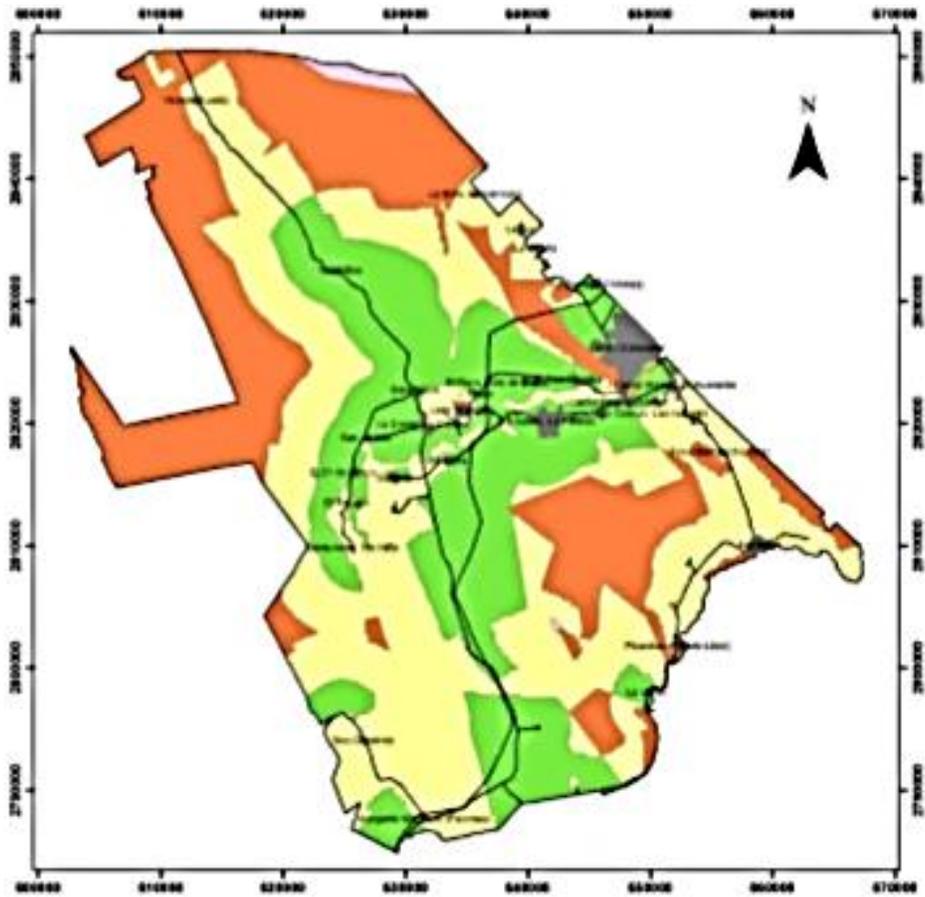
En el municipio de Lerdo, según el INEGI a través del DENUE, hay 315 unidades económicas para la fabricación de prendas de vestir, 28 unidades económicas para la fabricación de productos a base de minerales no metálicos, estas últimas están dedicadas principalmente a la fabricación de productos a base de piedras de canteras. En la industria alimentaria hay 98 unidades económicas dedicadas al corte y empaque de carne de ganado, aves y otros animales. El sector Industrial, esta descrito y caracterizado con base en 5 atributos, que en orden de importancia se describen a continuación junto con sus criterios.

## Figura III - 6. Criterios UGA 19

Tabla 5. Definición y Criterios de Atributos para la Aptitud Industrial.

<b>Componente</b>	<b>Atributo</b>	<b>Criterios</b>
Planes de Desarrollo Urbano del municipio.	Cercanía a polígonos	Clases de distancia
Agua	Disponibilidad en acuíferos	Subexplotado, sobreexplotado
	Calidad del agua (concentración de arsénico)	Límite máximo permitido según la normatividad (0.10 mg/l)*
Ductos	Ductos	Distancia
Vías de comunicación	Accesibilidad	Alta, Media, Baja
Régimen de propiedad	Tenencia de la tierra	Propiedad privada, ejidal
(*) Ley Federal de Derechos de Agua, 2010.		

Figura III - 7. Análisis de aptitud industrial UGA 19



Aptitud INDUSTRIAL

APTITUD IND	AREA (ha)	%
ALTA	81,394.51	29.02
MEDIA	87,093.78	41.37
BAJA	81,205.54	29.07
SIN APTITUD	1,090.88	0.52
TOTAL	210,545.76	100



Municipio de Lerdo  
 Area: 210545.76 ha

ANALISIS DE LA APTITUD INDUSTRIAL

F

La interacción de los atributos antes mencionados, generó el Mapa de Aptitud Industrial (Figura III-7) y se observa que el 29.07% (61,203.54 ha) de la superficie del municipio de Lerdo, presenta una aptitud baja, esta se localiza en una fracción al norte, nororiente y norponiente del territorio municipal, mientras que la aptitud alta, cubre el 29.02% (61,104.53 ha), localizándose a los costados de las principales vías de comunicación, en parte del acuífero Villa Juárez, el cual esta subexplotado. La aptitud media ocupa el 41% (87,093.78 ha).

**Tabla III - 9. Compatibilidad de Usos de Suelo para la UGA 19 y 18**

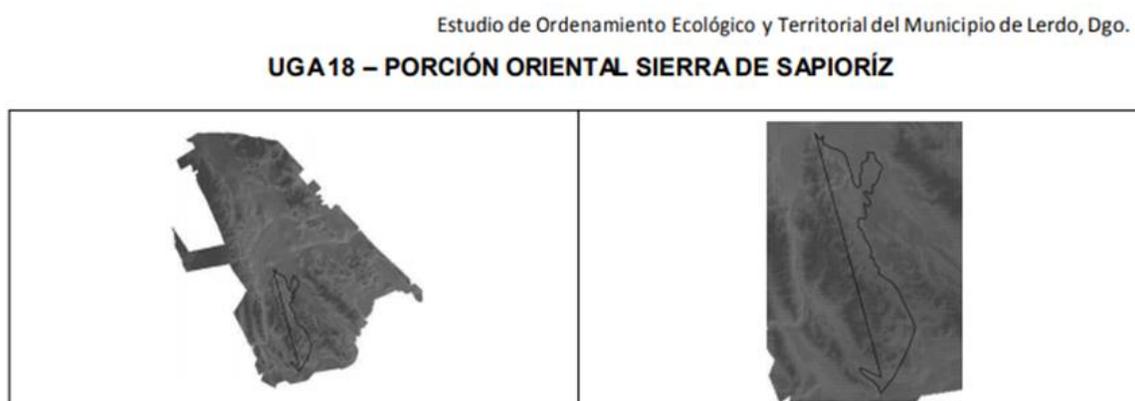
UGA	Nombre	Uso de suelo y vegetación actual. (Predominante)	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos incompatibles
19	Cañada y Valle Huarichi	Forestal y servicios ambientales (matorral desértico micrófilo y rosetófilo)	Recursos Naturales		Aprovechamiento de Materiales Pétreos Urbano Pecuario intensivo Pecuario extensivo Agrícola Biodiversidad Industrial
18	Porción Oriental Sierra de Sapioríz	Forestal y servicios ambientales (matorral desértico rosetófilo)	Biodiversidad Recursos Naturales		Agrícola Industrial, Aprovechamiento de Materiales Pétreos Pecuario intensivo Pecuario extensivo Urbano

El Uso de suelo Predominante en cada UGA es el uso de suelo y la vegetación actual; el uso compatible aquel que es acorde con la aptitud de la UGA y con el lineamiento ecológico que se le asignó y los usos incompatibles se refieren a obras y actividades que son contrarias a la aptitud, uso de suelo actual y a la política y lineamiento ecológico que se asignó a la UGA.

Como se puede apreciar, un proyecto de carácter industrial como Fertilizantes del Norte está sujeto a un uso condicionado de suelo, lo que significa que el proyecto será compatible siempre y cuando se cumplan los lineamientos y criterios de regulación establecidos en el POEL.

UGA 18 Conservación y UGA 19 Aprovechamiento

**Figura III - 8. Ubicación de la UGA 18**



**Tabla III - 10. Diagnóstico y Lineamientos UGA 18**

DIAGNOSTICO Y LINEAMIENTOS	
Superficie: 8,066.95 ha (3.83%)	Política ambiental: Conservación
Coordenadas Extremas:	Lineamiento ecológico:
XMax: 638753    XMin: 628626	Conservar al menos el 80% de vegetación de Matorral (7,999.18 ha)
YMax: 2815660    YMin: 2789130	Usos compatibles: Biodiversidad y Recursos Naturales
Cobertura:	Usos incompatibles: Aprovechamiento de Materiales Pétreos, Urbano, Pecuario Intensivo, Pecuario Extensivo, Agrícola e Industrial
Matorral Desértico Microfilo 5.71%,	Aptitudes:
Matorral Desértico Rosetofilo 93.45%,	
Zona Urbana 0.02%,	
Sin cobertura 0.74%,	
Riego 0.08%	
% de UGA por cota de elevación (msnm):	
Rango de 1,700 a 1,200 (100%)	
% de UGA por clase de pendiente (%):	

<p>Rango mayor de 10% (57.43%), de 0 a 10% (42.57%)</p> <p>Tipo de suelo de la UGA:</p> <p>Litosol 75.24%, Regosol 16.47%, Vertisol 0.04%, Xerosol 5.95%, Yermosol 2.33%</p> <p>Geología de la UGA:</p> <p>Suelo 19.20%, Unidad Cronoestratigráfica 80.80%</p> <p>Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes): Sin Localidades</p> <p>Características de las microcuencas de la UGA: Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 20.81%</p> <p>Recursos vulnerables:</p> <p>Vegetación natural de tipo matorral desértico rosetofilo y microfilo</p> <p>Principales programas ambientales: PROARBOL (Ejido La Loma en la categoría de programas de manejo forestal sustentable; Ejido Sapioris en materia de reforestación, mantenimiento de áreas forestadas;</p> <p>Ejido La Esperanza anexo Javier Rojo Gómez en las categorías de reforestación, mantenimiento y protección de áreas reforestadas y estudios técnicos para aprovechamientos forestales no maderables) y COUSSA (Ejido Sapioriz)</p>	<p>Biodiversidad: Alta (0.56%); Media (51.57%); Baja (46.92%)</p> <p>Recursos Naturales: Alta (12.22%); Media (22.36%); Baja (40.76%)</p> <p>Conflictos:</p> <p>Recursos Naturales-Agrícola 4.61%; Recursos Naturales-Industrial 12.49%; Recursos Naturales-Pecuario Extensivo 0.09%</p> <p>Área de recarga: Alta 20.81%</p> <p>Erosión Eólica: Muy Ligera 81.21%, Ligera 18.04%, Moderada 0.66%</p> <p>Índice de Aridez: Medio 29.36%, Bajo 70.64%</p> <p>Áreas Prioritarias para Servicios Ambientales (Conservación): Media 2.96%</p> <p>Áreas Prioritarias para Restauración: Erosión 6.87%</p> <p>Especies Prioritarias para Conservación:</p> <p>Impactos ambientales potenciales: Incremento en los procesos de erosión de suelos, afectación a la vegetación natural por la sobreexplotación de recursos naturales y sobrepastoreo</p>
---	--

Tabla III - 11. Estrategias y Acciones establecidas para la UGA 18

Lineamiento	Estrategias	Acciones	Vinculación con el proyecto
Conservar al menos el 80% de vegetación de Matorral (7,999.18 ha).	Conservación en zonas con cobertura de Matorral	1.1. Convenir con las instituciones de educación e investigación la realización de estudios sobre las condiciones naturales.	El proyecto considera la realización de actividades de reforestación con el fin de compensar la remoción de vegetación que se requiere en el predio para la construcción de este.
		2.1. Gestionar ante CONAFOR la incorporación de esta área como prioritaria para pago por servicios ambientales.	
		2.2. Difundir entre los propietarios los beneficios del Programa de Pago por Servicios Ambientales a fin de favorecer, incentivar y asegurar su participación.	
		2.3. Difundir entre los propietarios los beneficios del Programa de Pago por Servicios Ambientales a fin de favorecer, incentivar y asegurar su participación.	

	3.- Promover el ecoturismo.	3.1. Realizar estudios para determinar el potencial de proyectos ecoturísticos	
--	-----------------------------	--	--

Tabla III - 12. Criterios de Regulación Ecológica

## CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA QUE APLICA PARA ESTA UGA:

Criterio	1	2	3	4	5	6
Recursos Naturales						
Biodiversidad						

Tabla III - 13. Criterios de Regulación Ecológica

No. de criterio	Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
1	Di	Todo proyecto o desarrollo de carácter industrial deberá ser sometido a evaluación de impacto y/o riesgo ambiental en el ámbito de competencia federal o estatal	El presente documento consta de una Manifestación de Impacto Ambiental con el objeto de ser evaluado en materia de impacto ambiental por la competencia federal. De igual forma, de manera paralela se presenta el Estudio de Riesgo correspondiente
2	Di	Los desarrollos industriales establecidos en parques específicos o en forma separada contarán con esquemas de manejo y tratamiento de sus aguas residuales a efecto de reducir la concentración y cantidad de contaminantes que estas contengan a efecto de promover su reuso, o para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas; asimismo deberán contar con un sistemático y	El proyecto considera el tratamiento de las aguas residuales sanitarias asociadas a la presencia del personal en sitio durante todas sus etapas, observando la normatividad aplicable.  Así mismo, por su naturaleza, el proyecto no generará descargas de agua residual de su proceso industrial. El proyecto durante su proceso produce agua como un remanente de la reacción química que utiliza, la cual es aprovechada dentro de los sistemas de

		<p>permanente monitoreo de la calidad del agua.</p>	<p>la planta, evitando así su descarga posterior.</p>
3	Di	<p>No se permitirá el establecimiento de actividades industriales altamente riesgosas en las cercanías a zonas habitacionales, comerciales y de servicios del municipio, así como de zonas de protección y conservación de los recursos naturales.</p>	<p>Si bien es cierto, el proyecto Fertilizantes del Norte realizará actividades altamente riesgosas, también es cierto que el proyecto no se ubica en las cercanías de zonas habitacionales, comerciales y/o de servicios. Tal es así ya que el proyecto se ubica a una distancia de siete kilómetros de la localidad de Brittingham y a 8 kilómetros de la localidad de Martha, así como a 1.6 kilómetros del complejo minero Dinamita. La presente Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio de Riesgo que igualmente se presenta ante esa H. Dirección constituyen los documentos idóneos para demostrar que la distancia con los centros de población antes mencionados es por mucho suficiente para garantizar la seguridad de sus habitantes, mediante el establecimiento de medidas de</p>

			mitigación y análisis de los radios de afectación, con lo cual queda de manifiesto que el proyecto no se ubica en las cercanías de centros de población y, por ende, se cumple con el presente criterio.
4	Di	Las industrias que se establezcan en el municipio deberán contar con programas permanentes para controlar y mitigar la contaminación ambiental que generen en función a las actividades que desarrollan.	El proyecto considera la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental permanente el cual realizará el control, la mitigación y la compensación de los impactos ambientales identificados por el proyecto.

Figura III - 9. Ubicación UGA 19

## UGA 19 – CAÑADA Y VALLE HUARICHIC

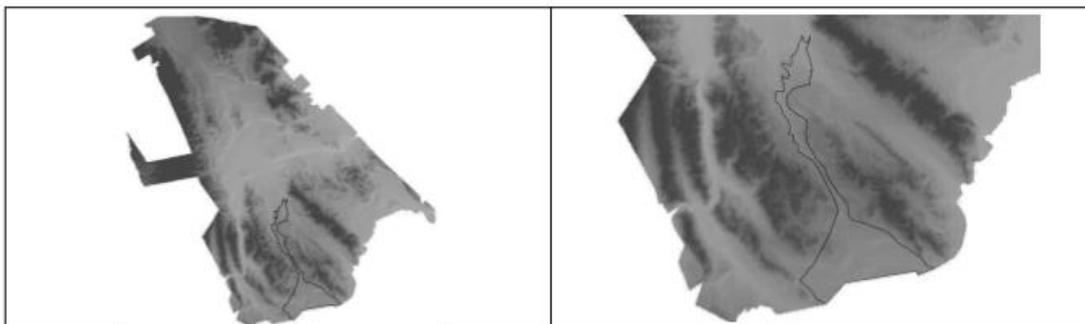


Tabla III - 14. Diagnóstico y Lineamientos UGA 19

Superficie: 6,749.78 ha (3.21%)	Política ambiental: Aprovechamiento
Coordenadas Extremas:	Lineamiento ecológico:
XMax: 647666    XMin: 632950	Aprovechar sustentablemente el 82.37%
YMax: 2812230    YMin: 2786870	de los recursos forestales en esta Unidad
Cobertura:	(5,560.46 ha); realizar acciones de

<p>Matorral Desertico Microfilo (49.557%);  Matorral Desertico Rosetofilo (32.831%);  Pastizal Inducido (17.141%);  Agricultura de Riego (0.474%);  Agricultura de Temporal (0.059%)  % de UGA por cota de elevación (msnm):  Rango de 1,406 a 1,194 (100%)  % de UGA por clase de pendiente (%):  Rango de 0 a 10% 96.892%; mayor a 10%  3%  Tipo de suelo de la UGA:  Litosol (5.289%);  Regosol (29.305%);  Xerosol (15.319%);  Yermosol (50.15%)  Geología de la UGA:  Suelo 82.15%;  Unidad Cronoestratigráfica 17.85%  Poblados o sitios importantes en esta UGA  (habitantes):  La Esperanza 85 hab,  Estación Chocolate 7 hab;  Población Total 92 hab.  Características de las microcuencas de la  UGA: Superficie de la UGA con importancia  para la recarga de acuíferos: 60.2%  Recursos vulnerables:  Matorral desértico microfilo y rosetofilo  Principales programas ambientales:  PROARBOL (Ejido La Loma en la categoría  de programa de manejo forestal  maderable;</p>	<p>restauración de suelos en 2,354.99 ha, en  las zonas con erosión (34.89%)  Usos compatibles: Recursos Naturales    Usos incompatibles:  Aprovechamiento de Materiales Pétreos,  Urbano, Pecuario Intensivo, Pecuario  Extensivo, Agrícola, Industrial y  Biodiversidad    Aptitudes:  Forestal: Alta (35.08%); Media (14.7%);  Baja (7.51%)  Conflictos:  Recursos Naturales-Pecuario Extensivo  1.82%; Recursos Naturales-Industrial  33.58%; Recursos Naturales-Agrícola  1.16%  Áreas para Restauración:  Área de recarga: Alta 60.209%; Media  0.86%    Erosión Eólica: Moderada 16.949%; Ligera  55.113%; Muy Ligera 28.001%  Índice de Aridez: Medio 13.423%; Bajo  86.269%    Áreas Prioritarias para Servicios  Ambientales (Conservación): Media  (3.422%)  Áreas Prioritarias para Restauración:  Erosión 34.89%  Especies Prioritarias para Conservación:</p>
---	---

<p>Ejido Saporiz en materia de reforestación, mantenimiento de áreas forestadas;</p> <p>Ejido La Esperanza anexo Javier Rojo Gómez en categoría de reforestación, mantenimiento y protección de áreas forestadas, estudios técnicos para aprovechamientos forestales no maderables),</p> <p>COUSSA (Ejidos Saporiz y La Esperanza anexo Javier Rojo Gómez)</p>	<p>Impactos ambientales potenciales:</p> <p>Afectación de la vegetación natural por aprovechamiento inadecuado de recursos naturales, sobrepastoreo y desarrollo de infraestructura</p>
--	---

Una estrategia ecológica es, de acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico, la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de OE (SEMARNAT).

Las estrategias estarán definidas por:

1. Acciones ecológicas. Cada estrategia cuenta con una o varias acciones puntuales dirigidas a atender los objetivos específicos.
  
2. Indicadores ambientales. Las estrategias ambientales podrán incluir los indicadores ambientales que permitan evaluar el cumplimiento de los lineamientos ecológicos y la eficacia de las estrategias en la disminución de los conflictos ambientales.

Tabla III - 15. Estrategias y Acciones establecidas para la UGA

Lineamiento	Estrategias	Acciones	Vinculación con el proyecto
Aprovechar sustentablemente el 82.37% de los recursos forestales en esta Unidad (5,560.46 ha); realizar acciones de restauración de suelos en 2,354.99 ha, en las zonas con erosión (34.89%).	Conservación en zonas con cobertura de Matorral	1.1. Convenir con las instituciones de educación e investigación la realización de estudios sobre las condiciones naturales.	El proyecto considera la realización de actividades de reforestación con el fin de compensar la remoción de vegetación que se requiere en el predio para la construcción de este.

Tabla III - 16. Criterios de Regulación UGA 19

Fertilizantes del Norte es un proyecto de naturaleza industrial, deberá cumplir con los criterios establecidos por el POEL para la UGA 19; 2 y 4 determinados para el Desarrollo Industrial dentro de la UGA, mismos que se presentan a continuación:

Tabla III - 17. Criterios de Regulación UGA 19

No. de criterio	Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
1	Di	Todo proyecto o desarrollo de carácter industrial deberá ser sometido a evaluación de impacto y/o riesgo ambiental en el ámbito de competencia federal o estatal	El presente documento consta de una Manifestación de Impacto Ambiental con el objeto de ser evaluado en materia de impacto ambiental por la competencia federal. De igual forma, de manera paralela se presenta el Estudio de Riesgo correspondiente
2	Di	Los desarrollos industriales establecidos en parques específicos o en forma separada contarán con esquemas de manejo y tratamiento de sus aguas residuales a efecto de reducir la concentración y cantidad de contaminantes que estas contengan a efecto de promover su reuso, o para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas; asimismo deberán contar con un sistemático y permanente monitoreo de la calidad del agua.	El proyecto considera el tratamiento de las aguas residuales sanitarias asociadas a la presencia del personal en sitio durante todas sus etapas, observando la normatividad aplicable. Así mismo, por su naturaleza, el proyecto no generará descargas de agua residual de su proceso industrial. El proyecto durante su proceso produce agua como un remanente de la reacción química que utiliza, la cual es aprovechada dentro de los sistemas de la planta, evitando así su descarga posterior.

3	Di	<p>No se permitirá el establecimiento de actividades industriales altamente riesgosas en las cercanías a zonas habitacionales, comerciales y de servicios del municipio, así como de zonas de protección y conservación de los recursos naturales.</p>	<p>Si bien es cierto, el proyecto Fertilizantes del Norte realizará actividades altamente riesgosas, también es cierto que el proyecto no se ubica en las cercanías de zonas habitacionales, comerciales y/o de servicios. Tal es así ya que el proyecto se ubica a una distancia de siete kilómetros de la localidad de Brittingham y a 8 kilómetros de la localidad de Martha, así como a 1.6 kilómetros del complejo minero Dinamita. La presente Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio de Riesgo que igualmente se presenta ante esa H. Dirección constituyen los documentos idóneos para demostrar que la distancia con los centros de población antes mencionados es por mucho suficiente para garantizar la seguridad de sus habitantes, mediante el establecimiento de medidas de mitigación y análisis de los radios de afectación, con lo cual queda de manifiesto que el proyecto no se ubica en las cercanías de centros de población y, por ende, se cumple con el presente criterio.</p>
4	Di	<p>Las industrias que se establezcan en el municipio deberán contar con programas permanentes para controlar y mitigar la contaminación</p>	<p>El proyecto considera la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental permanente el cual realizará el control, la mitigación y la compensación de los impactos</p>

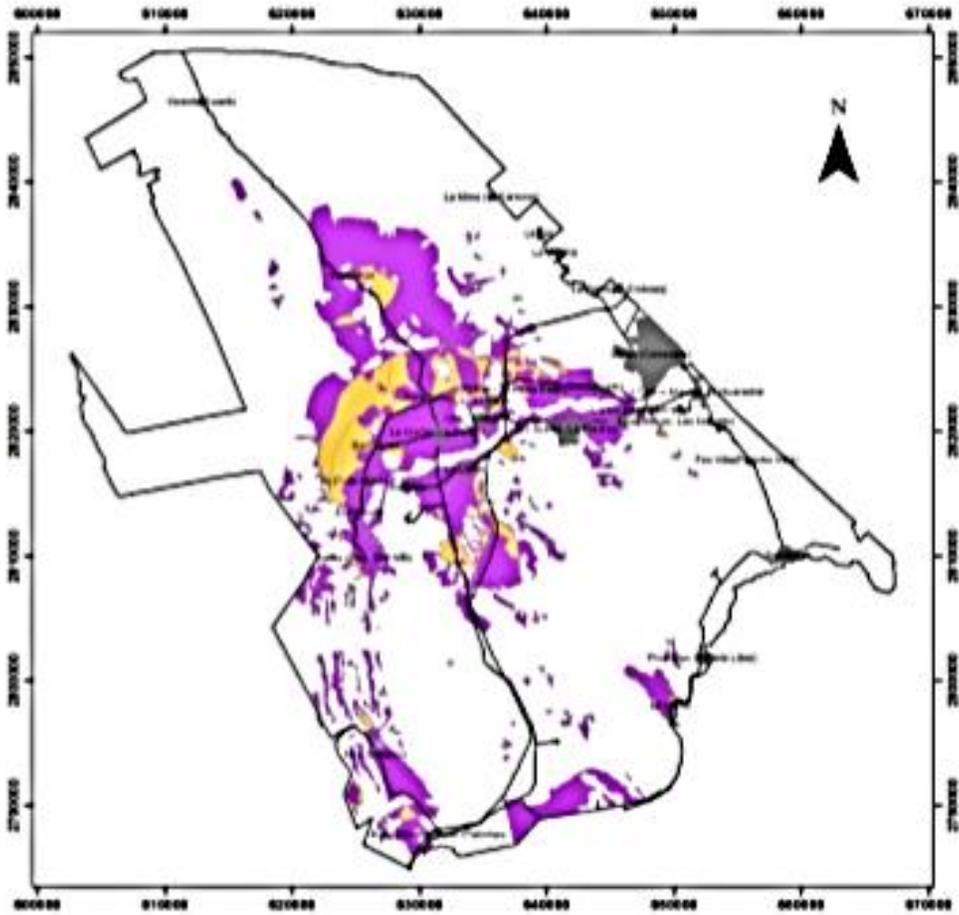
		ambiental que generen en función a ambientales identificados por el las actividades que desarrollan. proyecto.
--	--	---

### 3.1.3.2.1 Conflicto del Sector Industrial.

El análisis del mapa (Figura III-10) se observan los tipos de conflicto que se presentan respecto al sector Industrial, siendo el conflicto de tipo bajo con el sector Recursos Naturales el más posicionado. De la misma manera, los sectores Industrial-Recursos Naturales-Agrícola muestran una importante representatividad de conflicto tipo medio, ubicados al sur de las comunidades de Vallecitos, Santa Anita y Santo Niño; al norte de las comunidades de El Refugio, Ejido 21 de Marzo, San Jacinto, Salamanca, San Jacinto, León Guzmán y J.J. Rojas, por mencionar algunas.

A manera de consideración solo se contempla valorar la vocación del suelo donde concurren estas actividades para, posteriormente, generar estrategias de cooperación, entre los sectores involucrados, y alcanzar un desarrollo sustentable de los mismos; Así mismo, se debe considerar el tipo de infraestructura Industrial y giro no riesgoso para no ser un factor de riesgo para los demás sectores.

Figura III - 10. Análisis de conflictos UGA 19



Conflicto

SECTOR INDUSTRIAL

Grado de Conflicto

- ALTO
- MEDIO
- BAJO

- Localidades
- Carreteras
- Limite Municipal

GRADO DE CONFLICTO	AREA (ha)	%	SECTORES
ALTO	0.00	0.00	
MEDIO	7,263.80	3.45	I-1N-A, I-A, I-C, I-1N
BAJO	35,593.73	17.07	
TOTAL	210,545.76	100	

Municipio de Lerdo  
Area: 210545.76 ha

ANALISIS DE CONFLICTOS

En conclusión, los criterios antes mencionados establecen condiciones para el desarrollo del proyecto Fertilizantes del Norte como el Uso de Suelo Industrial, mismos que serán debidamente cumplidos por el proyecto y, por ende, el uso condicionado que señala las características de la UGA 19 resulta viable en el caso concreto de Fertilizantes del Norte.

Con la operación de Fertilizantes del Norte, se promueve en la zona de influencia del proyecto, una economía competitiva con la generación de una importante fuente de empleos, tomando en cuenta, todos y cada uno de los factores que contribuyen a un desarrollo sustentable y principalmente respetando las disposiciones legales ambientales que así lo condicionan.

La Comisión Nacional de Biodiversidad -CONABIO- ha identificado 151 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) para la protección de la biodiversidad a lo largo de todo el país, 12 de las cuales están localizadas en el Estado de Durango; de igual forma identificó 9 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y 13 áreas de importancia para la conservación de aves (AICAS).

Se tiene una falta de manejo adecuado de las áreas destinadas a la conservación, ya que poco más de 8,000 km<sup>2</sup>, es decir sólo el 6.6% de la superficie estatal está bajo algún régimen de protección (áreas naturales protegidas estatales o federales y sitios Ramsar)

#### 3.1.4 Sitios RAMSAR

A nivel internacional, México se ha suscrito a la Convención de Ramsar, que es un tratado intergubernamental firmado en 1971 en la ciudad de Ramsar (Irán). Entró en vigor en 1975 y sirve como marco para la acción nacional y la cooperación internacional para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

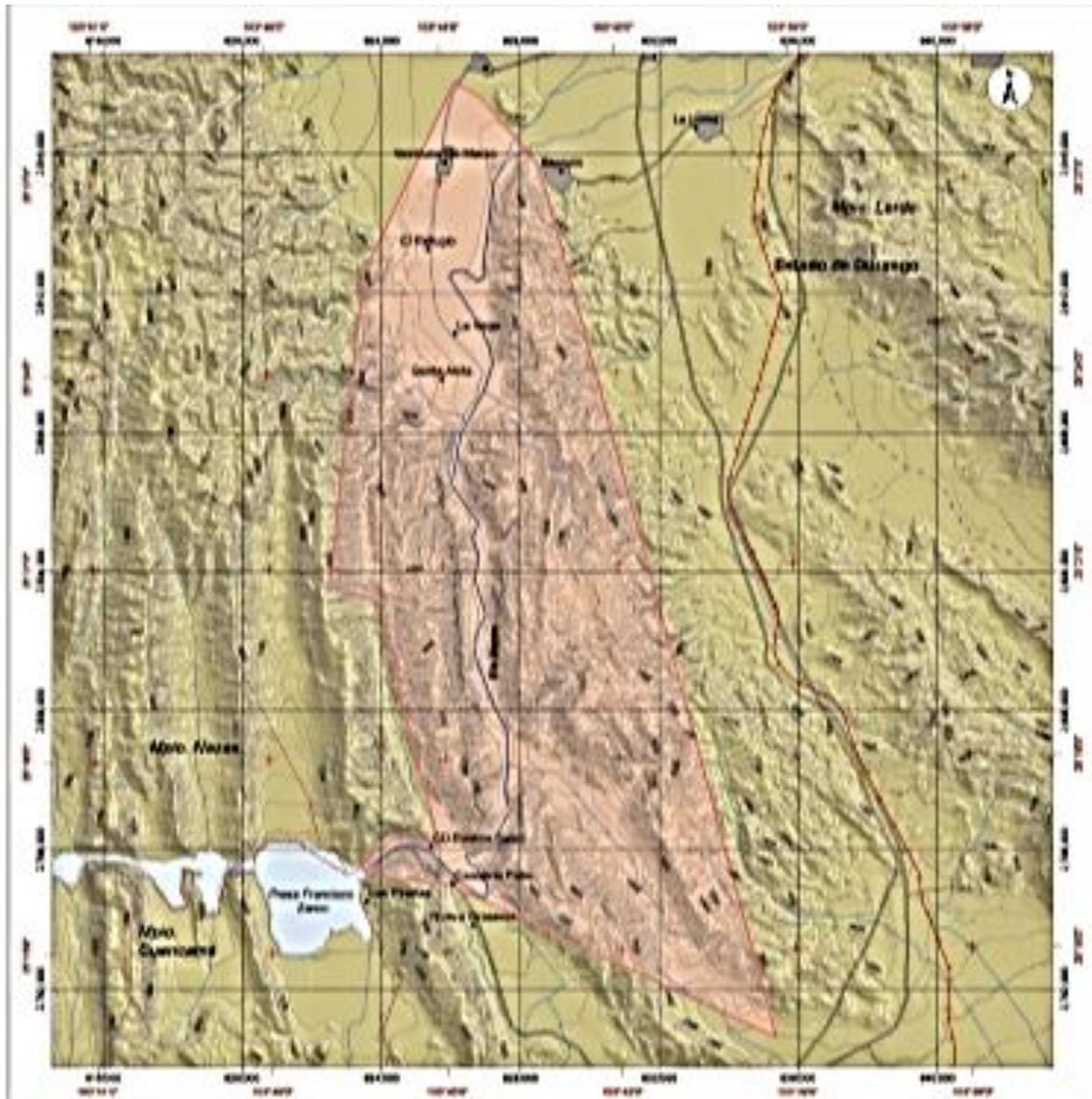
Su misión es: "la conservación y el uso racional de los humedales a través de acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución a la consecución del desarrollo sostenible en todo el mundo".

Los humedales incluidos en la lista de Ramsar se convierten en parte de una nueva categoría a nivel nacional y la comunidad internacional reconoce que tienen un valor significativo no sólo para el país o países donde están ubicados, sino también para toda la humanidad.

Hasta la fecha, la Convención de Ramsar tiene 169 partes y grupos contratantes 2299 sitios designados, que cubren un área de 225 ' 517367 hectáreas. México accedió a la Convención de Ramsar a partir del 4 de noviembre de 1986, incluyendo la reserva de la Biosfera Ría Lagartos como un humedal de importancia internacional. México tiene actualmente 142 sitios Ramsar.

La Figura III-11 muestra que dentro del SA definido para este proyecto (UGA 18 y 19), no se localiza ningún sitio Ramsar. El más cercano al sitio es el parque estatal "Cañón de Fernández", a poco más de 4 kilómetros al oeste. Por lo tanto, se considera que el sitio es viable en términos de sitios RAMSAR. Se encuentra a 4,2 km desde el límite más cercano del sitio.

Figura III - 11. Mapa de Sitios RAMSAR



El Parque Estatal "Cañón de Fernández". 02/02/08; tiene 17,002 ha; está ubicado en las coordenadas 25°21'N 103°44'W. Es un humedal ribereño atravesado por el Río Nazas, ubicado en el noroeste de México. Apoya a un gran número de especies vulnerables y amenazadas, así como a comunidades ecológicas amenazadas, y es un punto de acceso de flora y fauna endémica. El paisaje está dominado por maleza xerófila en laderas y llanuras.

El sitio también apoya una variedad de especies importantes para sostener la diversidad biológica de la región biogeográfica, constituyendo un banco de germoplasma y un área importante de abrigo para la fauna silvestre durante sequías y temperaturas extremas. Este humedal contribuye a la recarga de acuíferos y a la moderación del clima local.

Funciona como corredor biológico entre dos ecosistemas de importancia regional (el desierto Chihuahuense y los bosques templados de la Sierra Madre Occidental). Los principales usos de la tierra son la agricultura, el ganado, la pesca, la industria y la recreación.

La principal amenaza para el sitio está relacionada con la mortalidad y morbilidad de las especies de árboles, causada principalmente por la dispersión del muérdago (Phoradendron SP.), ya que compromete la viabilidad de poblaciones del ahuehuete (árbol de Tule) (*Taxodium mucronatum*) y el álamo (*Populus* sp.).

Otras amenazas están relacionadas con la disminución del agua circulante, el cambio en el régimen de las aguas superficiales y frías y en general los cambios paisajísticos creados por la presa Francisco Zarco. Estas son amenazas permanentes que permanecerán mientras la presa esté en funcionamiento. El parque ha tenido un plan de gestión desde 2003. Sitio Ramsar no. 1747. Información más reciente de RIS: 2008.

### 3.1.5 Programa De Desarrollo Estatal Durango 2016-2022

El Plan Estatal de Desarrollo de Durango para el periodo 2016-2022 establece el marco a seguir para conducir el desarrollo estatal de manera que se observen las políticas establecidas por la autoridad. Estas políticas incluyen el desarrollo sustentable y su aplicación y seguimiento en los distintos sectores de las actividades productivas que se realizan en dentro de los límites estatales.

#### 3.1.5.1 Desarrollo rural

Las actividades primarias integradas por la agricultura, ganadería, pesca, aprovechamiento forestal y minería aportaron 15,196 millones al Producto Interno Bruto del Estado correspondiente al 10 por ciento del total.

El Estado ocupa el lugar 18 en producción nacional agrícola, con una producción de 7'028,971 toneladas, el lugar 3 en producción nacional pecuaria, con una producción de 2'127,553 toneladas y el lugar 27 en producción nacional pesquera, con una producción de 984 toneladas, de acuerdo a las cifras del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2015. El valor de la producción agropecuaria correspondiente a ese mismo año fue de 28,397 millones de pesos.

En 2015 la producción agrícola generó una derrama económica de 7,850 millones de pesos, con una siembra de 731 mil hectáreas, de las cuales se cosecharon 708 mil.

Asimismo, en 2015 el sector ganadero en el Estado registró una producción pecuaria con un valor de 20,522 millones de pesos, lo cual representa el 5.4% de la producción nacional. El sector se compone por un hato de 1'274,663 cabezas de ganado bovino, 140,167 porcinos, 74,990 ovinos, 310,854 caprinos, 36'599,391 aves y 16,770 colmenas. Las actividades que tienen mayor importancia económica son la producción de leche de bovinos, la producción de carne de ave y la producción de carne de bovino.

Considerando esto, un proyecto de la naturaleza de Fertilizantes del Norte, es un proyecto que propone la instalación operación de una planta de producción de urea el cual es uno de los principales insumos del sector agricultura e indirectamente del sector pecuaria (alimento para ganado). Se considera que el establecimiento de un proyecto de este tipo dentro del territorio nacional es un esfuerzo para el fortalecimiento de la cadena productiva del sector agricultura. El establecimiento de un proyecto como Fertilizantes del Norte específicamente en el estado de Durango puede ser considerado también como una contribución a impulsar la competitividad del propio sector agricultura estatal, mismo que se verá beneficiado por los menores costos por tener acceso más inmediato a este insumo específico.

#### 3.1.5.2 Campo competitivo

Referente a la agricultura, ésta no ha constituido un factor clave para el Desarrollo económico, ya que no existen créditos suficientes y se mantienen altos costos de insumos. Adicionalmente, se presenta degradación del suelo por sobrepastoreo y cada día son más frecuentes las condiciones climáticas adversas.

El Estado ocupa el lugar 19 en producción nacional agrícola, con una producción de 7'028,971 toneladas, el lugar 3 en producción nacional pecuaria, con una producción de 2'127,553 toneladas y el lugar 27 en producción nacional pesquera, con una producción de 984 toneladas según datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2015.

Con la siembra de 731,754.02 hectáreas de cultivos, la producción agrícola en 2015 generó una derrama económica de 7,850 millones de pesos, producto de la cosecha de 7 millones de toneladas de productos agrícolas. Los principales cultivos en el Estado son alfalfa verde, maíz grano, frijol, maíz y avena forrajeros.

Económicamente la agricultura es parte fundamental para el desarrollo de nuestro país. El sector contribuye con el cuatro por ciento del Producto Interno Bruto Nacional<sup>2</sup>. Al mes de julio de 2015, generó 352 mil 666 empleos directos y más de 1.6 millones de empleos indirectos, de acuerdo con el reporte del Instituto Mexicano del Seguro Social.

El presente trabajo describe los esfuerzos de la empresa [REDACTED], en desarrollar una planta para la producción de urea denominada Fertilizantes del Norte, en el municipio de Lerdo en el estado de Durango.

La planta química tendrá la capacidad de producir 1,000,000 toneladas por año de urea y 200,000 toneladas por año de amoníaco. Actualmente, México importa más de 1,800,000 toneladas anuales de urea.

### 3.1.5.3 Medio ambiente y biodiversidad

En cuanto a la evaluación del impacto ambiental, prevalece un marcado desinterés del sector industrial, comercial y de servicios para realizar acciones encaminadas a mejorar la calidad del aire en el Estado, ante la falta de regulación para garantizar la reducción de emisiones a la atmósfera.

En materia de energías renovables, la entidad cuenta con gran potencial de desarrollo, gracias a su elevada intensidad solar que se mantiene por lo menos en 295 días durante el

año (el triple de intensidad solar que el promedio internacional), además cuenta con regiones en las cuales se tiene el recurso para generar energía eólica y dispone de abundantes fuentes de biomasa provenientes de los hatos lecheros, desechos forestales y agrícolas.

Dadas las características del proceso productivo de Urea, resulta en un exceso de energía y la planta del Proyecto está diseñada para maximizar la captura y eventual utilización de dicha energía de manera eficiente y sustentable. El objetivo será la exportación de energía para generación de energía eléctrica reemplazando la energía producida por la quema de combustibles de origen fósil, representando lo anterior una reducción neta de gases de efecto invernadero en la cadena energética de la región.

#### 3.1.5.4 Servicio de agua

En cuanto a la calidad del agua, la mayoría de las fuentes de abastecimiento son subterráneas, por lo que el 93 % de la población del Estado se abastece de esta agua destinada al consumo humano, pero no cumple la normatividad vigente para garantizar la salud, debido a sus altas concentraciones de minerales como el flúor y arsénico que se encuentran naturalmente debido a la composición geológica de los acuíferos. Del volumen total anual de agua subterránea que se extrae el 80% se dedica al uso agrícola y el 20 % restante se destina al abastecimiento público urbano, industrial y pecuario.

El Estado cuenta con 30 acuíferos de los cuales 2 se comparten con el estado de Coahuila, que en conjunto generan una recarga estimada anual de 686 Mm<sup>3</sup> (millones de metros cúbicos), aunque la extracción estimada es de 1,000 Mm<sup>3</sup>, lo que representa una sobre explotación considerable, sobre todo para 9 acuíferos que constituyen el 70 % de la recarga media anual de la entidad.

Por lo que deberá tenerse especial cuidado de utilizar agua para el consumo contaminada con arsénico y flúor que son las composiciones básicas que presentan actualmente y que exceden por mucho los niveles permitidos.

El Proyecto Fertilizantes del Norte contará con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, con el objeto de aprovechar toda el agua de proceso, las aguas residuales

sanitarias y el agua de lluvia, contará con plantas de tratamiento para dar cumplimiento a la NOM-003-SEMARNAT-1997 para su reutilización en servicios públicos y para el riego de su vivero.

#### 3.1.5.5 Estrategia General Para Un Desarrollo Con Equidad

La principal riqueza de Durango radica en sus hombres y mujeres, por lo que su bienestar social y económico, es una prioridad para el presente Gobierno. Sin duda, en la medida que se genere empleo en todas las ramas de la economía, no sólo estará garantizada la buena marcha del mercado interno estatal, sino que también se elevará la calidad de vida de las y los trabajadores y sus familias.

Ahora bien, para desplegar un desarrollo económico general de la entidad en forma sostenible, en donde no se comprometan los recursos naturales de las generaciones futuras, el Gobierno impulsará actividades estratégicas que enlacen sólidamente los procesos de producción, distribución y consumo locales, regionales, municipales y estatales.

De esta manera, se ampliará la infraestructura de comunicaciones y de servicios; se apoyará a los productores en diferentes ámbitos, especialmente a los micro, pequeños y medianos; se promoverá la investigación científica y tecnológica vinculada a los procesos productivos; se estrecharán vínculos con universidades; se estimulará la profesionalización de cuadros gerenciales de las industrias duranguenses; se incrementará el capital humano en el ámbito de la producción pecuaria y forestal, impulsando además, el fortalecimiento de cadenas productivas locales y el comercio justo.

Es por ello que la presente Administración 2016-2022, trabajará de manera comprometida en este sentido. Se promoverá un estado saludable en materia de suelo, agua y aire, minimizando toda forma de contaminación. Se fortalecerán prácticas productivas, ecológicas y una nueva cultura del cuidado de nuestro planeta en el que se establezcan relaciones solidarias entre comerciantes, productores, organizaciones sociales y demás consumidores.

Con la instalación de esta nueva planta industrial de urea en México, se pretende acortar los tiempos de suministro de insumos al sector agrícola mexicano, buscando mejorar la propuesta de valor a los clientes mediante una cadena de suministro más efectiva y confiable. Así como reducir las importaciones actuales y apoyar el crecimiento de la industria agricultura en México.

#### 3.1.5.6 Objetivo, Estrategias Y Líneas De Acción

Acelerar el desarrollo industrial de los sectores económicos del Estado.

Incentivar la industrialización de Durango mediante empresas tractoras, nacionales o extranjeras, que propicien la transferencia de conocimiento y tecnología al aparato productivo local.

Propiciar el uso cotidiano de la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación en las empresas duranguenses como acelerador de su crecimiento.

Prospección de industrias y empresas estratégicas para el escalamiento industrial de las actividades primarias y de bajo valor agregado en el Estado.

Impulsar el crecimiento económico del sector agropecuario a través de un desarrollo rural sustentable.

Incrementar los niveles de producción en las unidades de producción agropecuarias

Promover la capitalización de las unidades de producción con equipamiento e infraestructura.

Fomentar el desarrollo de las capacidades productivas y la implementación de nuevas tecnologías.

Impulsar la reconversión de cultivos por productos o actividades que representen mayor rentabilidad económica al productor.

Promover la agricultura protegida ante los cambios climatológicos en Durango.

Impulsar prácticas para la transformación y generación de valor agregado Promover el desarrollo de grupos de agronegocios.

Impulsar la agroindustria a través de equipamiento e infraestructura.

Promover el desarrollo de capacidades productivas, técnicas y comerciales

Se considera que el establecimiento de Fertilizantes del Norte en el territorio del Estado de Durango puede permitir el cumplimiento de los objetivos del Plan Estatal mediante el fortalecimiento del sector agricultura local y regional, consideran al proyecto como una parte integral de la cadena productiva del sector agricultura, como una inversión extranjera significativa en el mercado nacional y como una fuente de empleos de calidad para la población del estado de Durango donde pretende instalarse el proyecto.

## Eje 2 Gobierno con Sentido Humano y Social

### DIAGNÓSTICO

#### Desarrollo social con inclusión y equidad

##### Población

La población del estado de Durango es de 1'754,754 habitantes de acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015. La manera en que está distribuida la población en los municipios ha propiciado significativos contrastes que impiden un desarrollo regional equilibrado. En este proceso se observan dos fenómenos característicos: el primero derivado de un proceso continuo de atracción en los tres municipios más poblados: Durango, Gómez Palacio y Lerdo, los cuales concentran el 65.4% de la población del Estado.

El segundo fenómeno observado es la dispersión. De las 5,794 localidades registradas como habitadas en el Censo de 2010, el 99.2%, es decir, 5,750 localidades cuentan con menos de 2,500 habitantes.

Del total de población en el Estado, 51% son mujeres (894,372) y 49% son hombres (860,382). La población menor a 15 años representa el 29.4% y la que se encuentra en edad laboral en el rango de 15 a 64 años, constituye el 63.5%, la de 65 años y más es el 7.1%. Por cada 100 personas hay 36.5 en edad de dependencia (menores de 15 años o mayores de 64).

La población menor de edad en el Estado, en el rango de 0 a 17 años, se compone por 618,129 personas que representan el 35.2% de la población total de la entidad, observando una disminución del 1.37% en relación con el 2010. De ellos el 50.7% son hombres (313,459 personas) y 49.3% son mujeres (304,670 personas). La proporción de niños y jóvenes para cada uno de los municipios varía desde un 26.8% en el municipio de San Bernardo, hasta un 50.7% en la composición de la población municipal de Mezquital.

En Durango, en 2015, la tasa de ocupación de la población de 5 a 17 años representaba el 11.4%, lo que correspondía a 51 mil 715 niñas, niños y adolescentes que realizaron alguna actividad económica; de ellos, 91.8% realiza actividades no permitidas, ya sea debajo de la edad mínima o en ocupación peligrosa.

En 2015, la información de la Encuesta Intercensal mostró que el monto de la población joven de 15 a 29 años en el Estado ascendió a 455,553 personas, que representan poco más de la cuarta parte (26.0%) de la población a nivel de nuestra entidad, por lo que Durango se ubica por encima de la media nacional (25.7%), ocupando la posición número 16 del país.

#### Pobreza

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), una persona se encuentra en situación de pobreza extrema cuando adolece de tres o más carencias sociales y su ingreso es inferior que el valor de la línea de bienestar mínimo. De acuerdo con las cifras de 2014, el 5.3% de la población del Estado se encuentra en pobreza extrema, mientras que el 38.2% en pobreza moderada, ya que su ingreso es mayor o igual a la línea de bienestar mínimo. En total el 43.5%, vive en situación de pobreza

En cuanto a los tipos de carencias sociales, el 15.5% de la población padece rezago educativo, el 16.5% no tiene acceso a servicios de salud, el 13% carece de servicios básicos en la vivienda, el 19.9% mantiene carencia por acceso a la alimentación y el 9.2 % presenta inseguridad alimentaria severa.

En Durango la Población Económicamente Activa (PEA) corresponde al 45.9%, de la población, de este porcentaje, el 67% son varones y el resto 32.8% son mujeres.

El promedio de escolaridad de las mujeres es de 9.1 años (poco más de secundaria concluida); De la población que sabe leer y escribir el 49.05% son mujeres. 66,431 mujeres son analfabetas.

### Comunidades indígenas

El estado de Durango tiene una composición pluriétnica y pluricultural, sustentada en sus comunidades indígenas. Actualmente, en el territorio duranguense conviven Tepehuanos, Mexicaneros, Huicholes, Coras y Tarahumaras.

La dispersión geográfica, la desigualdad socioeconómica, la propia cultura y la falta de políticas públicas incluyentes han influido para que las comunidades indígenas no hayan sido debidamente integradas al desarrollo, teniendo grandes rezagos en servicios básicos, en vivienda, en el acceso a la salud y a la educación.

Según datos de la Encuesta Intercensal de 2015, en Durango existen 455,553 jóvenes entre 18 y 30 años, de los cuales 230,439 son mujeres y 225,114 son hombres.

### Bienestar social para el desarrollo

#### Salud

Con base en la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, el 83.53% de la población del Estado, es decir 1'465,781 personas, están afiliadas a algunos de los servicios de salud que prestan tanto las instituciones públicas como privadas. La mayor cobertura se otorga mediante el Seguro Popular o de Nueva Generación, con el cual se atiende a 672 mil personas.

Para atender a la población, la Secretaría de Salud de Durango cuenta con 26 hospitales: 7 hospitales de segundo nivel, 17 hospitales integrales, un Hospital de Salud Mental y un Centro Estatal de Cancerología; con un total de 848 camas censables y 241 no censables en los que laboran 1,007 médicos de contacto con los pacientes.

Asimismo, se cuenta con 170 centros de salud urbanos y rurales, 62 Unidades Móviles y 13 Unidades de Especialidades Médicas (UNEME), en los que laboran 522 médicos de contacto directo con los pacientes.

Adicionalmente, el IMSS cuenta con 35 unidades médicas, 4 de ellas de hospitalización general; el ISSSTE cuenta con 40 unidades médicas de las cuales, 2 son hospitales generales; el IMSS-Prospera cuenta con 168 unidades médicas, 3 de hospitalización

general; el DIF cuenta con 3 unidades médicas y 50 centros o unidades de rehabilitación y también se cuenta con un Hospital Municipal del Niño.

En total, son 570 unidades médicas de las instituciones del sector público, 534 de consulta externa, 33 de hospitalización general y 3 de hospitalización especializada.

Asimismo, se cuenta con un total de 1,632 camas censables, es decir una razón de 0.93 camas censables por cada mil habitantes.

### Educación

En el ciclo escolar 2015-2016, en el Sistema Educativo Estatal se atiende a un total de 551,440 estudiantes, considerando desde educación inicial hasta posgrado. En educación inicial se atienden a 9,164 niños, que representan el 1.6 por ciento del total.

En educación básica se tiene un registro de 392,316 alumnos, un 71% del total de la matrícula en la entidad. En educación media superior se atienden a 84,577 estudiantes, el 15% del total; en tanto en educación superior la inscripción ascendió a 54,138 estudiantes, un 9.8% del total. En educación especial se inscribieron 11,245 alumnos.

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más pasó de 8.6 a 9.2 años, descendiendo en el posicionamiento nacional del 20º al 21º lugar; en tanto el analfabetismo (en el mismo sector de la población) disminuyó del 3.7 al 3.2%, conservando el 9º lugar nacional.

### Vivienda

En el Estado, de acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015, existen 455,989 viviendas particulares habitadas, esta cifra representa una tasa de crecimiento del 2.44% en los últimos 10 años, la cual es superior a la tasa promedio de crecimiento de la población en el mismo periodo que alcanza el 1.52 por ciento.

El promedio de ocupantes por vivienda en la entidad es 3.85, ligeramente por arriba del promedio nacional de 3.74 ocupantes por vivienda, no obstante, el porcentaje de viviendas con 3 o más cuartos en el Estado es del 86.41% comparado con un 76.41% a nivel nacional,

ambas estadísticas nos arrojan un resultado en que el número de ocupantes por cuarto tanto a nivel estatal como nacional es de un ocupante por cuarto.

En Durango, el material que predomina en los pisos de las viviendas particulares habitadas es el cemento o firme, el cual se presenta en el 53.91% de las viviendas particulares habitadas; en el 42.20% de las viviendas el material de los pisos corresponde a recubrimientos de madera, mosaico u otro tipo, mientras que en el 3.67% de la viviendas aún persisten los pisos de tierra.

En cuanto a la calidad del agua, la mayoría de las fuentes de abastecimiento son subterráneas, por lo que el 93 % de la población del Estado se abastece de esta agua destinada al consumo humano, pero no cumple la normatividad vigente para garantizar la salud, debido a sus altas concentraciones de minerales como el flúor y arsénico que se encuentran naturalmente debido a la composición geológica de los acuíferos. Del volumen total anual de agua subterránea que se extrae el 80% se dedica al uso agrícola y el 20 % restante se destina al abastecimiento público urbano, industrial y pecuario.

El Estado cuenta con 30 acuíferos de los cuales 2 se comparten con el estado de Coahuila, que en conjunto generan una recarga estimada anual de 686 Mm<sup>3</sup> (millones de metros cúbicos), aunque la extracción estimada es de 1,000 Mm<sup>3</sup>, lo que representa una sobre explotación considerable, sobre todo para 9 acuíferos que constituyen el 70 % de la recarga media anual de la entidad.

Por lo que deberá tenerse especial cuidado de utilizar agua para el consumo contaminada con arsénico y flúor que son las composiciones básicas que presentan actualmente y que exceden por mucho los niveles permitidos.

Drenaje. La cobertura de viviendas con drenaje es una de las más bajas con respecto a los demás servicios, aún y cuando se han registrado avances importantes, el rezago alcanza el 7.8% de la población, ubicado por encima del promedio nacional que alcanza al 6.5% de la población del país y lo cual coloca al Estado en la posición número 23 entre las entidades

## OBJETIVOS, ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN

Desarrollo social con inclusión y equidad

Mejorar el acceso a una alimentación suficiente y de calidad, potenciando el desarrollo de grupos vulnerables

Implementar herramientas para el impulso de proyectos productivos autosustentables que generen el desarrollo familiar y comunitario.

Fomentar la implementación y capacitación de proyectos productivos que contribuyan a mejorar la economía en las comunidades de alta y muy alta marginación.

Fortalecer el desarrollo y calidad de vida de las familias.

Promoción del desarrollo y la protección integral de la familia a través de políticas públicas tendientes a mejorar las condiciones de vida de sus integrantes.

Fomentar el desarrollo de habilidades y conocimientos a través de la capacitación y el esparcimiento para mejorar las condiciones de vida de las familias

Adoptar y reforzar las políticas para la promoción de la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres y las niñas.

Fomentar la eliminación de prácticas discriminatorias y la violencia de género, que limitan el pleno ejercicio de los derechos de las mujeres en el Estado.

Contribuir a que los habitantes de las comunidades indígenas superen el aislamiento y dispongan de bienes y servicios para su desarrollo integral

Diseñar políticas públicas integrales para atender las prioridades de los grupos indígenas.

Fomentar e impulsar oportunidades de empleo mediante el desarrollo de proyectos productivos que busquen aprovechar las potencialidades de la región indígena.

Impulsar la ciencia, tecnología e innovación como palanca para el desarrollo económico y el bienestar social.

Incentivar actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI).

Impulsar el desarrollo de proyectos en energías renovables y medio ambiente que permitan detonar la competitividad del Estado.

Detonar proyectos de ciencia y tecnología para el desarrollo de los sectores agropecuario y forestal.

Vivienda y servicios que brindan calidad de vida

Promover un desarrollo urbano sustentable y un ordenamiento territorial en beneficio de la ciudadanía.

Adoptar la sustentabilidad como criterio integral para la planeación del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial.

Ordenar el desarrollo territorial y el crecimiento urbano sustentable

Realizar el plan de desarrollo urbano estatal manteniendo una alineación con los planes municipales.

Generar regiones de acuerdo con sus características productivas para potencializar el desarrollo socioeconómico sustentable del Estado.

### Eje 3 Desarrollo con Equidad

#### DIAGNÓSTICO

##### Desarrollo económico y empleo

Durango aún se encuentra en la vía de fortalecer sus capacidades para propiciar un crecimiento económico y una generación de empleo de manera sostenible. Con base en los datos del INEGI, Durango mantiene una de las economías más pequeñas del país, al aportar sólo el 1.2% al Producto Interno Bruto Nacional, ubicándose en el lugar número 26.

Cerca del 60% de la economía estatal se concentra en cinco actividades principales:

Comercio 15%, Servicios inmobiliarios 12%, Agricultura y ganadería 10%, Industria alimentaria 10% y Construcción 9%. Los sectores tradicionales de la economía duranguense como la minería y la industria de la madera aportan en términos aritméticos niveles mínimos al PIB estatal, 4% y 3%, respectivamente, aunque el volumen y valor de la producción de estos ramos es importante, tal y como se verá más adelante.

En cuanto al nivel de ocupación y empleo, el 50% de la población ocupada se concentra en tres sectores económicos: 20% en Comercio, 15% en actividades agropecuarias y 15% en la industria manufacturera. De estos, sólo el sector manufacturero provee condiciones de formalidad, dado que el comercio se vincula al autoempleo y el sector primario se compone en gran medida de núcleos familiares.

En el Estado, la mayoría de la población tiene un nivel de ingresos de 1 a 3 salarios mínimos diarios, representando un 67.4% del total de la población ocupada, tal nivel está por encima de la media nacional del 61.9%, lo cual nos dice que un mayor porcentaje de la población recibe una menor remuneración por su trabajo que el promedio nacional.

A pesar de que en los últimos años el empleo formal a repuntando de manera significativa en el Estado, el salario no ha mejorado. Esto debido a que las principales actividades

económicas son intensivas en mano de obra poco calificada, por lo que ofrecen bajos salarios.

El impulso del sector industrial se ha centrado en la industria maquiladora y en la industria alimentaria que concentra el 52% de las actividades secundarias, lo que propicia una escasa integración en la cadena de valor; haciendo necesario impulsar una industria sustentada en el conocimiento y la tecnología.

El presente trabajo describe los esfuerzos de la empresa [REDACTED], en desarrollar una planta para la producción de urea denominada Fertilizantes del Norte, en el municipio de Lerdo en el estado de Durango.

La planta química tendrá la capacidad de producir 1,000,000 toneladas por año de urea y 200,000 toneladas por año de amoníaco. Actualmente, México importa más de 1,800,000 toneladas anuales de urea.

La dinámica poblacional de la zona no se verá afectada por el establecimiento del Proyecto Fertilizantes del Norte, debido a que la única migración que se espera, producto del desarrollo del proyecto, es la del personal especializado y técnico necesario para cada una de las etapas de preparación, construcción y operación de la planta.

#### Infraestructura para el desarrollo

La infraestructura es uno de los principales motores del desarrollo económico. Actualmente se ha concentrado en los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo y se han desaprovechado las potencialidades de otras regiones del Estado que carecen de la infraestructura necesaria para su desarrollo. La falta de una adecuada coordinación con los Ayuntamientos ha impedido su viabilidad.

Las redes estatales cumplen una función de gran relevancia para la comunicación regional, ya que enlaza zonas de producción forestal, minera, agrícola y ganadera, además de asegurar la integración de extensas áreas en las diversas regiones del Estado.

### Campo competitivo

Referente a la agricultura, ésta no ha constituido un factor clave para el desarrollo económico, ya que no existen créditos suficientes y se mantienen altos costos de insumos. Adicionalmente, se presenta degradación del suelo por sobrepastoreo y cada día son más frecuentes las condiciones climáticas adversas.

El Estado ocupa el lugar 19 en producción nacional agrícola, con una producción de 7'028,971 toneladas, el lugar 3 en producción nacional pecuaria, con una producción de 2'127,553 toneladas y el lugar 27 en producción nacional pesquera, con una producción de 984 toneladas según datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2015.

Con la siembra de 731,754.02 hectáreas de cultivos, la producción agrícola en 2015 generó una derrama económica de 7,850 millones de pesos, producto de la cosecha de 7 millones de toneladas de productos agrícolas. Los principales cultivos en el Estado son alfalfa verde, maíz grano, frijol, maíz y avena forrajeros.

Los municipios con mayor superficie sembrada son: Guadalupe Victoria, Durango, Cuencamé, Canatlán y Nuevo Ideal, de los cuales el 17.4% es de riego y 82.6% es de temporal.

### Medio ambiente y biodiversidad

En cuanto a recursos forestales, el Estado dispone de 10'589,929.13 hectáreas de las cuales el 71 % es propiedad ejidal y comunal. El resto es propiedad privada y una pequeña porción es de jurisdicción federal.

Durango se constituye como la primera reserva nacional forestal y proveedor fundamental de agua del Granero de México y de la Cuenca Lechera más importante del país; sus reservas son del orden de los 530 millones de metros cúbicos R.T.A. en 5.4 millones de hectáreas con base en el inventario estatal forestal y de suelos 2013 y genera escurrimientos superficiales de 11,486 millones de m<sup>3</sup> / año, de los cuales el 91% se va a estados vecinos, 3% se evapora y 6% se aprovecha en el Estado.

En materia de restauración de áreas degradadas, anualmente se producen 12.4 millones de plantas y se reforestan 13,300 hectáreas en promedio.

El volumen de aprovechamiento forestal no maderable se ubicó en el 2015 en 14,144.18 toneladas, de las cuales el maguey aporta el 68.62%, el orégano el 16.20% y el sotol el 10.44%. El resto lo aportan en su conjunto la lechuguilla y la candelilla; siendo los principales municipios productores Cuencamé, Durango, Mezquital, Nazas y Nombre de Dios.

Gracias a su topografía, la diversidad climática y el papel que la Sierra Madre Occidental juega como corredor biológico, Durango cuenta con una amplia variedad de paisajes y recursos naturales, que le confieren una elevada riqueza florística y ambiental.

La Comisión Nacional de Biodiversidad -CONABIO- ha identificado 151 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) para la protección de la biodiversidad a lo largo de todo el país, 12 de las cuales están localizadas en el Estado de Durango; de igual forma identificó 9 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y 13 áreas de importancia para la conservación de aves (AICAS).

Se tiene una falta de manejo adecuado de las áreas destinadas a la conservación, ya que poco más de 8,000 km<sup>2</sup>, es decir sólo el 6.6% de la superficie estatal está bajo algún régimen de protección (áreas naturales protegidas estatales o federales y sitios Ramsar)

En lo referente al manejo de residuos sólidos, actualmente 10 municipios carecen de un Relleno Sanitario para el manejo de residuos, así como plantas de separación de residuos que evitarían la saturación rápida y otorgarían valor agregado a los mismos.

En cuanto a la evaluación del impacto ambiental, prevalece un marcado desinterés del sector industrial, comercial y de servicios para realizar acciones encaminadas a mejorar la calidad del aire en el Estado, ante la falta de regulación para garantizar la reducción de emisiones a la atmósfera.

## ESTRATEGIA GENERAL PARA UN DESARROLLO CON EQUIDAD

La principal riqueza de Durango radica en sus hombres y mujeres, por lo que su bienestar social y económico, es una prioridad para el presente Gobierno. Sin duda, en la medida que se genere empleo en todas las ramas de la economía, no sólo estará garantizada la buena marcha del mercado interno estatal, sino que también se elevará la calidad de vida de las y los trabajadores y sus familias.

Ahora bien, para desplegar un desarrollo económico general de la entidad en forma sostenible, en donde no se comprometan los recursos naturales de las generaciones futuras, el Gobierno impulsará actividades estratégicas que enlacen sólidamente los procesos de producción, distribución y consumo locales, regionales, municipales y estatales.

Numerosas empresas industriales y unidades agrícolas de producción operan sin regulación alguna depredando el medio ambiente, explotando los suelos, emitiendo gases contaminantes, desforestando zonas, como si los servicios ambientales fueran infinitos y mercancías sustituibles.

Se promoverá un estado saludable en materia de suelo, agua y aire, minimizando toda forma de contaminación. Se fortalecerán prácticas productivas, ecológicas y una nueva cultura del cuidado de nuestro planeta en el que se establezcan relaciones solidarias entre comerciantes, productores, organizaciones sociales y demás consumidores.

## OBJETIVO, ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN

Desarrollo económico y empleo

1. Incrementar la competitividad del aparato productivo estatal y el atractivo del estado como destino de inversión.

Fortalecer la competitividad del empresariado local agregando valor a sus productos y promover la cooperación empresarial.

Identificar y fortalecer sectores económicos potenciadores del crecimiento en el Estado.

Establecer el canal de diálogo entre el sector público y privado para diseñar e implementar estrategias que impulsen el desarrollo de una industria o sector específico.

Incentivar el mejoramiento de las capacidades de hospedaje industrial, conectividad e infraestructura.

Apoyar a la tecnificación, automatización, certificación y gestión tecnológica de las empresas locales.

Promover iniciativas público-privadas para el desarrollo de infraestructura productiva de alta especificación con capacidad de albergar proyectos de inversión.

Incentivar la industrialización de Durango mediante empresas tractoras, nacionales o extranjeras, que propicien la transferencia de conocimiento y tecnología al aparato productivo local.

Prospección de industrias y empresas estratégicas para el escalamiento industrial de las actividades primarias y de bajo valor agregado en el Estado.

Atracción de empresas tractoras potenciadoras del desarrollo regional a destinos clave que representen ventajas competitivas a la inversión.

Propiciar el uso cotidiano de la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación en las empresas duranguenses como acelerador de su crecimiento.

Colaboración de inversionistas mentores que aporten su experiencia y capital económico a nuevos proyectos.

Fomentar un empleo de calidad para todos

Fomentar el aumento de la empleabilidad a través de la capacitación en el trabajo para incrementar la productividad y la vinculación con empresas.

Crear conciencia en el sector laboral acerca de ampliar el rango de edad de contratación y otorgar incentivos fiscales para su contratación.

Campo competitivo

Impulsar el crecimiento económico del sector agropecuario a través de un desarrollo rural sustentable.

Incrementar los niveles de producción en las unidades de producción agropecuarias  
Fomentar el desarrollo de las capacidades productivas y la implementación de nuevas tecnologías.

La planta tendrá un poco menos de 3000 personas trabajando en el proyecto según la Tabla III-18 a continuación.

**Tabla III - 18. Personal por contratar**

Personal*	Proyecto Fertilizantes del Norte	Contratistas	Subcontratistas	PMC	Otros	Total
Técnico	10	260	70	15	15	370
Campo	0	1740	770	5	5	2520
Total	10	2000	840	20	20	2890

(\*) NOTA: Personal máximo alcanzado para la obra en un período de 3 meses.

Con la contratación de este personal se dará apoyo al Desarrollo económico y empleo.

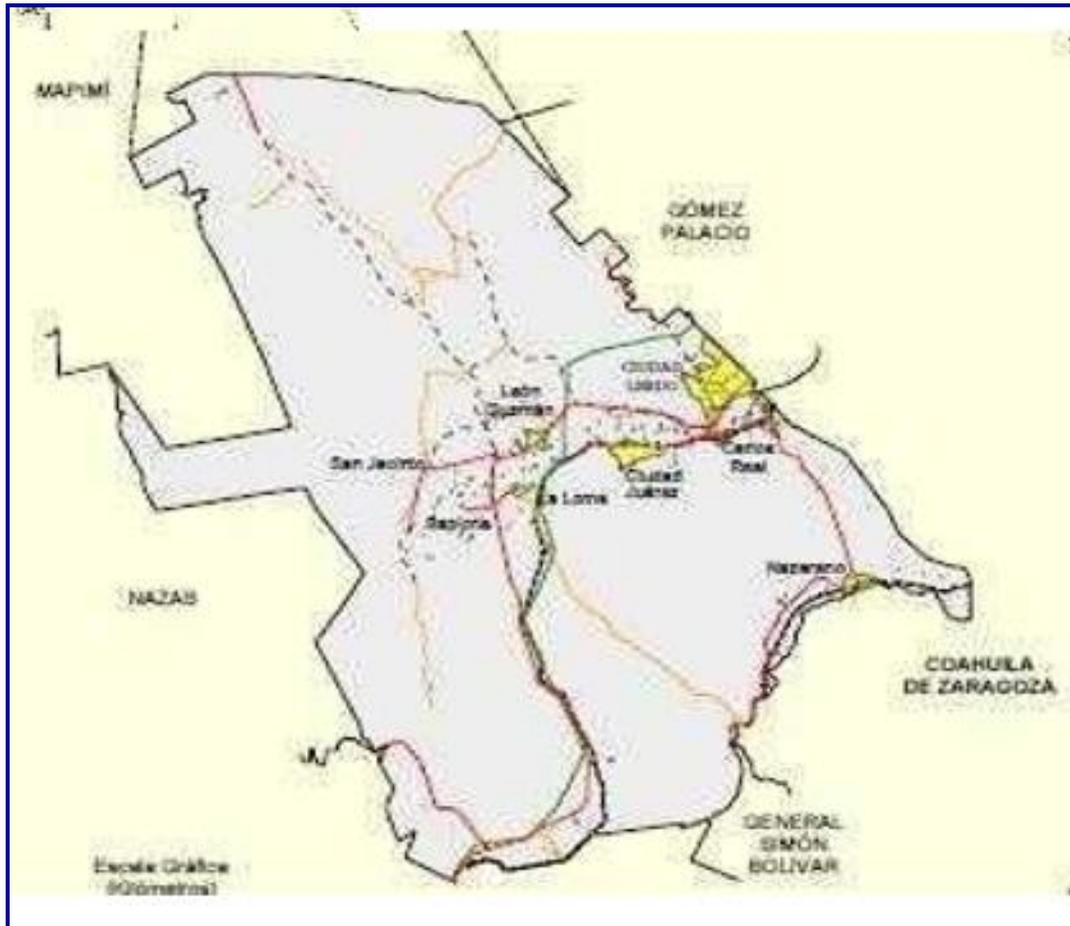
### 3.1.6 Plan Municipal de Desarrollo de Lerdo 2016-2019

#### 3.1.6.1 General

Este plan de desarrollo contiene los compromisos adquiridos de las voces ciudadanas, las metas alcanzables, los posibles prioridades y programas gubernamentales que garantizan el crecimiento dentro de los diferentes ejes rectores de este plan, que fortalecen nuestros valores fundamentales cimentando las bases de nuestras futuras generaciones.

La cabecera municipal de Lerdo se ubica a los 25° 46' de latitud norte y 103° 31' de latitud oeste. Colinda al norte con los municipios de Mapimí y Gómez Palacio; al sur con el municipio de Cuencamé; al oriente con el municipio de Gómez Palacio y el estado de Coahuila y al poniente con los municipios de Mapimí y Nazas.

Figura III - 12. Mapa del Municipio de Lerdo, Durango



#### 3.1.6.1.1 Extensión

El municipio de Lerdo cuenta con una extensión de 1,868.80 kilómetros, que representan el 1.7% de la superficie del estado de Durango.

#### 3.1.6.2 Marco Jurídico de la Planeación Municipal

En la planeación democrática, participativa, territorial e incluyente, es condición necesaria para fortalecer la atención a los ciudadanos el planteamiento del marco jurídico y es factor determinante para el éxito de las acciones en todas las fases del proceso de desarrollo, permitiendo que con el apego a derecho se adecúe y responda a las necesidades y demandas de la población a través de los diferentes programas gubernamentales en coordinación con el Estado y le trasfiere además, jerarquía constitucional para el manejo planificado de su patrimonio y libre administración municipal.

### 3.1.6.2.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

*Artículo 26.-* El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la Nación.

*Artículo 2. De la Ley de Planeación, anexo 18.-* La planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral y sustentable del país y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

*Artículo 33.-* El Ejecutivo Federal podrá convenir con los gobiernos de las entidades federativas, satisfaciendo las formalidades que en cada caso procedan, la coordinación que se requiera a efecto de que dichos gobiernos participen en la planeación nacional del desarrollo; coadyuven, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones, a la consecución de los objetivos de la planeación nacional, y para que las acciones a realizarse por la Federación y los Estados se planeen de manera conjunta. En todos los casos se deberá considerar la participación que corresponda a los municipios.

*Artículo 115.*

II. Los Municipios estarán investidos de personalidad jurídica y manejarán su patrimonio conforme a la ley.

Los ayuntamientos tendrán facultades para aprobar, de acuerdo con las leyes en materia municipal que deberán expedir las legislaturas de los Estados, los bandos de policía y gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal regulen las materias, procedimientos funciones y servicios públicos de su competencia y aseguren la participación ciudadana y vecinal.

V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y estatales relativas, estarán facultados para:

a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal.

### 3.1.6.2.2 Constitución Política del Estado de Durango

*Artículo 109*, describe las obras y servicios públicos que el municipio tendrá a su cargo para operarlos de manera planificada, así como la facultad de asociarse y suscribir convenios aunado al desarrollo económico y social cuando así lo requiera.

*Artículo 110*, precisa las facultades del municipio para formular, aprobar y administrar el plan de desarrollo urbano municipal, y la creación de zonas de reserva ecológica, en apoyo a las Leyes Federales y Estatales correspondientes.

### 3.1.6.2.3 Ley Orgánica del Municipio libre del Estado de Durango

*Artículo 20 fracción XVI* determina la instalación de comités de planeación para el desarrollo municipal para coadyuvar en la formulación de planes y programas congruentes con los objetivos del desarrollo previsto en las leyes de planeación.

*Artículo 27*, señala que son atribuciones y Responsabilidades de los Ayuntamientos:

b) En materia de Administración Pública:

I. Elaborar, presentar y publicar en el transcurso de los tres primeros meses a partir de la fecha de instalación del Ayuntamiento, el Plan Municipal de Desarrollo correspondiente a su período constitucional de Gobierno y derivado de éste, los programas de obras y servicios públicos de su competencia.

II. Construir y consolidar los comités de planeación para el desarrollo municipal, ajustándole a las leyes de planeación federal relativos.

*Artículo 42*, declara que son facultades y obligaciones del Presidente Municipal, Síndico y Regidores: Conducir la elaboración del Plan Municipal de Desarrollo, de sus programas anuales de obras y servidores públicos y vigilar el cumplimiento de las acciones que le corresponden a cada una de las dependencias de la Administración Municipal.

Finalmente, en el Título Noveno referente a la Planeación Municipal de Desarrollo en el Capítulo 1, se hace una amplia referencia a los planes municipales de desarrollo en los artículos 192,194, 195, 196, 197, 198, 199, 200 y 201.

#### 3.1.6.3 Ejes rectores:

Transparencia, rendición de cuentas y cercanía a la gente

Desarrollo social sustentable e incluyente

Salud integral y preventiva

Deporte

Educación y Cultura

Medio ambiente y sustentabilidad

Proyección económica e identidad

Valores

Seguridad integral y protección civil

#### 3.1.6.4 Desarrollo Social Incluyente y Sustentable

Estrategia: coadyuvar los esfuerzos del total de los ejes rectores, para alcanzar metas a corto, mediano y largo plazo.

Para lograr mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, el gobierno Municipal, debe basar su política social en una estrategia integral incluyente y sustentable, que abarque todas las áreas de desarrollo que involucran al individuo y personas que presentan alguna discapacidad, tomando como principio básico la igualdad

No obstante que, como municipio, Lerdo ocupa una posición sobresaliente en los niveles de desarrollo humano y educacional en comparación con otras regiones, aún enfrenta serios retos sociales que se manifiestan en pobreza, rezago y marginación. Actualmente, numerosas familias viven en condiciones extremas, con carencia de lo más elemental para subsistir.

#### 3.1.6.5 Medio ambiente y sustentabilidad

Líneas de acción

1.- Promover un desarrollo ordenado y sustentable, protegiendo el medio ambiente y regenerando las zonas impactadas ecológicamente.

### 3.1.6.6 Proyección económica e identidad

Estrategia: austeridad enfocada a eficientar los recursos financieros, mediante proyecciones reales, para dar espacio suficiente a la competitividad.

La crisis financiera ha afectado a los ingresos públicos esperados y ha generado presión en el nivel de gasto producto de las medidas implementadas para atenuar el impacto económico en las familias por el desempleo y en las pequeñas y medianas empresas, que enfrentan paros técnicos o la quiebra. Asimismo, el monto de la deuda pública ha crecido reflejando el alto nivel de la inversión pública en obras de infraestructura.

### 3.1.6.7 Líneas de acción

CAMPO.

1.- Establecer acciones que promuevan el uso eficiente y adecuado de la tierra cultivable y la venta de productos agrícolas.

6.- Promover proyectos de inversión mixta para la creación de infraestructura ganadera y agrícola

EMPLEO.

2.- Sostener reglas claras, congruentes y estables que ofrezca confianza a todos los participantes de la actividad económica.

3.- Apoyar a los trabajadores jornaleros en la búsqueda de nuevas fuentes de empleo para sustento de sus familias.

### 3.1.6.8 Conclusiones

El Municipio vive momentos de cambio y oportunidades que el Plan de Desarrollo caracteriza sus 9 ejes principales de índole demográfica, económica, política y social.

Es prioridad para la Administración la participación ciudadana, que colabore con los planes propuestos y así se dé cumplimiento a cada una de las metas en los ejes rectores que transformarán nuestra identidad municipal.

Con la operación de Fertilizantes del Norte, se promueve en la zona de influencia del proyecto, una economía competitiva con la generación de una importante fuente de empleos, tomando en cuenta todos y cada uno de los factores que contribuyen a un desarrollo sustentable y principalmente respetando las disposiciones legales ambientales que así lo condicionan

## 3.2 Programas de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica

En materia de zonas sujetas a procesos de restauración ecológica, existe el Programa de Restauración y Compensación Ambiental, el cual es operado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Este programa tiene como objetivos principales llevar a cabo acciones tendientes a la restauración o recuperación de ecosistemas y recursos naturales de nuestro país, que por diversas causas fueron dañados o están deteriorados; así como apoyar el desarrollo de actividades encaminadas a la conservación directa a través del manejo y protección de los ecosistemas y su biodiversidad, incluyendo su uso sostenible. Los criterios del programa para establecer áreas adecuadas para la realización de actividades de restauración y conservación responden a las líneas temáticas y las prioridades establecidas para dicho programa por la CONABIO.

Las Líneas Temáticas incluidas en el Programa las cuales se desarrollan los proyectos que constituyen la operación de dicho programa, son restauración, conservación y contingencias ambientales. Estas líneas se describen a continuación:

### 3.2.1 Restauración

Actividades encaminadas a favorecer la recuperación y restitución de ecosistemas, hábitat o especies que han sido degradados, dañados o destruidos de manera directa o indirecta.

- A1. Acciones de restauración, recuperación, reforestación o remediación en áreas dañadas.
- A2. Reintroducción de especies desaparecidas o extirpación de especies invasoras.
- A3. Estudios que aporten sustento a las acciones de restauración (Inventarios biológicos, estudios ecológicos, socioeconómicos, entre otros.).

A4. Monitoreo de las acciones de restauración a corto y largo plazo.

### 3.2.2 Conservación

Actividades encaminadas a la conservación directa a través del manejo y protección de los ecosistemas y su biodiversidad incluyendo su uso sostenible

- B1. Protección, seguridad y obras de prevención.
- B2. Obras de carácter ambiental que sean de interés y beneficio para los habitantes de zonas dañadas y aledañas.
- B3. Educación ambiental (publicaciones, guías ilustradas, señalización, infraestructura de ANP, entre otros.).
- B4. Compra de tierra y pago de servidumbre ecológica (tierras frágiles y zonas núcleo).
- B5. Desarrollo comunitario, aprovechamiento sustentable, mercados verdes.
- B6. Estudios que aporten sustento a las acciones de conservación (inventarios biológicos, estudios ecológicos, socioeconómicos, entre otros.).
- B7. Monitoreo de poblaciones y áreas naturales a corto y largo plazo.

### 3.2.3 Contingencias Ambientales

Acciones necesarias ante un riesgo inminente derivado de actividades humanas o de fenómenos naturales, que pueden poner en peligro la integridad y el equilibrio de un ecosistema.

Fertilizantes del Norte se desarrollará en una zona agrícola, con uso de suelo enteramente agropecuario, de acuerdo con los ordenamientos consultados anteriormente. Por la naturaleza del proceso, la operación de Fertilizantes del Norte puede llegar a representar un incremento en el riesgo ambiental de la zona, por lo que la vinculación a este programa es posible en la línea de Contingencias Ambientales. Esta vinculación no implica la restricción del desarrollo de la planta, sino la posibilidad de que el área sea integrada al propio programa de CONABIO.

Además, el Programa de Restauración y Compensación Ambiental plantea prioridades para designar zonas con potencial para el desarrollo de proyectos de restauración y compensación. Dichas prioridades son las siguientes:

### 3.2.4 Prioridades

Zonas dañadas y aledañas motivo de los convenios administrativos

Áreas Naturales Protegidas, Regiones Prioritarias para la Conservación (terrestres, marinas e hidrológicas) y AICAS.

Especies incluidas en la NOM-ECOL-059-2001, en el PREP y las mexicanas en CITES.

Reforzamiento de actividades de protección y conservación de PROFEPA, CONANP y CONAFOR.

Áreas estatales de protección y Áreas críticas y prioritarias de atención para la PROFEPA.

Como se analiza en el presente capítulo, el área determinada para Fertilizantes del Norte y el Sistema Ambiental definido posteriormente, no interfiere con la priorización mencionada y no representa una afectación a ningún área con las características establecidas por el presente programa.

### 3.3 Listado de Normas Oficiales Mexicanas aplicables al desarrollo de Fertilizantes del Norte

**Tabla III - 19. Normatividad aplicable al proyecto**

NORMA	OBJETO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Atmósfera		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustible (DOF 6 de marzo de 2007).	Esta norma está vinculada con Fertilizantes del Norte en las etapas de preparación y construcción; con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por

		otros que se encuentren en perfectas condiciones
NOM-043-SEMARNAT-1993	Que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas (DOF 23 de abril de 2003).	Esta disposición se vincula durante la etapa de operación, por lo que deberá comprobar que ninguna de las emisiones a la atmósfera asociadas a su proceso, contienen la concentración de partículas sólidas establecida como límite máximo
NOM-045-SEMARNAT-2006	Protección ambiental.- vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición (DOF 13 de septiembre de 2007)	Esta norma está vinculada en las etapas de preparación y construcción del sitio y con la utilización de vehículos en circulación que usan diésel como combustible, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones
<b>Ruido</b>		
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición (DOF. 23 de abril de 2003) y cuyos límites previstos dentro del punto 5.4 fueron ajustados en	Esta norma se vincula durante la etapa de operación del proyecto. Se debe de asegurar que el ruido generado por el proceso sea objeto de las medidas de control necesarias, para asegurar

	2013 (2 de diciembre de 2013)	<p>los niveles dentro los límites establecidos y la frecuencia con la que se realizará la comprobación de la efectividad de dichas medidas.</p> <p>El monitoreo de ruido incluirá reconocimiento inicial, medición de campo, procesamiento de datos de la medición y un informe de medición, el cual será incluido en la evidencia a mostrar durante la vigilancia que realice la autoridad</p>
Suelo y Subsuelo		
NOM-138-SEMARNAT-SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos; las especificaciones para su caracterización y remediación (DOF. 29 de marzo de 2005)	<p>Se tomarán todas las precauciones y las medidas de seguridad para evitar el derrame de hidrocarburos (gasolina, diésel, aceites) al suelo. En caso de derrame, se deberá proceder de inmediato con la remediación correspondiente, a través de una empresa competente que cuente con la tecnología adecuada para ello. Esta norma aplica en todas aquellas etapas donde pudiera haber derrame de hidrocarburos</p>

		Se establecerán procedimientos de respuesta e indicadores para que Fertilizantes del Norte asegure la prevención de la contaminación del suelo
Residuos Peligrosos		
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF 13 de junio de 2006)	Ya que esta norma establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, se incluyen los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales. Es de observancia obligatoria. Aplica en todas las etapas del desarrollo de la planta, para identificar si se están generando residuos peligrosos y en su caso, dar la gestión integral correspondiente conforme a la legislación vigente  De acuerdo a esta norma, el promovente con apoyo de un laboratorio acreditado obtendrá el análisis CRIT para cada uno de los residuos que se consideren peligrosos.

NOM-053-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción, para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso, por su toxicidad al ambiente (D.O.F. 22 de octubre de 1993)	El proceso de cumplimiento de esta norma, será incluido en el Programa de Vigilancia Ambiental y será aplicado de acuerdo lo establecido por la metodología de dicha norma toda vez que la autoridad competente lo solicite al promovente
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos, considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005	Fertilizantes del Norte verificará la incompatibilidad de los residuos peligrosos que se generen, tomando en cuenta el procedimiento de la norma. Se elaborará una matriz de incompatibilidad, la cual estará publicada en el sitio del proyecto en todo momento. La infraestructura que se desarrolle para realizar el almacenamiento de residuos peligrosos observará, no sólo la norma vigente en la materia, sino la matriz de incompatibilidad resultante.
Especies en riesgo		
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y	Fertilizantes del Norte, como una actividad de su Programa de Vigilancia Ambiental, se encargará de

	especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo	clasificar cada una de las especies en riesgo y las reubicarà en una zona de reforestación dentro del predio.
Residuos de Manejo Especial		
NOM-161-SEMARNAT-2011	Establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a planes de manejo, el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo (DOF 1° de febrero de 2013)	Fertilizantes del Norte, como una actividad de su Programa de Vigilancia Ambiental, se encargará de clasificar cada uno de los residuos generados durante las etapas del proyecto. Además, determinará en los términos y especificaciones de esta norma, qué residuos pueden ser considerados de manejo especial y cuáles, por las características de su generación, deberán contar con un plan de manejo
Agua		
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.	Fertilizantes del Norte contará con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en todas las diferentes áreas del proceso, tratando sus aguas residuales para ser reutilizadas en el proceso o

		bien como riego en sus áreas verdes y el vivero.
--	--	--

### 3.3.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La LGEEPA tiene como objetivos establecer los lineamientos para la preservación y conservación de los recursos naturales, así como la restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

En particular, el presente estudio se vincula con la LGEEPA, con los lineamientos establecidos en su Sección V, referentes a la Evaluación de Impacto Ambiental, y de acuerdo con el Artículo 28, se define como el instrumento de política ambiental a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras o actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar, y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Para ello, en los casos que determine el reglamento correspondiente, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades que se indican en diferentes incisos, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, preliminarmente se estudiará la viabilidad ambiental del proyecto tomando en cuenta lo previsto en las fracciones que inciden de alguna manera en la realización de Fertilizantes del Norte fracciones II del artículo 28 de la ley en comento, referente a la industria química.

*Artículo 28.-* La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida,

quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

II.- Industria, del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

*Artículo 30.-* Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

El presente documento demuestra que Fertilizantes del Norte da cabal cumplimiento a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, ya que uno de los principales propósitos de la ley, es el de normar la operatividad de las empresas, incluyendo los proyectos de la industria química. Fertilizantes del Norte es una planta industrial diseñada para la fabricación de productos químicos inorgánicos, la cual durante su proceso maneja materiales que son considerados como peligrosos.

Por este motivo se considera que la evaluación del impacto ambiental asociado a este proyecto, requiere de la atención de la competencia federal, con el objetivo de que exista un verdadero desarrollo ambiental programado, fundado en un proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiendan a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, mediante la aplicación de medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales; fortaleciendo siempre las políticas, programas, normas y acciones destinadas a mejorar el ambiente y a prevenir y controlar su deterioro.

La empresa promovente Fertilizantes del Norte está debidamente constituida con base en las disposiciones legales vigentes, asume su responsabilidad adoptando medidas para evitar el deterioro del ambiente; y mediante el presente documento dar a conocer un análisis serio, claro y profesional de las acciones proyectadas para desarrollar de manera eficiente la actividad que nos ocupa, detectando los posibles riesgos que ésta representa y aportando medidas técnicas preventivas, correctivas y de seguridad, tendientes a mitigar, reducir o evitar los posibles efectos adversos que se pudieran causar al ambiente en caso de un posible accidente.

### 3.3.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Establece en el artículo 5°, inciso F, que quienes pretendan llevar a cabo actividades relacionadas con la industria química, requieren de la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en Materia de Impacto Ambiental y Riesgo. Así también, en el artículo 9° se indica que los promoventes deberán presentar ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita la autorización.

De acuerdo con las características de Fertilizantes del Norte, se presenta ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales una Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, cuyos lineamientos están establecidos por el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en sus artículos 11 y 12.

### 3.3.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

El presente Reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

Para efectos de la presente evaluación, se requiere la vinculación del proyecto con las disposiciones de este reglamento para acreditar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en materia de prevención y control de la contaminación a la atmósfera, entre las que destacan las que se señalan a continuación:

Artículo 3o.- Son asuntos de competencia Federal, por tener alcance general en la nación o ser de interés de la Federación, en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, los que señala el artículo 5o. de la Ley y en especial los siguientes:

VII.- La protección de la atmósfera en zonas o en casos de fuentes emisoras de jurisdicción federal.

**Artículo 6o.-** *Para los efectos de este Reglamento se estará a las definiciones que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las siguientes:*

*Fuente fija: Es toda instalación establecida en un sólo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.*

**Artículo 7o.-** *Compete a la Secretaría Artículo 10.- Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o que realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas.*

**Artículo 11.-** *Para los efectos del Reglamento se consideran:*

*II.- Fuentes de Jurisdicción Federal;*

*h) Aquellas que por su naturaleza y complejidad requieran la intervención federal.*

**Artículo 13.-** *Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:*

*I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y*

*II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.*

**Artículo 16.-** *Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.*

*Asimismo, y tomando en cuenta la diversidad de tecnologías que presentan las fuentes, podrán establecerse en la norma técnica ecológica diferentes valores al determinar los niveles máximos permisibles de emisión o inmisión, para un mismo contaminante o para una misma fuente, según se trate de:*

*I.- Fuentes existentes;*

*II.- Nuevas fuentes; y*

*III.- Fuentes localizadas en zonas críticas.*

*La Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, y previos los estudios correspondientes, determinará en la norma técnica ecológica respectiva, las zonas que deben considerarse críticas.*

**Artículo 17.-** *Los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, por las que se emitan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera estarán obligados a:*

*I.- Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas correspondientes;*

*II.- Integrar un inventario de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, en el formato que determine la Secretaría;*

*III.- Instalar plataformas y puertos de muestreo;*

*IV.- Medir sus emisiones contaminantes a la atmósfera, registrar los resultados en el formato que determine la Secretaría y remitir a ésta los registros, cuando así lo solicite;*

*V.- Llevar a cabo el monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, cuando la fuente de que se trate se localice en zonas urbanas o suburbanas, cuando colinde con áreas naturales protegidas, y cuando por sus características de operación o por sus materias primas, productos y subproductos, puedan causar grave deterioro a los ecosistemas, a juicio de la Secretaría;*

*VI.- Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control; VII.- Dar aviso anticipado a la Secretaría del inicio de operación de sus procesos, en el caso de paros programados, y de inmediato en el caso de que éstos sean circunstanciales, si ellos pueden provocar contaminación;*

*VIII.- Dar aviso inmediato a la Secretaría en el caso de falla del equipo de control, para que ésta determine lo conducente, si la falla puede provocar contaminación.*

*IX.- Las demás que establezcan la Ley y el Reglamento.*

**Artículo 17 Bis.** *Para los efectos del presente Reglamento, se consideran subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales señalados en el artículo 111 Bis de la Ley, como fuentes fijas de jurisdicción Federal los siguientes:*

## **B) INDUSTRIA QUIMICA**

*II. Fabricación de ácidos, bases y sales inorgánicas;*

**Artículo 18.-** *Sin perjuicio de las autorizaciones que expidan otras autoridades competentes, las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, requerirán licencia de funcionamiento expedida por la Secretaría, la que tendrá una vigencia indefinida.*

**Artículo 19.-** *Para obtener la licencia de funcionamiento a que se refiere el artículo anterior, los responsables de las fuentes, deberán presentar a la Secretaría, solicitud por escrito acompañada de la siguiente información y documentación:*

*I.- Datos generales del solicitante;*

- II.- Ubicación;
- III.- Descripción del proceso;
- IV.- Distribución de maquinaria y equipo;
- V.- Materias primas o combustibles que se utilicen en su proceso y forma de almacenamiento;
- VI.- Transporte de materias primas o combustibles al área de proceso;
- VII.- Transformación de materias primas o combustibles;
- VIII.- Productos, subproductos y desechos que vayan a generarse;
- IX.- Almacenamiento, transporte y distribución de productos y subproductos;
- X.- Cantidad y naturaleza de los contaminantes a la atmósfera esperados;
- XI.- Equipos para el control de la contaminación a la atmósfera que vayan a utilizarse; y
- XII.- Programa de contingencias, que contenga las medidas y acciones que se llevarán a cabo cuando las condiciones meteorológicas de la región sean desfavorables; o cuando se presenten emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas extraordinarias no controladas.

La información a que se refiere este artículo deberá presentarse en el formato que determine la Secretaría, quien podrá requerir la información adicional que considere necesaria y verificar en cualquier momento, la veracidad de la misma.

**Artículo 21.-** Los responsables de fuentes fijas de jurisdicción federal que cuenten con licencia otorgada por la Secretaría, deberán presentar ante ésta, una Cédula de Operación Anual dentro del periodo comprendido entre el 1o. de enero y el 30 de abril de cada año, los interesados deberán utilizar la Cédula de Operación Anual a que se refiere el artículo 10 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

**Artículo 23.-** Las emisiones de contaminantes atmosféricos que se generen por las fuentes fijas de jurisdicción federal, deberán canalizarse a través de ductos o chimeneas de descarga.

Cuando por razones de índole técnica no pueda cumplirse con lo dispuesto por este artículo, el responsable de la fuente deberá presentar a la Secretaría un estudio justificativo para que ésta determine lo conducente.

**Artículo 24.-** Los ductos o las chimeneas a que se refiere el artículo anterior, deberán tener la altura efectiva necesaria, de acuerdo con la norma técnica ecológica correspondiente, para dispersar las emisiones contaminantes.

**Artículo 25.-** Las mediciones de las emisiones contaminantes a la atmósfera, se llevarán a cabo conforme a los procedimientos de muestreo y cuantificación establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas o, en su caso, en las normas técnicas ecológicas correspondientes. Para evaluar la emisión total de contaminantes atmosféricos de una fuente múltiple, se deberán sumar las emisiones individuales de las chimeneas existentes.

**Artículo 26.-** Los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, deberán conservar en condiciones de seguridad las plataformas y puertos de muestreo y mantener calibrados los equipos de medición, de acuerdo con el procedimiento previsto en la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

### 3.3.4 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido.

El presente Reglamento es de observancia general en todo el Territorio Nacional y tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, el cumplimiento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que se refiere a emisión contaminante de ruido, proveniente de fuentes fijas de jurisdicción federal.

En su artículo 6° establece que se consideran como fuentes de jurisdicción federal de contaminación ambiental originada por la emisión de ruido las siguientes:

**I.- Fijas.** Todo tipo de industria, máquinas con motores de combustión, terminales y bases de autobuses y ferrocarriles, aeropuertos, clubes cinegéticos y polígonos de tiro; ferias, tianguis, circos y otras semejantes;

**II.- Móviles.** Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares.

En virtud de que Fertilizantes del Norte está catalogada como una fuente fija de jurisdicción federal, las condiciones de operación de las instalaciones industriales que la conformarán

están diseñadas de tal forma que se cumpla puntualmente con el parámetro legal vigente establecido en materia de contaminación auditiva por fuentes fijas.

### 3.3.5 Ley de Aguas Nacionales

Tiene como fundamento la administración de las aguas nacionales por cuenca, la participación social y de los órdenes gobierno en las decisiones relativas a la gestión del agua y sus bienes públicos inherentes. Contempla el nivel Central de los Organismos de Cuenca. También considera el otorgamiento de concesiones conforme a la disponibilidad y los usos, transvases y gestión regulados por la autoridad bajo mecanismos que mantengan o restablezcan el equilibrio hidrológico, aprovechamiento eficiente y la promoción del reúso y recirculación. Reconoce los servicios ambientales y su pago, así como la restauración por contaminación del agua e incentivos económicos y fiscales cuando su uso sea limpio y eficiente. Es de esperarse que se requiera la vinculación con esta ley para regular el uso y la prevención a la contaminación del recurso hídrico, entre los artículos se destacan los que se señalan a continuación:

**Artículo 1.** *La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto 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.*

**Artículo 2.** *Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.*

**Artículo 7.** *Se declara de utilidad pública:*

*II.- La protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o*

*artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos acorde con las "Normas Oficiales Mexicanas" y la derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras;*

**Artículo 20.** *La explotación uso o aprovechamiento de las aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "La Comisión Nacional del Agua", de acuerdo con las reglas y condiciones que establece la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.*

**Artículo 21.** *La solicitud de concesión o asignación deberá contener al menos:*

*Nombre y domicilio del solicitante;*

*La cuenca hidrológica, acuífero en su caso, región hidrológica, municipio y localidad a que se refiere la solicitud;*

*El punto de extracción de las aguas nacionales que se soliciten;*

*El volumen de extracción y consumo requeridos;*

*El uso inicial que se le dará al agua, sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo quinto del Artículo 25 de la presente Ley; cuando dicho volumen se pretenda destinar a diferentes usos, se efectuará el desglose correspondiente para cada uno de ellos;*

*El punto de descarga de las aguas residuales con las condiciones de cantidad y calidad;*

*El proyecto de las obras a realizar o las características de las obras existentes para su extracción y aprovechamiento, así como las respectivas para su descarga, incluyendo tratamiento de las aguas residuales y los procesos y medidas para el reuso del agua, en su caso, y restauración del recurso hídrico; en adición deberá presentarse el costo económico y ambiental de las obras proyectadas, esto último conforme a lo dispuesto en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, y*

*La duración de la concesión o asignación que se solicita.*

*Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se solicitará el permiso de descarga de aguas residuales y el permiso para la realización de las obras que se requieran para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas y el tratamiento y descarga de las aguas residuales respectivas. La solicitud especificará la aceptación plena del beneficiario sobre su obligación de pagar regularmente y en su totalidad las contribuciones fiscales que se deriven de la expedición del título respectivo y que pudieren derivarse de la extracción, consumo y descarga de las aguas concesionadas o asignadas, así como los servicios*

*ambientales que correspondan. El beneficiario conocerá y deberá aceptar en forma expresa las consecuencias fiscales y de vigencia del título respectivo que se expida en su caso, derivadas del incumplimiento de las obligaciones de pago referidas.*

*Tratándose de solicitudes de concesión para el uso agrícola a que se refiere el Capítulo II, del Título Sexto, de esta Ley, no se requerirá solicitar conjuntamente con la concesión el permiso de descarga de aguas residuales, siempre que en la solicitud se asuma la obligación de sujetarse a las Normas Oficiales Mexicanas o a las condiciones particulares de descarga que correspondan, y a lo dispuesto en el Artículo 96 de esta Ley.*

**Artículo 21 BIS.** *El promovente deberá adjuntar a la solicitud a que se refiere el Artículo anterior, al menos los documentos siguientes:*

*Los que acrediten la propiedad o posesión del inmueble en el que se localizará la extracción de aguas, así como los relativos a la propiedad o posesión de las superficies a beneficiar;*

*El documento que acredite la constitución de las servidumbres que se requieran;*

*La manifestación de impacto ambiental, cuando así se requiera conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente;*

*El proyecto de las obras a realizar o las características de las obras existentes para la extracción, aprovechamiento y descarga de las aguas motivo de la solicitud;*

*La memoria técnica con los planos correspondientes que contengan la descripción y características de las obras a realizar, para efectuar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas a las cuales se refiere la solicitud, así como la disposición y tratamiento de las aguas residuales resultantes y las demás medidas para prevenir la contaminación de los cuerpos receptores, a efecto de cumplir con lo dispuesto en la Ley;*

*La documentación técnica que soporte la solicitud en términos del volumen de consumo requerido, el uso inicial que se le dará al agua y las condiciones de cantidad y calidad de la descarga de aguas residuales respectivas, y*

*Un croquis que indique la ubicación del predio, con los puntos de referencia que permitan su localización y la del sitio donde se realizará la extracción de las aguas nacionales; así como los puntos donde efectuará la descarga.*

*Los estudios y proyectos a que se refiere este Artículo se sujetarán a las normas y especificaciones técnicas que en su caso emita "la Comisión".*

**Artículo 24.** *El término de la concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales no será menor de cinco ni mayor de treinta años, de acuerdo con la prelación del uso específico del cual se trate, las prioridades de desarrollo, el beneficio social y el capital invertido o por invertir en forma comprobable en el aprovechamiento respectivo. En la duración de las concesiones y asignaciones, "la Autoridad del Agua" tomará en consideración las condiciones que guarde la fuente de suministro, la prelación de usos vigentes en la región que corresponda y las expectativas de crecimiento de dichos usos.*

*Las concesiones o asignaciones en los términos del Artículo 22 de esta Ley, serán objeto de prórroga hasta por igual término y características del título vigente por el que se hubieren otorgado, siempre y cuando sus titulares no incurrieren en las causales de terminación previstas en la presente Ley, se cumpla con lo dispuesto en el Párrafo Segundo del Artículo 22 de esta Ley y en el presente Artículo y lo soliciten dentro de los últimos cinco años previos al término de su vigencia, al menos seis meses antes de su vencimiento.*

*La falta de presentación de la solicitud a que se refiere este Artículo dentro del plazo establecido se considerará como renuncia al derecho de solicitar la prórroga.*

*Para decidir sobre el otorgamiento de la prórroga se considerará la recuperación total de las inversiones que haya efectuado el concesionario o asignatario, en relación con la explotación, uso o aprovechamiento de los volúmenes concesionados o asignados.*

**Artículo 28.** *Los concesionarios o asignatarios tendrán los siguientes derechos:*

*I.- Explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales y los bienes a que se refiere el artículo 113, en los términos de la presente ley y del título respectivo;*

*II.- Realizar a su costa las obras o trabajos para ejercitar el derecho de explotación, uso o aprovechamiento del agua, en los términos de la presente ley y su reglamento;*

*III.- Obtener la constitución de las servidumbres legales en los terrenos indispensables para llevar a cabo el aprovechamiento de agua o su desalojo, tales como la de desagüe, de acueducto y las demás establecidas en la legislación respectiva o que se convengan;*

*IV.- Transmitir los derechos de los títulos que tengan, ajustándose a lo dispuesto por esta ley;*

*V.- Renunciar a las concesiones o asignaciones y a los derechos que de ellas se deriven;*

- VI.- Solicitar correcciones administrativas o duplicados de sus títulos;
- VII.- Obtener prórroga de los títulos por igual término de vigencia, de acuerdo con lo previsto en el artículo 24;
- VIII.- Las demás que le otorguen esta ley y su reglamento.

**Artículo 29.** Los concesionarios o asignatarios tendrán las siguientes obligaciones:

- I.- Ejecutar las obras y trabajos de explotación, uso o aprovechamiento de aguas en los términos y condiciones que establece esta ley y su reglamento y comprobar su ejecución para prevenir efectos negativos a terceros o al desarrollo hidráulico de las fuentes de abastecimiento o de la cuenca;
- II.- Cubrir los pagos que les correspondan de acuerdo con lo establecido en la legislación fiscal vigente y en las demás disposiciones aplicables;
- III.- Sujetarse a las disposiciones generales y normas en materia de seguridad hidráulica y de equilibrio ecológico y protección al ambiente;
- IV.- Operar, mantener y conservar las obras que sean necesarias para la estabilidad y seguridad de presas, control de avenidas y otras que de acuerdo con las normas se requieran para seguridad hidráulica;
- V.- Permitir al personal de "La Comisión" la inspección de las obras hidráulicas utilizadas para explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales, incluyendo la perforación y alumbramiento de aguas de subsuelo, y permitir la lectura y verificación del funcionamiento de los medidores y las demás actividades que se requieran para comprobar el cumplimiento de lo dispuesto en la presente ley;
- VI.- Proporcionar la información y documentación que les solicite "la Comisión" para verificar el cumplimiento de las condiciones contenidas en esta ley y en los títulos de concesión, asignación o permiso a que se refiere la presente ley;
- VII.- Cumplir con los requisitos de uso eficiente del agua y realizar su reuso en los términos de las normas oficiales y de las condiciones particulares que al efecto se emitan; y
- VIII.- Cumplir con las demás obligaciones establecidas en esta ley y su reglamento.

**Artículo 32.** En el Registro Público de Derechos de Agua se llevará igualmente el registro nacional permanente, por cuencas, regiones hidrológicas, estados, Distrito Federal y municipios de las obras de alumbramiento y de los brotes de agua del subsuelo, para conocer el comportamiento de los acuíferos y, en su caso, regular su explotación, uso o aprovechamiento. "La Autoridad del Agua" solicitará los datos a los propietarios de las

tierras, independientemente de que éstas se localicen dentro o fuera de una zona reglamentada o de veda. Los propietarios estarán obligados a proporcionar esta información y la relativa a las obras de perforación o alumbramiento que hayan efectuado.

**Artículo 42.** *Para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo en las zonas reglamentadas o de veda decretadas por el Ejecutivo Federal, incluso las que hayan sido libremente alumbradas, requerirán de:*

*Concesión o asignación para su explotación, uso o aprovechamiento;*

*Un programa integral de manejo por cuenca y acuíferos a explotar, y*

*Permisos para las obras de perforación, reposición o relocalización de pozos, o demás modificaciones a las condiciones de aprovechamiento, que se realicen a partir del decreto de veda o reglamentación.*

*Las concesiones o asignaciones se sujetarán a los requisitos que establecen los Artículos 21 y 21 BIS de esta Ley y se otorgarán de acuerdo con los estudios de disponibilidad respectivos, teniendo en cuenta el volumen de agua usada o aprovechada como promedio en el último año inmediato anterior al decreto respectivo, y que se hubieran inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua.*

*A falta de dicha inscripción en el Registro citado, se tomará en cuenta el volumen declarado fiscalmente para efectos del pago del derecho federal por uso o aprovechamiento de agua, en el último ejercicio fiscal*

*En aquellos casos en los que la explotación, uso o aprovechamiento no pueda ser determinado conforme a lo dispuesto en los dos párrafos anteriores, el volumen de agua se determinará conforme a los procedimientos que establezcan los reglamentos respectivos.*

**Artículo 86 Bis2.** *Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.*

**Artículo 97.-** Los usuarios de las aguas nacionales podrán realizar, por sí o por terceros, cualesquiera obras de infraestructura hidráulica que se requieran para su explotación, uso o aprovechamiento.

*La administración y operación de estas obras serán responsabilidad de los usuarios o de las asociaciones que formen al efecto, independientemente de la explotación, uso o aprovechamiento que se efectúe de las aguas nacionales.*

**Artículo 98.-** Cuando con motivo de dichas obras se pudiera afectar el régimen hidráulico e hidrológico de los cauces o vasos propiedad nacional o de las zonas federales correspondientes, y en los casos de perforación de pozos en zonas reglamentadas o de veda se requerirá del permiso en los términos de los artículos 23 y 42 de esta ley y su reglamento.

*En estos casos, "la Comisión" podrá expedir las normas oficiales mexicanas que se requieran o las que le soliciten los usuarios. Igualmente, supervisará la construcción de las obras, y podrá en cualquier momento adoptar las medidas correctivas que sea necesario ejecutar para garantizar el cumplimiento del permiso y de dichas normas.*

Es importante señalar que existe un decreto de zona reglamentada para el área donde se pretende instalar Fertilizantes del Norte. Este reglamento, con fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación del 12 de agosto de 1991, es el Reglamento para el uso, explotación y aprovechamiento de las Aguas del subsuelo en la zona conocida como Comarca Lagunera y que establece la reserva de agua potable respectiva. El promovente considera observar las disposiciones establecidas por dicho reglamento. Aunque es importante notar que el suministro de agua para las etapas del proyecto se realizará por un tercero, el cual se encuentra debidamente autorizado para el aprovechamiento del recurso hídrico.

### 3.3.6 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Con relación al presente Reglamento, los artículos que inciden de forma general en Fertilizantes del Norte, con relación al uso o aprovechamiento racional de las aguas

nacionales y en la preservación de su cantidad y calidad, en las etapas de preparación y construcción del sitio, operación y mantenimiento son los siguientes:

Artículo 18.- Los usuarios podrán explotar, usar o aprovechar el agua, directamente o a través de la forma de organización que mejor les convenga, para lo cual se podrán constituir en alguna de las personas morales reconocidas en la legislación vigente.

**Artículo 19.-** *"La Comisión" promoverá y apoyará la organización de los usuarios del agua para que coadyuven y participen en la explotación, uso o aprovechamiento racional de las aguas nacionales y en la preservación de su cantidad y calidad, en los términos de la "Ley" y este "Reglamento". Para efectos del párrafo anterior, "La Comisión" podrá acreditar aquellas organizaciones de usuarios del agua que se hubieran constituido al amparo de otras leyes.*

**Artículo 21.-** *"La Comisión" promoverá y apoyará la organización de los usuarios, concesionarios o asignatarios del agua en una determinada cuenca, región o entidad federativa y establecerá los mecanismos para acreditar su participación en la programación hidráulica y la administración del agua, a través de los Consejos de Cuenca y de los demás mecanismos que al efecto se establezcan conforme a la "Ley" y al presente "Reglamento".*

**Artículo 134.-** *Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.*

Fertilizantes del Norte contempla la gestión necesaria para el aprovechamiento racional de las aguas nacionales, mediante la instalación de procesos y tecnología que permitan un consumo eficiente y mediante la realización de los trámites pertinentes ante la Comisión Nacional del Agua.

### 3.3.7 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Esta ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Una consideración importante es lo previsto por dicha ley respecto del cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, que particularmente prevé lo siguiente:

**Artículo 7....**

**Fracción V.** *Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.*

**Fracción XLII:** *Terreno forestal: El que está cubierto por vegetación forestal.*

**Fracción XLVIII:** *Vegetación forestal: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.*

En particular la Ley, en el artículo 117, establece que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales sólo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del consejo Estatal Forestal y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación y que usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

También, este artículo establece que las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

En adición a la autorización en materia de impacto ambiental, objeto del trámite de mérito y en cumplimiento a lo previsto en el citado artículo 117 de la LGDFS se tiene contemplada la solicitud de la autorización de cambio de uso de suelo forestal (ACUSF) para Fertilizantes del Norte, por lo que respecta a la superficie en la que se tiene proyectado remover la vegetación forestal secundaria existente, para posteriormente desplantar cierta infraestructura del proyecto en cuestión. Para tales efectos se realizará un Estudio Técnico Justificativo que se presentará a la SEMARNAT para su evaluación y dictamen en términos de las disposiciones legales antes citadas.

Así mismo la ley de mérito señala:

**Artículo 118.** *Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.*

En cumplimiento a lo previsto en el artículo 118 de dicha ley, en su momento el promovente acreditará la realización del pago o depósito ante el Fondo Forestal Nacional, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento y la propia SEMARNAT.

En su artículo 12, fracción XXIX, la LGDFS menciona que son atribuciones de la Federación, expedir, por excepción, las ACUSF. Para el caso en cuestión, dichas atribuciones son ejercidas por la SEMARNAT, a través de su Delegación Federal en el estado de San Luis Potosí, de conformidad con lo previsto en el artículo 40, fracción XXIX del Reglamento Interior de la SEMARNAT.

### 3.3.8 Reglamento de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable

Este reglamento prevé entre otras cosas, el contenido del estudio técnico justificativo, así como los plazos, etapas y procedimientos que rigen al trámite de evaluación y autorización de cambio de uso de suelo forestal, conforme a lo siguiente:

Artículo 121.- Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:

- a. *Usos que se pretendan dar al terreno;*
  - b. *Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos geo-referenciados;*
  - c. *Descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio;*
  - d. *Descripción de las condiciones del predio que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;*
  - e. *Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo;*
  - f. *Plazo y forma de ejecución del cambio de uso del suelo;*
  - g. *Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles;*
1. *Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;*
  2. *Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto;*
  3. *Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo;*
  4. *Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución;*
  5. *Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías;*
  6. *Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo;*
  7. *Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo,*
  8. *En su caso, los demás requisitos que especifiquen las disposiciones aplicables.*

Como ha quedado apuntado, se realizará el Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo forestal del proyecto Fertilizantes del Norte, para ser presentado ante las autoridades competentes, con lo que se dará cumplimiento a lo previsto en este reglamento, respecto a los permisos que se deben tramitar para poder ejecutar un cambio de uso de suelo forestal.

### 3.3.9 Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos.

La vinculación del proyecto Fertilizantes del Norte con la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos se asocia con la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generarán tanto en la etapa preparación del sitio y construcción como en la operación y mantenimiento.

**Artículo 21.-** *Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:*

- i. La forma de manejo;*
- ii. La cantidad;*
- iii. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos;*
- iv. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;*
- v. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación;*
- vi. La duración e intensidad de la exposición, y*
- vii. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.*

**Artículo 28.-** *Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:*

- i. *Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;*
- ii. *Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes, y*
- iii. *Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes.*

**Artículo 31.-** *Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:*

- i. *Aceites lubricantes usados;*
- ii. *Disolventes orgánicos usados;*
- iii. *Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;*
- iv. *Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados;*
- v. *Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;*

*La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.*

**Artículo 33.-** *Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y según lo determinen su Reglamento y demás ordenamientos que*

de ella deriven. En caso de que los planes de manejo planteen formas de manejo contrarias a esta Ley y a la normatividad aplicable, el plan de manejo no deberá aplicarse.

**Artículo 40.-** Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.

**Artículo 42.-** Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

**Artículo 43.-** Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

**Artículo 45.-** Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

**Artículo 54.-** Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

**Artículo 55.-** La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos.

Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.

En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.

**Artículo 56.-** La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o

*por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.*

*Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.*

**Artículo 57.-** *Aquellos generadores que reciclen residuos peligrosos dentro del mismo predio en donde se generaron, deberán presentar ante la Secretaría, con 30 días de anticipación a su reciclaje, un informe técnico que incluya los procedimientos, métodos o técnicas mediante los cuales llevarán a cabo tales procesos, a efecto de que la Secretaría, en su caso, pueda emitir las observaciones que procedan. Esta disposición no es aplicable si se trata de procesos que liberen contaminantes al ambiente y que constituyan un riesgo para la salud, en cuyo caso requerirán autorización previa de la Secretaría.*

*En todo caso, el reciclaje de residuos se deberá desarrollar de conformidad con las disposiciones legales en materia de impacto ambiental, riesgo, prevención de la contaminación del agua, aire y suelo y otras, que resulten aplicables.*

**Artículo 68.-** *Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.*

**Artículo 69.-** *Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.*

**Artículo 72.-** *Tratándose de contaminación de sitios con materiales o residuos peligrosos, por caso fortuito o fuerza mayor, las autoridades competentes impondrán las medidas de*

emergencia necesarias para hacer frente a la contingencia, a efecto de no poner en riesgo la salud o el medio ambiente.

**Artículo 106.-** De conformidad con esta Ley y su Reglamento, serán sancionadas las personas que lleven a cabo cualquiera de las siguientes actividades:

- i. Acopiar, almacenar, transportar, tratar o disponer finalmente, residuos peligrosos, sin contar con la debida autorización para ello;
- ii. Incumplir durante el manejo integral de los residuos peligrosos, las disposiciones previstas por esta Ley y la normatividad que de ella se derive, así como en las propias autorizaciones que al efecto se expidan, para evitar daños al ambiente y la salud;
- iii. Mezclar residuos peligrosos que sean incompatibles entre sí;
- iv. Verter, abandonar o disponer finalmente los residuos peligrosos en sitios no autorizados para ello;
- v. Incinerar o tratar térmicamente residuos peligrosos sin la autorización correspondiente;
- vi. Importar residuos peligrosos para un fin distinto al de reciclarlos;
- vii. Almacenar residuos peligrosos por más de seis meses sin contar con la prórroga correspondiente;
- viii. Transferir autorizaciones para el manejo integral de residuos peligrosos, sin el consentimiento previo por escrito de la autoridad competente;
- ix. Proporcionar a la autoridad competente información falsa con relación a la generación y manejo integral de residuos peligrosos;
- x. Transportar residuos peligrosos por vía aérea;
- xi. Disponer de residuos peligrosos en estado líquido o semisólido sin que hayan sido previamente estabilizados y neutralizados;
- xii. Transportar por el territorio nacional hacia otro país, residuos peligrosos cuya elaboración, uso o consumo se encuentren prohibidos;
- xiii. No llevar a cabo por sí o a través de un prestador de servicios autorizado, la gestión integral de los residuos que hubiere generado;
- xiv. No registrarse como generador de residuos peligrosos cuando tenga la obligación de hacerlo en los términos de esta Ley;
- xv. No dar cumplimiento a la normatividad relativa a la identificación, clasificación, envase y etiquetado de los residuos peligrosos;

- xvi. *No cumplir los requisitos que esta Ley señala en la importación y exportación de residuos peligrosos;*
- xvii. *No proporcionar por parte de los generadores de residuos peligrosos a los prestadores de servicios, la información necesaria para su gestión integral;*
- xviii. *No presentar los informes que esta Ley establece respecto de la generación y gestión integral de los residuos peligrosos;*
- xix. *No dar aviso a la autoridad competente en caso de emergencias, accidentes o pérdida de residuos peligrosos, tratándose de su generador o gestor;*
- xx. *No retirar la totalidad de los residuos peligrosos de las instalaciones donde se hayan generado o llevado a cabo actividades de manejo integral de residuos peligrosos, una vez que éstas dejen de realizarse;*
- xxi. *No contar con el consentimiento previo del país importador del movimiento transfronterizo de los residuos peligrosos que se proponga efectuar;*
- xxii. *No retornar al país de origen, los residuos peligrosos generados en los procesos de producción, transformación, elaboración o reparación en los que se haya utilizado materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal;*
- xxiii. *Incumplir con las medidas de protección ambiental, tratándose de transporte de residuos peligrosos, e*
- xxiv. *Incurrir en cualquier otra violación a los preceptos de esta Ley.*

Fertilizantes del Norte, por la naturaleza de sus actividades, puede ser considerado como un generador de residuos peligrosos y de residuos de manejo especial. De acuerdo con lo que establece la LGPGIR, por lo que deberá realizar las acciones necesarias para la gestión de dichos residuos, las cuales incluyen, mas no se limitan a contar con áreas adecuadas para el almacenamiento temporal y acopio de estos residuos, registrar su generación mediante el llenado de bitácoras y asegurar su correcta disposición final a través de proveedores autorizados por las autoridades correspondientes para cada tipo de residuos.

### 3.3.10 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Se vincula en cuanto a la identificación, y manejo integral de los residuos peligrosos en las etapas de preparación y construcción del sitio, operación y mantenimiento.

**Artículo 20.-** Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades. En este caso, sin perjuicio de lo pactado por las partes, dichos instrumentos podrán contener lo siguiente:

- i. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;
- ii. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos;
- iii. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y
- iv. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.

**Artículo 21.-** Para el cumplimiento del principio de valorización y aprovechamiento de los residuos a que se refiere la fracción II del artículo anterior, se podrá transmitir la propiedad de los mismos, a título oneroso o gratuito, para ser utilizados como insumo o materia prima en otro proceso productivo y podrán considerarse como subproductos cuando la transmisión de propiedad se encuentre documentada e incluida en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría.

Los residuos podrán ser valorizados cuando se incorporen al proceso que los generó y ello sea incluido en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría.

**Artículo 24.-** Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:

**Artículo 27.-** Podrán sujetarse a condiciones particulares de manejo los siguientes residuos peligrosos:

- i. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;
- ii. Los listados por fuente específica y no específica en la norma oficial mexicana correspondiente, siempre y cuando, como resultado de la modificación de procesos o de materia prima, cambien las características por las cuales fueron listados, y

- iii. Los que, conforme a dicha norma, se clasifiquen por tipo y se sujeten expresamente a dichas condiciones.

**Artículo 28.-** Los generadores de los residuos señalados en el artículo anterior podrán proponer a la Secretaría por escrito, las condiciones particulares de manejo por instalación, proceso o tipo de residuo.

Para este efecto, describirán en su propuesta el proceso, la corriente del residuo, su caracterización, la propuesta de manejo y los argumentos que justifiquen la condición particular. La Secretaría dispondrá de treinta días hábiles para resolver sobre las condiciones particulares de manejo propuestas.

La aprobación o determinación de condiciones particulares de manejo no modifica o cancela la clasificación de un residuo como peligroso.

**Artículo 38.-** Aquellos materiales en unidades de almacenamiento de materia prima, intermedias y de producto terminado, así como las de proceso productivo, que son susceptibles de considerarse residuo peligroso, no se caracterizarán mientras permanezcan en ellas.

Cuando estos materiales no sean reintegrados a su proceso productivo y se desechen, deberán ser caracterizados y se considerará que el residuo peligroso ha sido generado y se encuentra sujeto a regulación.

**Artículo 39.-** Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.

Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.

**Artículo 40.-** La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.

*Los residuos peligrosos que se encuentren mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente deberán de caracterizarse y cumplir las condiciones particulares de descarga que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia. En la norma oficial mexicana se determinarán aquellos residuos que requieran otros requisitos de caracterización adicionales de acuerdo con su peligrosidad.*

*Los residuos peligrosos generados por las actividades de dragado para la construcción y el mantenimiento de puertos, dársenas, ríos, canales, presas y drenajes serán manejados de acuerdo a las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.*

*Los residuos peligrosos provenientes de la industria minero-metalúrgica y aquéllos integrados en lodos y aguas residuales, se regularán en las normas oficiales mexicanas correspondientes.*

**Artículo 42.-** *Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:*

- i. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;*
- ii. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y*
- iii. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.*

*Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.*

**Artículo 71.-** *Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán:*

*I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos:*

- a) *Nombre del residuo y cantidad generada;*
- b) *Características de peligrosidad;*
- c) *Área o proceso donde se generó;*
- d) *Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos;*
- e) *Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;*
- f) *Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y*
- g) *Nombre del responsable técnico de la bitácora.*

*La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.*

**Artículo 75.-** *La información y documentación que conforme a la Ley y el presente Reglamento deban conservar los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos y los prestadores de servicios de manejo de este tipo de residuos se sujetará a lo siguiente:*

- i. *Las bitácoras de los grandes y pequeños generadores se conservarán durante cinco años;*
- ii. *El generador y los prestadores de servicios de manejo conservarán el manifiesto durante un periodo de cinco años contados a partir de la fecha en que hayan suscrito cada uno de ellos. Se exceptúa de lo anterior a los prestadores de servicios de disposición final, quienes deberán conservar la copia que les corresponde del manifiesto por el término de responsabilidad establecido en el artículo 82 de la Ley;*
- iii. *El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras determinaciones de residuos peligrosos durante cinco años, contados a partir de la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento o de disposición final, y*
- iv. *Las bitácoras para el control del proceso de remediación de sitios contaminados se conservarán durante los dos años siguientes a la fecha de liberación del sitio.*

**Artículo 82.-** *Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones*

siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

*I - Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:*

- a) *Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;*
- b) *Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;*
- c) *Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;*
- d) *Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;*
- e) *Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;*
- f) *Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;*
- g) *Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;*
- h) *El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y*
- i) *La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.*
- j) *Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:*
- k) *No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;*
- l) *Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;*

- m) *Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;*
- n) *Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y*
- o) *No rebasar la capacidad instalada del almacén.*
- p) *Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:*
- q) *Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,*
- r) *Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;*
- s) *En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y*
- t) *En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.*

*En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.*

**Artículo 87.-** *Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.*

Durante la fase de construcción y operación de Fertilizantes del Norte se dará cumplimiento a las disposiciones anteriormente referidas, por lo que hace a los residuos peligrosos y de manejo especial que resultarán durante dichas etapas, sin embargo, también se contemplan las acciones de gestión ambiental que habrán de ejecutarse durante la operación, para asegurar el cabal cumplimiento de la normatividad en la materia.

El presente reglamento establece las acciones concretas y los criterios a utilizar para la gestión adecuada de la generación de residuos peligrosos asociada a sus procesos. Fertilizantes del Norte se considera como un pequeño generador de residuos peligrosos, por lo que atenderá cada uno de dichos criterios para una generación de este tipo, los cuales incluyen especificaciones de la información que se debe presentar a la autoridad en la materia, el cumplimiento que se debe verificar por parte del generador con el prestador de servicios, las especificaciones del almacenamiento y la identificación de residuos, entre otros.

#### 3.3.10.1 Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de Durango (2016- 2026)

El Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de Durango para el periodo 2016-2026, realiza un diagnóstico para la calidad del aire en el estado, determina un inventario de emisiones considerando los distintos sectores productivos presentes y genera un plan para el cumplimiento de los objetivos y metas del programa.

En este marco, el desarrollo de Fertilizantes del Norte deberá observar las distintas medidas que han sido establecidas y definir la manera que el desarrollo del proyecto no resulte en ninguna contravención de este programa. Fertilizantes del Norte, por su naturaleza (Ver Capítulo 2), es una fuente fija de NOx y CO. Este tiene el objetivo de evitar la emisión de una mayor cantidad y variedad de contaminantes; reduciéndolos a solo dos.

El Programa cuenta con el siguiente objetivo:

**Objetivo General** - *Conformar un sistema de gestión integral permanente que permita a lo largo del periodo 2016- 2026, una reducción sostenida de los niveles de emisiones contaminantes en las dos principales cuencas urbanas del Estado de Durango, apoyándose en acciones de monitoreo, conocimiento y divulgación de los riesgos a la salud, fomento de medidas preventivas y correctivas, y una intensa participación e involucramiento ciudadano.*

En este sentido, la implementación de un proyecto industrial como Fertilizantes del Norte, el cual cuenta con un sistema de control de emisiones inherente, puede ser considerado como una fuente fija que no representa un incremento en las emisiones lo suficientemente negativo para evitar el cumplimiento del objetivo expuesto.

A su vez, en de acuerdo con lo establecido por las metas generales del Programa; Fertilizantes del Norte vincula sus actividades con dos de ellas, principalmente:

### **6.3 - Metas generales**

*2ª Reducir en un 20% las emisiones de SO<sub>2</sub> y CO provenientes de fuentes fijas y móviles respecto de los niveles de 2013, asegurando no exceder la norma aplicable.*

*5ª Implementar un programa estatal y programas de comunicación ambiental en los tres municipios más poblados del Estado, que involucren la participación de ciudadanos, organizaciones, empresas y autoridades públicas, incrementando sustancialmente los niveles de conciencia, conocimiento y uso de la información relativa a la calidad del aire y sus efectos en la salud de la población y en las actividades humanas.*

Fertilizantes del Norte no representa una emisión de SO<sub>2</sub> a la atmósfera y su emisión de CO se encuentra dentro de lo establecido por la normatividad ambiental aplicable, por lo que no representa un riesgo para el cumplimiento de las metas establecidas en el Programa antes mencionado.

Por otra parte, Fertilizantes del Norte tiene la capacidad de participar en programas estatales y programas de comunicación ambiental que requieren de involucrar empresas con el fin de incrementar los niveles de conciencia, conocimiento y uso de información sobre la calidad del aire y de cómo afecta a la población, mediante el trabajo con el propio personal que labore en el proyecto.

Por último, el Programa establece las siguientes estrategias:

### **6.4 Estrategias**

- 1. Reducción de emisiones de fuentes fijas*
- 2. Reducción de emisiones en fuentes móviles*

Fertilizantes del Norte, en su propuesta de medidas de mitigación (Ver Capítulo 6), considera la implementación de medidas que permitan reducir las emisiones a la atmósfera durante cada una de las etapas del proyecto.

Debido a lo expuesto anteriormente, se considera que Fertilizantes del Norte no contraviene ninguna de las disposiciones establecidas por los objetivos y estrategias del Programa; y que el proyecto no representa una afectación mayor a la calidad del aire en la cuenca atmosférica en la que se pretende instalar.

### 3.3.11 Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango

La presente ley es de orden público e interés general y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable por medio de la regulación, de la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como la prevención de la contaminación y la remediación de suelos contaminados con residuos en el estado de Durango.

Fertilizantes del Norte realiza el cumplimiento de lo establecido por la Ley al ser considerado como un generador de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, asociados a su operación, principalmente en lo que tiene que ver con la elaboración de planes de manejo y valorización de residuos dentro de sus instalaciones.

Fertilizantes del Norte, por lo tanto, considera la realización de las acciones necesarias para la gestión de los residuos industriales no peligrosos generados en su proceso productivo, las cuales incluyen el registro como generador ante las autoridades estatales, la elaboración de los planes de manejo correspondiente y las actividades de minimización y reducción de residuos en su establecimiento.

#### 3.3.11.1 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones

Fertilizantes del Norte, de acuerdo con lo establecido por la LGEEPA al ser considerado como una fuente fija de jurisdicción federal, así como a lo contenido en la Ley General de Cambio Climático, es un Establecimiento Sujeto a Reporte. Debido a la naturaleza del proyecto como parte del Sector Industrial y Subsector Industria Química, Fertilizantes del

Norte se verá obligada a dar cumplimiento, en términos del Reglamento, a dar reporte de sus emisiones a la atmósfera.

**Artículo 4.** *Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:*

*I. Sector Industrial:*

*a.1 Subsector industria química:*

*a.2 Fabricación de productos químicos básicos;*

**Artículo 5.** *Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción I de la Ley, los Gases o Compuestos de Efecto Invernadero sujetos a reporte en los términos del presente Reglamento, son:*

*I. Bióxido de carbono;*

Es importante reconocer que parte del diseño del proyecto, considera la mitigación de las emisiones generadas por el proceso productivo (gases). Tomando esto en cuenta, se diseñó el Sistema de Antorcha, encargado de quemar y reducir al mínimo dichas emisiones. Sin embargo, al tratarse de un proceso de combustión mediante un flare, la principal emisión esperada, por más reducida que sea, es el bióxido de carbono. De acuerdo al presente Reglamento, Fertilizantes del Norte debe reportar, observando los términos de mismo, las emisiones cuantificadas de dicho compuesto.

### 3.3.12 Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario

En materia de comunicaciones y transportes en el sector ferroviario y con fundamento a lo establecido por la presente Ley, Fertilizantes del Norte, de acuerdo a su naturaleza y a la infraestructura (espuelas) que propone, queda exento del requerimiento de autorización de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con fundamento de la fracción II del Artículo 15:

**Artículo 15.** *Se requiere permiso para:*

*i. Prestar los servicios auxiliares a que se refiere el artículo 44 de esta Ley;*

- ii. *Construir accesos, cruzamientos e instalaciones marginales, en el derecho de vía de las vías férreas; excluyendo la construcción e instalación de espuelas, mismas que se podrán construir sin necesidad de concesión o permiso;*
- iii. *Instalar anuncios y señales publicitarias en el derecho de vía, y*
- iv. *Construir y operar puentes sobre vías férreas.*

En caso de que haya dos o más interesados en construir y operar una terminal, la Secretaría otorgará el permiso respectivo conforme al procedimiento a que se refiere el artículo 9 de esta Ley.

Si bien en dicha Ley, se establece una excepción de autorización para la construcción e instalación de espuelas, entre dos puntos dentro de la misma propiedad, la misma deviene en inaplicable por existir una conexión a una vía general de transporte público ferroviario.

### 3.4 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Otras Áreas de Importancia

Las Áreas Naturales Protegidas decretadas por el gobierno del Estado de Durango, cuentan con ecosistemas valiosos o únicos, diversidad biológica, paisajes y valores naturales y culturales que forman parte del patrimonio estatal. Actualmente, el Sistema de Áreas Naturales Protegidas para el estado está integrado por tres superficies, un Área Natural Protegida decretada por el Gobierno Federal, llamada Mapimí y dos de Áreas Naturales Protegidas por decretadas por el gobierno Estatal, Cañón de Fernández y La Michilía.

No obstante, lo anterior, Fertilizantes del Norte no incide en ningún tipo de Área Natural Protegida decretada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP, o por el Estado de Durango.

#### 3.4.1 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

A partir de la necesidad de preservar a las aves, nació el programa de las AICAS el cual surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la

Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Las AICA más cercanas al área de Fertilizantes del Norte, son:

- Cuchillas de la Zarca al noroeste)
- Mapimí al norte)

Ninguna de estas áreas se vería afectada por el desarrollo de Fertilizantes del Norte

### 3.4.2 Sitios RAMSAR

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de RAMSAR, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

El único sitio RAMSAR cercano a Fertilizantes del Norte es el Parque Estatal Cañón de Fernández, localizado a 3.5 km al sur de Fertilizantes del Norte, el cual no se verá afectado por la distancia del sitio al área del proyecto.

### 3.4.3 Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA)

Las UMA pueden ser definidas como unidades de producción o exhibición en un área delimitada claramente bajo cualquier régimen de propiedad, donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos de los recursos de la vida silvestre y que requieren un manejo para su operación. La Ley General de Vida Silvestre establece que sólo a través de las UMA se permite el aprovechamiento de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre (SEMARNAT, 2005).

Las UMA más próximas a Fertilizantes del Norte son:

- San Diego al sur
- La Colonia al sureste
- El Troncón y Agua Zarca al sur suroeste

Ninguna de estas áreas se verá afectada por el establecimiento de Fertilizantes del Norte en el sitio propuesto (ver Capítulo 4).

#### 3.4.4 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El Proyecto de las RTP, en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Las RTP más cercanas a Fertilizantes del Norte son:

- Cuchillas de la Zarca al oeste
- Mapimí al norte
- Sierra La Fragua al noreste

Ninguna de estas regiones se verá afectada por el desarrollo de Fertilizantes del Norte en el área de proyecto propuesta debido a la distancia que las separa del área del proyecto (ver Capítulo 4).

#### 3.4.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

El programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias implantado en 1998 por la CONABIO tiene como objetivo, obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Las RHP más cercanas a Fertilizantes del Norte son:

- Río Nazas al oeste
- La India al noroeste
- El Rey al noreste

- Valle Hundido al este noreste

Ninguna de estas regiones se verá afectada por el establecimiento de Fertilizantes del Norte en el sitio propuesto debido a la distancia que las separa del área del proyecto (Capítulo 4).

## 3.5 Bandos y Reglamentos Municipales de Lerdo

### 3.5.1 Reglamento del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del municipio de Lerdo, Durango

El Reglamento del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Municipio de Lerdo, Durango, no considera un proyecto como Fertilizantes del Norte como parte de su jurisdicción, debido a la naturaleza de su actividad industrial química, la cual se rige por jurisdicción federal.

En lo referente a materia de emisiones a la atmósfera, descarga de agua y generación de residuos, Fertilizantes del Norte observará las disposiciones de las autoridades federales y estatales. De cualquier manera, Fertilizantes del Norte contempla la gestión y cumplimiento de cualquier obligación que pudiera desprenderse de la competencia municipal.

## 3.6 Conclusiones

Este proyecto requiere de cambio de uso de suelo debido a que hay una extensión de vegetación forestal en los predios donde se pretende construir. Aun así, se consideró que el mismo no incidía en ningún área de protección natural. Es importante considerar esta situación, como antecedente, para el establecimiento de una planta como la que propone Fertilizantes del Norte, que mientras considere en su diseño y operación, el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, así como la compatibilidad con las políticas de uso de suelo en la zona, este puede ser considerado como un proyecto viable.

Considerando lo anterior, la actividad que se llevará a cabo en Fertilizantes del Norte está de acuerdo con los lineamientos ambientales, controles y restricciones detallados en los Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatal y del Centro Urbano, Normas Oficiales

Mexicanas, Leyes, y sus Reglamentos correspondientes. En este ámbito, se establecen disposiciones para condicionar su ejecución y acreditar su viabilidad ambiental en todas sus etapas.

En relación con los ordenamientos ecológicos del territorio, las obras y actividades relacionadas con la construcción y puesta en operación de Fertilizantes del Norte, que suponen el cumplimiento de disposiciones de carácter federal, son congruentes con los criterios de regulación ambiental establecidos en el ámbito estatal y municipal.

Por tanto, en el presente estudio, tomando en cuenta las obligaciones ambientales legales que se desprenden de los documentos antes analizados, e incluyendo las disposiciones locales en la materia, se concluye que la construcción y operación de Fertilizantes del Norte es viable legalmente e implica el condicionamiento jurídico y técnico a través del cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación necesarias.

### 3.6.1 Factores Ambientales

El terreno donde se pretende construir Fertilizantes del Norte, según el Programa de Ordenamiento Ecológico para el estado de Durango, está ubicado dentro de la UGA 78 y 86, y clasificado como una zona minera y agropecuaria. De acuerdo con el Programa, se establece una política de Restauración. El predio también se localiza en la UGA 19 y 18 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Lerdo, el cual establece ciertas condiciones para el uso de suelo industrial y establece criterios específicos para el desarrollo industrial.

Por lo tanto, se concluye que el desarrollo de Fertilizantes del Norte deberá considerar el desarrollo de medidas de compensación adecuadas para contribuir a la política de Restauración establecida para el territorio donde se pretende establecer, así como el observar los criterios de regulación ecológica y las condiciones que requieren sean atendidas y observadas por la promovente del proyecto.

En conclusión, la tecnología, el proceso y los equipos que se diseñaron para la operación de Fertilizantes del Norte (Capítulo 2), pueden instalarse, ponerse en marcha y operarse de

manera segura, después de haber sido incorporadas las estrategias, tecnologías y medidas de control y mitigación de riesgos (Capítulo 6 y Análisis de Riesgo).

Esto se debe a que la planta no representa una afectación directa para los factores ambientales presentes. En congruencia con esto, el diseño, construcción y operación de la planta, se encuentran dentro del marco legal federal, estatal y/o municipal de Lerdo, Durango. Es importante señalar que no se identificó ninguna regulación o lineamiento legal que prohíba expresamente la actividad que pretende desarrollar Fertilizantes del Norte.

# CAPÍTULO IV - DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

## Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	1
Tabla de Tablas	4
Tabla de Figuras	6
<b>4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</b>	<b>9</b>
<b>4.1 Descripción de las Actividades Productivas en la Zona Donde se Pretende Construir y Operar la Planta de Fertilizantes del Norte.</b>	<b>9</b>
4.1.1 Localización del Proyecto	10
4.1.1.1 Demografía	14
4.1.1.2 Localidades	15
4.1.1.3 Extensión	20
4.1.1.4 Orografía	20
4.1.1.5 Hidrografía	21
4.1.1.6 Clima	21
4.1.1.7 Principales-Ecosistemas	21
4.1.1.8 Recursos Naturales	22
4.1.1.9 Características de suelo	22
4.1.1.10 Geología estructural	22
4.1.1.11 Geología estratigráfica	22
4.1.1.12 Población Total	23
4.1.1.12.1 Servicios de abastecimiento.	24
4.1.1.13 Servicios de Salud	25
4.1.1.14 Educación	25
4.1.1.15 Vivienda	26
4.1.1.15.1 Cañón de Fernández	28
4.1.1.15.2 Parque Raymundo	29
4.1.1.15.3 Presa Francisco Zarco	30
<b>4.2 Delimitación del Sistema Ambiental</b>	<b>30</b>
4.2.1 Caracterización y análisis de los subsistemas del Área de Estudio del proyecto	35
4.2.1.1 Marco legal e institucional	36

<b>4.3</b>	<b>Aspectos Abióticos</b>	<b>36</b>
4.3.1	Clima	36
4.3.1.1	Temperatura	39
4.3.1.2	Evaporación	46
4.3.1.3	Porcentaje de humedad relativa (%)	47
4.3.1.4	Precipitación (mm)	47
4.3.1.5	Vientos dominantes	48
4.3.1.6	Fenómenos climatológicos	51
4.3.1.6.1	Tormentas Eléctricas	51
4.3.1.6.2	Sismos	55
4.3.1.6.3	Inestabilidad de laderas	58
4.3.1.6.4	Flujos	60
4.3.1.6.5	Caídas y Derrumbes	60
4.3.1.6.6	Hundimientos	60
4.3.1.6.7	Intemperismos Severos	61
4.3.1.6.8	Temperaturas extremas	61
4.3.1.6.9	Ondas Cálidas	62
4.3.1.6.10	Heladas	63
4.3.1.6.11	Ondas Gélidas	64
4.3.1.6.12	Tormentas de Nieve	65
4.3.1.6.13	Ciclones (Huracanes)	66
4.3.1.6.14	Tornados	67
4.3.1.6.15	Granizo	68
4.3.1.6.16	Sequía	70
4.3.1.6.17	Tormentas de Polvo	72
4.3.1.6.18	Vulcanismo	73
4.3.1.6.19	Contaminación atmosférica	73
4.3.2	Geología y Geomorfología	74
4.3.2.1	Fisiografía	75
4.3.2.2	Clima	76
4.3.2.3	Hidrografía	77
4.3.2.4	Geomorfología	79

4.3.2.5	Geología	79
4.3.2.6	Estratigrafía	82
4.3.2.7	Hidrogeología	83
4.3.2.8	Evapotranspiración (ETR)	84
4.3.2.9	Subprovincia de Las Sierras Transversales	86
4.3.3	Suelos:	86
4.3.3.1	Topoformas	88
4.3.3.2	Geología	90
4.3.3.3	Estratigrafía	90
4.3.3.4	Litología	91
4.3.3.5	Presencia de fallas y fracturas	92
4.3.3.6	Sismicidad	92
4.3.3.7	Hundimientos	93
4.3.3.8	Inundaciones	93
4.3.3.9	Deslizamientos	94
4.3.3.10	Actividad volcánica	94
4.3.3.11	Suelo	94
4.3.3.12	Erosión	97
4.3.4	Hidrología Superficial y Subterránea	98
4.3.4.1	Hidrología Subterránea	100
<b>4.4</b>	<b>Aspectos Bióticos</b>	<b>108</b>
4.4.1	Flora	108
4.4.1.1	Metodología de muestreo en campo	110
4.4.1.2	Listado taxonómico de flora en los predios	111
4.4.1.3	Resultados de muestreos de vegetación en predio	113
4.4.1.4	Biodiversidad De Flora En Los Polígonos Custf	142
4.4.2	Fauna	157
4.4.2.1	Metodología de los muestreos de campo	157
4.4.2.2	Aves	159
4.4.2.3	Mamíferos	159
4.4.2.4	Herpetofauna	160
4.4.2.5	Resultados de los trabajos de campo	161

4.4.2.6	Riqueza y Diversidad _____	178
4.4.2.7	Resultados _____	179
4.4.3	Vegetación dentro del área de estudio de acuerdo con el Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Serie V. Escala 1:250,000. (Capa Unión). INEGI. _____	180
4.4.4	Conclusiones _____	182
4.4.5	Paisaje _____	183
4.4.6	Evaluación de la fragilidad del paisaje _____	185
4.4.7	Medio Socioeconómico _____	198
<b>4.5</b>	<b>Diagnóstico Ambiental _____</b>	<b>207</b>

## Tabla de Tablas

Tabla IV - 1.	Coordenadas Extremas _____	11
Tabla IV - 2.	Coordenadas del Proyecto _____	13
Tabla IV - 3.	Localidades en Lerdo, Durango _____	15
Tabla IV - 4.	Servicios de abastecimiento _____	24
Tabla IV - 5.	Matriz semicuantitativa de valores de importancia de los componentes para la delimitación del Sistema Ambiental _____	31
Tabla IV - 6.	Tabla de valores _____	32
Tabla IV - 7.	Estadísticas climatológicas normales de la estación Ciudad Lerdo (SMN), Lerdo _____	39
Tabla IV - 8.	Lluvias y evaporación por década-año _____	40
Tabla IV - 9.	Temperaturas máximas y mínimas por década-año _____	42
Tabla IV - 10.	Humedad relativa _____	47
Tabla IV - 11.	Tabla climática/Datos históricos del tiempo Ciudad Lerdo _____	48
Tabla IV - 12.	Tormentas eléctricas en la región del Municipio de Gómez Palacio _____	54
Tabla IV - 13.	Sismos Históricos reportados y registrados en el Estado de Durango _____	56
Tabla IV - 14.	Emisión total de contaminantes por municipio del estado de Durango _____	74
Tabla IV - 15.	Disponibilidad _____	101
Tabla IV - 16.	Infiltración del agua al suelo _____	105
Tabla IV - 17.	Infiltración sin medidas de mitigación _____	106
Tabla IV - 18.	Infiltración con medidas de mitigación _____	107

Tabla IV - 19. Listado de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas con categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.	111
Tabla IV - 20. Listado de especies con categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	112
Tabla IV - 21. Resultado de la base de datos de las especies arbóreas	114
Tabla IV - 22. Resultado general del estrato arbóreo con su madera en rollo presentes en predios	117
Tablas IV - 23. Estrato arbóreo por sitio de muestreo con su madera en rollo	117
Tabla IV - 24. Resultado general del estrato arbustivo	120
Tablas IV - 25. Resultado por sitio del estrato arbustivo	121
Tablas IV - 26. Resultado general del estrato herbáceo	130
Tabla IV - 27. Resultados por sitio de muestreo del estrato herbáceo	130
Tabla IV - 28. Abundancia relativa del estrato arbóreo	135
Tabla IV - 29. Abundancia relativa del estrato arbustivo	135
Tabla IV - 30. Abundancia relativa del estrato herbáceo	136
Tabla IV - 31. Estrato arbóreo	138
Tabla IV - 32. Estrato arbustivo	138
Tabla IV - 33. Estrato herbáceo	139
Tabla IV - 34. Estrato arbóreo	139
Tabla IV - 35. Estrato arbustivo	140
Tabla IV - 36. Estrato herbáceo	140
Tabla IV - 37. Dominancia relativa (%) por estrato	141
Tabla IV - 38. Estrato arbustivo	141
Tabla IV - 39. Estrato herbáceo	142
Tabla IV - 40. Índices de diversidad por estrato	147
Tabla IV - 41. Estrato arbóreo (resumen)	149
Tabla IV - 42. Tabla resumen de índices de diversidad	150
Tabla IV - 43. Índices de diversidad por estrato	151
Tabla IV - 44. Estrato arbóreo	152
Tabla IV - 45. Estrato arbustivo	152
Tabla IV - 46. Estrato herbáceo	154
Tabla IV - 47. Estrato arbustivo	155
Tabla IV - 48. Estrato arbustivo	155
Tabla IV - 49. Estrato herbáceo	156

<i>Tabla IV - 50. Especies de fauna silvestre identificadas en campo</i>	161
<i>Tabla IV - 51. Cálculo de abundancia relativa por grupo taxonómico dentro del predio</i>	165
<i>Tabla IV - 52. Cálculo de abundancia relativa Para aves dentro del predio</i>	167
<i>Tabla IV - 53. Cálculo de abundancia relativa Para aves dentro del predio</i>	168
<i>Tabla IV - 54. Cálculo de abundancia relativa para reptiles dentro del predio</i>	169
<i>Tabla IV - 55. Índices de diversidad para reptiles, aves y mamíferos identificados en campo en el predio</i>	172
<i>Tabla IV - 56. Reptiles, aves y mamíferos</i>	174
<i>Tabla IV - 57. Resumen de índices de diversidad de fauna silvestre</i>	175
<i>Tabla IV - 58. Resumen de índices de diversidad de fauna silvestre</i>	176
<i>Tablas IV - 59. Factores para evaluar la fragilidad del paisaje</i>	185
<i>Tabla IV - 60. Unidades del paisaje a partir de la morfología del terreno como componente central</i>	188
<i>Tabla IV - 61. Caracterización del paisaje</i>	195
<i>Tabla IV - 62. Calidad escénica</i>	197
<i>Tabla IV - 63. Indicadores de Marginación</i>	200
<i>Tabla IV - 64. Población económicamente activa</i>	201
<i>Tabla IV - 65. Participación económica</i>	201
<i>Tabla IV - 66. Participación según ingresos</i>	202
<i>Tabla IV - 67. Población con derechohabiencia</i>	202

## Tabla de Figuras

<i>Figura IV - 1. Sitio del Proyecto Fertilizantes del Norte</i>	10
<i>Figura IV - 2. Vista satelital con coordenadas límites del proyecto</i>	11
<i>Figura IV - 3. Plano del predio</i>	12
<i>Figura IV - 4. Mapa de Sitios RAMSAR</i>	16
<i>Figura IV - 5. Sitios RAMSAR Cañón de Fernández</i>	17
<i>Figura IV - 6. Vista satelital de la localización del Proyecto y su entorno</i>	17
<i>Figura IV - 7. Plano de Localización de la Planta Fertilizantes del Norte</i>	18
<i>Figura IV - 8. Colindancias del Municipio de Lerdo</i>	19
<i>Figura IV - 9. Población Total</i>	24
<i>Figura IV - 10. Servicio de Salud</i>	25
<i>Figura IV - 11. Educación</i>	26

Figura IV - 12. Vivienda con Agua Potable _____	27
Figura IV - 13. Vivienda con Drenaje _____	27
Figura IV - 14. Vivienda con Electricidad _____	28
Figura IV - 15. Cañón de Fernández _____	29
Figura IV - 16. Vista satelital del Sistema Ambiental _____	34
Figura IV - 17. Temperatura a Lerdo, Dgo _____	37
Figura IV - 18. Ubicación de la estación climatológica 10108, Ciudad Lerdo _____	38
Figura IV - 19. Lluvia y evaporación por mes _____	41
Figura IV - 20. Temperatura en Lerdo, Durango _____	43
Figura IV - 21. Lluvia y temperatura media, por mes _____	44
Figura IV - 22. Temperaturas mínimas, medias y máximas, por estación del año _____	45
Figura IV - 23. Climas en el Estado de Durango _____	46
Figura IV - 24. Dirección y velocidad de los vientos (WINDFINDER) _____	49
Figura IV - 25. Dirección de los vientos dominantes (WINDFINDER) _____	50
Figura IV - 26. Velocidad del viento en Lerdo, Durango _____	51
Figura IV - 27. Mapa promedio anual de densidad de rayos a tierra en el Estado de Durango. _____	53
Figura IV - 28. Tormentas eléctricas en Lerdo, Durango _____	55
Figura IV - 29. Sismicidad 2018 _____	56
Figura IV - 30. Localización de Epicentros dentro del Estado de Durango y su cercanía con otros estados. _	57
Figura IV - 31. Sismicidad en Lerdo, Durango _____	58
Figura IV - 32. Fallas y fracturas en Lerdo, Durango _____	59
Figura IV - 33. Temperaturas en Lerdo, Durango _____	61
Figura IV - 34. Riesgo por inundación en Lerdo, Durango _____	68
Figura IV - 35. Riesgo de granizo en Lerdo, Durango _____	70
Figura IV - 36. Riesgo por sequías en Lerdo, Durango _____	72
Figura IV - 37. Climas presentes en el Municipio de Lerdo _____	77
Figura IV - 38. Geología general de acuífero _____	78
Figura IV - 39. Subcuencas del Municipio de Lerdo _____	84
Figura IV - 40. ETR _____	85
Figura IV - 41. Provincias Fisiográficas del área de estudio _____	87
Figura IV - 42. Topoformas del Municipio de Lerdo _____	89
Figura IV - 43. Regiones sísmicas de la República Mexicana _____	93

<i>Figura IV - 44. Mapa de regiones con igual erosividad en la República Mexicana</i>	98
<i>Figura IV - 45. Índices de Diversidad de flora</i>	150
<i>Figura IV - 46. Material de campo requerido por brigada</i>	158
<i>Figura IV - 47. Transecto para el monitoreo de aves</i>	159
<i>Figura IV - 48. Curva de acumulación de especies de aves identificadas en campo dentro del predio</i>	163
<i>Figura IV - 49. Curva de acumulación de especies de mamíferos identificadas en campo dentro del predio</i>	164
<i>Figura IV - 50. Abundancias relativas de fauna silvestre identificadas en campo dentro del predio.</i>	166
<i>Figura IV - 51. Abundancia relativa de especies de aves identificadas en campo dentro del predio</i>	168
<i>Figura IV - 52. Abundancia relativa de especies de mamíferos identificadas en campo dentro del predio.</i>	169
<i>Figura IV - 53. Abundancia relativa de especies de mamíferos identificadas en campo dentro del predio</i>	170
<i>Figura IV - 54. Resultados de los índices de diversidad en fauna</i>	176
<i>Figura IV - 55. Cuenca visual 1</i>	192
<i>Figura IV - 56. Cuenca visual 2</i>	193
<i>Figura IV - 57. Cuenca visual 3</i>	194
<i>Figura IV - 58. Cuenca visual 4</i>	195
<i>Figura IV - 59. Distribución de la población por sexo</i>	199

## 4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

### 4.1 Descripción de las Actividades Productivas en la Zona Donde se Pretende Construir y Operar la Planta de Fertilizantes del Norte.

La planta de Fertilizantes del Norte se ubica en la porción suroeste del municipio de Lerdo, Durango, a 21.58 km en línea recta de la cabecera municipal de dicho municipio, a una altitud de 1,230 msnm. Esta porción del municipio colinda con los municipios de Nazas al SW, Mapimí al NW, Cuencamé al S y Gómez Palacio al NE, en el estado de Durango; los cuatro municipios forman parte de una región conocida como la Comarca Lagunera.

La Comarca Lagunera se encuentra conformada por las porciones sureste del estado de Coahuila y noroeste del estado de Durango. Este territorio se ubica entre los 102° 00 y 104° 47 de longitud oeste, y los 24° 22 y 26° 23 de latitud norte. Comprende quince municipios, de los cuales diez corresponden a Durango y cinco a Coahuila con un total de 48,887.50 kilómetros cuadrados.

Es una zona de intensa producción agrícola y pecuaria, resaltando las cosechas de algodón a finales del siglo XIX, que dieron lugar a una importante actividad de la industria textil en la zona. Además, se desarrollan actividades mineras tanto extractivas como de fundición primaria y refinación de metales, maquiladora, industria de alimentos, así como la industria ganadera, principalmente avicultura de engorda y la producción de ganado lechero. La Comarca es el principal centro lechero del país, con una población de 90,000

vacas de las razas Holstein y Pardo Suizo, que producen más de un millón de litros diarios (García et al.,1998)<sup>1</sup>.

Es importante describir las actividades productivas de la zona donde se pretende establecer la construcción de la planta Fertilizantes del Norte con el fin de conocer los antecedentes de las actividades productivas que se han venido dando en esta zona.

El proyecto se localiza en el Municipio de Lerdo, Durango, en el Ejido Saporiz, a una distancia de 21.58km de la cabecera municipal Ciudad Lerdo y a 8km de la localidad La Loma medidas en línea recta desde la planta del proyecto.

El Municipio de Lerdo es uno de los 38 municipios en que se encuentra dividido el estado mexicano de Durango, ubicado en la Comarca Lagunera, su cabecera es Ciudad Lerdo.

#### 4.1.1 Localización del Proyecto

**Figura IV - 1. Sitio del Proyecto Fertilizantes del Norte**



Para describir dichas actividades productivas se delimitó un polígono de 150.23ha el cual limita al este con la carretera federal de cuota MEX 49D Torreón - Durango, al oeste con

<sup>1</sup> Desarrollo Agroindustrial: Reseña y Perspectiva en La Comarca Lagunera, México. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 2012

la carretera federal MEX 40 Torreón - Río Grande, y al oeste con el Parque Estatal Cañón de Fernández (Aproximadamente a 5km).

**Figura IV - 2. Vista satelital con coordenadas límites del proyecto**



Coordenadas extremas (todas las coordenadas de polígono están incluidas en el Anexo 2 - *Coordenadas del Sitio del Proyecto*). UTM del terreno propuesto para la construcción del proyecto Fertilizantes del Norte:

**Tabla IV - 1. Coordenadas Extremas**

Punto	Longitud	Latitud
A	25°24'2.83"N	103°40'43.28"W
B	25°24'7.25"N	103°40'14.42"W
C	25°24'2.57"N	103°39'44.13"W
D	25°23'48.70"N	103°39'35.89"W
E	25°22'57.62"N	103°39'52.81"W
F	25°23'8.73"N	103°40'20.07"W
G	25°23'52.73"N	103°40'41.13"W

El sitio es 153 hectáreas. La superficie de las instalaciones e infraestructura permanentes será de aproximadamente 59 hectáreas.

Figura IV - 3. Plano del predio

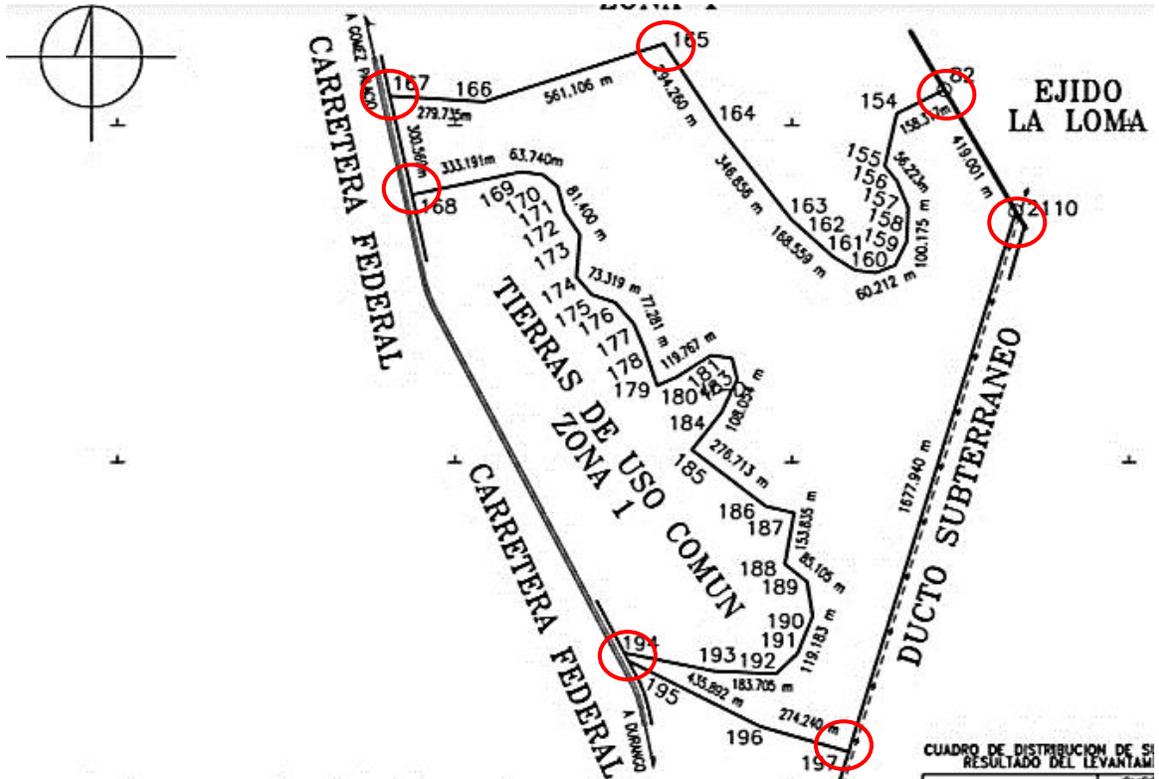


Tabla IV - 2. Coordenadas del Proyecto

⊥ CUADRO DE CONSTRUCCION

EST	P.V.	AZIMUT	DISTANCIA (m)	COORDENADAS UTM (m)		CONVERGENCIA (GGG/MM/SS.SSS)		FACTOR DE ESCALA LINEAL
		(GGG/MM/SS.SSS)		X	Y	A	B	
167	166	93°34'18.053"	279.735	632900.464	2809970.232	0/34/00.607	-0/0/0.006	0.99981857
166	165	72°06'31.498"	561.106	633179.656	2809952.805	0/34/04.877	0/0/0.059	0.99981991
165	164	146°27'06.866"	294.260	633713.627	2810125.183	0/34/13.217	-0/0/0.084	0.99982106
164	163	142°13'46.825"	346.856	633876.246	2809879.940	0/34/15.508	-0/0/0.094	0.99982168
163	162	131°47'30.450"	168.559	634088.695	2809605.760	0/34/18.540	-0/0/0.038	0.99982224
162	161	121°14'07.782"	77.483	634214.367	2809493.428	0/34/20.374	-0/0/0.014	0.99982256
161	160	96°37'08.054"	62.868	634280.619	2809453.249	0/34/21.357	-0/0/0.002	0.99982277
160	159	68°11'15.830"	60.212	634343.068	2809446.002	0/34/22.310	0/0/0.008	0.99982297
159	158	25°49'01.370"	79.226	634398.969	2809468.375	0/34/23.186	0/0/0.024	0.99982312
158	157	2°09'20.085"	100.175	634433.472	2809539.693	0/34/23.775	0/0/0.034	0.99982318
157	156	337°10'08.557"	86.064	634437.239	2809639.797	0/34/23.917	0/0/0.027	0.99982313
156	155	320°40'10.896"	56.223	634403.845	2809719.118	0/34/23.471	0/0/0.015	0.99982302
155	154	12°57'30.823"	159.548	634368.212	2809762.607	0/34/22.961	0/0/0.053	0.99982302
154	82	63°26'29.129"	158.317	634403.990	2809918.091	0/34/23.640	0/0/0.024	0.99982331
82	2110	149°42'07.591"	419.001	634545.600	2809988.877	0/34/25.873	-0/0/0.124	0.99982390
2110	197	197°12'04.475"	1677.940	634756.985	2809627.105	0/34/28.814	-0/0/0.550	0.99982343
197	196	286°03'01.100"	274.240	634260.770	2808024.216	0/34/19.856	0/0/0.026	0.99982217
196	195	296°31'01.118"	435.892	633997.220	2808100.039	0/34/15.878	0/0/0.066	0.99982109
195	194	332°08'22.156"	25.777	633607.183	2808294.648	0/34/10.058	0/0/0.008	0.99982042
194	193	101°17'50.205"	272.328	633595.137	2808317.437	0/34/09.892	-0/0/0.018	0.99982084
193	192	92°36'49.744"	183.705	633862.188	2808264.089	0/34/13.943	-0/0/0.003	0.99982159
192	191	46°19'35.426"	88.266	634045.703	2808255.711	0/34/16.751	0/0/0.021	0.99982200
191	190	22°04'24.199"	119.183	634109.544	2808316.663	0/34/17.781	0/0/0.038	0.99982218
190	189	351°01'13.942"	102.681	634154.333	2808427.110	0/34/18.561	0/0/0.035	0.99982222
189	188	309°00'24.010"	85.105	634138.306	2808528.533	0/34/18.400	0/0/0.018	0.99982209
188	187	10°03'43.219"	153.835	634072.173	2808582.099	0/34/17.430	0/0/0.052	0.99982202
187	186	282°48'53.122"	85.517	634099.050	2808733.568	0/34/17.969	0/0/0.006	0.99982193
186	185	307°18'25.577"	276.713	634015.664	2808752.535	0/34/16.706	0/0/0.057	0.99982143
185	184	38°24'42.922"	142.980	633795.567	2808920.247	0/34/13.469	0/0/0.038	0.99982121
184	183	24°56'39.833"	108.054	633884.402	2809032.281	0/34/14.926	0/0/0.033	0.99982143
183	182	346°02'16.828"	63.751	633929.972	2809130.256	0/34/15.707	0/0/0.021	0.99982148

182	181	278°13'59.915"	62.941	633914.591	2809192.123	0/34/15.522	0/0/0.003	0.99982135
181	180	237°29'24.309"	119.767	633852.299	2809201.137	0/34/14.574	-0/0/0.022	0.99982108
180	179	246°21'46.827"	64.082	633751.299	2809136.768	0/34/12.971	-0/0/0.009	0.99982082
179	178	341°00'56.095"	118.105	633692.593	2809111.075	0/34/12.048	0/0/0.038	0.99982066
178	177	336°59'40.223"	77.281	633654.172	2809222.756	0/34/11.552	0/0/0.024	0.99982055
177	176	319°03'56.705"	83.494	633623.969	2809293.891	0/34/11.148	0/0/0.021	0.99982041
176	175	288°55'47.997"	73.319	633569.265	2809356.961	0/34/10.361	0/0/0.008	0.99982020
175	174	318°41'37.529"	69.606	633499.911	2809380.753	0/34/09.317	0/0/0.018	0.99982001
174	173	4°37'18.463"	126.209	633453.965	2809433.040	0/34/08.655	0/0/0.043	0.99981995
173	172	325°51'29.451"	81.400	633464.135	2809558.839	0/34/08.916	0/0/0.023	0.99981989
172	171	344°55'16.927"	77.691	633418.450	2809626.210	0/34/08.271	0/0/0.026	0.99981979
171	170	309°02'11.872"	55.763	633398.239	2809701.226	0/34/08.023	0/0/0.012	0.99981968
170	169	278°23'56.738"	63.740	633354.925	2809736.346	0/34/07.387	0/0/0.003	0.99981951
169	168	258°05'03.410"	333.191	633291.869	2809745.657	0/34/06.427	-0/0/0.023	0.99981887
168	167	347°26'02.341"	300.569	632965.857	2809676.862	0/34/01.367	0/0/0.099	0.99981822

El municipio de Lerdo se encuentra ubicado en la zona noreste del estado de Durango y forma parte de la denominada Comarca Lagunera, conurbación de los municipios de Lerdo y Gómez Palacio del estado de Durango, y de Torreón del estado de Coahuila, se encuentra entre las coordenadas geográficas son 25°10' - 25°47' de latitud norte y 103°20' - 103°59' de longitud oeste, tiene una extensión territorial de 1,868.80 kilómetros cuadrados; limita al norte y noroeste con el municipio de Mapimí, al noroeste con el municipio de Gómez Palacio, al suroeste con el municipio de General Simón Bolívar, al sur con el municipio de Cuencamé y al oeste con el municipio de Nazas, al este limita con el estado de Coahuila, en particular con el municipio de Torreón y el municipio de Viesca. El municipio de Gómez Palacio es parte integrante de la Zona metropolitana de La Laguna.

#### 4.1.1.1 Demografía

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda realizado en 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la población total del municipio de Lerdo es de 141 043 personas, de cuales 69 737 son hombres y 71 306 son mujeres.

## 4.1.1.2 Localidades

Lerdo se encuentra integrado por un total de 195 localidades, las principales y su población de 2010 son las siguientes:

**Tabla IV - 3. Localidades en Lerdo, Durango**

<b>Localidad</b>	<b>Población</b>
<b>Total Municipio</b>	<b>141 043</b>
Ciudad Lerdo	79 669
Nazareno	7 515
Ciudad Juárez	7 069
La Loma	4 045
León Guzmán	3 335
Carlos Real	3 021
El Huarache	2 709
Juan E. García	2 457
Villa de Guadalupe	2 376
Sapioris	1 866

Figura IV - 4. Mapa de Sitios RAMSAR



Figura IV - 5. Sitios RAMSAR Cañón de Fernández

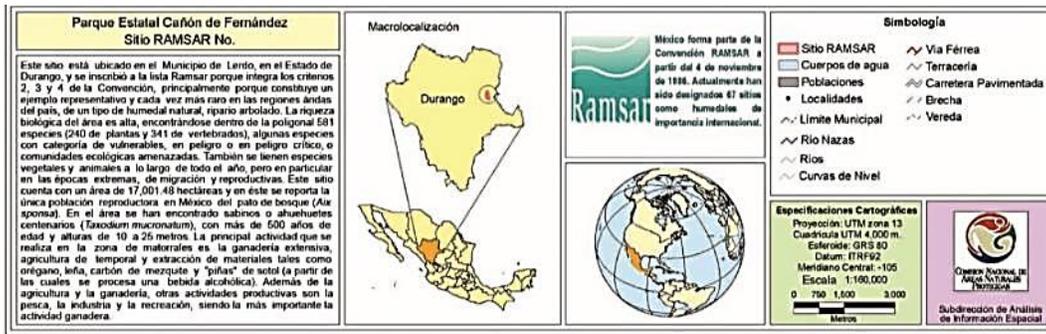


Figura IV - 6. Vista satelital de la localización del Proyecto y su entorno



Figura IV - 7. Plano de Localización de la Planta Fertilizantes del Norte

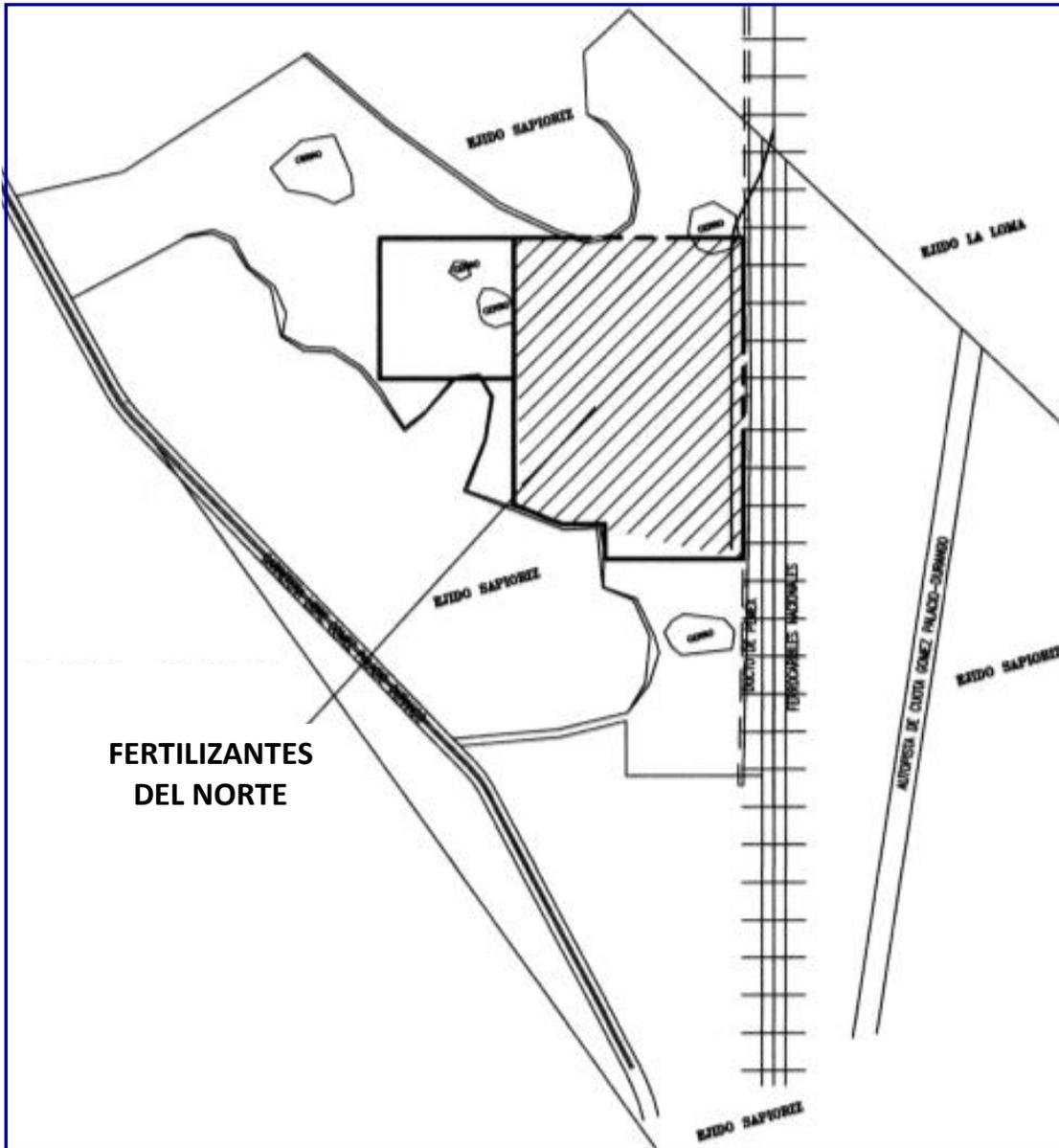
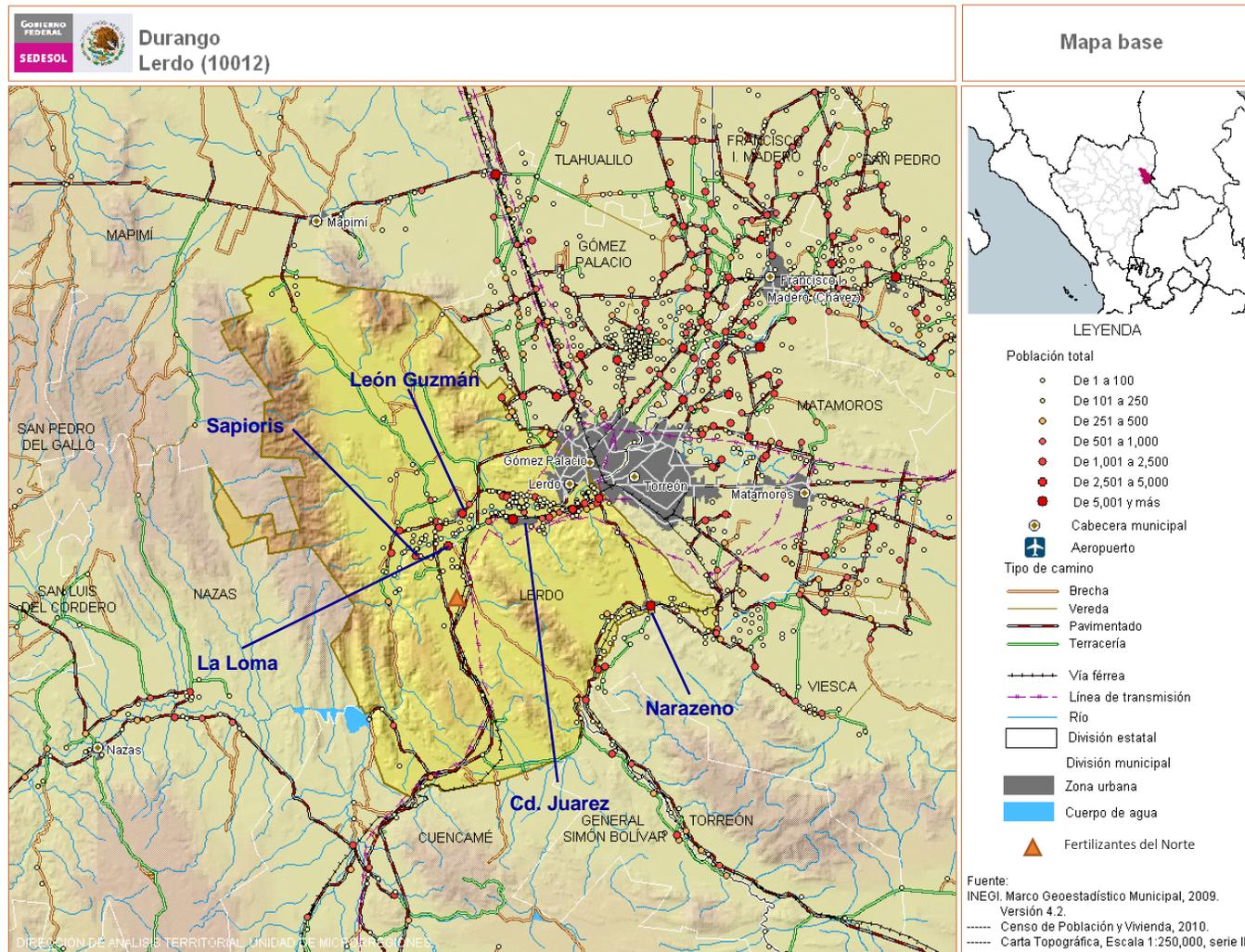


Figura IV - 8. Colindancias del Municipio de Lerdo



PROYECTO FERTILIZANTES DEL NORTE  
 Manifestación de Impacto Ambiental Particular  
 Municipio de Lerdo, Durango, México

## PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL LERDO, DGO. 2016-2019

Este plan de desarrollo contiene los compromisos adquiridos de las voces ciudadanas, las metas alcanzables, los posibles prioridades y programas gubernamentales que garantizan el crecimiento dentro de los diferentes ejes rectores de este plan, que fortalecen nuestros valores fundamentales cimentando las bases de nuestras futuras generaciones.

La cabecera municipal de Lerdo se ubica a los 25° 46' de latitud norte y 103° 31' de latitud oeste.

Colinda al norte con los municipios de Mapimí y Gómez Palacio; al sur con el municipio de Cuencamé; al oriente con el municipio de Gómez Palacio y el estado de Coahuila y al poniente con los municipios de Mapimí y Nazas.

### 4.1.1.3 Extensión

El municipio de Lerdo cuenta con una extensión de 1,868.80 kilómetros, que representan el 1.7% de la superficie del estado de Durango.

### 4.1.1.4 Orografía

La parte occidental del municipio es montañosa y notable por su orografía, ya que cuenta con anticlinales, levantándose en esfera, clestería y sinclinales desarrollados en valles longitudinales de fondo plano, que en algunos lugares se estrechan formando cañones, acantilados, como el Cañón de Fernández, cuyo fondo sirve de cauce al Río Nazas, el Cañón de Huarichic y el del Borrego. Al norte se localiza la Sierra del Rosario. Las elevaciones más importantes del municipio son: Sierra del Rosario (2820 m.s.n.m.), Sierra de Mapimí (2240 m.s.n.m.), Sierra España (2140 m.s.n.m.), Sierra el Sarnoso (2040 m.s.n.m.), Sierra Patrón (1640 m.s.n.m.), Sierra la Presa (1540 m.s.n.m.) y Sierra los Lobos (1320).

#### 4.1.1.5 Hidrografía

El Río Nazas es el principal recurso hidráulico de la región, ya que a lo largo de su curso se riegan grandes extensiones de tierras de cultivo que hacen posible una gran producción agrícola y frutícola. Además, el municipio se beneficia del Río Aguanaval y las presas Francisco Zarco y La Trementina.

#### 4.1.1.6 Clima

El clima predominante es el seco o estepario, encontrándose en sus partes altas otros más cálidos y húmedos. La temperatura media anual es de 21.1 grados centígrados. La temporada de lluvias se da durante los meses de junio, julio y agosto. Su precipitación media anual es de 253mm.

#### 4.1.1.7 Principales-Ecosistemas

Su territorio se ubica en la región semi-árida del estado. Ocupado en gran parte por cordilleras calizas que se desarrollan paralelamente como ásperos pliegues del terreno orientados del noroeste al sureste, dejan entre sí largos valles longitudinales en los que no se forman arroyos por la escasa precipitación pluvial de la comarca. Los espinazos montañosos presentan depresiones profundas normales a su eje que, al dividir la cadena en dos partes, parecen existir dos cordilleras independientes, cuando en realidad no constituyen más de un sistema orgánico.

Las principales cadenas montañosas son: La Gran Sierra de Rosario que alza sus cumbres hasta los 2,500 metros de altura sobre el mar y forma el lindero occidental del municipio, situada al norte del Río Nazas, la que después de profunda depresión a la que penetra el río, se prolonga en el sur con el nombre de Sierra de Fernández, y ésta, a su vez, se deprime frente a la Sierra de San Lorenzo, para formar el Cañón de Huarichic, que aprovecha el ferrocarril de Durango en su paso a Torreón.

El Nazas voltea su curso hacia el norte y camina por el flanco de la Gran Sierra de Rosario, la que tiene enfrente la Sierra de Patrón, y entre ambas sigue el Río encajonado por las laderas acantiladas que forman el grandioso Cañón de Fernández de 15 kilómetros de longitud. Este sistema de pliegues con abatimiento hasta el nivel de la

llanura se continúa hasta los límites orientales del municipio de la Sierra de Guadalupe, que se enfrenta con la cordillera coahuilense de Jimulco.

#### *4.1.1.8 Recursos Naturales*

Uno de los recursos más importantes con que cuenta el municipio es su tierra, cuyas características la hacen apta para la ganadería y la agricultura. Cuenta con un hermoso parque nacional llamado Raymundo Estatul y hermosos paisajes naturales, entre los que destacan el Cañón de Fernández, la Sierra del Rosario y la Sierra del Sarnoso.

#### *4.1.1.9 Características de suelo*

Esta región está constituida por mesetas asociadas con lomeríos y valles, laderas tendidas asociadas con lomeríos y llanuras de piso rocoso o cementado y sierras altas y bajas con valles inter montañosos.

#### *4.1.1.10 Geología estructural*

Los rasgos del relieve presentan una orientación preferencial del noreste hacia el sudeste, con un alargamiento y estrechez de las características de una meseta y sierras que se estructuran en secuencias intercaladas de rocas calcáreas que muestran menos competencia a la deformación. Los valles que se formaron son paralelos a la sierra, formando sinclinales y anticlinales que han desarrollado lomeríos y cuestas de rocas sedimentarias (mármoles), las cuales están en contacto con franjas de rocas jurásicas y rellenos conglomeráticos que tienden a formar lomeríos y mesetas con lagunas intermedias y, en ocasiones, grandes depresiones con cañones profundos, rellenos con materiales aluviales compuestos con ravas, arenas y arcillas.

#### *4.1.1.11 Geología estratigráfica*

Esta geología está representada por una secuencia que va de las más antiguas a las más recientes. Durante el mesozoico las rocas más antiguas son una secuencia de hechos rojos asociados con volcanismo ácidos que se correlacionan con la formación Nazas del triásico superior.

El jurásico está representado por rocas sedimentarias e intrusivas batolíticas. Las rocas sedimentarias están representadas por la formación la gloria, que infrayace a los extensos depósitos sedimentarios de la formación mezcalera y de calizas arrecifales de la formación cupido.

Para el aptiano tardío, la mayor parte del área es transgredida por las aguas, originando el amplio depósito de caliza (lutita) de la formación la peña. En el albiano cenomaniano se producen las condiciones favorables de arrecifes y calizas de plataformas pertenecientes a la formación aurora.

La transgresión de los mares es completa en el cenomaniano tardío y turoniano, formando los depósitos terrígenos de la formación cuesta del cura.

Uso de suelo agropecuario y aprovechamiento forestal

Las actividades agropecuarias son significativas en el municipio ya que se localizan varias parcelas de riego con una extensión de 14,525 hectáreas; de temporal con 1,341 hectáreas, de uso múltiple con 165,657 hectáreas y 6,357 hectáreas empleadas en otras actividades. Los cultivos principales son el maíz grano, la avena forrajera y la alfalfa.

#### *4.1.1.12 Población Total*

En los datos proporcionados por el INEGI 2016 arroja resultados de una población total de 153,311 habitantes en el municipio, ocupando el 8.73% de la población total del Estado de Durango el tercer lugar en densidad y un crecimiento del 3.3% aproximado. El porcentaje por sexo fluctúa en un 49.67% hombres y un 50.32% mujeres.

Figura IV - 9. Población Total



## 4.1.1.12.1 Servicios de abastecimiento.

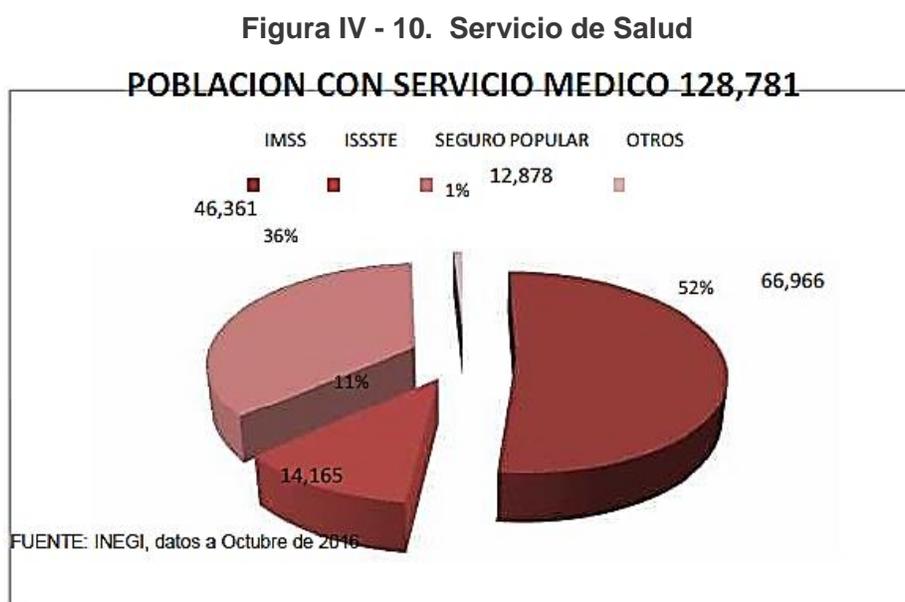
El Municipio de Lerdo cuenta con la siguiente infraestructura de Abasto, oficinas Postales y Aeroportuaria.

Tabla IV - 4. Servicios de abastecimiento

Concepto	Lerdo
Mercados Públicos	1
Tianguis	2
Centrales de abasto	0
Aeropuertos	1
Oficinas postales	2
Egresos brutos de los municipios (Miles de pesos)	468,744,819.98
Ingresos brutos de los municipios (Miles de pesos)	468,744,819.98

#### 4.1.1.13 Servicios de Salud

La demanda de servicios de salud es cubierta por dependencias gubernamentales y privadas, tanto en el medio urbano como rural. Las clínicas rurales y consultorios proporcionan servicios en medicina preventiva, consulta externa y medicina general, los centros de salud y materno-infantil, ofrecen además de los ya mencionados, los servicios de laboratorio de análisis clínico y de regulación sanitaria; atención obstétrica, ginecología y pediatría.



#### 4.1.1.14 Educación

Dentro del municipio se encuentran 71 planteles preescolar, 98 de educación primaria, 31 de secundaria, 10 de bachillerato, 6 de nivel profesional medio y 3 de nivel superior.

Figura IV - 11. Educación



FUENTE: INEGI, datos a Octubre de 2016

NOTA: Los porcentajes se incrementan dado que los habitantes que cursaron educación superior también, cursaron los otros niveles de estudio.

DONDE:

61,578 Cursaron Educación primaria.

57,257 Cursaron Educación Secundaria.

23,767 Cursaron Educación Medio Superior.

18,365 Cursaron Educación Superior.

#### 4.1.1.15 Vivienda

En el municipio de Lerdo a la fecha de la última actualización se contabilizaron un total de 39,843 viviendas, de las cuales el 98.25% cuentan con agua potable, el 95.77% cuenta con drenaje y un 99.49% cuenta con electricidad.

Figura IV - 12. Vivienda con Agua Potable

e viviendas 39,843



Figura IV - 13. Vivienda con Drenaje



Figura IV - 14. Vivienda con Electricidad

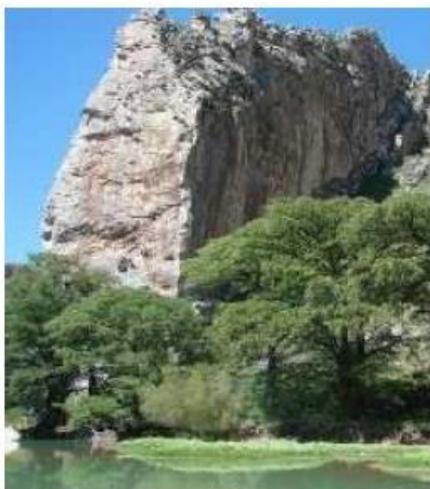


EGI, datos a Octubre de 2016

#### 4.1.1.15.1 Cañón de Fernández

El Cañón de Fernández es un Área Natural Protegida de México, localizada en el municipio de Lerdo en el estado de Durango. Está ubicado al noreste de Durango en una superficie de 17 mil hectáreas y representa el mayor y principal vaso alimentador de agua para La Comarca Lagunera que comprende, entre otros, los municipios de Lerdo y Gómez Palacio en Durango, así como Torreón en Coahuila.

Figura IV - 15. Cañón de Fernández



A partir de abril de 2005, se declaró Área Natural Protegida bajo el nombre de "Parque Estatal Cañón de Fernández".

Bajo el estatus de Área Natural Protegida se entiende el espacio donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y éste produce beneficios ecológicos cada vez más reconocidos e importantes.

La biodiversidad del Cañón incluye 581 especies diferentes (entre ellas, 25 especies endémicas) que abarcan aves, insectos, de peces y vegetación. En los años recientes, diversas asociaciones como Prodefensa del Nazas, BIODESERT y la World Wildlife Fund, han generado programas y acciones de apoyo. También colaboran institutos educativos como la Facultad de Agricultura y Zootecnia, así como la Escuela Superior de Biología, ambas de la Universidad Juárez del Estado de Durango. El Cañón de Fernández requiere de más apoyos para poder completar la plantilla de su administración y poder ampliar la cobertura a todos los programas productivos y de conservación que requiere.

#### 4.1.1.15.2 Parque Raymundo

A unos 3 kilómetros al suroeste de ciudad Lerdo, se localiza este parque natural con carácter de Nacional por decreto presidencial de 1954. Su infraestructura cuenta con asadores, chapoteadero y albercas en donde es posible practicar la natación. Cuenta con

servicio de lanchas y es posible practicar el canotaje o simplemente tomar el sol y disfrutar del paisaje. Está acondicionado con áreas deportivas, juegos infantiles, fuente de sodas, bancas y asadores. El parque luce llamativos parajes, sobre todo después de la temporada de lluvias. Es ideal para acampar. Además de que cuenta con vigilancia permanente. Los visitantes se pueden divertir en las instalaciones que ofrecen: juegos infantiles, un trencito y canchas para la práctica de voleibol, básquetbol, fútbol y una pista de patinaje sobre ruedas.

#### 4.1.1.15.3 Presa Francisco Zarco

A unos cuantos kilómetros de Ciudad Lerdo, por la carretera rumbo a Durango, podemos visitar la presa Francisco Zarco que se llena con las aguas de la Sierra Madre Occidental que el Río Nazas es tan amable de llevar. El enorme cuerpo de agua contrasta de manera impresionante con el árido semblante del entorno y las montañas formadas por las inmensas presiones de la corteza terrestre y cuyo resultado se aprecia a simple vista. Aquí podemos tomar paseos en lancha, pescar, esquiar y hacer otras actividades de turismo alternativo como bicicleta de montaña, escalar, observar aves, etc.

## 4.2 Delimitación del Sistema Ambiental

En consideración a la naturaleza del proyecto (véase capítulo 2) y las condiciones prevalecientes en la zona donde se pretende construir y operar la planta, se delimitó el Sistema Ambiental (SA). Esta delimitación permite establecer una línea base de los componentes del área donde se desarrollará el proyecto con el propósito de proponer escenarios que permitan describir los cambios que podría inducir tanto la construcción como la operación de la planta de urea.

Puntualmente se consideraron los siguientes componentes<sup>5</sup>:

- Medio físico: Orografía, dispersión de gases y uso de suelo
- Medio biótico: Vegetación y fauna

- Medio socioeconómico: Actividades Productivas y asentamientos humanos
- Instrumentos de planeación territorial: Ordenamientos Ecológicos del estado de Durango y del municipio de Lerdo
- Características propias de la operación de la planta: Riesgo asociado a la utilización de amoníaco anhidro

Se realizó una matriz semicuantitativa<sup>6</sup> para asignarles valores de importancia a los componentes del área geográfica del SA, con estos valores de importancia se priorizaron los componentes con un valor mayor y con los cuales se procedió a delimitar el SA.

**Tabla IV - 5. Matriz semicuantitativa de valores de importancia de los componentes para la delimitación del Sistema Ambiental**

Medio	Componente	Descripción del componente	Valor de Importancia
Físico	Orografía	Presencia de serranías contiguas al sitio donde se pretende desarrollar el proyecto, mismas que representan una barrera física	3
	Dispersión de gases	Distancia al punto de mayor concentración de gases	3
	Uso de suelo	Diferentes Usos de Suelo presentes en la zona	2
Biótico	Vegetación	Especies con categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010	2
	Fauna	Especies con categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010	1
Socioeconómico	Actividades Productivas	Características de las actividades productivas que se desarrollan en la zona	1

	Asentamientos humanos	Distancia de los asentamientos más cercanos al sitio donde se pretende desarrollar el proyecto	3
Instrumentos de planeación territorial	Ordenamiento Ecológicos del Estado de Durango	Unidades de Gestión Ambiental en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto	3
	Ordenamiento Ecológicos del municipio de Lerdo	Unidades de Gestión Ambiental en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto	3
Características propias de la operación	Riesgo asociado a la utilización de amoniaco anhidro como materia prima	Evento catastrófico por nube tóxica de amoniaco anhidro	3

<sup>6</sup>Se entiende por métodos de evaluación semicuantitativos, aquellos que, no llegando al detalle y rigor de una evaluación cuantitativa, suponen un avance hacia ello desde los métodos cualitativos, en el sentido que son métodos que dan como resultado una clasificación relativa.

**Tabla IV - 6. Tabla de valores**

Valor de Importancia
3 = Alto
2 = Medio
1 = Bajo

Todos estos componentes fueron cartografiados utilizando un Sistema de Información geográfica (SIG); se usó el software ArcGIS 10.2. para integrar información relativa a clima, geología, hidrología, edafología, uso de suelo, vegetación (muestreos), fauna (muestreos), infraestructura, localidades rurales y urbanas, dispersión de gases y escenarios de riesgo. con el objetivo de lograr una caracterización territorial del área a distintas escalas espaciales. Una vez analizada geográficamente la interacción entre

todos los componentes previamente mencionados, se determinó el SA teniendo en cuenta:

- Distancia al punto de dispersión donde se encuentra la mayor concentración de gases.
- Distancia de los asentamientos más cercanos al sitio donde se pretende desarrollar el proyecto.
- Radio de riesgo asociado al evento catastrófico por nube tóxica de amoníaco anhidro.
- La orografía al oeste y norte del proyecto, caracterizada por la presencia de serranías, mismas que representan una barrera física a la dispersión de la nube tóxica.

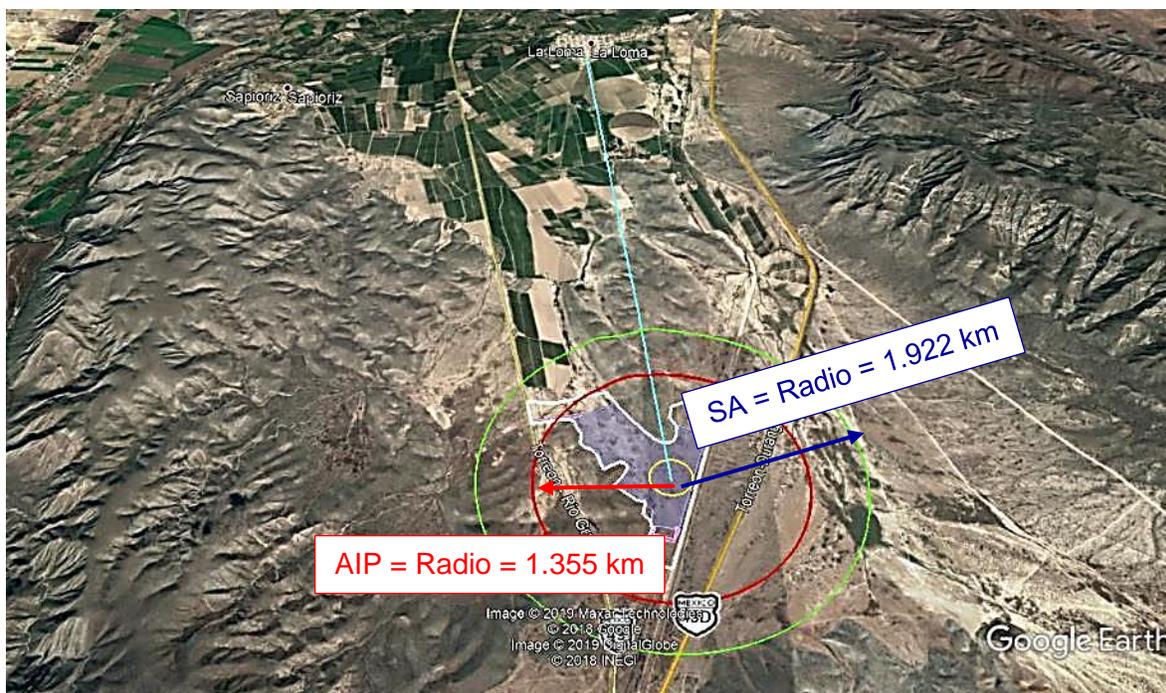
Con esta delimitación, el SA tiene una superficie total de 1,160 ha.

El Área de Influencia directa del Proyecto (AIP), se establece como una parte del SA con potencial influencia hacia y desde el proyecto y que a su vez contiene al Área del Proyecto (AP).

Se considera como AIP, la superficie de terreno para una proyección de crecimiento y expansión futura de la infraestructura de la planta Fertilizantes del Norte. Dentro de esta superficie se encuentra el área donde se desarrollarán las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento de la planta. Estas áreas suman una superficie total de 74 hectáreas.

Se define como AP, al área ocupada por las obras, tanto permanentes como temporales, relacionadas con la construcción y operación de la planta y que tiene una superficie total de 80 hectáreas.

Figura IV - 16. Vista satelital del Sistema Ambiental



Las superficies de cada área se incluyen a continuación:

Sistema Ambiental (SA)	1,160ha
Área de influencia directa del proyecto (AIP)	581.45ha
Área del Proyecto (AP)	80ha (incluye instalaciones temporales y caminos)

Una vez definido el SA, el AIP y el AP se procede a describir la línea de base, esto se realiza considerando la compilación y el análisis de información bibliográfica existente. Como se detalla más adelante en este capítulo, se realizó trabajo en campo para el

reconocimiento de la zona y la recopilación de información específica para los diferentes componentes del SA.

Una vez definido el SA, se procedió a describir la línea base, esto se realizó considerando la recopilación y el análisis de información bibliográfica existente. Posteriormente se realizaron visitas a campo para el reconocimiento de la zona y recopilación de información específica tanto del medio físico, biótico y social. Además de definir y evaluar la línea base ambiental, se identificaron los patrones de cambio observados en los últimos años, con la finalidad de poder extrapolar el estado del medio ambiente en el corto, mediano y largo plazo.

Con base en lo anterior se puede determinar que la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto presenta un desarrollo de actividades agropecuarias mismas que se han venido desarrollando por un largo periodo de tiempo y han generado cambios sustanciales en el entorno del medio físico y biótico de la zona.

Debido a la similitud entre las características de los componentes bióticos y abióticos del SA, el AIP y el AP, nos referiremos en su conjunto como el área de estudio, si existe alguna diferencia ésta se especificará en el apartado correspondiente.

#### 4.2.1 Caracterización y análisis de los subsistemas del Área de Estudio del proyecto

El Proyecto, como se ha explicado previamente y de manera más amplia en el capítulo 2, consistirá en la preparación del sitio, construcción, instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento de una planta que producirá 1,000,000 de toneladas anuales de urea y 200,000 toneladas anuales de amoníaco, mediante la combinación del proceso conocido como [REDACTED] y [REDACTED]. Dadas las características propias del proceso de operación de la planta se realizó un Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) en el cual se elaboraron escenarios de riesgo con las dos sustancias consideradas riesgosas de

acuerdo con el primero y segundo listado de actividades altamente riesgosas, estas sustancias son: amoníaco anhidro y gas natural.

#### *4.2.1.1 Marco legal e institucional*

Con el objetivo de asegurar la implementación de lineamientos ambientales, controles y restricciones en la realización de las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto, se realizó la vinculación del proyecto con los Planes y Programas de Desarrollo Urbano federales, estatales y municipales aplicables; con las Normas Oficiales Mexicanas y las Leyes y sus Reglamentos aplicables en la materia. Lo anterior se describe y se concluye de manera más amplia en el capítulo 3.

### 4.3 Aspectos Abióticos

#### 4.3.1 Clima

Es el conjunto de condiciones atmosféricas propias de un lugar, constituido por la cantidad y frecuencia de lluvias, la humedad, la temperatura y los vientos; cuya acción compleja influye en la existencia de los seres sometidos a ella.

El clima comprende valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un período representativo. De ellos, las temperaturas medias mensuales y las precipitaciones mensuales son los datos más importantes que normalmente aparecen en los gráficos climáticos.

En México la clasificación de clima se basa en lo propuesto por Köppen, modificada por E. García, para el área de estudio el clima está clasificado como BWhw: muy árido, con temperaturas semicálidas. Es el clima más seco de los secos, con temperaturas que van de los 18°C a los 22°C, la temperatura del mes más frío se encuentra entre 0.4°C y 18°C. Tiene un régimen de lluvias en verano, con un porcentaje de lluvias invernales entre el 5 y 12%.

Figura IV - 17. Temperatura a Lerdo, Dgo



Los datos climatológicos para este proyecto se obtuvieron de las estaciones más cercanas al sitio donde se pretende construir e instalar la Planta;

Estación Meteorológica 10108, Ciudad Lerdo (SMN) Lerdo. (Operando) Dicha estación se encuentra en la latitud: 25°32'00" N y la longitud: 103°31'00" W y a una altura de 1,135.0 msnm, a 11.7 km de distancia aproximada al área del proyecto, incluso en el mismo valle.

Estación Meteorológica 10004, Cañón de Fernández, (Suspendida) latitud: 25.2653°, longitud: -103.7736° altura: 1,200 (msnm)

Estación Meteorológica 10170, C.B.T.A. 047 Lerdo, (Suspendida) latitud: 25.5056°, longitud: -103.6539°, altura: 1,140 msnm.

Figura IV - 18. Ubicación de la estación climatológica 10108, Ciudad Lerdo

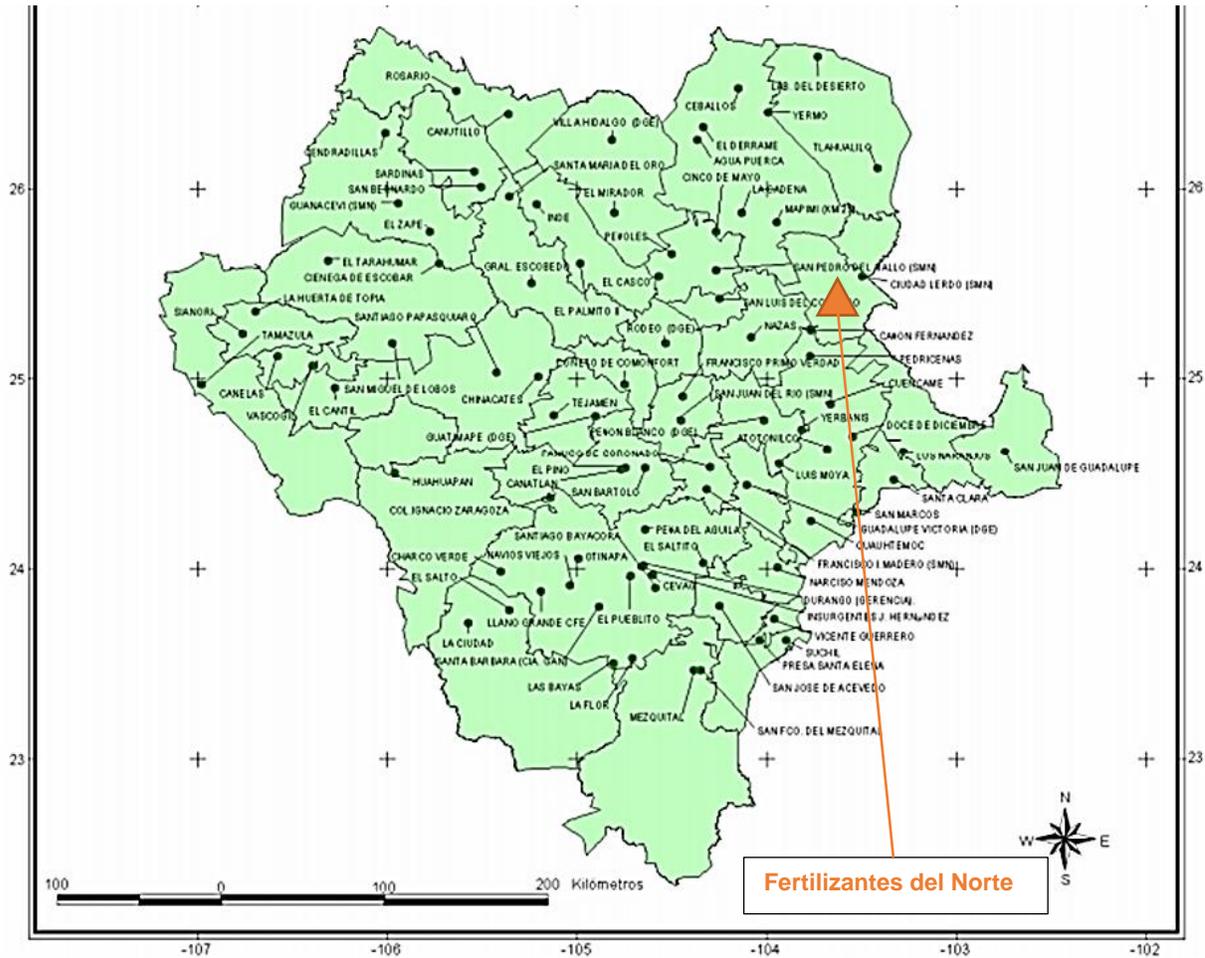


Figura 1. Distribución espacial de 89 estaciones climatológicas del estado de Durango.

4.3.1.1 *Temperatura*

**Tabla IV - 7. Estadísticas climatológicas normales de la estación Ciudad Lerdo (SMN), Lerdo**

Cuadro 16. Estadísticas climatológicas normales de la estación Ciudad Lerdo (SMN), Lerdo.

Mensuales													
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima media (°C)	20.9	23.7	27.8	31.4	34.0	34.3	33.0	32.3	30.4	28.2	24.9	21.5	28.5
Temperatura máxima maximorum (°C)	31.0	38.0	37.5	39.0	42.4	41.5	39.0	39.0	36.5	38.5	33.5	31.0	42.4
Temperatura mínima media (°C)	4.9	6.8	10.2	14.2	18.0	19.7	20.0	19.4	17.7	13.4	8.6	6.2	13.3
Temperatura mínima minimorum (°C)	-10.5	-4.5	-2.0	1.5	7.0	12.0	14.0	11.5	9.0	2.0	-2.0	-7.0	-10.5
Temperatura media (°C)	12.9	15.2	19.0	22.8	26.0	27.0	26.5	25.8	24.1	20.8	16.8	13.9	20.9
Temperatura diurna media (°C)	17.6	20.0	23.7	27.1	29.8	30.4	29.6	29.0	27.4	24.9	21.5	18.4	24.9
Temperatura nocturna media (°C)	8.2	10.5	14.4	18.5	22.1	23.5	23.4	22.7	20.8	16.8	12.0	9.3	16.9
Oscilación térmica (°C)	16.0	17.0	17.6	17.1	16.0	14.6	13.1	12.9	12.7	14.8	16.4	15.3	15.3
Precipitación (mm)	12.0	4.2	2.7	8.0	17.9	32.5	37.9	48.9	57.9	19.3	6.7	10.5	258.5
Precipitación máxima en 24 horas (mm)	46.4	16.0	34.9	34.4	52.5	94.4	38.7	57.0	70.2	55.0	30.5	24.0	94.4
Número de días con lluvia	2.7	1.2	0.7	1.3	3.7	4.4	6.3	6.5	6.5	3.7	2.0	2.9	41.9
Evaporación (mm)	98.4	132.6	198.6	234.9	258.9	251.1	238.0	215.2	176.0	147.2	115.6	92.8	2159.4
Fotoperíodo (hr)	10.6	11.2	11.9	12.6	13.2	13.6	13.5	12.9	12.2	11.5	10.8	10.4	12.0

Tabla IV - 8. Lluvias y evaporación por década-año

**CONAGUA**  
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA  
SERVICIO HIDROGRÁFICO E HIDRÁULICO

**ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS**  
**LLUVIA Y EVAPORACIÓN**  
**POR DÉCADA - AÑO**

Estacion 10108  
NOMBRE CIUDAD LERDO (DGE)  
ESTADO DURANGO

Década	Año	Lluvia (mm)			
		Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
1970	1975	0.0	0.4	31.0	2.7
	1976	0.0	0.9	32.5	3.5
	1977	0.0	0.6	20.5	2.7
	1978	0.0	0.9	35.5	3.5
	1979	0.0	0.4	24.0	2.2
	1980	0.0	0.4	29.0	2.3
<b>Total 1970</b>		<b>0.0</b>	<b>0.6</b>	<b>35.5</b>	<b>2.9</b>
1980	1981	0.0	1.0	35.2	4.1
	1982	0.0	0.5	38.5	3.2
	1983	0.0	0.6	46.5	3.8
	1984	0.0	0.7	46.4	3.7
	1985	0.0	0.9	36.9	4.1
	1986	0.0	1.2	37.5	4.4
	1987	0.0	0.8	32.5	3.3
	1988	0.0	0.6	29.6	3.3
	1989	0.0	0.3	22.8	1.8
	1990	0.0	1.2	94.4	6.4
	<b>Total 1980</b>		<b>0.0</b>	<b>0.8</b>	<b>94.4</b>
1990	1991	0.0	1.0	67.0	5.3
	1992	0.0	0.6	52.5	3.6
	1993	0.0	1.0	53.0	5.4
	1994	0.0	0.6	34.5	3.0
	1995	0.0	0.3	34.5	2.1
	1996	0.0	0.5	55.0	3.7
	1997	0.0	0.7	44.4	3.3
	1998	0.0	0.7	42.5	4.5
	1999	0.0	0.4	19.0	1.8
	2000	0.0	0.8	89.0	5.2
	<b>Total 1990</b>		<b>0.0</b>	<b>0.6</b>	<b>89.0</b>
2000	2001	0.0	0.4	26.0	2.2
	2002	0.0	0.4	19.0	1.8
	2003	0.0	0.9	78.5	5.3
	2004	0.0	1.0	59.0	4.7
	2005	0.0	0.5	33.0	2.9
	2006	0.0	0.8	45.5	3.7
	2007	0.0	0.5	26.5	2.4
	2008	0.0	0.4	14.0	1.8
	2009	0.0	0.6	24.5	2.7
	2010	0.0	0.6	29.2	2.9
	<b>Total 2000</b>		<b>0.0</b>	<b>0.6</b>	<b>78.5</b>
2010	2011	0.0	0.1	19.8	1.2
	2012	0.0	0.6	72.5	4.8
	2013	0.0	0.6	18.7	2.5
	2014	0.0	1.2	56.3	5.8
	2015	0.0	1.1	42.5	4.3
	2016	0.0	1.4	51.5	6.1
	2017	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total 2010</b>		<b>0.0</b>	<b>0.8</b>	<b>72.5</b>	<b>4.5</b>
<b>Total general</b>		<b>0.0</b>	<b>0.7</b>	<b>94.4</b>	<b>3.7</b>

Estacion 10108  
NOMBRE CIUDAD LERDO (DGE)  
ESTADO DURANGO

Década	Año	Evap (mm)			
		Mín.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
1970	1975	0.4	5.8	15.0	2.5
	1976	0.1	4.9	11.7	2.4
	1977	0.1	5.7	12.6	2.3
	1978	0.4	5.2	12.0	2.5
	1979	0.1	5.3	10.6	2.1
	1980	0.1	5.6	11.7	2.6
<b>Total 1970</b>		<b>0.1</b>	<b>5.4</b>	<b>15.0</b>	<b>2.4</b>
1980	1981	0.1	4.9	10.8	2.2
	1982	0.5	5.6	10.9	2.3
	1983	0.2	5.7	14.0	2.5
	1984	0.2	5.3	13.2	2.3
	1985	0.2	5.3	10.2	2.3
	1986	0.2	5.0	11.0	2.3
	1987	0.3	5.0	10.1	2.2
	1988	0.9	5.2	10.7	2.3
	1989	0.7	5.4	13.7	2.7
	1990	0.5	5.6	17.3	3.0
	<b>Total 1980</b>		<b>0.1</b>	<b>5.3</b>	<b>17.3</b>
1990	1991	0.1	5.3	14.3	2.6
	1992	0.1	5.6	11.7	2.6
	1993	0.2	6.0	17.8	3.0
	1994	0.4	6.3	14.4	3.0
	1995	0.3	6.8	14.3	2.8
	1996	0.1	7.5	17.0	3.2
	1997	0.0	6.7	13.2	2.9
	1998	1.5	8.1	17.4	3.4
	1999	0.2	8.2	14.8	2.7
	2000	0.4	6.6	14.9	2.9
	<b>Total 1990</b>		<b>0.0</b>	<b>6.7</b>	<b>17.8</b>
2000	2001	0.4	5.7	11.9	2.4
	2002	0.3	6.1	13.1	3.0
	2003	0.2	5.1	12.9	2.6
	2004	0.1	5.0	10.8	2.4
	2005	0.2	5.8	14.0	2.7
	2006	0.3	5.9	11.9	2.7
	2007	0.2	5.4	11.6	2.2
	2008	1.0	5.7	12.1	2.4
	2009	0.1	5.3	10.6	2.5
	2010	0.9	5.2	11.6	2.2
	<b>Total 2000</b>		<b>0.1</b>	<b>5.5</b>	<b>14.0</b>
2010	2011	1.4	6.7	17.8	2.7
	2012	1.0	6.0	11.1	2.4
	2013	1.2	3.4	7.7	1.6
	2014				
	2015				
	2016				
	2017	2.0	3.3	8.9	1.4
<b>Total 2010</b>		<b>1.0</b>	<b>6.1</b>	<b>17.8</b>	<b>2.6</b>
<b>Total general</b>		<b>0.0</b>	<b>5.8</b>	<b>17.8</b>	<b>2.7</b>

Figura IV - 19. Lluvia y evaporación por mes

Estación	10108
NOMBRE	CIUDAD LERDO (DGE)
ESTADO	DURANGO

Estación	10108
NOMBRE	CIUDAD LERDO (DGE)
ESTADO	DURANGO

Lluvia (mm)				
Mes	Min.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
ENE	0.0	0.4	46.4	2.3
FEB	0.0	0.1	42.0	1.5
MAR	0.0	0.2	36.8	1.7
ABR	0.0	0.2	33.9	1.8
MAY	0.0	0.5	52.5	2.8
JUN	0.0	1.0	94.4	4.7
JUL	0.0	1.5	59.0	4.9
AGO	0.0	1.3	56.3	5.1
SEP	0.0	1.8	89.0	7.1
OCT	0.0	0.7	55.0	3.6
NOV	0.0	0.3	36.5	2.0
DIC	0.0	0.3	24.0	1.8
<b>Total general</b>	<b>0.0</b>	<b>0.7</b>	<b>94.4</b>	<b>3.7</b>

Evap (mm)				
Mes	Min.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
ENE	0.1	3.2	10.9	1.6
FEB	0.0	4.6	12.5	1.8
MAR	0.6	6.3	15.0	2.1
ABR	0.3	7.5	17.8	2.2
MAY	0.3	8.4	17.0	2.0
JUN	0.3	8.2	17.4	2.1
JUL	0.3	7.4	14.6	2.3
AGO	0.3	7.0	13.2	2.1
SEP	0.2	5.7	16.3	2.2
OCT	0.1	4.7	11.3	1.7
NOV	0.1	3.7	17.8	1.7
DIC	0.0	2.8	9.1	1.4
<b>Total general</b>	<b>0.0</b>	<b>5.8</b>	<b>17.8</b>	<b>2.7</b>

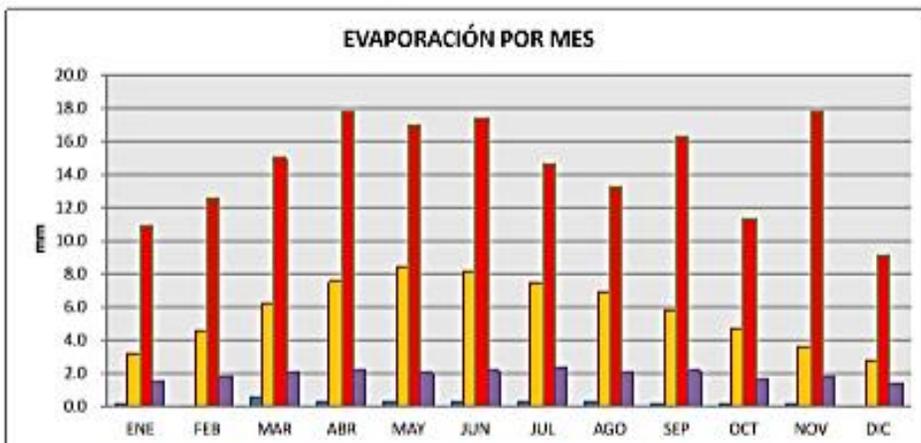


Tabla IV - 9. Temperaturas máximas y mínimas por década-año



ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS  
TEMPERATURAS MÁXIMA Y MÍNIMA POR DÉCADA-AÑO

Estacion	10108
NOMBRE	CIUDAD LERDO (DGE)
ESTADO	DURANGO

Estacion	10108
NOMBRE	CIUDAD LERDO (DGE)
ESTADO	DURANGO

Década	Año	Temp Min (°C)			
		Min.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
1970	1975	-4.5	12.5	24.0	6.4
	1976	-2.5	13.0	22.0	6.0
	1977	-3.0	12.4	23.0	6.3
	1978	-3.0	12.5	23.0	6.6
	1979	-3.0	12.2	22.0	6.1
	1980	-1.5	13.1	24.5	6.7
<b>Total 1970</b>		<b>-4.5</b>	<b>12.4</b>	<b>24.5</b>	<b>6.4</b>
1980	1981	0.5	13.3	23.0	6.0
	1982	-1.0	13.7	24.0	6.2
	1983	-5.5	12.9	24.5	6.5
	1984	-1.5	13.3	23.5	5.9
	1985	-3.5	13.8	23.0	6.2
	1986	-1.5	13.5	23.0	6.3
	1987	-1.5	12.9	24.0	6.4
	1988	-1.5	13.1	24.0	5.9
	1989	-2.0	13.4	24.5	6.1
	1990	-1.0	13.0	24.5	5.8
<b>Total 1980</b>		<b>-5.5</b>	<b>13.4</b>	<b>24.5</b>	<b>6.1</b>
1990	1991	0.0	14.0	24.0	5.8
	1992	-2.0	13.9	24.0	6.0
	1993	1.0	14.1	27.0	5.6
	1994	-5.0	14.6	23.5	5.6
	1995	-1.0	14.3	26.0	6.0
	1996	-4.0	14.2	24.0	6.7
	1997	-7.0	14.1	25.0	6.8
	1998	-0.5	15.0	27.0	6.8
	1999	-1.0	14.4	26.0	6.8
	2000	0.0	14.8	25.0	6.2
<b>Total 1990</b>		<b>-7.0</b>	<b>14.3</b>	<b>27.0</b>	<b>6.2</b>
2000	2001	-2.0	15.3	25.0	6.2
	2002	1.0	15.4	24.0	6.6
	2003	-2.0	15.2	25.0	6.4
	2004	-3.0	14.7	27.0	6.2
	2005	3.0	14.8	25.0	5.9
	2006	-1.0	15.3	25.0	6.2
	2007	1.0	15.1	25.0	6.1
	2008	0.0	15.0	26.0	6.4
	2009	0.0	15.6	27.0	6.2
	2010	-1.5	14.3	25.0	6.9
<b>Total 2000</b>		<b>-3.0</b>	<b>15.1</b>	<b>27.0</b>	<b>6.3</b>
2010	2011	-8.0	15.4	28.0	7.0
	2012	1.0	16.4	27.0	5.7
	2013	-1.5	15.2	26.0	6.1
	2014	-1.0	14.9	25.0	6.2
	2015	-1.5	15.8	25.0	5.7
	2016	-1.0	15.2	25.5	6.1
	2017	1.0	8.3	18.0	3.7
<b>Total 2010</b>		<b>-8.0</b>	<b>15.4</b>	<b>28.0</b>	<b>6.3</b>
<b>Total general</b>		<b>-8.0</b>	<b>14.2</b>	<b>28.0</b>	<b>6.3</b>

Década	Año	Temp Max (°C)			
		Min.	Prom.	Máx.	Desv. Est.
1970	1975	8.0	29.0	39.5	5.8
	1976	9.5	27.2	37.5	6.4
	1977	9.5	29.1	36.5	5.5
	1978	9.5	28.3	40.0	5.7
	1979	6.5	28.6	38.5	5.8
	1980	8.0	28.8	40.0	6.6
<b>Total 1970</b>		<b>6.5</b>	<b>28.5</b>	<b>40.0</b>	<b>6.0</b>
1980	1981	4.6	28.2	39.0	6.2
	1982	7.0	29.4	41.5	6.3
	1983	7.5	28.6	41.0	6.0
	1984	9.5	28.3	38.5	5.7
	1985	6.5	28.5	39.0	5.9
	1986	4.0	27.9	38.0	6.0
	1987	7.0	27.6	38.5	5.9
	1988	11.0	28.5	38.0	5.5
	1989	10.0	29.6	42.0	5.7
	1990	11.0	28.8	39.5	5.6
<b>Total 1980</b>		<b>4.0</b>	<b>28.5</b>	<b>42.0</b>	<b>5.9</b>
1990	1991	9.0	27.9	39.5	6.1
	1992	3.0	27.6	40.0	6.9
	1993	10.0	28.1	38.5	5.6
	1994	14.0	28.9	37.0	5.2
	1995	10.0	29.1	40.5	5.8
	1996	8.0	29.1	41.0	6.1
	1997	1.0	27.8	39.0	6.7
	1998	8.5	29.4	41.0	5.9
	1999	14.0	29.3	39.0	5.7
	2000	9.0	29.0	38.0	5.5
<b>Total 1990</b>		<b>1.0</b>	<b>28.6</b>	<b>41.0</b>	<b>6.0</b>
2000	2001	8.0	29.0	39.0	6.1
	2002	7.0	29.3	40.0	6.5
	2003	11.0	28.6	41.0	6.1
	2004	4.0	27.9	39.0	6.3
	2005	6.0	28.9	41.0	6.2
	2006	7.0	29.1	39.0	6.1
	2007	6.0	29.0	40.0	5.8
	2008	11.0	29.5	40.0	5.8
	2009	10.0	29.6	41.0	6.2
	2010	4.0	28.6	40.0	6.4
<b>Total 2000</b>		<b>4.0</b>	<b>29.0</b>	<b>41.0</b>	<b>6.2</b>
2010	2011	4.0	30.3	41.0	6.7
	2012	13.0	30.3	41.0	5.6
	2013	9.0	28.5	39.0	6.6
	2014	9.0	28.8	38.5	5.9
	2015	8.0	28.4	37.0	6.4
	2016	7.0	28.9	38.0	6.0
	2017	12.0	23.7	30.0	4.8
<b>Total 2010</b>		<b>4.0</b>	<b>29.1</b>	<b>41.0</b>	<b>6.3</b>
<b>Total general</b>		<b>1.0</b>	<b>28.7</b>	<b>42.0</b>	<b>6.1</b>

Figura IV - 20. Temperatura en Lerdo, Durango

Temp Min (°C)					Temp Max (°C)				
Mes	Min.	Prom.	Más.	Desv. Est.	Mes	Min.	Prom.	Más.	Desv. Est.
ENE	-5.0	5.8	19.5	3.8	ENE	3.0	20.8	32.0	5.0
FEB	-8.0	8.1	20.0	4.0	FEB	4.0	24.3	35.0	4.7
MAR	0.0	11.3	22.0	4.0	MAR	8.0	28.0	37.5	4.2
ABR	1.5	15.2	24.0	3.5	ABR	15.0	31.6	40.0	3.6
MAY	9.0	18.5	28.0	2.8	MAY	19.0	34.3	42.0	3.1
JUN	0.0	20.7	27.0	2.1	JUN	21.0	34.5	41.5	2.8
JUL	15.5	20.7	27.0	1.7	JUL	20.5	33.1	39.0	2.4
AGO	11.0	20.4	26.0	1.8	AGO	21.5	32.8	39.0	2.3
SEP	9.0	18.4	25.0	2.4	SEP	17.0	30.7	38.0	3.1
OCT	7.0	14.4	23.0	3.3	OCT	9.0	28.6	36.0	3.5
NOV	-2.0	9.3	23.5	3.8	NOV	9.0	24.7	33.0	4.5
DIC	-7.0	6.7	21.0	4.0	DIC	1.0	21.4	31.0	5.0
<b>Total general</b>	<b>-8.0</b>	<b>14.2</b>	<b>28.0</b>	<b>6.3</b>	<b>Total general</b>	<b>1.0</b>	<b>28.7</b>	<b>42.0</b>	<b>6.1</b>

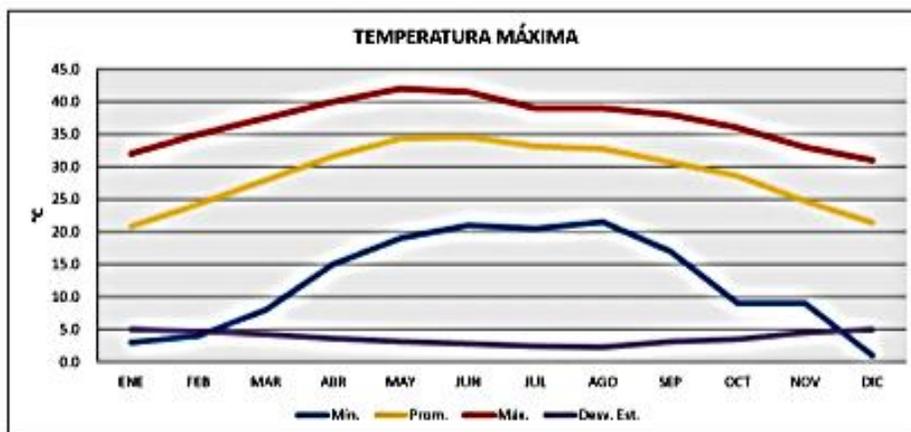
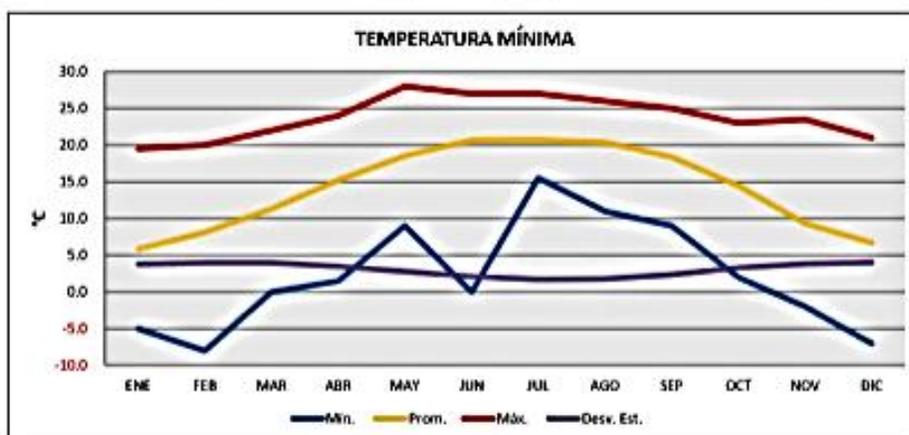


Figura IV - 21. Lluvia y temperatura media, por mes

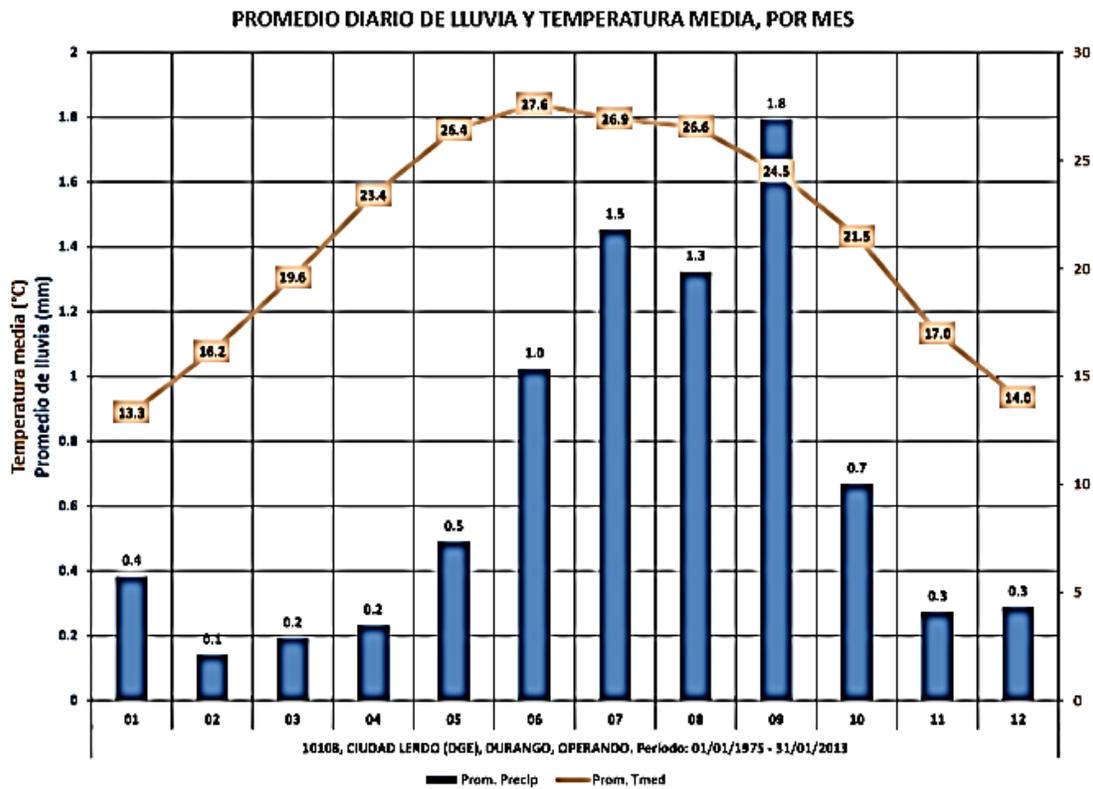
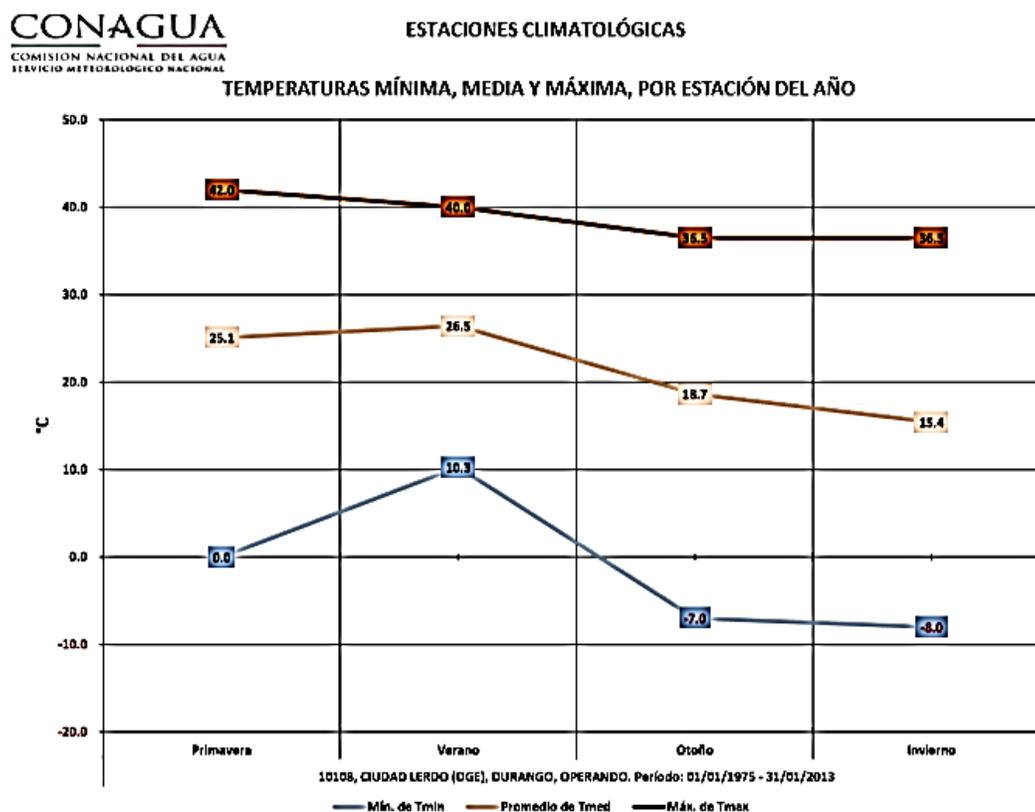


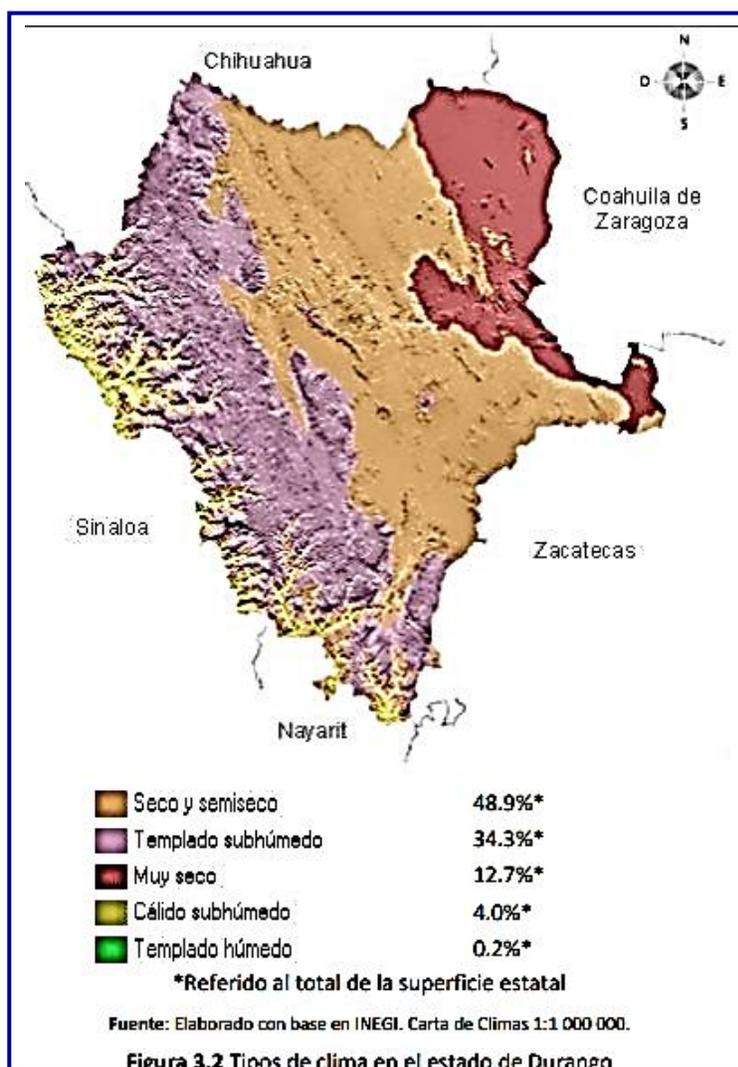
Figura IV - 22. Temperaturas mínimas, medias y máximas, por estación del año



La temperatura mínima normal se presenta en el mes de enero con  $-5^{\circ}\text{C}$  y la temperatura máxima normal en el mes de abril con  $41^{\circ}\text{C}$ .

Ciudad Lerdo tiene un clima desértico. Durante el año, virtualmente no hay lluvia en Ciudad Lerdo. El clima aquí se clasifica como BWh por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura media anual en Ciudad Lerdo se encuentra a  $21.1^{\circ}\text{C}$ . En un año, la precipitación media es 245 mm.

Figura IV - 23. Climas en el Estado de Durango



#### 4.3.1.2 Evaporación

La evaporación es el proceso físico de paso gradual del estado líquido del agua al gaseoso (en el suelo existe transferencia de agua desde la superficie terrestre a la atmósfera).

La evaporación promedio en el sitio del proyecto es de 17.8 mm

#### 4.3.1.3 Porcentaje de humedad relativa (%)

La humedad o cantidad de vapor de agua en el aire, siempre está presente en la atmósfera, aún en los días que el cielo está despejado. Cuando existe un mecanismo que enfría al aire, este vapor se condensa y se transforma al estado líquido en forma de gotas, o bien, al estado sólido como cristales de hielo; ambos estados dan lugar a cuerpos muy pequeños (su diámetro es del orden de 0.02 mm) que en conjunto constituyen las nubes.

La humedad se produce por la evaporación en la superficie del agua de océanos, mares, lagos, lagunas, ríos, arroyos y de los suelos, así como por la evapotranspiración de plantas y animales. La humedad relativa es el porcentaje de humedad de saturación, calculado en relación con la densidad de vapor de saturación (CENAPRED, 2001).

La estación Agroclimática "Uruza" cuenta con datos completos de porcentaje de humedad relativa para el 2009, 2010, 2012 y 2013; con valores de 531.6, 510.0, 480.7 y 502.1 respectivamente, de las cuales el promedio resulta un porcentaje de humedad de 506.1 anualmente.

**Tabla IV - 10. Humedad relativa**

Humedad relativa (%)														
Estación	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Uruza, Mapimí	2009	40.18	28.56	27.93	19.58	36.95	42.21	43.09	50.51	68.06	60.61	56.80	57.16	531.6
	2010	55.52	43.51	25.81	39.94	32.67	44.11	64.31	46.70	56.17	38.74	30.32	32.20	510.0
	2012	36.97	40.85	26.68	25.59	31.23	37.47	46.30	41.77	53.30	49.85	53.93	36.76	480.7
	2013	39.78	24.60	21.70	22.39	31.12	36.05	50.58	41.38	58.38	52.52	69.03	54.53	502.1
Total Promedio														506.1
Coordenadas de Localización:							25°53'34"N/103°36'11.2"W							

#### 4.3.1.4 Precipitación (mm)

La precipitación total media anual en el sitio es de 194.0 mm, siendo septiembre el mes con mayor precipitación pluvial durante el año, por el contrario, el mes de febrero corresponde al de menor cantidad de lluvia anual.

En la mayor parte del estado de Durango, el clima es seco y semiseco (con lluvias escasas durante todo el año: de 200 a 500 mm de los valles al Bolsón). En lo alto de la sierra el clima es templado con lluvias en verano, e invierno con heladas y nevadas (debido a las bajas temperaturas y los vientos húmedos procedentes del mar). Precipitación media 800 mm y una temperatura de 16°C.

**Tabla IV - 11. Tabla climática/Datos históricos del tiempo Ciudad Lerdo**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	13.5	15.9	19.2	22.9	25.6	27.1	26.5	26.1	24.1	21	16.9	14
Temperatura min. (°C)	4.6	6.6	9.3	13.1	16	18.4	18.4	18.2	16.2	12.6	7.8	5.5
Temperatura máx. (°C)	22.4	25.3	29.1	32.8	35.3	35.8	34.7	34	32	29.5	26	22.6
Temperatura media (°F)	56.3	60.6	66.6	73.2	78.1	80.8	79.7	79.0	75.4	69.8	62.4	57.2
Temperatura min. (°F)	40.3	43.9	48.7	55.6	60.8	65.1	65.1	64.8	61.2	54.7	46.0	41.9
Temperatura máx. (°F)	72.3	77.5	84.4	91.0	95.5	96.4	94.5	93.2	89.6	85.1	78.8	72.7
Precipitación (mm)	9	6	3	6	17	29	38	43	53	25	8	10

La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 50 mm. La variación en la temperatura anual está alrededor de 13.6 ° C.

#### 4.3.1.5 Vientos dominantes

El viento es un elemento climatológico definido como "el aire en movimiento" y se describe por dos características: 1) la velocidad y 2) la dirección. Debido a esto es que se considera un vector con magnitud (dada por la velocidad) y dirección. La Rosa de los Vientos nos permite representar simultáneamente la relación que existe entre las características que componen el viento. La información de cada rosa de viento muestra la frecuencia de ocurrencia de los vientos en 16 sectores de dirección (E, ENE, NE, NNE, W, WNW, NW, NNW, ESE, SE, SSE, S, SSW, N, WSW, SW) y en clases de velocidad del viento para una localidad y un periodo de tiempo dado.

Vientos dominantes del oeste en primavera, del noroeste en verano y otoño y del noreste en invierno.

Los datos de velocidad y dirección del viento provienen de la estación meteorológica más cercana que cuenta con registros de este tipo, ubicada en el aeropuerto de Torreón (WINDFINDER).

La dirección de los vientos predominantes es hacia el Noreste, con intermitentes de Noroeste y Norte, con una velocidad promedio anual de 3 m/s.

Se revisaron los registros de vientos respecto a las estaciones de INIFAP y WINFINDER utilizadas para obtener la información de viento para el Proyecto.

Estación del aeropuerto de Torreón de WINDFINDER

VIENTOS EN LERDO, DURANGO

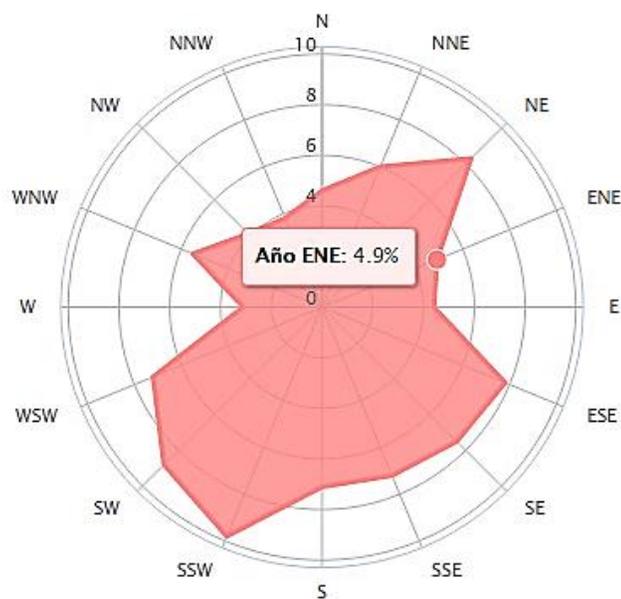
**Figura IV - 24. Dirección y velocidad de los vientos (WINDFINDER)**

Mes del año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Dirección del viento dominante	↖	↖	↖	↖	↖	↗	↗	↗	↗	↘	↖	↖	↖
Probabilidad de viento >= 4 Beaufort (%)	11	18	18	19	13	9	4	4	3	3	7	17	10
Velocidad media del viento (kts)	6	7	7	7	6	6	5	5	5	4	5	7	5
Temperatura media del aire (°C)	14	16	19	22	24	25	22	21	21	20	16	14	19

Estadísticas basadas en observaciones tomadas entre el 01/2011 - 01/2019 diariamente entre las 7 de la mañana y las 7 de la tarde hora local.

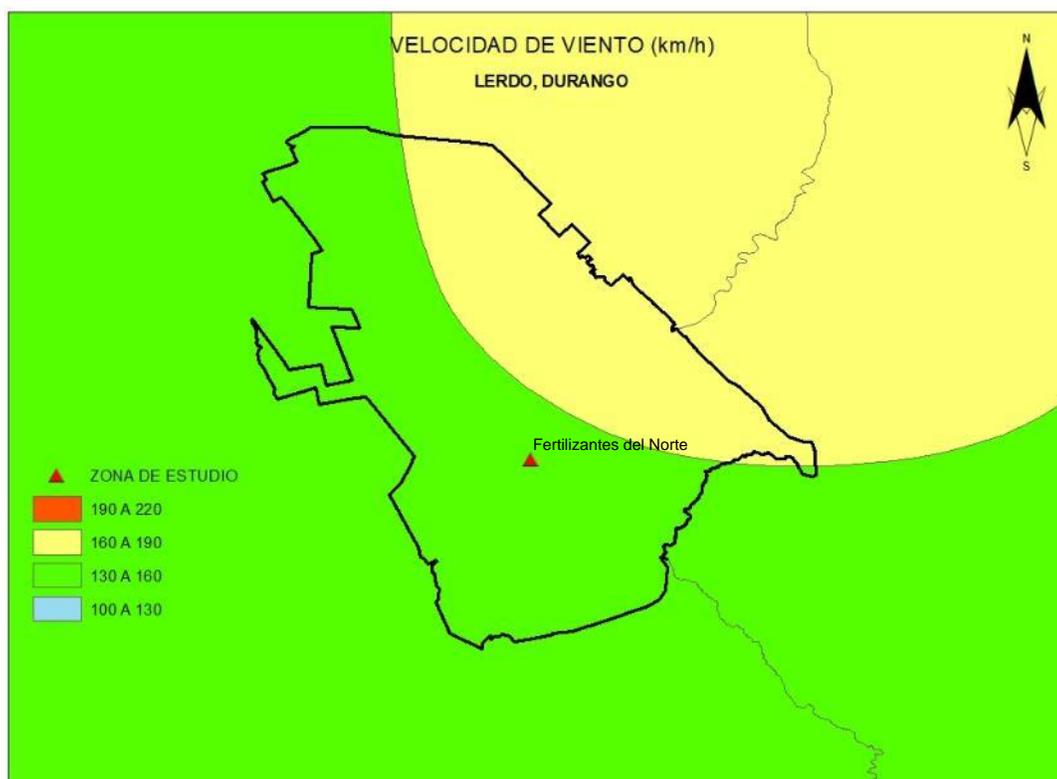
**Figura IV - 25. Dirección de los vientos dominantes (WINDFINDER)**

Distribución de la dirección del viento en %

**Descripción**

Estas son las estadísticas del viento, de las olas y del tiempo para Durango Aeropuerto en Durango, México. Las estadísticas del viento se basan en observaciones reales de la estación meteorológica en Durango Aeropuerto. Las flechas apuntan en la dirección en la que sopla el viento.

Figura IV - 26. Velocidad del viento en Lerdo, Durango



#### 4.3.1.6 Fenómenos climatológicos

##### 4.3.1.6.1 Tormentas Eléctricas

Las tormentas eléctricas son un fenómeno meteorológico caracterizado por la presencia de rayos en la atmósfera terrestre. Las tormentas eléctricas por lo general están acompañadas por vientos fuertes, lluvia copiosa y a veces granizo, por lo que asociado a este fenómeno se presentan inundaciones y deslaves. Ahora bien, los rayos de las tormentas eléctricas son de tres tipos principales: descargas nube-nube, intranube y nube-tierra, siendo estos últimos los que interesan a este documento. Los riesgos directos de los rayos nube-tierra (o mejor conocidos como rayos a tierra) son los incendios

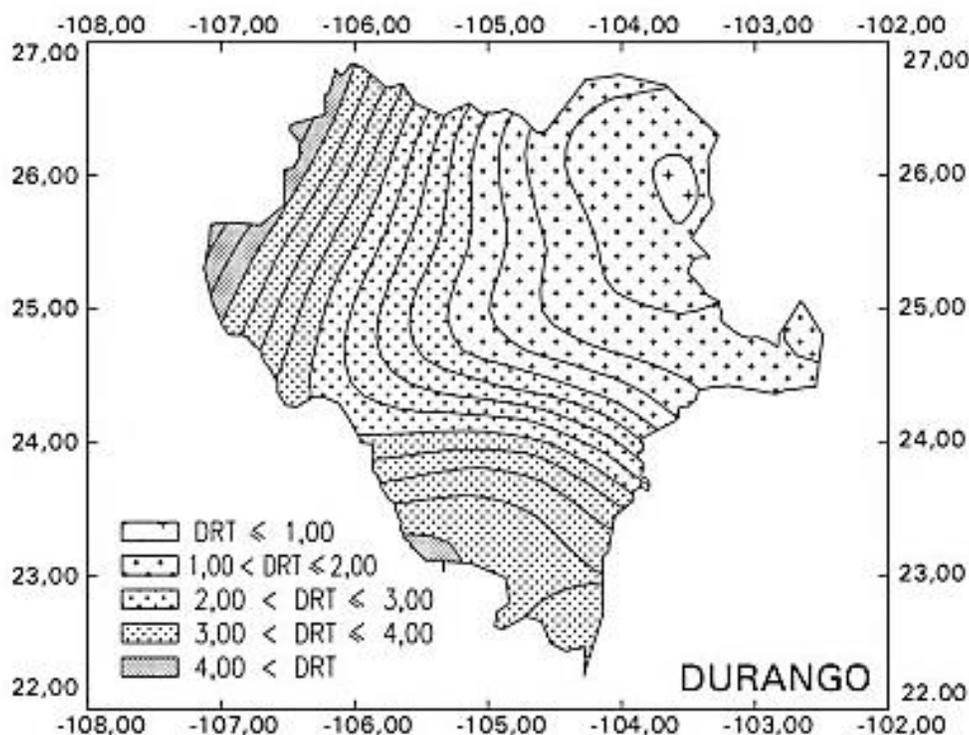
forestales, descargas a edificios o estructuras e incluso choques eléctricos a personas que producen desde heridas leves hasta la muerte.

El riesgo a la navegación aérea por tormentas eléctricas queda fuera del alcance de la presente investigación. Por otro lado, las lluvias extraordinarias implican una o varias precipitaciones que superan en volumen registrado al promedio histórico de las lluvias mensuales. Estas lluvias pueden acelerar y/o detonar procesos de deslizamiento de laderas, erosión, derrumbes, hundimientos e inundaciones. Es importante aclarar que las lluvias normales también pueden causar los mismos efectos, aunque la probabilidad es ligeramente menor.

#### Peligro por Tormentas Eléctricas

El Municipio de Lerdo según datos del GHCC Lightning Team de la NASA, obtenidos a través del sensor Lightning Imaging Sensor (LIS), a bordo del satélite meteorológico TRMM, registró durante el periodo de enero 1998 a febrero 2012, hasta 1250 rayos. Sin embargo, es preciso aclarar que el sensor LIS mide los rayos de todo tipo, incluyendo nube-tierra, nube-nube, e intranube. Por ello, para determinar el peligro existente en el Municipio, se obtuvieron los datos de Comisión Federal de Electricidad y el Instituto de Investigaciones Eléctricas, los cuales reportan que el promedio anual de densidad de rayos a tierra en el Municipio de Lerdo oscila entre 1 a 2 rayos por km<sup>2</sup> por año.

Figura IV - 27. Mapa promedio anual de densidad de rayos a tierra en el Estado de Durango.



Fuente: NMX-J-549-ANCE-2005

Por otro lado, con los datos de las estaciones meteorológicas de la zona de estudio y aledañas, se identificó la distribución y la frecuencia de las tormentas eléctricas del periodo de 1951 a 2010. Éste fenómeno es frecuente en la mitad más húmeda del año, principalmente entre julio, agosto y septiembre. Para obtener el mapa de frecuencia de tormentas eléctricas, se realizó una interpolación mediante un sistema de información geográfica de los datos de las estaciones meteorológicas del SMN, los cuales tienen un periodo de datos de aproximadamente 30 años. La interpolación se realizó según el sistema de Natural Neighbor, el cual es un método de interpolación espacial en 2D, que

IV-53

se basa en la teselación de Voronoi de un conjunto discreto de puntos espaciales. Este método proporciona una aproximación más suave con relación a los datos reales, pero proporciona un modelado más coherente con el espacio.

Como resultado de la interpolación anterior se obtuvo el mapa de frecuencias de tormentas eléctricas, donde se observa una muy baja presencia del fenómeno en el área municipal con una tendencia de incremento del peligro en el extremo sur. Con el análisis de los datos de las estaciones meteorológicas, se identificó que el gradiente de tormenta eléctrica en el municipio varía de 2 a 3 eventos al año.

Tabla IV - 12. Tormentas eléctricas en la región del Municipio de Gómez Palacio

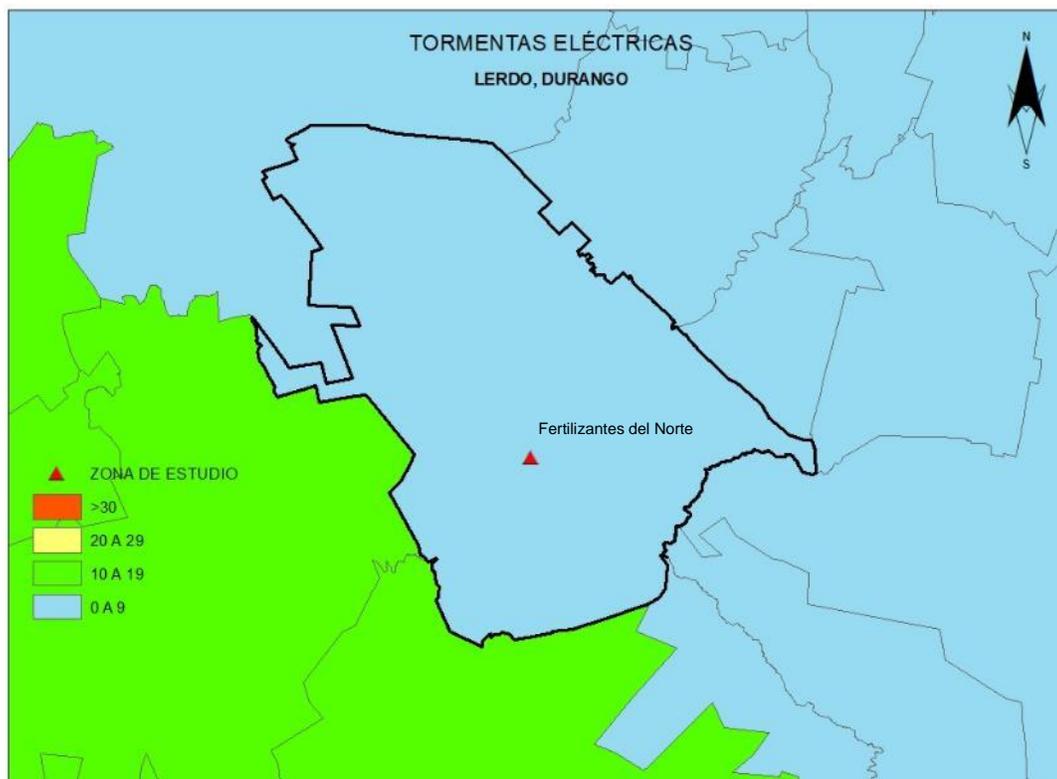
Estación	Nombre	Tormentas Eléctricas Al Año	Precipitación Promedio Anual
10004	Cañon Fernández	6.4	307.0
10045	Mapimí	0.4	312.4
10085	Tlahualilo	4.8	250.4
10108	Ciudad Lerdo (DGE)	14.6	254.7
10163	Villa Juarez (CFE)	1.1	431.8
10170	C.B.T.A. 047 Lerdo	1.7	212.7
5007	Concordia	2.6	173.6
5026	Presa Coyote	0.5	208.2
5178	Tejaban de la Rosita	1.4	303.7
5180	Francisco I. Madero	2.0	197.0

Fuente: Normales Climatológicas, Servicio Meteorológico Nacional.

#### Vulnerabilidad y Riesgo por Tormentas Eléctricas

La vulnerabilidad a las tormentas eléctricas en el municipio de Lerdo puede variar según las características socioeconómicas de la población. No existen reportes de daños causados por este tipo de eventos a nivel histórico en el municipio. Por otro lado, en función de la zonificación del peligro y la vulnerabilidad, se estableció que el riesgo por Tormentas Eléctricas en el Municipio de Lerdo es BAJO.

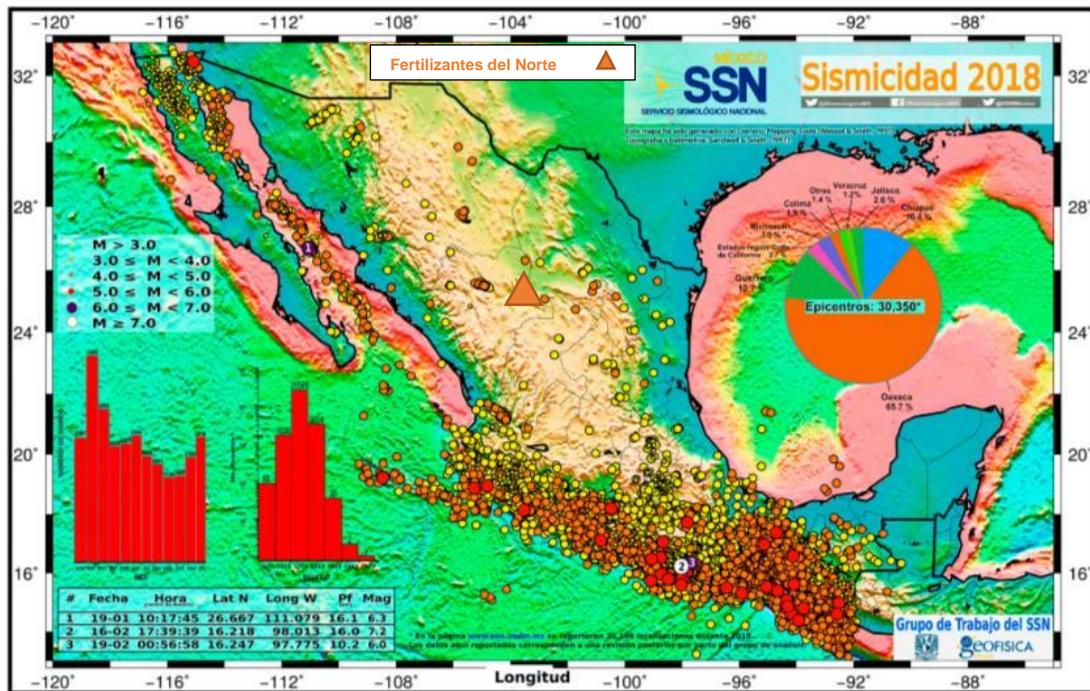
Figura IV - 28. Tormentas eléctricas en Lerdo, Durango



#### 4.3.1.6.2 Sismos

La gran actividad sísmica de México se presenta en la siguiente figura, estos sismos provienen de dos principales zonas: la primera en las Costas del Pacífico, con sismos provocados por la subducción de la Placa de Cocos bajo la Norteamericana (límites convergentes), y la segunda en la parte centro del país, con sismos intraplaca que se forman dentro del continente y son generados por la dinámica de fallas activas.

Figura IV - 29. Sismicidad 2018



Sismicidad Histórica

Dentro de la parte central del Estado de Durango se han reportado sismos desde el siglo XVIII y en los últimos 30 años los reportes han sido más frecuentes. Algunos eventos han sido ubicados cerca de zonas pobladas.

Tabla IV - 13. Sismos Históricos reportados y registrados en el Estado de Durango

Año	Mes y Día	Localidad	Magnitud	Intensidad	Duración
1787*	Marzo 26 y 27	Ciudad de Durango Real del Oro	No reportada	Fuerte	No reportada
1853*	Diciembre 2	Ciudad de Durango	No reportada	Fuerte	No reportada
1896*	Junio 23	Avino	No reportada	Ligero	5 seg. Oscil
		Cuencame		Fuerte	
1911*	Abril 7	Ciudad de Durango	No reportada	No reportada	6 seg. Oscil
		Elota			5 seg. Oscil
		Cavaria			3 seg. Oscil
1932*	Mayo 1	Nombre de Dios	5.0	No reportada	No reportada
1960*	Octubre 9	26.98N 105.56W	4.3	No reportada	No reportada
1972**	Abril 30-Mayo 2	Arnulfo R. Gómez	Mc=1.1 Mb=3.1	No reportada	6 seg
2003***	Julio	Col. José Ramón Valdez	4.5	No reportada	No reportada



de los materiales presentes, de su intensidad, magnitud y distancia del epicentro) generando desde “graneo” y desprendimientos de bloques, hasta el deslizamiento de grandes masas de suelo o rocas, como flujos de tierra y avalanchas de roca.

**Figura IV - 31. Sismicidad en Lerdo, Durango**



#### 4.3.1.6.3 Inestabilidad de laderas

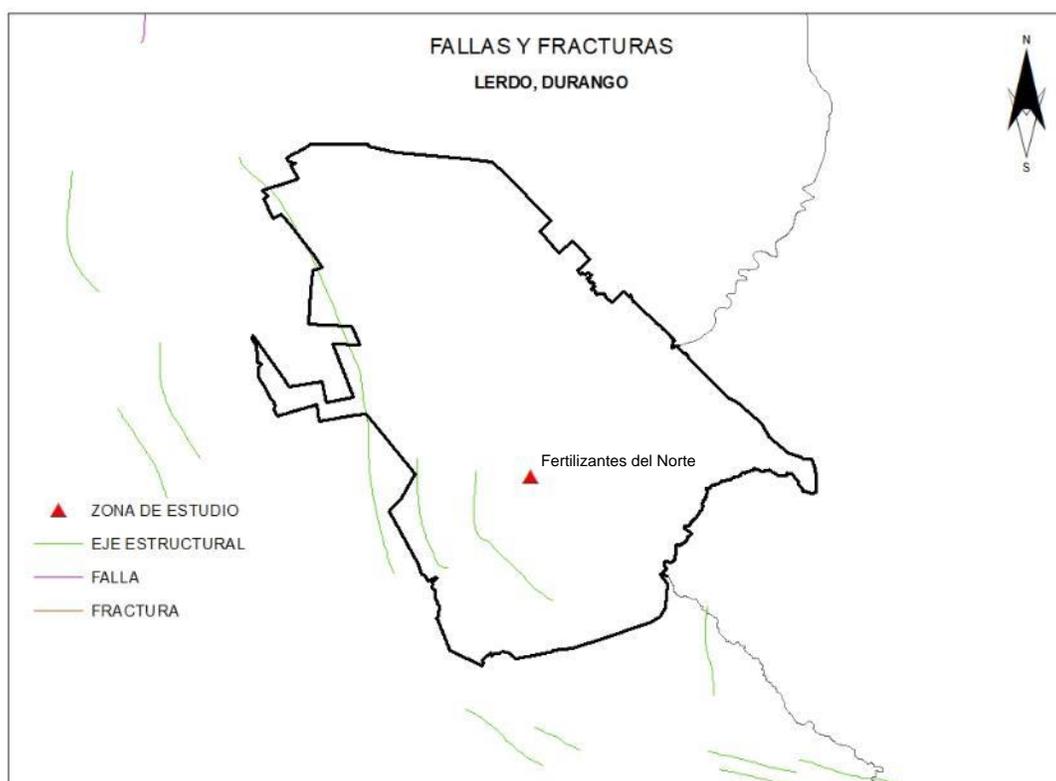
La inestabilidad de laderas, también conocidos como Procesos de Remoción en Masa (PRM) o Mecanismos Potenciales y/o de Falla, se definen como movimientos de material (roca, detrito y suelo) que se desarrollan en laderas o a lo largo de un talud, sobre una zona con pendiente variable a consecuencia de la acción de la gravedad y se distinguen por un carácter no selectivo al afectar indistintamente materiales de cualquier forma y dimensión.

La gravedad no es el único elemento que entra en juego en los movimientos de material y en los fenómenos de deslizamiento en particular, ya que también el agua, en su forma superficial o subterránea, tiene una influencia muy importante para este tipo de fenómenos.

Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad de laderas.

La vulnerabilidad a la Inestabilidad de laderas se midió considerando los elementos de vulnerabilidad social. Sin embargo, la exposición es muy baja o nula en prácticamente todo el territorio municipal, debido a que la topografía es mayormente plana. En base a ello, el riesgo en general para el municipio es MUY BAJO, aunque en tres ubicaciones el riesgo cambia, debido a su cercanía con zonas propensas a desarrollar este tipo de procesos.

**Figura IV - 32. Fallas y fracturas en Lerdo, Durango**



#### 4.3.1.6.4 Flujos

Son definidos como movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas ladera abajo, en donde sus partículas, granos o fragmentos tienen movimientos relativos dentro de la masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Pueden ser de muy lentos a muy rápidos, así como secos o húmedos. Principalmente se distinguen: i. Flujos de lodo, masa de suelo y agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente, y que contiene por lo menos 50% de granos de arena y limo, y partículas arcillosas; ii. Flujos o avalancha de suelos y rocas, movimiento rápido de una mezcla en donde se combinan partículas sueltas, fragmentos de rocas, y vegetación con aire y agua entrampados, formando una masa viscosa o francamente fluida que se mueve pendiente abajo. Dichos movimientos también son conocidos como flujos de escombros.

#### Vulnerabilidad y Riesgo por Flujos

La vulnerabilidad a los Flujos se midió considerando los elementos de vulnerabilidad social. Sin embargo, la exposición es muy baja o nula en prácticamente todo el territorio municipal, debido a que la topografía es mayormente plana. En base a ello, el riesgo en general para el municipio es MUY BAJO, aunque en algunas ubicaciones el riesgo cambia, debido a su cercanía con zonas propensas a desarrollar este tipo de procesos.

#### 4.3.1.6.5 Caídas y Derrumbes

Los derrumbes ocurren cuando la resultante de las fuerzas aplicadas a un bloque cae fuera del tercio medio en la base de este. El giro o volteo se produce alrededor de un punto de pivote. Este tipo de falla es común en masas rocosas con discontinuidades casi verticales. Hay dos formas:

#### Riesgo por Caídas y Derrumbes

Para determinar el riesgo se procedió a valorar la vulnerabilidad social del municipio, sin embargo, ninguna localidad urbana o rural está expuesta a este fenómeno, por lo que el grado de riesgo se considera MUY BAJO por derrumbes.

#### 4.3.1.6.6 Hundimientos

El hundimiento es un asentamiento descendiente del suelo, con poco movimiento horizontal y vertical. La causa más común que lo genera es la remoción lenta debajo de la masa que se hunde y su origen se debe a diferentes causas como puede ser consolidación de secuencias arcillosas de alta compresibilidad, presencia de fallas, sobrecarga en el subsuelo por incremento del peso de una estructura, extracción de agua, etc.

#### 4.3.1.6.7 Intemperismos Severos

Las alteraciones climáticas más importantes en el área de estudio son:

#### 4.3.1.6.8 Temperaturas extremas

Clima: Muy árido, semicálido, temperatura media anual entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18° C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

**Figura IV - 33. Temperaturas en Lerdo, Durango**



IV-61

#### 4.3.1.6.9 Ondas Cálidas

Las ondas cálidas u olas de calor son un calentamiento importante del aire o invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa, y que suele durar de unos días a una semana. Este fenómeno representa un riesgo para la población debido a que acelera procesos tales como las enfermedades gastrointestinales, la deshidratación y la insolación, que asociadas incrementan la morbilidad, particularmente de los grupos vulnerables como bebés, ancianos y personas en situación de alta marginación; adicionalmente pueden causar otros daños notorios como incendios forestales.

##### Peligro por Ondas Cálidas

El Municipio de Lerdo, debido a su ubicación en la zona seca y semicálida del norte de México es susceptible a la presencia constante de ondas de calor cuyos efectos puedan poner en peligro a la población. Las temperaturas máximas extremas que se han presentado históricamente representan un peligro potencial en caso de repetirse, por lo que se realizaron análisis de periodos de retorno de los eventos más extremos de temperaturas altas.

##### Vulnerabilidad y Riesgo por Ondas Cálidas

La vulnerabilidad de la población a las altas temperaturas se deriva de malestares fisiológicos producidos directamente por el incremento de calor, o bien por fenómenos asociados, como un incremento en el metabolismo de los organismos bacteriológicos existentes en los alimentos, aire, agua y suelos. Adicionalmente la vulnerabilidad se incrementa en la población infantil y adultos mayores, así como en personas en situación de indigencia. A continuación, se presenta una tabla con los principales factores asociados a la incidencia de altas temperaturas:

La vulnerabilidad se calculó de acuerdo con el índice de marginación de la CONAPO, toda vez que el contexto socioeconómico de una persona determina el grado de exposición al fenómeno natural, no solo de forma directa, sino indirecta, como puede ser el acceso a servicios de salud, de agua limpia, de drenaje y otros. Con base en lo anterior, se

determinó que el riesgo por ondas de calor es ALTO en general para el Municipio de Lerdo.

#### 4.3.1.6.10 Heladas

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno es  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ , durante un tiempo mayor a cuatro horas. El área de estudio se clasifica por el Centro Nacional de Prevención de Desastres como una zona con riesgo MEDIO por heladas.

#### Heladas

La helada es un fenómeno atmosférico que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua ( $0^{\circ}\text{C}$ ) y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies, el cual se presenta en las primeras horas del día (de las 3 a las 6 horas). Es un fenómeno que está estrechamente coligado a las temperaturas bajas, las cuales, a diferencia de las heladas, pueden no congelar la humedad del aire, pero son condición necesaria para que ocurran las heladas.

Existen dos fenómenos que dan origen a las heladas; el primero consiste en la radiación, durante la noche, desde la Tierra hacia la atmósfera que causa la pérdida de calor del suelo; el otro es la advección, debido al ingreso de una gran masa de aire frío, proveniente del norte. Las heladas por radiación se forman en los valles, cuencas y hondonadas próximas a las montañas, ya que son zonas de acumulación de aire frío. Durante la noche desciende el aire húmedo y se concentra en las partes bajas. Para que esta helada ocurra, se requiere de la ausencia de viento, cielo despejado, baja concentración de vapor de agua, y fuertes inversiones térmicas en la superficie. Este es el tipo de helada más común en el municipio de Lerdo.

Peligro por Heladas.

El Municipio de Lerdo se caracteriza por una relativa homogeneidad de condiciones de temperatura y humedad. Según la época del año se producen diversos fenómenos atmosféricos, por ejemplo, en el invierno que es frío y seco, el municipio se encuentra bajo los efectos de los frentes fríos, que ocasionan descensos de temperatura. Estos descensos de temperatura, de acuerdo con datos de la UNAM, en promedio ocurren entre 25 a 50 eventos por año en el municipio.

Las heladas en Lerdo se presentan mayormente durante los meses de noviembre a febrero. Como dato histórico, en el año 2012 hubo una helada de  $-5^{\circ}\text{C}$  que dañó los cultivos y afectó a la población en situación de indigencia. Según los criterios establecidos por el Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED), el peligro por heladas es muy alto si hay más de 100 días al año con presencia de este fenómeno; alto si hay de 50 a 100 días; medio si hay de 25 a 50; bajo si hay de 10 a 25; y muy bajo si hay menos de 10 evento por año. Además de la frecuencia de heladas, la intensidad de estas puede variar significativamente. La diferencia entre los gradientes de temperatura es muy significativa debido a que una helada más intensa, puede ocasionar mayores daños que una helada de menor magnitud. Por ejemplo, una helada de  $0^{\circ}\text{C}$  causa daños principalmente a la agricultura, mientras que una de  $-11.5^{\circ}\text{C}$  puede causar muertes en adultos mayores y niños.

En general, el riesgo por Heladas en el Municipio de Lerdo es MEDIO, aunque en algunas áreas el riesgo sube a alto.

#### 4.3.1.6.11 Ondas Gélidas

Las ondas gélidas son producidas cuando grandes masas de aires provenientes del norte ingresan al territorio municipal implicando un descenso significativo de la temperatura ambiente, que puede prolongarse por horas o incluso días. Este fenómeno representa un riesgo para la población debido a que origina enfermedades en las vías respiratorias, incrementando la morbilidad, particularmente de los grupos vulnerables como bebés, ancianos y personas en situación de alta marginación.

### Peligro por Ondas Gélidas

El Municipio de Lerdo, debido a su ubicación en la zona semiárida del norte de México es altamente susceptible a la presencia constante de ondas gélidas cuyos efectos ponen en riesgo a la población. Las temperaturas mínimas extremas que se han presentado históricamente representan un peligro potencial en caso de repetirse, por lo que se realizaron análisis de periodos de retorno de los eventos más extremos de temperaturas bajas.

### Vulnerabilidad y Riesgo por Ondas Gélidas

La vulnerabilidad de la población a las bajas temperaturas se deriva de malestares fisiológicos producidos directamente por el decremento de temperatura, o bien por fenómenos asociados, como aparición de una mayor morbilidad por enfermedades de las vías respiratorias, tales como tos, gripe o bronquitis.

Además, la vulnerabilidad se incrementa en la población infantil y adultos mayores, así como en personas en situación de indigencia. En el Municipio de Lerdo, el peligro asociado a los fenómenos de temperaturas mínimas extremas se calculó con base en los datos obtenidos por el periodo de retorno de 25 años, debido a que se considera un evento máximo dentro de los límites razonables de tiempo, y que la frecuencia esperada de ondas gélidas es alta bajo dicho escenario estadístico. La vulnerabilidad se calculó de acuerdo con el índice de marginación de la CONAPO, toda vez que el contexto socioeconómico de una persona determina el grado de exposición al fenómeno natural, no solo de forma directa, sino indirecta, como puede ser el acceso a servicios de salud. Con base en lo anterior, se determinó que el riesgo por ondas gélidas es ALTO en general para el Municipio.

#### 4.3.1.6.12 Tormentas de Nieve

Las nevadas, son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de

agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones de cristales hexagonales planos.

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas son las masas de aire polar y los frentes fríos, que en algunas ocasiones llegan a interactuar con corrientes en chorro, líneas de vaguadas, y entrada de humedad de los océanos hacia tierra. Estos fenómenos provocan tormentas invernales que pueden ser en forma de lluvia, aguanieve o nieve.

#### Peligro por Nevadas

Debido a la situación geográfica del Municipio de Lerdo las nevadas son eventos extraordinarios. Sin embargo, eventualmente pueden formarse nevadas en el municipio por influencia de corrientes frías provenientes del norte del país. El CENAPRED ha identificado que el Municipio tiene, en general, un peligro bajo por nevadas, debido a que el índice de frecuencia es de 0.1, es decir, que la probabilidad de que se presente el fenómeno es de 1% durante el trimestre más frío del año.

Sin embargo, debido a que el peligro es muy bajo, la exposición es también casi nula. Por lo tanto, el grado de Riesgo por Nevadas en el Municipio de Lerdo es MUY BAJO.

#### 4.3.1.6.13 Ciclones (Huracanes)

Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañada de lluvias intensas. De acuerdo con CENAPRED y debido a la ubicación geográfica del Proyecto, el riesgo por ciclones es Bajo.

#### Ciclones Tropicales

Los Ciclones son fenómenos meteorológicos que se originan en los océanos o en las áreas costeras tropicales. Se desarrollan sobre extensas superficies de agua cálida y pierden su fuerza cuando penetran en tierra. Sin embargo, debido a la extraordinaria

fuerza de estos fenómenos, así como al tamaño que llegan a tener, pueden afectar zonas continentales, aunque en menor grado que a las zonas costeras.

En el caso del Municipio de Lerdo, debido a los 390 km de distancia a la costa más cercana, a estar a más de 1100 m sobre el nivel del mar, y a la barrera orográfica que representa la Sierra Madre Occidental y Oriental, estos fenómenos no pueden presentarse y causar afectaciones directas. Por lo tanto, se determinó que este peligro es NULO en el Municipio.

#### 4.3.1.6.14 Tornados

El aire que circula sobre la Tierra se denomina viento, pero existen vientos de superficie y “vientos planetarios de altura”; estos últimos forman parte de la circulación general del aire en lo alto de la troposfera. La distribución desigual de la presión es lo que causa el movimiento del aire, ya que éste se desplaza desde las áreas de alta presión hacia áreas de baja presión, en un intento por lograr un equilibrio. Este gradiente de presión es la fuerza conductora que está detrás de todos los vientos, incluyendo los de superficie. Los vientos de mayor intensidad pueden ser peligrosos ya que dañan a la infraestructura, produciendo ello a su vez, daños a las personas y a sus bienes.

El fenómeno de los huracanes se mide, de hecho, en función de los vientos, toda vez que son ellos los que causan los mayores perjuicios a la sociedad. No se consideró la influencia de los vientos generados por tornados debido a que existe escasa información al respecto y por estimarlos como eventos de baja ocurrencia, que de manera perceptible sólo se presentan en algunas regiones de los estados de Sonora, Coahuila, Nuevo León, Chihuahua y Tamaulipas, tal y como lo reporta la National Climatic Data Center de Estados Unidos, en su análisis de zonas con probabilidad de presentar tornados en América del Norte. Por lo tanto, se determinó que este peligro es NULO en el Municipio.

Figura IV - 34. Riesgo por inundación en Lerdo, Durango



#### 4.3.1.6.15 Granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbos son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. Conforme al Atlas Nacional de Riesgos elaborado por el CENAPRED, el Proyecto se encuentra en una zona de riesgo por granizadas MUY BAJO.

#### Tormentas de Granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbos son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve

formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento, características de las tormentas.

Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm, y las mayores pueden ser muy destructivas.

A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve. La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.

Como resultado de la interpolación, y en función de los criterios del Atlas Nacional de Riesgos, se determinó que, en el municipio de Lerdo, la presencia del fenómeno de granizadas es BAJA en todo el territorio, ya que sólo se presentan de 1 a 2 eventos al año.

Figura IV - 35. Riesgo de granizo en Lerdo, Durango



#### 4.3.1.6.16 Sequía

La sequía es una condición normal y recurrente del clima. Ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como los cambios en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la región. Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas

IV-70

hidrológicos, el impacto por sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

La sequía meteorológica es una anomalía atmosférica transitoria en la que la disponibilidad de agua se sitúa por debajo de las necesidades de las plantas, los animales y la sociedad. La causa principal es una disminución significativa en la precipitación pluvial promedio de una zona dada. Si este fenómeno perdura por varias temporadas, deriva en una sequía hidrológica caracterizada por la desigualdad entre la disponibilidad natural de agua y las demandas naturales de agua.

En casos extremos se puede llegar a la aridez. Las consecuencias inmediatas de la sequía meteorológica son pérdida de cosechas, pérdida de cabezas de ganado vacuno, ovino y caprino y en casos agudos, insuficiencia de agua para uso doméstico e industrial.

#### Vulnerabilidad y Riesgo por Sequías

Las sequías son algunos de los fenómenos más desastrosos porque la carencia de agua implica caídas sustanciales en la producción de alimentos. Inicialmente afectan la economía agropecuaria, pero pueden llegar incluso a acelerar la mortalidad de la población debido a la falta de agua, lo que conlleva a problemas de higiene, gastrointestinales, y eventualmente de deshidratación como fenómeno de salud pública.

La vulnerabilidad en el Municipio de Lerdo puede medirse de dos formas diferentes: por un lado, la exposición directa al fenómeno es MUY ALTA; por otro lado, la vulnerabilidad hídrica, medida por el Instituto Mexicano del Agua, es MUY BAJA.

Figura IV - 36. Riesgo por sequías en Lerdo, Durango



#### 4.3.1.6.17 Tormentas de Polvo

Las tormentas de polvo ocurren cuando, en zonas con escasa cubierta vegetal, los vientos de superficie alcanzan a levantar partículas de suelo y polvo que llegan a alcanzar alturas de hasta 1km, avanzando rápidamente e impidiendo la visión parcialmente. Las tormentas de polvo se dan principalmente en regiones semiáridas donde el suelo es seco y las altas temperaturas de la superficie producen fuertes corrientes ascendentes.

Normalmente empiezan cuando los vientos que soplan en una zona determinada hacen girar una masa de aire en niveles bajos y medios de la troposfera. Esta rotación se combina con fuertes corrientes ascendentes producidas por el calentamiento de la

IV-72

superficie y crea potentes mangas de aire. Las grandes cantidades de polvo que se levantan hacen visible la forma de la manga de aire.

Normalmente no suponen una amenaza para la vida de las personas y sus propiedades.

#### Peligro por Tormentas de Polvo

En el municipio de Lerdo las tormentas de polvo o tolvánicas, como se conocen localmente, son relativamente comunes, aunque no generan daños significativos. Como ejemplos destacados, el 12 de junio de 1985 se presentó la tormenta de polvo más grande de la región lagunera del siglo XX. En general, para el Municipio de Lerdo, el riesgo por tormentas de polvo es ALTO.

#### 4.3.1.6.18 Vulcanismo

Este fenómeno no aplica para el municipio de Gómez Palacio Durango, debido a que no hay actividad volcánica a menos de 100km del municipio. En la siguiente figura se muestra la distribución de los volcanes activos en México en base al catálogo del CENAPRED, y no se muestra ningún volcán activo cercano al Municipio. Con base en lo anterior, se determina que el riesgo por vulcanismo es NULO en Gómez Palacio.

#### 4.3.1.6.19 Contaminación atmosférica

En el sitio del Proyecto no se tienen emisiones a la atmósfera, ya que se trata de un área rural.

Tabla IV - 14. Emisión total de contaminantes por municipio del estado de Durango

Cuadro 6.2 Emisión total de contaminantes por municipio del estado de Durango

Municipio	Emisión (Toneladas/año)									
	HC	%	CO	%	NOx	%	PM <sub>10</sub>	%	SO <sub>2</sub>	%
Canatlán	20,124.19	2.26	16,646.80	3.12	1,424.28	2.10	15.26	0.23	9.06	0.03
Canelas	9,330.10	1.05	1,429.87	0.27	118.01	0.17	44.11	0.66	0.82	0.00
Coneto de Comonfort	4,015.02	0.45	2,528.20	0.47	339.27	0.50	0.42	0.01	1.15	0.00
Cuencamé	11,513.96	1.29	12,859.77	2.41	4,281.10	6.31	2.93	0.04	7.60	0.03
Durango	87,216.63	9.79	204,314.97	38.27	9,944.26	14.67	985.27	14.81	2,728.19	9.15
Gral. Simón Bolívar	3,452.94	0.39	4,592.79	0.86	1,441.93	2.13	0.79	0.01	2.19	0.01
Gómez Palacio	10,379.75	1.17	60,807.35	11.39	8,196.79	12.09	908.15	13.65	318.12	1.07
Guadalupe Victoria	5,050.72	0.57	18,479.48	3.46	2,234.27	3.30	4.35	0.07	10.90	0.04
Guanaceví	54,480.55	6.12	5,110.94	0.96	673.49	0.99	13.79	0.21	2.69	0.01
Villa Hidalgo	7,075.19	0.79	3,840.12	0.72	2,589.91	3.82	0.90	0.01	2.61	0.01
Indé	4,114.85	0.46	3,507.87	0.66	1,841.44	2.72	0.69	0.01	1.89	0.01
<b>Lerdo</b>	<b>7,814.81</b>	<b>0.88</b>	<b>34,242.61</b>	<b>6.41</b>	<b>5,529.74</b>	<b>8.16</b>	<b>3,896.82</b>	<b>58.58</b>	<b>26,636.05</b>	<b>89.31</b>
Mapimí	10,446.52	1.17	9,294.04	1.74	3,621.11	5.34	20.23	0.30	5.96	0.02

#### 4.3.2 Geología y Geomorfología

La zona del proyecto se encuentra en las provincias fisiográficas Sierras y Llanuras del Norte y Sierra Madre Oriental, así como en la subprovincia del Bolsón de Mapimí y Sierras Transversales. Las rocas representativas en el área son las de tipo sedimentarias calizas. El área se encuentra sobre un sistema de topofomas de llanura aluvial y sierra compleja en el Acuífero 1022, Villa Juárez.

INFORMACIÓN PIEZOMÉTRICA, HIDROMÉTRICA Y DE CALIDAD DEL ACUÍFERO VILLA JUÁREZ, DURANGO. Comisión Nacional del Agua, Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte (OCCCN), 2016. Contiene información piezométrica histórica y actualizada, así como de la estimación de los volúmenes de extracción. Además, proporciona información de calidad del agua procedente de la Evaluación de las Fuentes de Agua Potable del Región Lagunera, operada por el OCCCN y de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua (RENAMECA), para el año 2017.

El área de estudio se localiza, en su totalidad, sobre las provincias fisiográficas Sierras y Llanuras del Norte y la Sierra Madre Oriental, así como en la subprovincia del Bolsón de Mapimí y Sierras Transversales.

#### 4.3.2.1 Fisiografía

##### Provincia fisiográfica

De acuerdo con la clasificación fisiográfica de Erwin Raisz (1964), el área que cubre el acuífero se ubica en la confluencia de dos Provincias Fisiográficas: la mayor parte se localiza en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental; la porción centro-norte, a lo largo de una franja orientada en sentido norte sur, pertenece a la Provincia Fisiográfica Cuencas y Sierras del Norte.

Por otra parte, según la regionalización fisiográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 1989)), el acuífero se localiza en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental, Subprovincia Sierras Transversales y en la Provincia Fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte, Subprovincia Bolsón de Mapimí. La Sierra Madre Oriental está orientada en sentido norte-sur y noroeste-sureste, que muestra una flexión con orientación este-oeste entre Monterrey y Torreón.

Representa un conjunto de sierras en las que afloran secuencias mesozoicas plegadas de rocas sedimentarias marinas del Cretácico y Jurásico Superior, entre las que predominan las calizas, areniscas y secuencias arcillosas. El plegamiento se manifiesta de múltiples maneras, pero su forma más notable es la que produce topoformas onduladas y paralelas, en donde las partes topográficamente más altas, corresponden con anticlinales y las zonas bajas a sinclinales, cuando las formaciones son resistentes a la erosión. La flexión de las rocas en las crestas de los pliegues ocasionó extensión con el correspondiente fracturamiento, haciéndolas más susceptibles a los procesos erosivos. Cuando las estructuras mayores se encuentran erosionadas en sus núcleos sólo quedan flancos residuales de los anticlinales, con un valle al centro, denominadas "potreros". La Subprovincia Sierras Transversales está conformada de sierras orientadas en forma

paralela a los cuerpos centrales de la Sierra Madre Oriental, separadas unas de otras por llanuras más o menos amplias.

La porción norte de la subprovincia es la que se ubica en el estado de Coahuila. La Provincia Fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte se caracteriza por presentar alternancia de llanuras y lomeríos compuestos por rocas sedimentarias y volcánicas del Terciario débilmente plegadas, que muestran un relieve suave. Las rocas, principalmente lutitas y areniscas, están afectadas por fallas normales y fracturas, mostrando una orientación noreste-suroeste y noroeste-sureste. La Subprovincia Bolsón de Mapimí está constituida por extensas llanuras aluviales o salinas, con lomeríos ramificados, sierras plegadas y campos de dunas. En las llanuras dominan suelos profundos de origen aluvial o lacustre, de textura media o fina.

#### 4.3.2.2 *Clima*

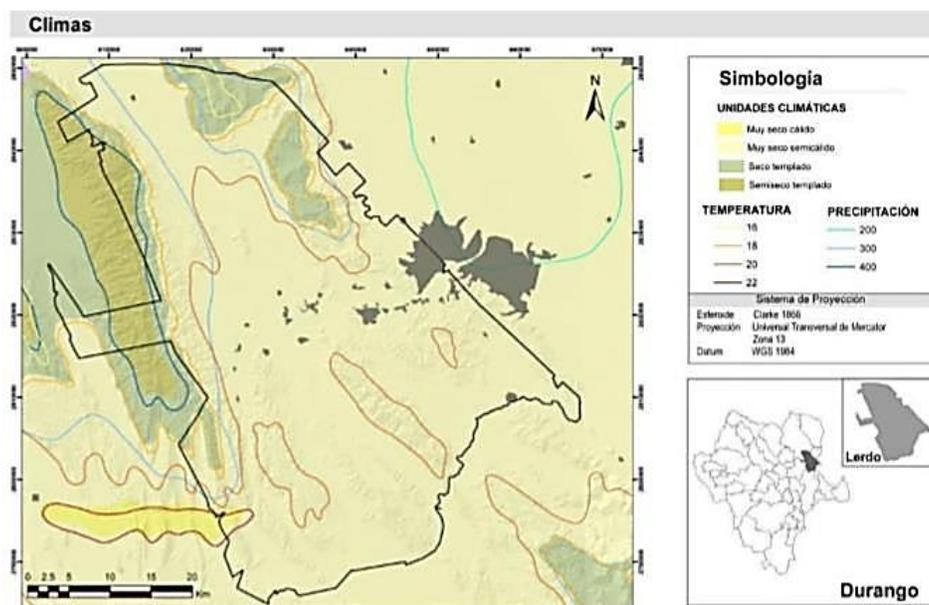
De acuerdo con los criterios de la clasificación de Köppen, modificados por E. García (1964) para las condiciones de México, se establece que en la superficie cubierta por el acuífero predomina el tipo de clima BWhw, que se clasifica como seco a desértico, semicálido con invierno seco, muy extremo. La temperatura media varía entre 18 y 22 °C, temperatura del mes más frío menor de 18 °C y del mes más cálido mayor a 22 °C, con régimen de lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% del total.

En las sierras el clima cambia a tipo (Cx') templado y subhúmedo, con una temperatura media anual que varía entre 12 y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18 °C, y la del mes más cálido mayor a 18 °C, con régimen de lluvias en verano.

Para la determinación de las variables climatológicas se cuenta con información de 6 estaciones que tienen influencia en el área del acuífero: Nazas, Pedriceña, CBTA 047 Lerdo, Villa Juárez (CFE), Ciudad Lerdo y Torreón cuyo registro comprende el periodo 1982-2013.

Con estos datos y utilizando el método de los polígonos de Thiessen, se determinaron valores promedio anuales de precipitación, temperatura y evaporación potencial de 365 mm, 19.0 °C y 2325 mm, respectivamente.

**Figura IV - 37. Climas presentes en el Municipio de Lerdo**



(Fuente: INEGI Conjunto de Datos Vectoriales Climas Esc. 1: 1 000 000)

#### 4.3.2.3 Hidrografía

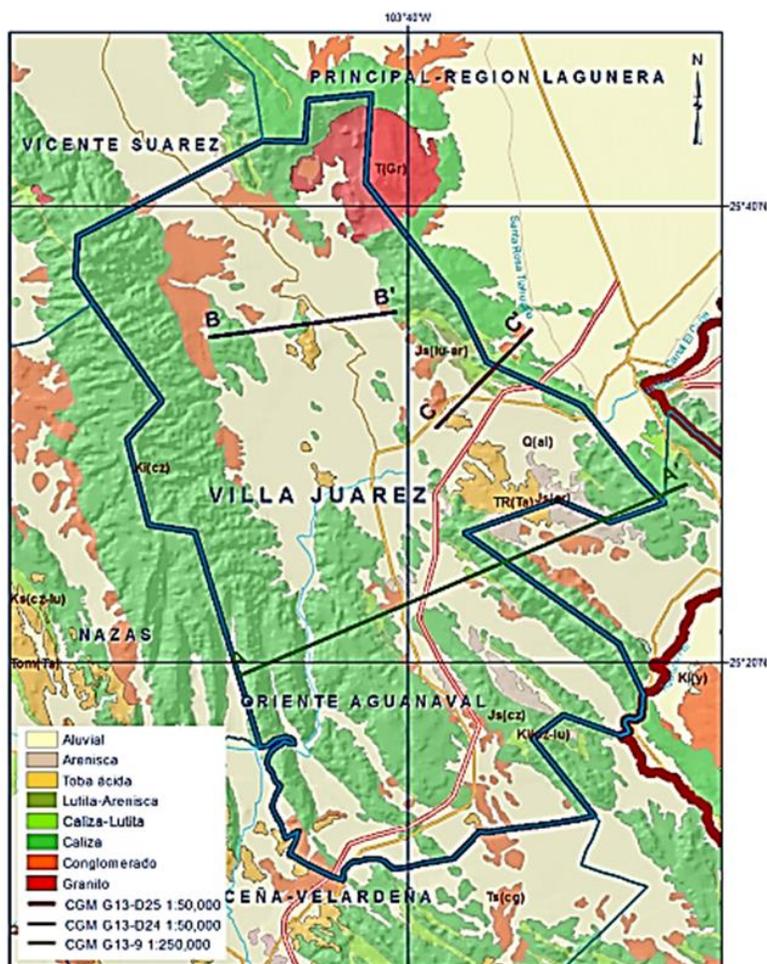
El acuífero pertenece a la Región Hidrológica No. 36 “Nazas-Aguanaval”, Subregión Hidrológica “Nazas”, cuenca “Río Nazas-Torreón”, subcuenca “Río Nazas-Los Ángeles”. Regionalmente, los ríos más importantes son el Nazas, el cual nace en el estado de Durango, y Aguanaval que se origina en el estado de Zacatecas, hacia los cuales confluye la mayoría de los escurrimientos superficiales.

El acuífero Villa Juárez se encuentra ubicado en la cuenca del Río Nazas, que descarga sus aguas en la Presa Lázaro Cárdenas. Este río se forma por la confluencia de los ríos Ramos y Sextín; en esa zona se construyó la Presa Francisco Zarco (Las Tórtolas o El Palmito) a la altura de la población El Palmito, ubicada al suroeste del acuífero, en el límite con Pedriceña Velardeña. Posteriormente, en su curso hacia su cuenca baja, se le

unen los arroyos San Juan, Peñón y Cuencamé por su margen derecha, cambiando de rumbo hacia la antigua Laguna, hoy Desierto de Mayrán, pasando por las ciudades de Lerdo, Gómez Palacio, estado de Durango y Torreón, estado de Coahuila.

En la zona ubicada entre la presa Francisco Zarco y la ciudad de Torreón, se observa una condición hidrográfica particular, en la que destacan hacia la margen izquierda afluentes cortos de cuenca reducida y poca contribución; en contraste con los afluentes de la margen derecha, de mayor extensión en cuencas de mayor magnitud y aportaciones de escurrimientos superficiales más significativos. El drenaje presenta un patrón predominante de tipo subparalelo en las sierras El Rosario y Manzanares; en los valles el drenaje está controlado por las corrientes existentes.

**Figura IV - 38. Geología general de acuífero**



IV-78

#### 4.3.2.4 Geomorfología

El relieve se caracteriza por presentar sierras con pendientes suaves, limitadas por valles, en donde confluyen los arroyos a las corrientes principales. En la porción sur existen cañones profundos, en donde la erosión define una topografía abrupta con pequeños y estrechos valles entre ellos. La topografía tiende a ser más suave hacia el centro y oriente de la zona, en donde se encuentran valles intermontanos y extensas llanuras aluviales y fluviales labrados por la erosión de las sierras circundantes y la escorrentía intermitente del Río Nazas, en los que la elevación promedio de 1,160 msnm; aquí las montañas se reducen a cerros con pendientes suaves.

Las elevaciones varían de 2,770 msnm, en la Sierra El Rosario ubicada en la porción noroccidental del acuífero, a 1,200 msnm, en el estrechamiento de San Fernando. El área presenta rasgos de madurez geomorfológica, la cual es más avanzada hacia las ciudades de Lerdo y Gómez Palacio, en donde se observa un relieve más suave y lomeríos aislados, y los ríos Nazas y Aguanaval presentan cauces más amplios y meandros.

#### 4.3.2.5 Geología

La superficie cubierta por el acuífero se encuentra en el límite entre dos importantes provincias geológicas de la República Mexicana, la Sierra Madre Oriental y la Cuenca de Parras. La mayor parte se ubica en la provincia Sierra Madre Oriental que forma parte del Geosinclinal Mexicano que cruza la República Mexicana de norte a sur. Este geosinclinal se caracteriza por la presencia de numerosos plegamientos anclinales y sinclinales de rocas sedimentarias, que presentan una orientación general de sus ejes NW-SE.

Esta serie de capas sedimentarias presentan una litología que varía desde rocas calcáreas hasta areniscas y conglomerados, así como lutitas de diferentes secuencias. Las formaciones plegadas han sufrido fuerte erosión, formando una serie de valles profundos, tanto a lo largo de sus ejes estructurales como transversales, cortando estas estructuras con profundidades máximas de 210 m. Los valles erosionados se rellenaron

posteriormente con depósitos aluviales de diferentes secuencias que actualmente constituyen el acuífero más importante de la región.

Por su parte la Cuenca de Parras es una depresión topográfica que se extiende a través de Coahuila, desde Saltillo hasta Torreón, a lo largo de una longitud de 260 km y ancho de 50 km, que se hace más angosta hacia el este. La base de la columna sedimentaria del área está conformada por una secuencia vulcano-sedimentaria (Formación Nazas), depositada durante el Triásico-Jurásico Medio.

Esta sedimentación vulcanogénica tiende a cambiar en el Jurásico Tardío, tiempo en el inició el gran ciclo marino de sedimentación marginal, que perduró durante el resto del Mesozoico y cuya distribución y facies estuvo controlada por el paleoelemento denominado isla o plataforma de Coahuila, durante el Jurásico y el Cretácico. Durante el Jurásico Tardío se acumularon grandes volúmenes de sedimentos clásticos hacia las márgenes de este paleoelemento con él depósito de las formaciones La Gloria y La Casita, sedimentación que se extendió hasta el Berriasiano Valanginiano Temprano (Formación Carbonera); sin embargo, se manifiesta de manera simultánea una sedimentación marina (formaciones Zuloaga, La Caja y Taraises) al poniente y sur de la franja litoral, definiendo ya un marcado avance de la transgresión marina.

Durante el Barremiano-Aptiano Temprano el patrón de sedimentación se torna netamente carbonatado, ocurriendo sobre una extensa plataforma (Formación Cupido), la cual en la porción meridional del área tiene bien definido su borde, es en donde a partir de esta zona de talud, los sedimentos típicos de plataforma carbonatada cambian a facies marinas de características batimétricas más profundas (Formación Tamaulipas Inferior). Simultáneamente en el Aptiano Temprano en el sector suroccidental del área, se depositó una secuencia típica de cuenca marginal (Grupo Mezcalera) cuya sedimentación se extendió en esta región hasta el Turoniano. En el Aptiano Tardío se interrumpe la sedimentación de los potentes cuerpos tabulares de carbonatos, acumulándose en su lugar una secuencia delgada de composición calcáreo-arcillosa (Formación La Peña), asociada a la inestabilidad tectónica que existía en la porción occidental del área.

En el Albiano Temprano se desarrollan cuerpos de carbonatos en facies de plataforma abierta, ya sea sobre la Plataforma de Coahuila (Formación Paila), como en zonas distantes a este paleoelemento (Formación Tamaulipas Superior).

Durante el Albiano Medio se configura un borde en el límite entre la plataforma somera y la zona de aguas más profundas, desarrollándose en esta franja cuerpos arrecifales (Formación Viesca), dando así lugar a una sedimentación hacia el interior de la plataforma, de carbonatos en facies de plataforma semi-restringida (Formación Acatita), conformando una columna sedimentaria típica de plataforma; mientras tanto en la zona de plataforma abierta y de cuenca se depositan simultáneamente los sedimentos de las formaciones Tamaulipas Superior y Cuesta del Cura, que conforman las unidades de cuenca.

Este patrón de sedimentación carbonatada que se desarrolló durante el Cretácico Medio se interrumpió en el Cretácico Tardío (Turoniano a Maestrichtiano), debido a los efectos orogénicos iniciales provenientes del occidente, que provocaron la acumulación de sedimentos arcillocalcáreos, arcillosos y clástico-carbonatados (formaciones Indidura y Caracol), típicos de las facies pre-flysch y flysch respectivamente, depositados sobre los grandes volúmenes de carbonatos de plataforma y cuenca. Posterior al evento orogénico compresivo Laramídico, se manifestó una sedimentación de tipo "Molasse" (Formación Ahuichila), así como períodos de magmatismo calco-alcalino, manifestados por rocas extrusivas ignimbríticas (fuera del área), así como por el emplazamiento de cuerpos intrusivos (Intrusivo El Sarnoso). Finalmente, durante el Plioceno, Cuaternario y Reciente, se desarrolla una serie de depósitos en forma de terrazas aluviales y de talud, denominado como Cenozoico Continental Indiferenciado, los cuales están asociados con abanicos aluviales, sedimentos fluvio-lacustres y aluviones, que se acumularon sobre las zonas topográficamente bajas, que rellenaron con sus depósitos clásticos la gran depresión formada por los antiguos valles intermontanos de la actual región de La Laguna.

#### 4.3.2.6 Estratigrafía

La geología general del acuífero está representada por rocas sedimentarias e ígneas extrusivas e intrusivas (Figura IV-38), cuyo registro estratigráfico comprende del Triásico-Jurásico al Reciente.

### TRIÁSICO-JURÁSICO

#### Formación Nazas

Término formacional utilizado inicialmente por Pantoja (1963) para describir un conjunto de materiales vulcanosedimentarios cuya localidad tipo se encuentra en el Anticlinorio de Villa Juárez, sobre el Río Nazas. Es la unidad más antigua de la región y está representada por una serie de lavas antiguas interestratificadas con lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, que presentan muy baja permeabilidad y que funcionan como basamento geohidrológico de la cuenca. Aflora al sur y noroeste de Villa Juárez, conformando el núcleo de una estructura anticlinal con su eje en forma transversal al cauce del Río Nazas; así como también en las inmediaciones de los poblados Cinco de Mayo, al sur de Cerro Redondo y en la porción central de la Sierra de Jimulco donde consta de lutitas, limolitas y areniscas rojas, en ocasiones conglomeráticas. Los estratos más delgados son laminares hasta de 15 cm de espesor y corresponden a las lutitas y limolitas, en tanto que los derrames de lava y las areniscas, presentan horizontes masivos que superan el metro de espesor.

Por sus características litológicas, se asocia a un depósito de tipo "molasse", que rellenó las fosas tectónicas producidas en la fase post-orogénica (tafrogenia) de la Orogenia Apalacheana; en un ambiente continental con intensa actividad volcánica, fallamiento en bloques y erosión intensa de las estructuras producidas durante la fase compresiva, el cual estuvo asociado a un vulcanismo de composición calcoalcalino relacionado con la apertura del Golfo de México.

### JURÁSICO

#### Formación Zuloaga

Fue originalmente estudiada por Burckhardt (1906, 1930) en la región septentrional del centro de la república, refiriéndose a ella como “Caliza con Nerineas” y posteriormente fue definida como Formación Zuloaga por Imlay en 1938, designando como localidad tipo a la Sierra de Sombrerete, ubicada al norte de Melchor Ocampo, Zacatecas.

Consiste en calizas estratificadas en capas gruesas con nódulos de pedernal, ocasionales bivalvos y gasterópodos. No se observa su contacto inferior con las rocas que le subyacen, subyace concordantemente a los sedimentos clásticos de la Formación La Casita. El contacto inferior en otras áreas más al sur, como el Distrito de Concepción del Oro, Zac., se encuentra descansando discordantemente sobre los lechos rojos de la Formación Nazas, Los Esquistos Rodeo y Caopas indistintamente.

Por su disposición estratigráfica se le ha asignado una edad Jurásico Superior (Oxfordiano-Tithoniano), el equivalente extralitoral de la Formación La Gloria que aflora al oeste del área. Debido a la fauna encontrada y por su litología, sugiere que fue depositada en aguas tibias de poca profundidad propias de un ambiente de plataforma.

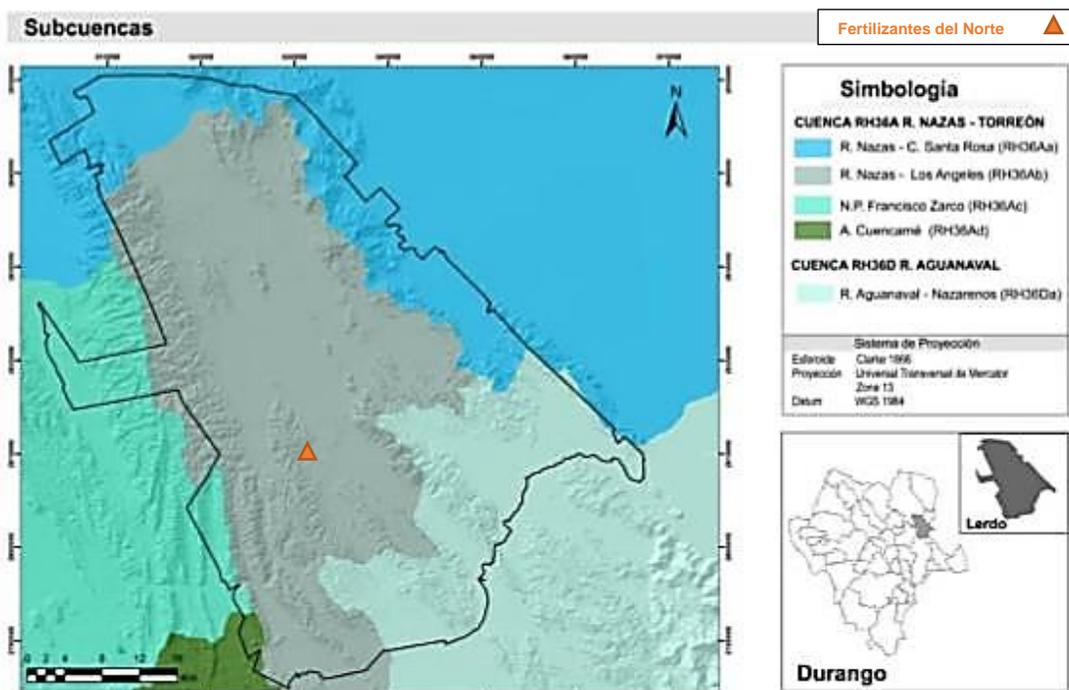
En el área, aflora al sur del Villa Juárez, donde está representada por calizas y dolomías con fragmentos biógenos y presencia de yeso y sal.

#### *4.3.2.7 Hidrogeología*

##### Tipo de acuífero

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior por sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada, depositados en los valles y en los cauces de ríos y arroyos, así como conglomerados polimícticos y depósitos de pie de monte acumulados en las estribaciones de las sierras, cuyo espesor promedio es de 250 m en el centro de los valles. Esta es la unidad que se explota principalmente para satisfacer las necesidades de agua en la región. La porción inferior se aloja en calizas de las formaciones Cuesta del Cura y Aurora, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y disolución.

Figura IV - 39. Subcuencas del Municipio de Lerdo



(Fuente: INEGI Conjunto de Datos Vectoriales G1309 de la Carta de Aguas Superficiales Esc. 1:250 000 Serie I Torreón).

La secuencia de rocas carbonatadas del Cretácico Inferior y Jurásico Superior constituye un acuífero de alta permeabilidad que ha demostrado su potencial en otros acuíferos aledaños, y que, al estar encajonadas por rocas arcillosas, puede presentar condiciones de semiconfinamiento y confinamiento.

#### 4.3.2.8 Evapotranspiración (ETR)

Este parámetro es la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas, por lo tanto, es considerada una forma de pérdida de humedad del sistema.

Existen dos formas de Evapotranspiración: la que considera el contenido de humedad en el suelo y la que considera la etapa de desarrollo de las plantas, Evapotranspiración Potencial y la Evapotranspiración Real. El escurrimiento y el volumen de

evapotranspiración real (ETR) es un parámetro utilizado para la recarga potencial de infiltración. Para la obtención de este parámetro se utilizó la ecuación empírica de Turc, que se muestra a continuación, considerando los valores medios anuales de temperatura = 19 °C y precipitación = 365 mm. La lámina de ETR que se obtiene es de 363.8 mm.

Figura IV - 40. ETR

$$ETR(mm) = \frac{P(mm)}{\sqrt{0.90 + \left(\frac{P^2(mm)}{L^2}\right)}}$$

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3$$

T (°C) =	19		
P(mm) =	365	p <sup>2</sup> =	133225
L =	1117.95	L <sup>2</sup> =	1249812.2
ETR (mm)	363.8		

El cálculo de la evapotranspiración corresponde con aquella pérdida de agua freática somera y que se aplica al balance de aguas subterráneas, considerando que el concepto tiene influencia hasta una profundidad máxima de 5 metros, hasta la que penetra la vegetación en este tipo de climas, bajo el siguiente proceso: En zonas donde el nivel estático se encuentra a una profundidad menor a 5 metros, se calcula el valor de ETR exclusivamente para estas zonas de niveles someros y se pondera el valor del volumen obtenido, partiendo de una relación lineal inversa entre la profundidad al nivel estático (PNE) y el porcentaje de ETR. Suponiendo una profundidad límite de extinción de 5 m para el fenómeno de ETR, a menor profundidad mayor será el porcentaje de ETR, de tal manera que a 5 m el valor de ETR es nulo y a 0 m el valor es del 100%, a 4 m el 20%, a 2 m el 60% etc.

Por lo tanto, la estimación del valor de la evaporación se calcula multiplicando el área donde tiene lugar el fenómeno por la lámina de evapotranspiración obtenida y por el porcentaje que le corresponde de acuerdo con la gráfica anterior, a las diferentes profundidades consideradas. De esta manera, si consideramos una superficie de 28.7 km<sup>2</sup> de niveles freáticos someros, en la que la profundidad promedio al nivel estático es

de 3 m, de acuerdo con la gráfica anterior le corresponde el 40% de la lámina de ETR obtenida de 0.3638 m anuales; esto da como resultado un volumen de 4.2 hm<sup>3</sup> anuales.  
ETR = 4.2 hm<sup>3</sup> /año

Durango cuenta con dos subprovincias, *Sierra de la Paila* en el extremo noreste y *Sierras Transversales* al oriente del estado.

#### 4.3.2.9 Subprovincia de Las Sierras Transversales

La subprovincia de las Sierras Transversales está integrada por sierras perpendiculares a los cuerpos centrales de la Sierra Madre Oriental, separadas unas de otras por llanuras más o menos amplias. Es la parte norte de la Subprovincia la que queda en Coahuila.

#### 4.3.3 Suelos:

Dominan los Litosoles, Regosoles, Xerosoles háplicos, Fluvisoles calcáricos. También se encuentran Rendzinas., Xerosoles clásicos, Solonchak órticos, Vertisoles crómicos, Castañozem cálcicos y Fluvisoles calcáricos y eútricos.

La subprovincia presenta complejidad litológica manifestada por rocas calizas, esquistos e ígneas intrusivas y extrusivas, con formas abruptas. Sin embargo, también cuenta con extensas planicies aluviales áridas, como las que se extienden al noroeste y al sureste de la localidad Estación Camacho, Zacatecas.

Figura IV - 41. Provincias Fisiográficas del área de estudio

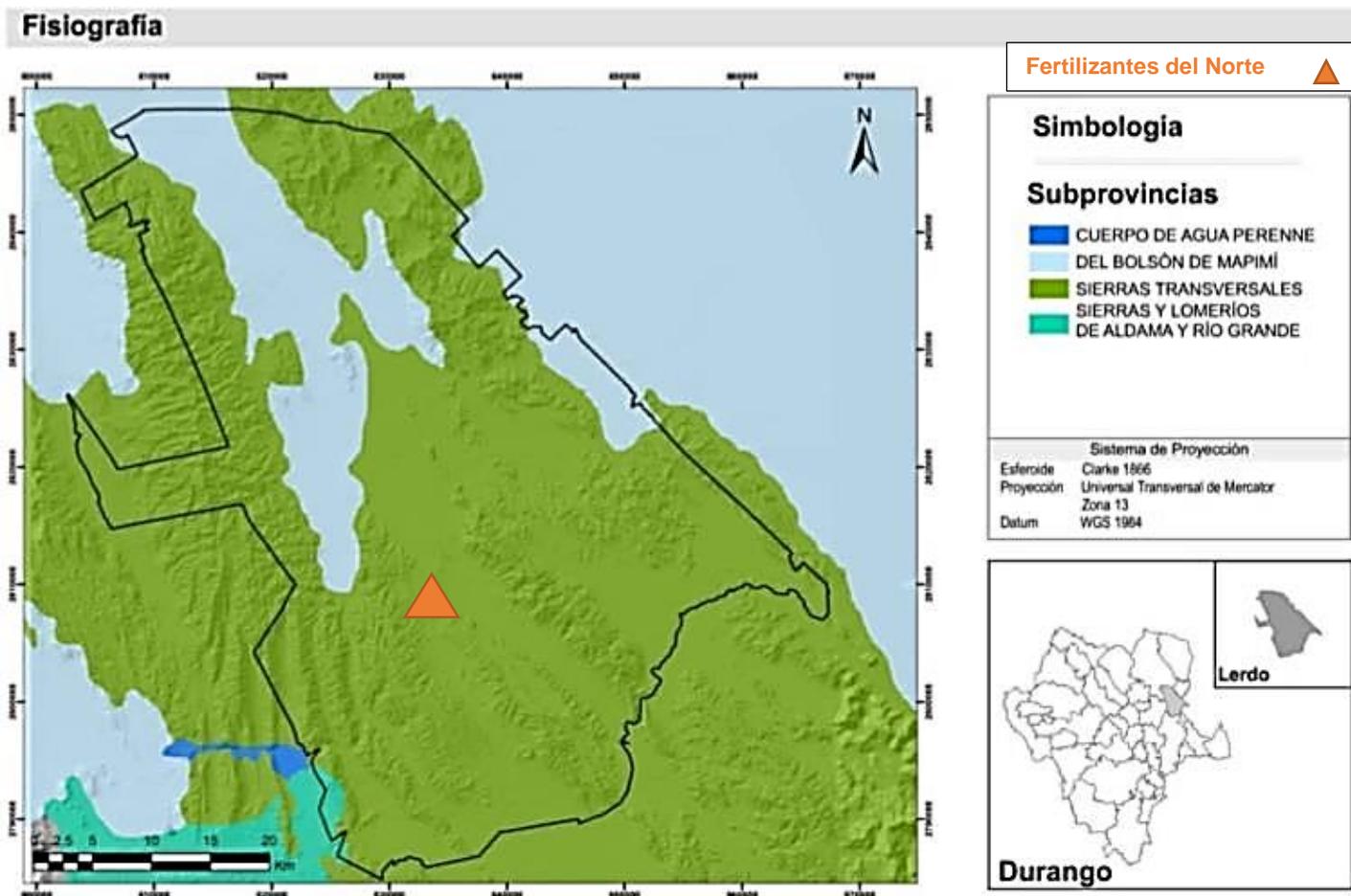


Figura 21. Subprovincias fisiográficas del Municipio de Lerdo (Fuente: INEGI Conjunto de Datos Vectoriales esc. 1:1 000 000).

#### 4.3.3.1 *Topoformas*

Los sistemas de topoformas que componen al área de estudio son:

Llanura aluvial salina

Sierra compleja

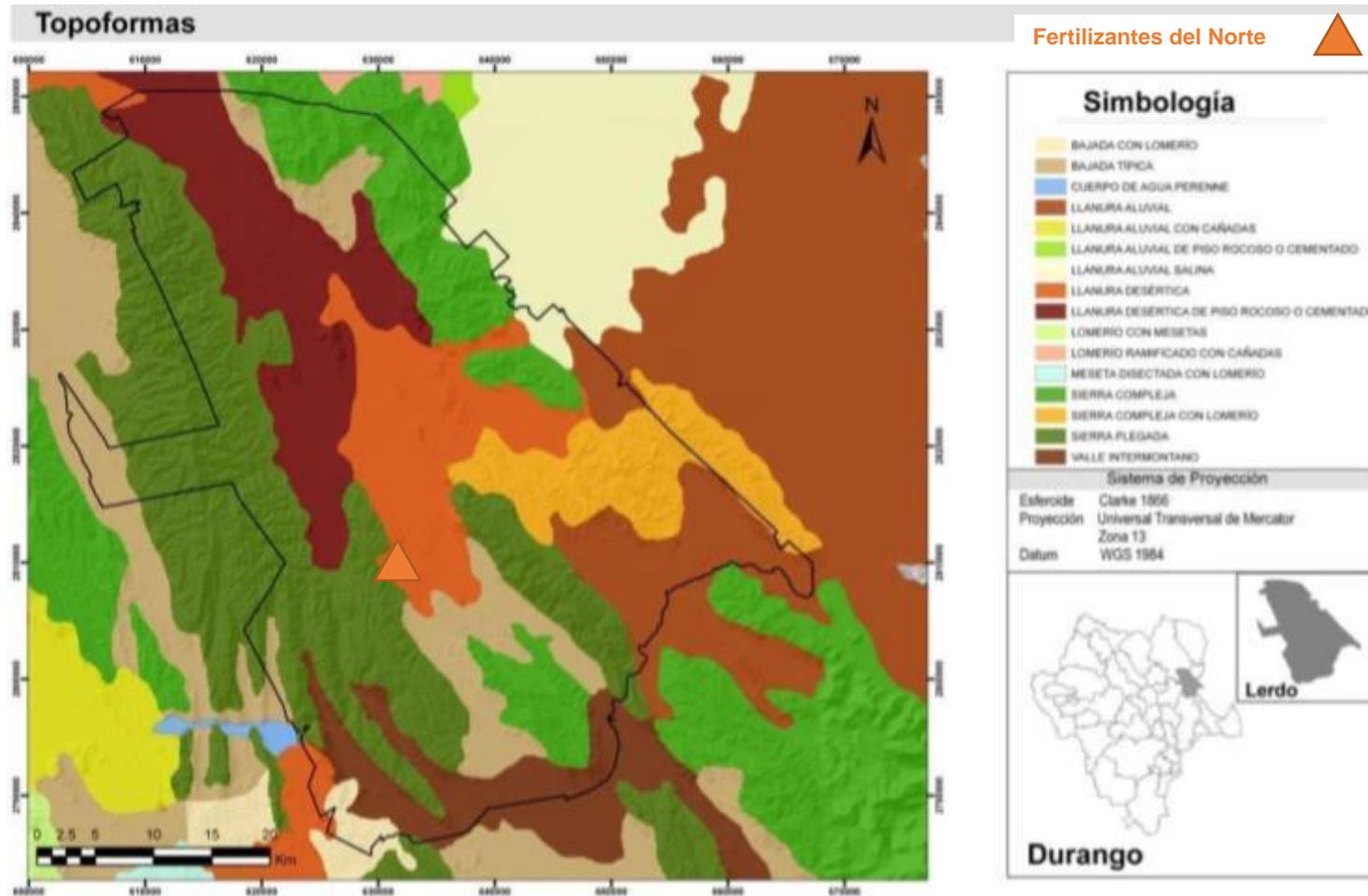
Llanura aluvial salina

Es una gran área geográfica plana o ligeramente ondulada menor a los 200 metros de altura sobre el nivel del mar (más elevada ya sería una meseta), constituido de material fragmentario no consolidado, el cual ha sido transportado y depositado por corrientes de agua y cuenta con un alto contenido en sales.

Sierra compleja

Este término se aplica a una montaña alargada, generalmente de más de cinco kilómetros de longitud, o a un conjunto de montañas con una línea divisoria de aguas principales que delimita dos vertientes opuestas, conformada por rocas de origen diverso.

Figura IV - 42. Topoformas del Municipio de Lerdo



(Fuente: INEGI Conjunto de Datos Vectoriales esc. 1:1 000 000).

#### 4.3.3.2 Geología

La estructura geológica del área de estudio se encuentra asociada principalmente a rocas sedimentarias plegadas, afectadas por cuerpos ígneos intrusivos, mediante sedimentos aluviales, fluviales y lacustres interdigitándose sus litofacies tanto transversal como longitudinalmente.

#### 4.3.3.3 Estratigrafía

De acuerdo al acuífero Principal Región Lagunera y a la Carta Geológico-Minera Torreón G13-D25, las rocas que conforman la columna estratigráfica corresponden a las sedimentarias mesozoica, expuesta dentro de los límites de la Comarca Lagunera; constituidas principalmente por unidades sedimentarias, depositadas en el intervalo de tiempo comprendido entre el Jurásico y el Cretácico Superior, y que corresponden, de la más antigua a la más reciente, con las formaciones Nazas, constituida por rocas metavolcánicas con areniscas y dacitas intercaladas del triásico tardío al jurásico medio, con base en alguna dataciones que la ubican en este rango. La Gloria; conformada por conglomerado polimíctico, así como de intercalaciones de arenisca calcárea, caliza y caliza dolomítica, con capas de limolita y lutita, con edad del jurásico superior-oxfordiano. Sus afloramientos, como los de la mayoría de las unidades cretácicas, guardan una orientación NW-SE. Continuando con la Formación La Casita; Taraises; Carbonera, Cupido, La Peña, Tamaulipas Superior, Viesca, Treviño, Acatita e Indura.

El Cenozoico está caracterizado en esta región por rocas de ambientes continentales como lo atestigua la formación terciaria Ahuichila y las unidades del Cuaternario: terrazas continentales, talud y aluvión. La Formación Ahuichila es una secuencia de areniscas, tobas y conglomerados y las unidades del cuaternario están representadas por aluviones y terrazas relleno los cauces de arroyos y coronando rocas ígneas más antiguas.

Las unidades más recientes están constituidas por conglomerado polimíctico con clastos de caliza, arenisca y lutita, del Pleistoceno; coluvión conformado por caliza, pedernal y arena, con depósitos de arena-limo del Holoceno.

Estructuralmente se reconocieron deformaciones de tipo dúctil (en la formación La Peña), dúctil- frágil (deformación Laramídica) y frágil (asociada a la fase distensiva), que desarrollo un sistema de fallas normales orientadas al NW y NE.

#### 4.3.3.4 Litología

El área de estudio se encuentra compuesto por rocas sedimentarias calizas. Rocas sedimentarias.

Las rocas sedimentarias se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

Una roca preexistente expuesta en la superficie de la tierra pasa por un proceso sedimentario (erosión o intemperismo, transporte, depósito, compactación y diagénesis) con el que llega a convertirse en una roca sedimentaria; a esta transformación se le conoce como litificación. Debido a que las rocas sedimentarias son formadas cerca o en la superficie de la tierra su estudio nos informa sobre el ambiente en el cual fueron depositadas, el tipo de agente de transporte y, en ocasiones, del origen del que se derivaron los sedimentos.

Las rocas sedimentarias generalmente se clasifican, según el modo en que se producen, en detríticas o clásticas, y químicas o no clásticas; dentro de ésta última, se encuentra una subcategoría conocida como bioquímicas.

#### Calizas

Las rocas calizas se clasifican dentro de las rocas sedimentarias químicas, las cuales se originan a partir de los materiales depositados por medios químicos, donde los cristales son mantenidos juntos por uniones químicas o entrelazadas unos dentro de otros. Los

materiales, ya disueltos, son transportados y concentrados formando minerales que se acumulan en agregados y posteriormente son litificados como en las rocas detríticas, para formar una roca. Casi todas estas rocas se originan por precipitación química en extensiones de agua superficial, ya sea por procesos químicos inorgánicos o por la actividad química de los organismos. Este tipo de roca se encuentra compuesta por lo menos del 50% de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), con porcentajes variables de impurezas.

#### *4.3.3.5 Presencia de fallas y fracturas*

No existen fallas y/o fracturas próximas al área del proyecto que impidan la realización de este.

#### *4.3.3.6 Sismicidad*

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Para realizar esta división, se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo.

Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo:

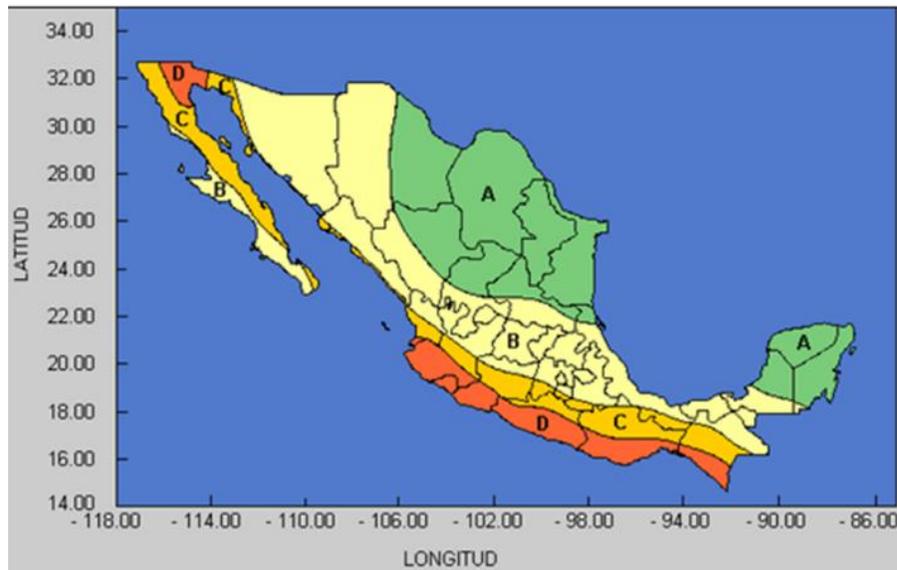
La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

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

Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

De acuerdo con la clasificación de áreas del Atlas Nacional de Riesgo de CENAPRED, el área de estudio se localiza en una zona de riesgo Muy bajo. Y de acuerdo con la Regionalización Sísmica de la República (SSN) se encuentra en la zona A.

**Figura IV - 43. Regiones sísmicas de la República Mexicana**



#### 4.3.3.7 Hundimientos

Es un movimiento de la superficie terrestre en el que predomina el sentido vertical descendente y que tiene lugar en áreas de distintas características y pendientes. Las causas principales de los hundimientos de tierras es la disolución de la piedra caliza, que es el carbonato de calcio, por la acción del agua subterránea. De acuerdo con los datos del CENAPRED, el área donde se pretende la realización del proyecto no se localiza dentro de una zona susceptible a hundimientos.

#### 4.3.3.8 Inundaciones

Acorde con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974) la definición oficial de inundación es: "Aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce". En este caso, "nivel normal" se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua

que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

El Centro Nacional para la Prevención de Desastres, en su Atlas Nacional de Riesgo, cataloga el área de estudio, como una zona con riesgo por inundaciones Medio

#### *4.3.3.9 Deslizamientos*

Los deslizamientos de laderas implican movimientos de rocas y/o suelo por la acción de la gravedad y se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Los deslizamientos de tierra sucedidos en el pasado son responsables de las características topográficas del paisaje natural actual (CENAPRED). De acuerdo con CENAPRED en el área de estudio no hay riesgo por deslizamientos.

#### *4.3.3.10 Actividad volcánica*

El riesgo por actividad volcánica en la zona es nulo, debido a que el volcán más próximo es el campo volcánico Ventura y se encuentra a 480 km al sureste del proyecto.

#### *4.3.3.11 Suelo*

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento.

#### *Tipos de suelos presentes en el área de estudio de acuerdo con la clasificación de FAO-UNESCO e INEGI*

Para la clasificación y análisis de este factor ambiental, se utilizó el concepto de “asociación” la cual se basa en el estudio de unidades de suelo conformadas por más de una clase de suelo y en la nomenclatura propuesta en 1998 por la Unión Internacional de Ciencias del Suelo (IUSS) y que oficialmente adoptó la Base Referencial Mundial para el

Recurso Suelo (WRB) como un sistema de unión para la correlación de suelos y que toma como clasificación a la realizada por el Sistema de Clasificación de Suelos FAO-UNESCO.

De acuerdo a los datos vectoriales edafológicos de INEGI escala 1:1'000,000, y usando un Sistema de Información Geográfica para georreferenciar la zona de estudio en ella, encontramos los siguientes tipos de suelo en asociación:

$Z_0 + R_{c/2/n}$

Solonchak órtico asociado a Regosol calcárico, de textura media y fase química sódica

$I+E+R_{c/2}$

Litosol, asociado a Rendzina y Regosol calcárico, de textura media

La unidad de suelo corresponde al primer nivel jerárquico de la clasificación de un suelo, generalmente definido por el horizonte de diagnóstico:

Solonchak (Z): Suelos salinos, que se presentan en zonas donde se acumula el salitre de las regiones secas del país. Presentan alto contenido de sales en todo o en alguna parte del suelo. La vegetación típica de este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal pero con rendimientos bajos.

Regosol (R): Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Para uso forestal y pecuario tienen rendimientos variables.

Litosol (I): Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lamerías y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua.

Rendzina (E): Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos -por debajo de los 25 cm- pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados, pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión y no tienen subunidades.

#### Subunidad del suelo

Es el segundo nivel jerárquico de la clasificación de un suelo, generalmente definido por la característica de diagnóstico:

Órtico (o): Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo.

Calcárico (c): Suelos ricos en cal y nutrientes para las plantas.

#### Textura

Esta dada por la proporción porcentual de las partículas minerales (arena, limo y arcilla) que constituyen el suelo, en los 30 primeros centímetros de profundidad. Media (2): Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena.

#### Fase Química

La fase química de suelo hace referencia a la presencia de sales solubles en el suelo, las cuales limitan o impiden el desarrollo de los cultivos.

#### *4.3.3.12 Erosión*

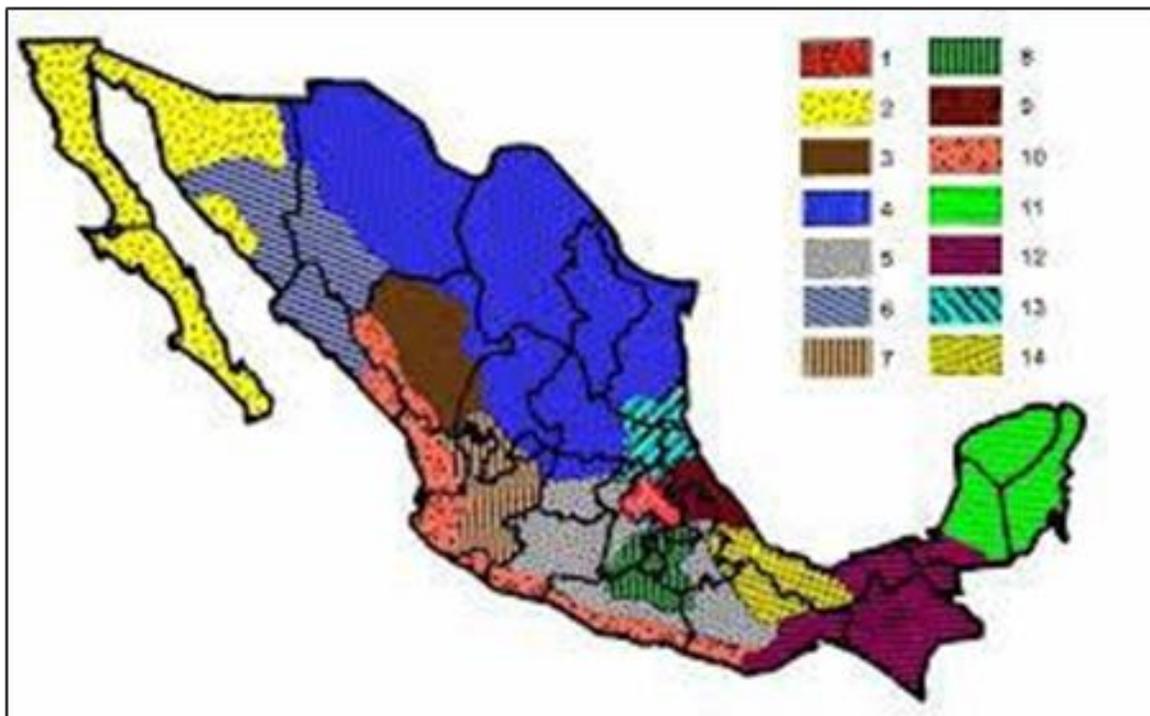
El suelo es un recurso natural básico que sirve de enlace entre los factores bióticos y abióticos de los ecosistemas terrestres. Actualmente es considerado un recurso no renovable; su pérdida constituye un problema para las generaciones actuales y futuras.

La erosión se define como el proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo (Kirkby, 1984). En México la erosión hídrica y eólica se presenta en 158.8 millones de hectáreas, con pérdidas promedio de 2.75 toneladas de suelo por hectárea por año (CONAZA, 1993), considerando que la tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación.

Para realizar los cálculos de la erosión de los suelos se utiliza la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial de los suelos. Esta ecuación constituye un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión.

Uno de los factores climáticos que intervienen en la erosión y es de los principales para poder calcularla es la lluvia, que se estima a través de factores o índices de erosividad que son datos derivados de características energéticas de las lluvias, que cuantifican la capacidad potencial de las mismas para generar erosión por salpicadura, erosión laminar y por surcos.

Figura IV - 44. Mapa de regiones con igual erosividad en la República Mexicana



#### Erosión actual del suelo

El resultado de la erosión potencial, tomando en cuenta el factor de protección del suelo (vegetación actual) del Sistema Ambiental es de 1.67 t/ha/año, da como resultado una pérdida actual de suelo ligera. Y una pérdida de suelo normal en el AIP (0.07 t/ha/año).

#### 4.3.4 Hidrología Superficial y Subterránea

##### Hidrología superficial

El área de estudio se localiza dentro de la Región Hidrológica No. 36 Nazas-Aguanaval, abarca el 42.03% al centro y este del estado, cuenta con una superficie de 92,000 km<sup>2</sup>, que se extienden desde la Sierra Madre Occidental hasta las lagunas de Viesca y Mayrán en La Laguna. Abarca 36 municipios de los estados de Coahuila, Durango y Zacatecas.

Cuenta con un régimen cerrado o endorreico con elevaciones que oscilan entre los 1,000 hasta los 3,220 m.s.n.m. Esta región se encuentra dividida de acuerdo con sus características topográficas y climatológicas en: alta, media y baja. El área de estudio se

IV-98

localiza en la parte media de la región hidrológica, la cual se encuentra compuesta por las cuencas Aguanaval y la media del río Nazas, el escurrimiento es menor que en la parte alta, debido a que en la parte superior se ubican algunas presas que retienen el agua, además de que cuenta con pendientes de mediana elevación, con un régimen de lluvias menor al de la parte alta. Así mismo las condiciones climatológicas permiten el desarrollo de las actividades de agricultura de temporal, que junto a la de ganadería, constituyen las principales actividades de las tierras en la zona.

Comprende las cuencas de los ríos Nazas-Torreón, Nazas-Rodeo y Aguanaval, así como las cuencas de la presa Lázaro Cárdenas y las lagunas de Mayrán y Viesca. Los ríos que forman la vertiente interior atraviesan la región de los valles centrales de Durango permitiendo el aprovechamiento de su caudal para satisfacer los diferentes usos dentro del estado. Los principales ríos son el Nazas, que es el de mayor extensión en el estado de Durango y el Aguanaval. Sobre estas corrientes se ubican las presas: Francisco Zarco, Lázaro Cárdenas (El Palmito), Peña del Águila, San Bartoleo y la Guadalupe Victoria.

El proyecto se localiza en la cuenca Río Nazas-Torreón, el cual cuenta con una superficie de 71,906 km<sup>2</sup> y una longitud de 560 km, lo abastecen numerosos afluentes, entre los más importantes: los ríos Sextín, Potrerillos y Peñón Blanco. Además de corrientes secundarias, como el arroyo La Vega (al sur de Tlahualilo), Las Vegas (proveniente de Charcos de Risa), Vinagrillos (en las inmediaciones de Mapimí) y El Ahuichila (que drena sus aguas hacia Viesca). Durante la época de lluvias drenan sus aguas hasta el Acuífero Principal de la Comarca Lagunera.

Sus principales afluentes son los ríos Ramos y El Oro en las porciones elevadas de la Sierra Madre Occidental, al oeste de la ciudad de Durango, cuyo afluente se dirige en dirección sur-norte. Cambia su rumbo en el municipio de Santiago Papasquiaro, hacia el este y penetra en el municipio de El Oro hasta la presa Lázaro Cárdenas en el municipio de Indé. El afluente continúa por los municipios de Rodeo, Nazas y Lerdo, donde surte a la presa Francisco Zarco y cambia su recorrido hacia el noreste.

Al llegar a Ciudad Lerdo se convierte en la línea divisoria entre los estados de Durango y Coahuila. Su cauce continúa internándose en la zona de Torreón, continuando por la Comarca Lagunera, desembocando en lo que fueran las lagunas de Tlahualilo, las lagunas del Caimán y las de Mayrán. Finalmente, el proyecto se localiza en la subcuenca, denominada “Jaboncillo”, perteneciente a la cuenca del río Nazas- Torreón.

#### Red Hidrográfica en el área del proyecto

De manera general la configuración de una red de drenaje (red hidrográfica) se compone de la siguiente manera de acuerdo con las definiciones de Strahler, 1957.

Las corrientes que carecen de afluentes son denominadas de primer orden, la unión de dos afluentes de primer orden origina una corriente de segundo orden, dos segundos ordenes forma un tercero y así consecutivamente.

Los ríos principales que son aquellos que están alimentados por varias Corrientes.

La red hidrográfica presentada para el proyecto muestra una corriente superficial de tipo intermitente, la cual sólo presenta agua en época de lluvias

#### *4.3.4.1 Hidrología Subterránea*

El área de estudio se encuentra dentro de la unidad hidrogeológica denominada Principal-Región Lagunera (0523) localizada en la parte suroeste del estado de Coahuila y en la porción noreste del estado de Durango, cubre una superficie de 14,548 km<sup>2</sup>. Ocupa los municipios de Gómez Palacio, Lerdo y Tlahualito en el estado de Durango; y Torreón, Viesca, Francisco I. Madero y San Pedro de las Colonias en el estado de Coahuila.

#### Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad del agua subterránea, se aplica el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2015, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas

nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece la expresión siguiente:

**Tabla IV - 15. Disponibilidad**

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica	=	Recarga total media anual	-	Descarga natural comprometida	-	Volumen anual de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA
---	---	---------------------------	---	-------------------------------	---	---

#### Recarga total media anual

La recarga total media anual (Rt) corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero en forma de recarga natural, más la recarga inducida, por la aplicación de agua en todas las actividades humanas, tanto en forma superficial, como subterránea. Para este caso en particular, el valor de la recarga total corresponde a la suma de la recarga por recargas naturales de 243.8 Mm<sup>3</sup>/año más 275.1 Mm<sup>3</sup>/año de recarga inducida, la recarga total es de 518.90 Mm<sup>3</sup>/año (millones de metros cúbicos anuales).

#### Descarga natural comprometida

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero. Para el caso del acuífero Principal Lagunera, en donde no existen manantiales, ni caudal base, así como tampoco salidas de agua subterránea hacia otros acuíferos, la descarga natural comprometida es nula.

Volumen concesionado de agua subterránea El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua. El volumen concesionado de aguas subterráneas para este acuífero, al 30 de abril de 2002, es de 701,834,604 m<sup>3</sup>/año.

#### Disponibilidad

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, de acuerdo con la expresión, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA.

$$-182'934,604 \text{ m}^3/\text{año} = 518'900,000 \text{ m}^3/\text{año} - 0.0 \text{ m}^3/\text{año} - 701'834,604 \text{ m}^3/\text{año}$$

La cifra indica que no existen volúmenes adicionales para otorgar nuevas concesiones y se tiene un déficit de 182'934,604 m<sup>3</sup> anuales.

#### Volúmenes y gasto hidráulico

El escurrimiento superficial se estimó con el método de escurrimiento medio o volumen medio (SAR-CP, 1982), para pequeñas cuencas o áreas de drenaje reducido, el cual requiere el promedio de lluvia en el área de la cuenca, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento.

Los volúmenes de esorrentía y gasto hidráulico se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$V_m = A C P_m$$

Donde:

A = Área de captación (km<sup>2</sup>).

C = Coeficiente de escurrimiento P<sub>m</sub> = Precipitación Total Anual (mm).

$V_m$  = Volumen medio anual escurrido ( $m^3$ ). Sustituyendo valores en la ecuación para el SA tenemos:

$$V_m = (21.1447 \text{ km}^2) (0.137297027) (194 \text{ mm})$$

$$V_m = 563202.2636 \text{ m}^3$$

Sustituyendo valores en la ecuación para el área de influencia del proyecto tenemos:

$$V_m = (0.25 \text{ km}^2) (0.137297027) (194 \text{ mm})$$

$$V_m = 6658.905821 \text{ m}^3$$

Para calcular el gasto máximo, se recurrió al Método Racional Modificado, el cual utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = 0.028 C L A$$

Donde:

0.028 = Constante numérica.

C = Coeficiente de escurrimiento.

L = Lluvia máxima en 24 hrs (mm).

A = Área de captación (ha).

Q = Escurrimiento máximo ( $m^3/s$ ). Sustituyendo en la ecuación para el SA:

$$Q = 0.028 (0.137297027) (85) (2114.47)$$

$$Q = 690.9388595 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Sustituyendo en la ecuación, para el área de influencia del proyecto:

$$Q = 0.028 (0.137297027) (85) (25)$$

$$Q = 8.16917312 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

#### Infiltración del agua en el suelo

Para evaluar la infiltración de lluvia que penetra al suelo en el sitio, se determinan: la precipitación mensual de la zona, los diferentes valores de infiltración básica de los suelos, la cobertura vegetal del suelo y su pendiente. Determinados los valores anteriormente mencionados, se puede evaluar la infiltración mediante la ecuación presentada por Schosinsky & Losilla (2000).

El estudio del balance de suelos se basa en el principio de la conservación de la materia. Es decir, el agua que entra a un suelo es igual al agua que se almacena en el suelo, más el agua que sale de él. Las entradas son debidas a la infiltración del agua hacia el suelo y las salidas se deben a la evaporación de agua del suelo, la evapotranspiración de las plantas, más la descarga de los acuíferos.

Uno de los factores que más influyen en la infiltración de la lluvia en el suelo, es el coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo ( $K_{fc}$ ), que está dado tentativamente por la ecuación de Schosinsky & Losilla, 2000.

El valor de  $K_{fc}$ , fue derivado para los valores de lluvia mensual. Por lo tanto, la fracción que filtra debido a la textura del suelo nos permite obtener la infiltración mensual. Además del coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo, influye la pendiente del terreno y la vegetación. Estos coeficientes, vienen a conformar el coeficiente de infiltración del suelo ( $C_i$ ).

Para la estimación del cálculo de la infiltración en la zona se utilizó la ecuación de Schosinsky & Losilla, 2000:

$$P_i = (C_i) (P - RET)$$

Donde:

- $P_i$  = Precipitación de infiltración mensual al suelo.
- $C_i$  = Coeficiente de infiltración en el suelo.
- $P$  = Precipitación mensual.
- $RET$  = Retención de agua de lluvia mensual en el follaje.

Tabla IV - 16. Infiltración del agua al suelo

Infiltración mensual al suelo (Pi)				
Fórmula	Ci	P	Ret	Pi (mm/mes)
$Pi = (Ci) (P - Ret)$	0.916	7	5	1.83
$Pi = (Ci) (P - Ret)$	0.916	1.3	1.3	0
$Pi = (Ci) (P - Ret)$	0.916	4.6	4.6	0
$Pi = (Ci) (P - Ret)$	0.916	2.8	2.8	0
$Pi = (Ci) (P - Ret)$	0.916	13.7	5	7.975
$Pi = (Ci) (P - Ret)$	0.916	35.9	5	28.328
$Pi = (Ci) (P - Ret)$	0.916	29.9	5	22.827
$Pi = (Ci) (P - Ret)$	0.916	34.5	5	27.045
$Pi = (Ci) (P - Ret)$	0.916	36.3	5	28.695
$Pi = (Ci) (P - Ret)$	0.916	19.7	5	13.476
$Pi = (Ci) (P - Ret)$	0.916	5	5	0.091
$Pi = (Ci) (P - Ret)$	0.916	3.3	3.3	0
Total				130.274

Escenario de cambio en la capacidad de infiltración del área de afectación, sin tomar en cuenta las medidas de mitigación

Una vez realizadas las obras, el área afectada modificará la capacidad de infiltración a razón de la compactación del suelo, que pasaría de un terreno con cobertura vegetal de matorral a una planta para la producción de urea, con áreas de suelo con construcciones.

$$P_i = (C_i) (P - RET)$$

Donde:

- $P_i$  = Precipitación de infiltración mensual al suelo.  
 $C_i$  = Coeficiente de infiltración en el suelo.  
 $P$  = Precipitación mensual.  
 $RET$  = Retención de agua de lluvia mensual en el follaje.

**Tabla IV - 17. Infiltración sin medidas de mitigación**

Infiltración mensual al suelo ( $P_i$ )				
Fórmula	$C_i$	$P$	Ret	$P_i$ (mm/mes)
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.736	7	5	1.47
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.736	1.3	1.3	0
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.736	4.6	4.6	0
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.736	2.8	2.8	0
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.736	13.7	5	6.409
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.736	35.9	5	22.766
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.736	29.9	5	18.345
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.736	34.5	5	21.735
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.736	36.3	5	23.061
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.736	19.7	5	10.830
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.736	5.1	5	0.0736
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.736	3.3	3.3	0
Total				104.696

Escenario de cambio en la capacidad de infiltración del área de afectación, tomando en cuenta las medidas de mitigación.

Una vez aplicadas las medidas de mitigación (técnicas de conservación de agua) sobre el área de afectación, la capacidad de infiltración se recuperará en la medida de la aplicación de dichas técnicas, siendo así que la infiltración aumentará.

$$P_i = (C_i) (P - RET)/p$$

**Tabla IV - 18. Infiltración con medidas de mitigación**

Infiltración mensual al suelo (Pi)				
Fórmula	Ci	P	Ret	Pi (mm/mes)
Pi = (Ci) (P - Ret)	0.946	7	5	1.893
Pi = (Ci) (P - Ret)	0.946	1.3	1.3	0
Pi = (Ci) (P - Ret)	0.946	4.6	4.6	0
Pi = (Ci) (P - Ret)	0.946	2.8	2.8	0
Pi = (Ci) (P - Ret)	0.946	13.7	5	8.236
Pi = (Ci) (P - Ret)	0.946	35.9	5	29.255
Pi = (Ci) (P - Ret)	0.946	29.9	5	23.574
Pi = (Ci) (P - Ret)	0.946	34.5	5	27.930
Pi = (Ci) (P - Ret)	0.946	36.3	5	29.634
Pi = (Ci) (P - Ret)	0.946	19.7	5	13.917
Pi = (Ci) (P - Ret)	0.946	5.1	5	0.0946
Pi = (Ci) (P - Ret)	0.946	3.3	3.3	0
Total				134.537

## 4.4 Aspectos Bióticos

Los factores o aspectos bióticos de un sitio son los organismos vivos como la flora y la fauna, sus características e interacciones.

### 4.4.1 Flora

La vegetación es generalmente la principal porción biótica visible dentro del paisaje, concibiendo al paisaje como la interacción de factores bióticos y abióticos. Estas comunidades se definen a través de su composición florística y su fisionomía, que procede de la forma de vida (biotopo) de sus especies dominantes, sumado a los factores climáticos, edáficos y bióticos del medio. Así sus componentes proporcionan particularidad al medio, dándole un comportamiento fenológico sucesional a lo largo del año (Miranda y Hernández, 2014).

México posee una de las floras más diversas en el continente americano, tanto en riqueza florística como fisonómica, encontrando en su territorio más especies de pinos, agaves, cactus y encinos que en otros países, aunando a una amplia variedad de comunidades vegetales. (Akeroyd y Synge, 1992; Mittermeier y Goettsch, 1992; Heywood y Davis, 1997; Neyra y Durand, 1998; Villaseñor, 2003, 2004). Esta abundante variedad de especies vegetales se manifiesta por su ubicación entre la zona templada norte y tropical, además de su considerable extensión subtropical, aunado a sus climas y suelos con topografías accidentadas y complejas estructuras geológicas.

Los tipos de vegetación que cubren este territorio, van desde selvas altas preferentemente distribuidas en las regiones húmedas del sureste y vertiente del Atlántico, hasta los matorrales y desiertos áridos del norte y península de Baja California, bajo este contexto, México es uno de los países con mayor diversidad biológica (Gío-Argáez y López-Ochoterena, 1993; Ramamoorthy et al., 1993; Flores y Gerez, 1994; Villaseñor, 2003, 2016), localizando su origen en un amplio rango de climas y relieves montañosos.

El área de estudio se encuentra en el estado de Durango, este territorio, además de tener áreas en el Altiplano mexicano, incluye zonas concernientes a diversas unidades geomorfológicas propias a la Sierra Madre Occidental, para los cuales se conocen asociaciones vegetales como selvas tropicales, matorrales xerófilos, bosques deciduos, zacatales, encinares y pinares además de las localizadas asociaciones acuáticas y subacuáticas. Por otro lado, es importante mencionar que, aunque los tipos de vegetación con mayor diversidad para el estado de Durango corresponden a los bosques templados, la mayor cantidad de endemismos se observa en asociaciones xerófilas, sumando, además, que este tipo de comunidades representan a las entidades mayormente extendidas en el estado (González-Elizondo et al., 2007).

Puesto que la región del Altiplano ocupada en el estado de Durango obedece a una porción considerable del terreno estatal, y sus diferentes partes presentan rasgos particulares, es evidente la distinción de subdivisiones territoriales enfocadas en la fisonomía característica de cada área.

El área de estudio se inserta en la porción denominada Sierras y Llanuras del Norte, particularmente la sección limítrofe con el estado de Coahuila. Este territorio coincide con la zona denominada Bolsón de Mapimí y ocupa la mayor porción de superficie occidental de la sección del altiplano del norte para el estado de Durango.

Esta subdivisión territorial sobrepasa los límites de Durango, extendiéndose casi hasta la región de la Laguna de Mayrán en Coahuila y alargándose hasta el norte por la sección media del estado de Chihuahua. Se encuentra formada por una gran extensión de terrenos aluviales, endorreicos, superficialmente recientes e intercalados con la estampa de serranías menores con cuerpos variados, algunos de naturaleza sedimentaria marina y otros formados por material ígneo del Terciario, y una altitud promedio de 1,150 m. s.n.m.

La topografía peculiar de esta región permite aludir que se trata de una antigua cuenca de relleno con depósitos aluviales, iniciando una historia geológica a fines del Cretácico e inicios del Terciario, incluyendo primariamente la deposición de placas en un ambiente

marino y después en uno terrestre. La deformación de estas capas en una serie de cuencas endorreicas se llevó a cabo en el Eoceno Temprano y Medio a raíz de la orogenia Laramídica. Por otro lado, su paisaje senil, falta de señales de rejuvenecimiento, sugiere que la región ha sufrido los efectos de un clima árido durante un largo periodo.

Los principales tipos de vegetación en esta subdivisión territorial responden a Matorrales Xerófilos, micrófilos y chaparrales, nomenclaturas sintéticas, consideradas en el contexto de que la cubierta vegetal natural de las regiones áridas y semiáridas de México es tan variada desde el punto de vista fisonómico, que diversos expertos han reconocido y denominado una serie de clasificaciones apoyándose en las peculiaridades de su aspecto dominante, traduciéndose esto a la existencia de diferentes nomenclaturas generales y rangos de delimitación entre ellas.

#### *4.4.1.1 Metodología de muestreo en campo*

El levantamiento de vegetación en campo se llevó a cabo sobre los predios del proyecto, realizándose 28 muestreos.

El método y diseño del muestreo se realizó con base en la revisión de diferentes autores para la realización de inventarios forestales: Romahn, 1999; CONAP-INAB, 2004; CONAFOR, 2009. Durante los trabajos de campo se llevó a cabo lo siguiente:

1. Muestreo de levantamiento en cuadrantes de 40 x 50 m (2,000 m<sup>2</sup>), en zona de matorral desértico micrófilo, en sus cuatro estratos: arbórea, arbustiva, cactácea y herbácea, realizándose conteo total de todas las especies.
2. Toma de evidencia fotográfica en los Sitios de muestreo y localización geográfica con GPS.

#### **Datos de Campo**

El levantamiento de la vegetación fue mediante cuadrantes de 40 x 50 m (2,000 m<sup>2</sup>), en sitio con presencia de matorral desértico micrófilo.

- ⊕ Datos del sitio: coordenadas UTM mediante GPS de cada cuadrante.

- ⊕ Determinación de Especie.
- ⊕ Conteo total de organismos por especie en cada cuadrante.
- ⊕ Datos de árboles:
  - Altura de fuste
  - Altura total.
  - Cobertura (diámetro de copa).
  - Toma de fotografías.

#### 4.4.1.2 Listado taxonómico de flora en los predios

Se presenta un listado florístico de 30 especies agrupadas en 13 familias, así como el nombre común de dichas especies observadas en el Proyecto y su categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el listado de especies y poblaciones prioritarias para la conservación.

**Tabla IV - 19. Listado de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas con categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus según NOM-059-SEMARNAT-2010
Apocynaceae	<i>Asclepias brachystephana</i>	talayote	
Asparagaceae	<i>Yucca treculeana</i>	palma ceniza	
	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	
Asteraceae	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	
	<i>Simsia amplexicaulis</i>	achualillo	
	<i>Simsia lagasceiformis</i>		
Boraginaceae	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	
Cactaceae	<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida	
	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	
	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	
	<i>Echinocereus conglomeratus</i>	alicoche Sanjuanero	
	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus según NOM-059-SEMARNAT-2010
	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	Sujeta a protección especial
	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	
	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	
	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	
	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	
	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	
Crassulaceae	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	
Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	
	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	
	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	
	<i>Senna sp.</i>		
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	
Malvaceae	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	
	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	orégano	
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	

**Tabla IV - 20. Listado de especies con categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus según NOM-059-SEMARNAT-2010
Cactaceae	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	Sujeta a protección especial

Como se observa la biznaga barril es la única especie que se encuentra Sujeta a protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### *4.4.1.3 Resultados de muestreos de vegetación en predio*

A continuación, se presentan los resultados de las bases de datos de las especies arbóreas y arbustivas, árboles juveniles y herbáceas presentes en los predios.

Volumen de Madera en Rollo para especies latifoliadas

Para determinar el volumen comercial de especies latifoliadas, se utilizó la siguiente fórmula (FAO, 1968).

$$V = 0.0567 + 0.5074 DN^2 * Hc$$

Donde:

V: Volumen comercial (m3).

DN: Diámetro de árbol a una altura de 1.30 m.

Hc: Altura total (considerando todas las ramas del árbol).

A continuación, se muestran los resultados de las bases de datos de las especies arbóreas y sotobosque presentes en el predio.

Tabla IV - 21. Resultado de la base de datos de las especies arbóreas

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Diámetro normal a 1.30 m (m)	Altura Fuste (m)	Altura total (m)	Cobertura (m)	Volumen de madera en rollo unitario (m <sup>3</sup> )	Volumen total de madera en rollo (m <sup>3</sup> )
D6	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1	0.10	2.00	4.00	6.50	0.0103	0.0656
					0.08	1.50	4.00	6.50	0.0058	
					0.12	2.00	4.00	6.50	0.0165	
					0.07	1.50	4.00	6.50	0.0041	
					0.08	1.70	4.00	6.50	0.0066	
					0.06	1.50	4.00	6.50	0.0034	
					0.09	2.00	4.00	6.50	0.0090	
					0.08	1.50	4.00	6.50	0.0049	
					0.08	1.50	4.00	6.50	0.0049	
D20	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1	0.07	2.15	5.50	4.00	0.0065	0.0065
	2	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1	0.11	1.90	5.50	6.00	0.0133	0.0355
					0.11	2.50	5.50	6.00	0.0185	
					0.06	2.00	5.50	6.00	0.0037	
	3	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1	0.11	2.50	5.50	6.00	0.0156	0.0516
					0.13	2.00	5.50	6.00	0.0202	
					0.09	2.50	5.50	6.00	0.0112	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Diámetro normal a 1.30 m (m)	Altura Fuste (m)	Altura total (m)	Cobertura (m)	Volumen de madera en rollo unitario (m <sup>3</sup> )	Volumen total de madera en rollo (m <sup>3</sup> )
					0.06	2.50	5.50	6.00	0.0046	
	4	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1	0.16	2.50	6.50	6.50	0.0357	0.0757
					0.07	2.50	6.50	6.50	0.0076	
					0.09	1.80	6.50	6.50	0.0087	
					0.07	1.75	6.50	6.50	0.0053	
					0.11	2.50	6.50	6.50	0.0185	
	5	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1	0.08	2.00	5.50	6.50	0.0077	0.0371
					0.08	2.50	5.50	6.50	0.0082	
					0.08	2.00	5.50	6.50	0.0077	
					0.06	2.50	5.50	6.50	0.0057	
					0.08	2.00	5.50	6.50	0.0077	
	6	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1	0.07	2.50	4.50	4.00	0.0069	0.0281
					0.06	2.00	4.50	4.00	0.0037	
	6				0.11	2.50	4.50	4.00	0.0175	
	7	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1	0.11	2.00	6.50	7.50	0.0140	0.0804
					0.10	2.00	6.50	7.50	0.0110	
					0.15	2.00	6.50	7.50	0.0242	
					0.08	1.70	6.50	7.50	0.0066	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Diámetro normal a 1.30 m (m)	Altura Fuste (m)	Altura total (m)	Cobertura (m)	Volumen de madera en rollo unitario (m <sup>3</sup> )	Volumen total de madera en rollo (m <sup>3</sup> )
					0.11	1.70	6.50	7.50	0.0106	
					0.12	1.70	6.50	7.50	0.0140	
	8	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1	0.13	2.50	6.00	9.00	0.0252	0.0790
					0.09	2.00	6.00	9.00	0.0083	
					0.11	1.70	6.00	9.00	0.0126	
					0.06	2.00	6.00	9.00	0.0037	
					0.11	2.50	6.00	9.00	0.0175	
					0.10	2.00	6.00	9.00	0.0117	
	9	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1	0.06	2.00	4.00	3.00	0.0037	0.0100
					0.05	1.80	4.00	3.00	0.0030	
					0.06	1.80	4.00	3.00	0.0033	
D31	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1	0.09	1.30	3.50	5.50	0.0062	0.0155
					0.09	1.30	3.50	5.50	0.0062	
					0.06	1.30	3.50	5.50	0.0030	
D35	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	1	0.07	1.30	3.50	6.50	0.0036	0.0105
					0.07	1.30	3.50	6.50	0.0036	
					0.05	1.30	3.50	6.50	0.0017	
					0.05	1.30	3.50	6.50	0.0017	

A continuación, se presentan los resultados de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, con conteo total, ordenadas por especie con su nombre común, número de organismos y su volumen de madera en rollo (m<sup>3</sup>) por sitio de muestreo.

**Tabla IV - 22. Resultado general del estrato arbóreo con su madera en rollo presentes en predios**

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Volumen total de madera en rollo (m <sup>3</sup> )
1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	511	0.4956
		Total	511	0.4956

En la tabla anterior sólo el mezquite fue la especie de árbol presente en el predio del Proyecto.

En el mismo sentido se muestra el resultado del estrato arbóreo por sitio de muestreo y su madera en rollo, para el caso de individuos adultos mayores de 15 cm, de diámetro normal. Los organismos que no cuentan con madera en rollo es porque son juveniles.

**Tablas IV - 23. Estrato arbóreo por sitio de muestreo con su madera en rollo**

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D1	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	3
			Total	3

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D2	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	11
			Total	11

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D3	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	33

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
			Total	33

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D4	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	2
			Total	2

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Volumen total de madera en rollo (m <sup>3</sup> )
D6	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	11	0.0656
			Total	11	0.0656

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D7	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	5
			Total	5

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D8	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	34
			Total	34

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D13	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	73
			Total	73

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D14	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	75
			Total	75

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Volumen total de madera en rollo
-------	----	-------------------	--------------	-------------------	----------------------------------

					(m <sup>3</sup> )
D20	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	22	0.4040
			Total	22	0.4040

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D22	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	6
			Total	6

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D26	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	5
			Total	5

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D27	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	89
			Total	89

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D29	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	37
			Total	37

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D30	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	29
			Total	29

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Volumen total de madera en rollo (m <sup>3</sup> )
D31	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	14	0.0155
			Total	14	0.0155

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Volumen total de
-------	----	-------------------	--------------	-------------------	------------------

					madera en rollo (m <sup>3</sup> )
D35	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	48	0.0105
			Total	48	0.0105

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D39	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	9
			Total	9

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D42	1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	5
			Total	5

**Tabla IV - 24. Resultado general del estrato arbustivo**

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	1721
2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	142
3	<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida	2
4	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	82
5	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	533
6	<i>Echinocereus conglomeratus</i>	alicoche Sanjuanero	6
7	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	23
8	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	38
9	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	236
10	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	191
11	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	1313
12	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	4129
13	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	32
14	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	85
15	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	55

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
16	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	43
17	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	28
18	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	66
19	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	86
20	<i>Yucca treculeana</i>	palma ceniza	5
		Total	8816

Tablas IV - 25. Resultado por sitio del estrato arbustivo

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D1	1	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	1
	2	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	5
			Total	6

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D14	1	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	62
	2	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	1
	3	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	3
	4	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	243
	5	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	2
	6	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	2
			Total	313

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D15	1	<i>Agave lechuguilla</i>	lechuguilla	582
	2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	31
	3	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	2
	4	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	5
	5	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	10

6	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	39
7	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	4
8	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	121
9	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	6
10	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	3
11	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	9
12	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	16
Total			828

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D16	1	<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida	1
	2	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	3
	3	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	36
	4	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	1
	5	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	4
	6	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	72
	7	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	2
	8	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	1
Total			120	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D17	1	<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida	1
	2	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	2
	3	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	1
	4	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	146
	5	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	2
	6	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	4
	7	<i>Yucca treculeana</i>	palma ceniza	3
Total			159	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D18	1	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	1

2	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	1
3	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	85
4	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	6
Total			93

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D19	1	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	1
	2	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	1
	3	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	1
	4	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	404
	5	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	1
Total			408	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D20	1	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	16
	2	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	3
	3	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	14
	4	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	74
	5	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	1
Total			108	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D21	1	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	5
	2	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	2
	3	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	5
	4	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	58
	5	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	418
Total			488	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D22	1	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	13
	2	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	76

3	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	5
4	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	23
5	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	23
6	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	113
7	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	7
8	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	10
9	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	9
10	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	4
11	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	5
12	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	36
Total			324

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D23	1	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	1
Total			1	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D25	1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	700
	2	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	4
	3	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	8
	4	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	332
	5	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	60
	6	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	9
	7	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	18
Total			1131	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D26	1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	76
	2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	45
	3	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	7
	4	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	54
	5	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	17
	6	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	26
	7	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	638

8	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	115
9	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	1
10	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	1
11	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	1
		Total	981

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D27	1	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	5
	2	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	7
	3	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	40
		Total	52	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D28	1	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	5
	2	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	5
	3	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	17
	4	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	50
	5	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	74
	6	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	1
	7	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	4
		Total	156	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D29	1	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	3
	2	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	2
	3	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	175
	4	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	2
	5	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	1
	6	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	1
		Total	184	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D30	1	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	1

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
	2	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	278
			Total	279

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D31	1	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	27
	2	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	217
	3	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	2
			Total	246

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D32	1	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	11
	2	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	1
	3	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	127
	4	<i>Yucca treculeana</i>	palma ceniza	1
			Total	140

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D33	1	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	2
	2	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	92
	3	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	1
	4	<i>Yucca treculeana</i>	palma ceniza	1
			Total	96

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D34	1	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	1
	2	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	116
			Total	117

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D35	1	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	4
	2	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	2
	3	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	2

4	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	69
5	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	3
		Total	80

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D36	1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	25
	2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	3
	3	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	4
	4	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	85
	5	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	5
	6	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	24
	7	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	25
	8	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	226
	9	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	9
	10	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	1
	11	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	3
	12	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	3
	13	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	9
	14	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	17
			Total	439

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D37	1	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	191
				Total

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D38	1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	2
	2	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	14
	3	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	49
	4	<i>Echinocereus conglomeratus</i>	alicoche Sanjuanero	6
	5	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	3
	6	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	5
	7	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	46

8	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	20
9	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	64
10	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	6
11	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	37
12	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	4
13	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	5
14	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	7
15	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	23
Total			291

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D39	1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	38
	2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	11
	3	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	9
	4	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	49
	5	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	21
	6	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	7
	7	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	6
	8	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	49
	9	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	85
	10	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	6
	11	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	1
Total			282	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D40	1	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	135
	2	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	3
Total			138	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D41	1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	210
	2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	3
	3	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	3

4	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	20
5	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	2
6	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	19
7	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	229
8	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	40
9	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	18
10	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	15
11	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	5
12	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	11
13	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	15
Total			590

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D42	1	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	2
	2	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	283
	Total			285

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D43	1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	88
	2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	14
	3	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	10
	4	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	28
	5	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	4
	6	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	1
	7	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	24
	8	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	15
	9	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	15
	10	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	65
	11	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	3
	12	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	3
	13	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	12
	14	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	3
	15	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	1

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
	16	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	4
			Total	290

Tablas IV - 26. Resultado general del estrato herbáceo

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
1	<i>Asclepias brachystephana</i>	talayote	6
2	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	412
3	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	1721
4	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	1399
5	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	13281
6	<i>Senna sp.</i>		1963
7	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahualillo	4
8	<i>Simsia lagasceiformis</i>		1102
9	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	15845
		Total	35733

Tabla IV - 27. Resultados por sitio de muestreo del estrato herbáceo

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D1	1	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	7
			Total	7

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D14	1	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	400
	2	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	336
			Total	736

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D16	1	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	1

2	<i>Senna sp.</i>		2
3	<i>Simsia lagasceiformis</i>		688
4	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	194
Total			885

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D18	1	<i>Asclepias brachystephana</i>	talayote	2
	2	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	14
Total				16

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D19	1	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	30
	2	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	3
	3	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	1463
Total				1496

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D20	1	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	1
	2	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	157
	3	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	1575
Total				1733

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D22	1	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	30
	2	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	150
	3	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	1650
	4	<i>Senna sp.</i>		58
	5	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	5000
Total				6888

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D23	1	<i>Asclepias brachystephana</i>	talayote	3
	2	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	1009

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
			Total	1012
D25	1	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	18
			Total	18

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D26	1	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	1063
			Total	1063

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D27	1	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	42
			Total	42

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D28	1	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	150
	2	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	750
			Total	900

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D29	1	<i>Simsia lagasceiformis</i>		5
	2	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	48
			Total	53

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D32	1	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	21
	2	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	938
	3	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	2250
			Total	3209

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D33	1	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	213
	2	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	1013
			Total	1226

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D34	1	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	56
	2	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	1050
			Total	1106

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D36	1	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	125
	2	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	3
	3	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	625
	4	<i>Senna sp.</i>		250
	5	<i>Simsia lagasceiformis</i>		375
			Total	1378

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D37	1	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	650
	2	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	1750
			Total	2400

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D38	1	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	89
	2	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	2
	3	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	6650
	4	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	6
			Total	6747

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
-------	----	-------------------	--------------	-------------------

D39	1	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	1050
	2	<i>Senna sp.</i>		350
	Total			1400

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D40	1	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	43
	2	<i>Simsia lagasceiformis</i>		8
	3	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	88
Total			139	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D41	1	<i>Asclepias brachystephana</i>	talayote	1
	2	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	20
	3	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	900
	4	<i>Senna sp.</i>		750
	5	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahualillo	4
Total			1675	

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D42	1	<i>Simsia lagasceiformis</i>		26
	Total			26

Sitio	No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos
D43	1	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	400
	2	<i>Senna sp.</i>		500
Total			900	

## ABUNDANCIA RELATIVA

Abundancia relativa (%) por estrato.

**Tabla IV - 28. Abundancia relativa del estrato arbóreo**

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia relativa (%)
1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	511	100.0000
		Total	511	100.0000

**Tabla IV - 29. Abundancia relativa del estrato arbustivo**

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia relativa (%)
1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	1721	19.5213
2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	142	1.6107
3	<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida	2	0.0227
4	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	82	0.9301
5	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	533	6.0458
6	<i>Echinocereus conglomeratus</i>	alicoche Sanjuanero	6	0.0681
7	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	23	0.2609
8	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	38	0.4310
9	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	236	2.6770
10	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	191	2.1665
11	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	1313	14.8934
12	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	4129	46.8353
13	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	32	0.3630
14	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	85	0.9642
15	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	55	0.6239
16	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	43	0.4877
17	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	28	0.3176

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia relativa (%)
18	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	66	0.7486
19	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	86	0.9755
20	<i>Yucca treculeana</i>	palma ceniza	5	0.0567
		Total	8816	100.0000

Tabla IV - 30. Abundancia relativa del estrato herbáceo

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Abundancia relativa (%)
1	<i>Asclepias brachystephana</i>	talayote	6	0.0168
2	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	412	1.1530
3	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	1721	4.8163
4	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	1399	3.9151
5	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	13281	37.1673
6	<i>Senna sp.</i>		1963	5.4935
7	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahualillo	4	0.0112
8	<i>Simsia lagasceiformis</i>		1102	3.0840
9	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	15845	44.3428
		Total	35733	100.0000

### Índice de valor de importancia (IVI)

Asimismo, para identificar las especies más importantes se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), la cual se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IVI} = \text{Dominancia relativa} + \\ \text{Densidad relativa} + \\ \text{Frecuencia relativa}$$

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

El área basal (AB) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$\pi \cdot (\text{DAP}/2)^2$$

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de cuadros muestreados}}$$

Resultados del índice de valor de importancia (IVI)

En las siguientes tablas se presentan los resultados del Índice de Valor de Importancia para la vegetación secundaria de matorral espinoso tamaulipeco.

Densidad relativa (%) por estratos

**Tabla IV - 31. Estrato arbóreo**

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Densidad relativa (%)
1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	511	100.0000
		Total	511	100.0000

**Tabla IV - 32. Estrato arbustivo**

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Densidad relativa (%)
1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	1721	19.5471
2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	142	1.6687
3	<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida	2	0.0000
4	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	82	0.9535
5	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	533	6.0787
6	<i>Echinocereus conglomeratus</i>	alicoche Sanjuanero	6	0.1192
7	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	23	0.2384
8	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	38	0.4768
9	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	236	2.6222
10	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	191	2.1454
11	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	1313	14.8987
12	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	4129	46.8415
13	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	32	0.3576
14	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	85	0.9535
15	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	55	0.5959
16	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	43	0.4768
17	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	28	0.3576
18	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	66	0.7151

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Densidad relativa (%)
19	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	86	0.9535
20	<i>Yucca treculeana</i>	palma ceniza	5	0.0000
		Total	8816	100.0000

Tabla IV - 33. Estrato herbáceo

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Densidad relativa (%)
1	<i>Asclepias brachystephana</i>	talayote	6	0.0294
2	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	412	1.1460
3	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	1721	4.8193
4	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	1399	3.9083
5	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	13281	37.1731
6	<i>Senna sp.</i>		1963	5.4952
7	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahualillo	4	0.0000
8	<i>Simsia lagasceiformis</i>		1102	3.0855
9	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	15845	44.3432
		Total	35733	100.0000

Frecuencia relativa (%) por estrato.

Tabla IV - 34. Estrato arbóreo

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Frecuencia relativa (%)
1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	511	100.0000
		Total	511	100.0000

Tabla IV - 35. Estrato arbustivo

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Frecuencia relativa (%)
1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	1721	4.1026
2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	142	6.6667
3	<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida	2	1.0256
4	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	82	7.6923
5	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	533	10.7692
6	<i>Echinocereus conglomeratus</i>	alicoche Sanjuanero	6	0.5128
7	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	23	4.6154
8	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	38	2.5641
9	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	236	8.2051
10	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	191	4.6154
11	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	1313	3.0769
12	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	4129	14.8718
13	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	32	3.0769
14	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	85	3.5897
15	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	55	3.5897
16	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	43	7.6923
17	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	28	3.5897
18	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	66	3.5897
19	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	86	4.6154
20	<i>Yucca treculeana</i>	palma ceniza	5	1.5385
		Total	8816	100.0000

Tabla IV - 36. Estrato herbáceo

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Frecuencia relativa (%)
1	<i>Asclepias brachystephana</i>	talayote	6	4.7619
2	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	412	7.9365
3	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	1721	11.1111
4	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	1399	14.2857

5	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	13281	15.8730
6	<i>Senna sp.</i>		1963	11.1111
7	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahualillo	4	1.5873
8	<i>Simsia lagasceiformis</i>		1102	7.9365
9	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	15845	25.3968
Total			35733	100.0000

Dominancia relativa (%).

Tabla IV - 37. Dominancia relativa (%) por estrato

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Cobertura	Cobertura relativa (%)
1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	511	4.5614	100.0000
Total			511	4.5614	100.0000

Tabla IV - 38. Estrato arbustivo

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Cobertura relativa (%)
1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	1721	5.5814
2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	142	2.9070
3	<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida	2	0.2326
4	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	82	2.5581
5	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	533	5.2326
6	<i>Echinocereus conglomeratus</i>	alicoche Sanjuanero	6	0.1163
7	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	23	1.0465
8	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	38	0.5814
9	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	236	5.5814
10	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	191	3.2558
11	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	1313	10.9302
12	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	4129	51.3953

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Cobertura relativa (%)
13	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	32	0.8140
14	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	85	1.0465
15	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	55	1.8605
16	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	43	1.8605
17	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	28	0.9302
18	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	66	1.1628
19	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	86	2.5581
20	<i>Yucca treculeana</i>	palma ceniza	5	0.3488
		Total	8816	100.0000

Tabla IV - 39. Estrato herbáceo

No	Nombre científico	Nombre común	No. de organismos	Cobertura relativa (%)
	<i>Asclepias brachystephana</i>	talayote	6	9.7778
2	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	412	23.1111
3	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	1721	4.0000
4	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	1399	21.7778
5	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	13281	8.8889
6	<i>Senna sp.</i>		1963	5.3333
7	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahualillo	4	8.8889
8	<i>Simsia lagasceiformis</i>		1102	2.2222
9	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	15845	16.0000
		Total	35733	100.0000

#### 4.4.1.4 Biodiversidad De Flora En Los Polígonos Custf

El concepto de diversidad biológica, según el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, se define como la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman. La biodiversidad comprende igualmente la variedad de

ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta.

Para medir la biodiversidad existen varios índices que se utilizan para poder compararla entre diferentes ecosistemas o zonas. Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitatividad.

Si bien, como ocurre con numerosos métodos, el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, aún desde un conocimiento rudimentario, es fundamental al utilizarlos considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

Las comunidades biológicas poseen una propiedad emergente, la diversidad específica, que se relaciona con la variedad dentro de esas comunidades, 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.

La riqueza de especies es un concepto simple de interpretar que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad. Entonces, puede parecer que un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el 'número total de especies' (S). Sin embargo, es prácticamente imposible enumerar todas las especies de la comunidad, y al depender S del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo. Los índices propuestos para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación entre S y el 'número total de individuos observados' o (n), que se incrementa con el tamaño de la muestra.

El segundo componente es la equitatividad, que se refiere a cómo la abundancia se distribuye entre las especies de la comunidad. Por ejemplo, en una comunidad con 10 especies, si el 90% de los individuos pertenecen a una sola especie y el restante 10% se

distribuye entre las otras 9, la equitatividad se considera baja. En cambio, si cada una de las 10 especies cuenta con el 10% del total de los individuos, la equitatividad se considera máxima.

Para estimar la diversidad debe considerarse que:

1. Se tiene buen conocimiento de la composición taxonómica. Es raro que se estime la diversidad de toda la comunidad, por lo general, se mide la diversidad en un fragmento de esta que se denomina taxocenosis (ejemplo., diversidad de aves, de árboles, del fitoplancton, entre otros).
2. Los individuos asignados a una clase (especie) son considerados idénticos. Es decir, no se reconoce la variabilidad que puede existir entre, por ejemplo, los sexos de una misma especie o, entre etapas del desarrollo (larva – pupa – adulto).

Para interpretar la diversidad debe tenerse en cuenta que se está trabajando con una variable nominal. Las categorías son las especies y por lo tanto el único valor de tendencia central que puede obtenerse es la moda (categoría con mayor frecuencia, en este caso la especie más abundante), siendo imposible calcular un promedio o una mediana. Sí puede medirse la dispersión, la distribución de las observaciones entre categorías que se relacionan con el concepto de diversidad. Numerosos índices han sido propuestos para caracterizar la riqueza de especies y la equitatividad, denominados índices de riqueza e índices de equitatividad, respectivamente. Los índices que combinan tanto la riqueza de especies como la equitatividad en un solo valor se denominan índices de biodiversidad.

Se requiere de indicadores que nos determinen en que proporcionalidad se encuentran distribuidos en el territorio. Al respecto y para el presente estudio, se decidió utilizar, indicar y evaluar tres métodos: Shannon- Wiener (H), Simpson (S) y Margalef (D-1).

#### Índice de Shannon Wiener

Para medir la riqueza de especies dentro del área del Proyecto Pozo Exploratorio Lunanco-1 se utilizó el índice de diversidad de Shannon - Wiener, el cual tiene el atributo

IV-144

de considerar las abundancias relativas para estimar la diversidad mediante la siguiente fórmula:

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad p_i = \frac{n_i}{N}$$

Dónde:

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener,

$p_i$  = Abundancia relativa de la especie  $i$ ,

S = Riqueza de especies (número de especies)

Ln = Logaritmo natural,

N = Número total de individuos de todas las especies, y

$n$  = Número de individuos por cada especie.

Para estimar la equitatividad ( $J'$ ) de acuerdo a Magurran (2004) se utilizó la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dónde:

$J'$  = índice de Equitatividad

H' = índice de diversidad de Shannon - Wiener

$H'_{max}$  = Ln (S)

El valor de H se ha calculado en muchos estudios ecológicos, los cuales muestran que H' generalmente varía entre 1.5 y 3.5 y que raramente pasa de 4.5 (Magurran, 1988). 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, altos.

### Índice de Simpson

El índice de Simpson es de uso común para medir el grado de dominancia de unas cuantas especies en la comunidad, y su inverso representa por lo tanto la equidad (Moreno, 2001, cita a: Magurran, 1988). Los índices basados en la dominancia son

parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Dónde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$  (Lande, 1996).

Índice de Margalef.

Es un indicador para medir riqueza específica, dentro de la diversidad alfa de un espacio determinado. La riqueza específica ( $S$ ) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies ( $S$ ) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces tenemos que recurrir a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad por su bajo costo y efectividad temporal (Moreno, 2001).

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

Dónde:

$S$  = número de especies

$N$  = número total de individuos

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre

el número de especies y el número total de individuos  $S=k_N$  donde  $k$  es constante (Moreno, 2001 cita a: Magurran, 1998). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando  $S-1$ , en lugar de  $S$ , da  $DMg = 0$  cuando hay una sola especie.

#### Resultados de los índices de diversidad

A continuación, se presentan los resultados de los índices de diversidad de Margalef, Simpson y Shannon Wiener por estrato.

**Tabla IV - 40. Índices de diversidad por estrato**

No	Nombre científico	Nombre Común	Total	Pi	ni(ni-1)	LN pi	Pi* Ln pi	Pi* (Ln pi) <sup>2</sup>
Árboles								
1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	511	1.000	1.0000	0.000	0.0000	0.0000
Arbustos			511.0	1.000	1.0000		0.0000	0.0000
1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	1721	0.195	0.0381	-1.634	-0.3189	0.5210
2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	142	0.016	0.0003	-4.128	-0.0665	0.2745
3	<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida	2	0.000	0.0000	-8.391	-0.0019	0.0160
4	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	82	0.009	0.0001	-4.678	-0.0435	0.2035
5	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	533	0.060	0.0036	-2.806	-0.1696	0.4760
6	<i>Echinocereus conglomeratus</i>	alicoche Sanjuanero	6	0.001	0.0000	-7.293	-0.0050	0.0362
7	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	23	0.003	0.0000	-5.949	-0.0155	0.0923
8	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	38	0.004	0.0000	-5.447	-0.0235	0.1279
9	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	236	0.027	0.0007	-3.620	-0.0969	0.3509

10	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	191	0.022	0.0005	-3.832	-0.0830	0.3181
11	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	1313	0.149	0.0222	-1.904	-0.2836	0.5401
12	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	4129	0.468	0.2193	-0.759	-0.3553	0.2695
13	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	32	0.004	0.0000	-5.619	-0.0204	0.1146
14	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	85	0.010	0.0001	-4.642	-0.0448	0.2077
15	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	55	0.006	0.0000	-5.077	-0.0317	0.1608
16	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	43	0.005	0.0000	-5.323	-0.0260	0.1382
17	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	28	0.003	0.0000	-5.752	-0.0183	0.1051
18	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	66	0.007	0.0001	-4.895	-0.0366	0.1794
19	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	86	0.010	0.0001	-4.630	-0.0452	0.2091
20	<i>Yucca treculeana</i>	palma ceniza	5	0.001	0.0005	-7.475	-0.0042	0.0317
	TOTAL		8816.0	1.000	0.2856		1.6903	4.3725
Herbáceas								
1	<i>Asclepias brachystephana</i>	talayote	6	0.000	0.0000	-8.692	-0.0015	0.0127
2	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	412	0.012	0.0001	-4.463	-0.0515	0.2296
3	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	1721	0.048	0.0023	-3.033	-0.1461	0.4431
4	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	1399	0.039	0.0015	-3.240	-0.1269	0.4111
5	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	13281	0.372	0.1381	-0.990	-0.3679	0.3641
6	<i>Senna sp.</i>		1963	0.055	0.0030	-2.902	-0.1594	0.4625
7	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahualillo	4	0.000	0.0000	-9.098	-0.0010	0.0093
8	<i>Simsia lagasceiformis</i>		1102	0.031	0.0010	-3.479	-0.1073	0.3733
9	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	15845	0.443	0.1966	-0.813	-0.3606	0.2933
	TOTAL		35733	1.000	0.3427		1.3220	2.5989

Resumen de índices de diversidad por estrato.

Tabla IV - 41. Estrato arbóreo (resumen)

Riqueza específica S =	1
Índice de Margalef Dmg =	0.0000
Índice de Shannon H=	1.6903
H Máx. = Ln S =	0.0000
Equitatividad = H/H Máx. =	#¡DIV/0!
índice de Simpson D=	0.0000

Riqueza específica S =	20
Índice de Margalef Dmg =	2.0915
Índice de Shannon H=	1.6903
H Máx. = Ln S =	2.9957
Equitatividad = H/H Máx. =	0.5642
índice de Simpson D=	0.7144

## ESTRATO HERBÁCEO

Riqueza específica S =	9
Índice de Margalef Dmg =	0.7631
Índice de Shannon H=	1.3220
H Máx = Ln S =	2.1972
Equitatividad = H/H Máx =	0.6017

índice de Simpson D=	0.7144
----------------------	--------

**Tabla IV - 42. Tabla resumen de índices de diversidad**

Índices de diversidad	Arbóreo	Estrato arbustivo	Estrato herbáceo
Índice de Margalef	0.0000	2.0915	0.7631
Índice de Simpson	0.0000	0.7144	0.7144
Shannon Wiener	1.6903	1.6903	1.3220

**Figura IV - 45. Índices de Diversidad de flora**

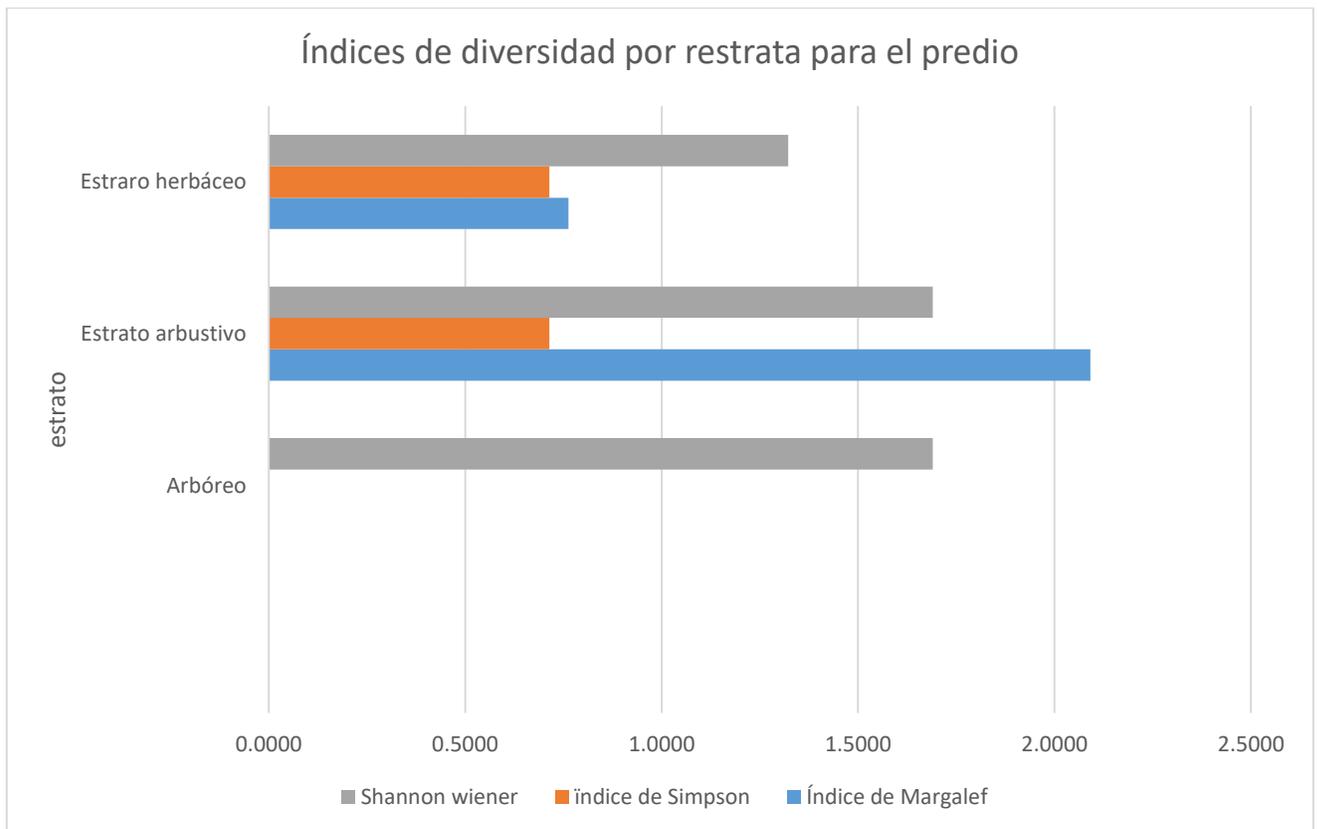


Tabla IV - 43. Índices de diversidad por estrato

Índices de diversidad	Arbóreo	Estrato arbustivo	Estrato herbáceo
Índice de Margalef	0.0000	2.0915	0.7631
Índice de Simpson	0.0000	0.7144	0.7144
Shannon Wiener	1.6903	1.6903	1.3220

Respecto al índice de diversidad de Margalef para el estrato arbóreo no se obtuvo valor, el estrato arbustivo tuvo una diversidad media y baja para el herbáceo; El índice de Simpson obtuvo una diversidad baja para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo; para Shannon-Wiener se obtuvo una diversidad baja para los tres estratos.

En general el estrato arbóreo esta poco representado con una diversidad baja, y diversidad media para los estratos arbustivos y herbáceos, los cuales están mejor representados sin llegar a tener una diversidad alta lo que significa que es una zona perturbada.

Índice de valor de importancia por estrato.

**Tabla IV - 44. Estrato arbóreo**

No.	Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Índice de Valor de Importancia (%)
1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000
		Total	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

**Tabla IV - 45. Estrato arbustivo**

No.	Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Índice de Valor de Importancia (%)
1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	19.5471	4.1026	5.5814	29.2310
2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	1.6687	6.6667	2.9070	11.2423
3	<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida	0.0000	1.0256	0.2326	1.2582

IV-152

No.	Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Índice de Valor de Importancia (%)
4	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	0.9535	7.6923	2.5581	11.2040
5	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	6.0787	10.7692	5.2326	22.0805
6	<i>Echinocereus conglomeratus</i>	alicoche Sanjuanero	0.1192	0.5128	0.1163	0.7483
7	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	0.2384	4.6154	1.0465	5.9003
8	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	0.4768	2.5641	0.5814	3.6223
9	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	2.6222	8.2051	5.5814	16.4087
10	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	2.1454	4.6154	3.2558	10.0166
11	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	14.8987	3.0769	10.9302	28.9058
12	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	46.8415	14.8718	51.3953	113.1086
13	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	0.3576	3.0769	0.8140	4.2484
14	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	0.9535	3.5897	1.0465	5.5898
15	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	0.5959	3.5897	1.8605	6.0462
16	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	0.4768	7.6923	1.8605	10.0295
17	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	0.3576	3.5897	0.9302	4.8775
18	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	0.7151	3.5897	1.1628	5.4677
19	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	0.9535	4.6154	2.5581	8.1270
20	<i>Yucca treculeana</i>	palma ceniza	0.0000	1.5385	0.3488	1.8873
		Total	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

Tabla IV - 46. Estrato herbáceo

No.	Nombre científico	Nombre común	Densidad Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Índice de Valor De Importancia (%)
1	<i>Asclepias brachystephana</i>	talayote	0.0294	4.7619	9.7778	14.5691
2	<i>Asplenium ceterach</i>	doradilla	1.1460	7.9365	23.1111	32.1937
3	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	4.8193	11.1111	4.0000	19.9304
4	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	3.9083	14.2857	21.7778	39.9718
5	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	37.1731	15.8730	8.8889	61.9350
6	<i>Senna sp.</i>		5.4952	11.1111	5.3333	21.9396
7	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahualillo	0.0000	1.5873	8.8889	10.4762
8	<i>Simsia lagasceiformis</i>		3.0855	7.9365	2.2222	13.2442
9	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	44.3432	25.3968	16.0000	85.7401
		Total	100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

## Resultado final del índice de valor de importancia por estrato

Tabla IV - 47. Estrato arbustivo

No.	Nombre científico	Nombre común	Índice de Valor de Importancia (%)
1	<i>Prosopis laevigata</i>	mezquite	300.0000
		Total	300.0000

Tabla IV - 48. Estrato arbustivo

No.	Nombre científico	Nombre común	Índice de Valor de Importancia (%)
1	<i>Agave lecheguilla</i>	lecheguilla	29.2310
2	<i>Cordia parvifolia</i>	chaparro prieto	11.2423
3	<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida	1.2582
4	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	cholla	11.2040
5	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	22.0805
6	<i>Echinocereus conglomeratus</i>	alicoche Sanjuanero	0.7483
7	<i>Echinocereus stramineus</i>	alicoche Sanjuanero	5.9003
8	<i>Ferocactus haematacanthus</i>	biznaga barril	3.6223
9	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	16.4087
10	<i>Grusonia schottii</i>	perrito	10.0166
11	<i>Jatropha dioica</i>	sangregado	28.9058
12	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	113.1086
13	<i>Lippia graveolens</i>	óregano	4.2484
14	<i>Mammillaria sp.</i>	mamilaria	5.5898
15	<i>Opuntia microdasys</i>	nopal cegador	6.0462
16	<i>Opuntia santa-rita</i>	nopal morado	10.0295
17	<i>Sclerocactus uncinatus</i>	biznaga bola	4.8775
18	<i>Senegalia greggii</i>	uña de gato	5.4677
19	<i>Vachellia farnesiana</i>	vinorama	8.1270

20	<i>Yucca treculeana</i>	palma ceniza	1.8873
		Total	300.0000

Respecto al estrato arbustivo los ejemplares de mayor importancia son la gobernadora con un índice de valor de importancia de 113.1086, siguiéndole la lechuguilla con 29.2310, el sangregado con 28.9058, el tasajillo con 22.0805 entre los valores más altos.

La especie de la biznaga barril *Ferocactus haematacanthus* Se encuentra Sujeta a protección especial, en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla IV - 49. Estrato herbáceo**

No.	Nombre científico	Nombre común	Índice de Valor de Importancia (%)
1	<i>Asclepias brachystephana</i>	Talayote	14.5691
2	<i>Asplenium ceterach</i>	Doradilla	32.1937
3	<i>Baileya multiradiata</i>	hierba amarilla	19.9304
4	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate grama	39.9718
5	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	61.9350
6	<i>Senna sp.</i>		21.9396
7	<i>Simsia amplexicaulis</i>	acahualillo	10.4762
8	<i>Simsia lagasceiformis</i>		13.2442
9	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	hierba del negro	85.7401
		Total	300.0000

En el estrato arbustivo los ejemplares de mayor valor de importancia son la hierba del negro con 85.7001, el zacate borreguero con 61.935, el zacate grama con 39.9718, la doradilla con 32.1937, principalmente.

## 4.4.2 Fauna

### Trabajos de campo

#### 4.4.2.1 Metodología de los muestreos de campo

La metodología empleada se basó en observaciones directas e indirectas (excretas, huellas, nidos, etc.), los sitios de muestreo fueron los seleccionados para la flora, elegidos por considerarse representativos del tipo de vegetación presente y ya descritos en el apartado anterior, así como los trayectos intermedios.

Para el muestreo de campo se empleó el siguiente material:

- Equipo de campo necesario por persona:
  - Botas de campo gruesas.
  - Guantes de carnaza o similares.
  - Polainas anti-mordeduras de serpiente
  - Camisa gruesa de manga larga.
  - Chaleco con antirreflejante
  - Pantalón grueso.
  
- Equipo necesario por brigada
  - Formatos de campo.
  - Binoculares y Monoculares (aumentos 8x a 45x).
  - Cámara fotográfica digital 42X.
  - Dos cámaras digitales convencionales de alta resolución.
  - Equipo de comunicación (radios de comunicación de onda corta).
  - Guías de campo para identificación de fauna.
  - Botiquín de primeros auxilios (agua oxigenada, alcohol, medicina para bajar la temperatura-antiinflamatorio-dolor de cabeza, antídoto contra picadura de alacrán, antihistamínicos, sueros antiofídicos, antibiótico con penicilina, antibiótico con sulfametazol y jabón neutro antibacterial).

Figura IV - 46. Material de campo requerido por brigada

Protección personal	 Guantes para manejo de fauna	 Polainas anti-mordeduras
Observación	 Binoculares	 Cámara digital HD

La metodología de muestreo desarrollada en campo para cada grupo faunístico se presenta a continuación, dividida en dos secciones:

1. Recorrido general para la identificación de fauna en la zona urbana.
2. Transectos en derecho en predios.

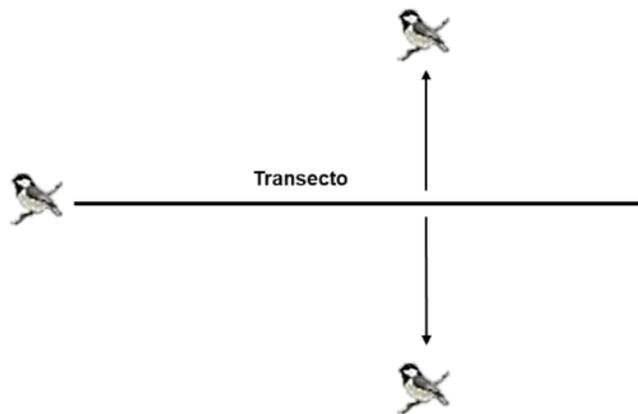
Se realizaron observaciones de los diversos organismos durante los recorridos realizados a pie en los sitios de muestreo de vegetación. Los animales dejan rastros a través de los cuales se pueden identificar casi siempre hasta especie; además de la aplicación de encuestas y entrevistas con las reservas antes manejadas.

#### 4.4.2.2 Aves

Para las observaciones de aves se establecieron tres transectos, 2 de 1km cada uno y otro de 300m, cada transecto con puntos de observación a cada 100m dentro de los sitios seleccionados para los muestreos de vegetación dentro del predio, y tres transectos de 1km en la zona de cuenca para aves y 2 de 1km y 1 de 300m para mamíferos y reptiles. Cada transecto se recorrió a velocidad constante prestando atención a las especies presentes, tomando en cuenta una distancia a los lados de 50m, si la vegetación lo permitía. También se colocaron redes de niebla de 6m x 2m en zonas con alta actividad de aves para incrementar el número de registros obtenidos.

En la siguiente figura se observa el punto de muestreo.

**Figura IV - 47. Transecto para el monitoreo de aves**



La observación se realizó con el apoyo de binoculares Eagle optics 8x42 y para su identificación se utilizaron guías de campo para aves de México y Norteamérica (National Geographic, 2017 y Sibley, 2014).

Para la identificación visual de las aves se utilizó literatura especializada como las guías de campo de Howell y Webb (1995) y de Peterson y Chalif (1973).

#### 4.4.2.3 Mamíferos

Para la observación de mamíferos se hicieron recorridos a pie dentro del predio, las observaciones indirectas se llevaron a cabo mediante la búsqueda de huellas, excretas, madrigueras, sitios de descanso, restos de pelo y vocalizaciones, mientras que para las

observaciones directas se buscaron ejemplares muertos o restos de éstos y se utilizaron diferentes métodos de captura.

Para los mamíferos pequeños, se colocaron trampas Sherman con cebos a base de hojuelas de avena y vainilla, y para los mamíferos medianos trampas Tomahawk con cebos a base de sardina. Las trampas se colocaron por las mañanas, se revisaron por las tardes, renovando los cebos y se revisaron nuevamente por la mañana durante los días asignados al trabajo de campo.

La identificación de especies se llevó a cabo con el apoyo de guías de mamíferos de Norteamérica (Reid, 2006) y guías de huellas de mamíferos de México (Aranda, 2012).

#### *4.4.2.4 Herpetofauna*

La búsqueda de herpetofauna se realizó siguiendo dos métodos:

Búsqueda directa NO restringida. Se realizaron recorridos durante el día inspeccionando de manera exhaustiva en todas las zonas donde hubiera acceso, incluyendo cuerpos de agua.

Búsqueda directa restringida. Se llevó a cabo la búsqueda de organismos en microhábitats comúnmente utilizados por anfibios y reptiles, tales como ramas de árboles, matorrales, raíces, huecos en troncos caídos y debajo de las rocas.

#### Lacertilios (lagartijas)

Muchas especies de lagartijas pueden capturarse de manera directa, ya que es posible atraparlas manualmente, dependiendo de su tamaño, velocidad y tolerancia de la especie, para ello, se realizaron búsquedas en rocas, ramas de los árboles y trozos de corteza y se vigiló de manera constante los movimientos de hojarasca y ramas sobre el suelo.

Ofidios (serpientes)

La búsqueda de serpientes se realizó a través de recorridos a pie, utilizando pinzas y ganchos herpetológicos, ya que permiten manipularlas sin dañarlas y evitan mordeduras al remover troncos, ramas o piedras que es donde usualmente se encuentran.

Para la captura de las serpientes es necesario inmovilizar la cabeza con apoyo de una pinza herpetológica, esta se apoya contra el suelo, se manipula colocando los dedos índice y medio en la parte posterior de la cabeza y con el dedo pulgar del lado contrario, manteniendo inmóvil la cabeza, sujetando el cuerpo con la otra mano. La serpiente se deposita en una bolsa de tela introduciendo primero la parte posterior, la bolsa se tuerce, se dobla y se amarra en el extremo. Para transportarla es necesario mantenerla alejada al cuerpo, además, es importante que vaya más de una persona en la búsqueda y manejo de estos organismos para evitar o reaccionar ante el ataque o una mordedura.

La identificación se llevó a cabo mediante guías de campo de serpientes (Smith y Taylor, 1945) y de anfibios (Smith y Taylor para anfibios 1948), para la actualización de la nomenclatura se utilizó lo propuesto por Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004).

**4.4.2.5 Resultados de los trabajos de campo**

Durante los muestreos de campo se identificaron 18 especies dentro del predio, 14 aves y 4 mamíferos, de las cuales, 6 se encontraron dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 8 dentro de la CITES. Para la zona de cuenca se identificaron 51 especies, 10 reptiles, 34 aves y 7 mamíferos, de las cuales, 7 se encontraron dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 9 dentro de la CITES.

**Tabla IV - 50. Especies de fauna silvestre identificadas en campo**

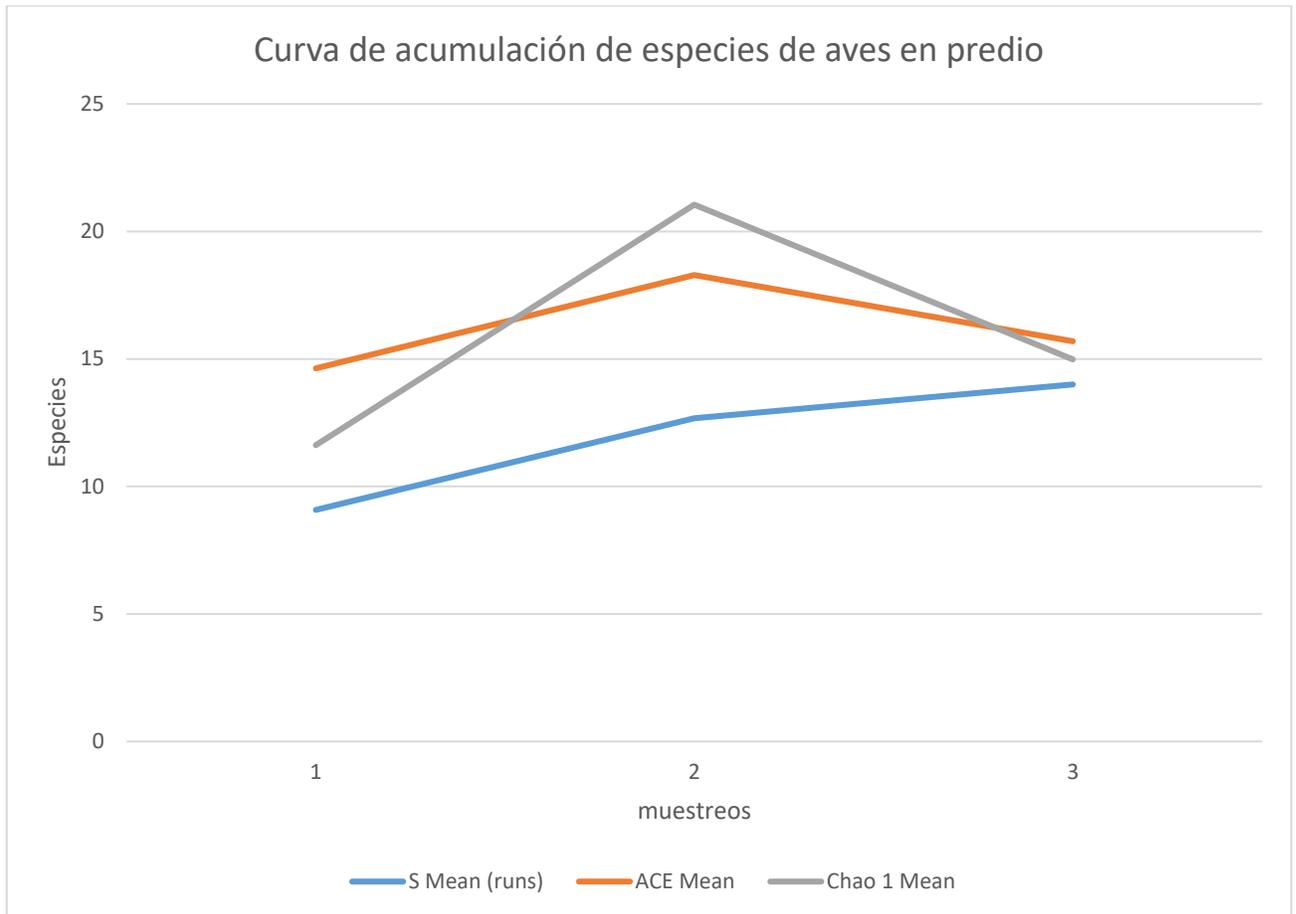
Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves				
Scincidae	<i>Plestiodon</i>	<i>Plestiodon sp</i>	Eslizón	

Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Teiidae	<i>Aspidoscelis</i>	<i>Aspidoscelis inornatus</i>	Huico liso del altiplano	
Cathartidae	<i>Cathartes</i>	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	
Columbidae	<i>Zenaida</i>	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	
Mimidae	<i>Mimus</i>	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	
Passerellidae	<i>Ammodramus</i>	<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín	
Cuculidae	<i>Geococcyx</i>	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	
Emberizidae	<i>Amphispiza</i>	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	
Tyrannidae	<i>Empidonax</i>	<i>Empidonax wrightii</i>	Papamoscas bajacolita	
Tyrannidae	<i>Myiarchus</i>	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	
Laniidae	<i>Lanius</i>	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano	
Accipitridae	<i>Buteo</i>	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	
Accipitridae	<i>Elanus</i>	<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	
Mimidae	<i>Toxostoma</i>	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	
<b>Mamíferos</b>				
Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	
Leporidae	<i>Lepus</i>	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de California	
Felidae	<i>Lynx</i>	<i>Lynx rufus</i> *	Gato montés	
Canidae	<i>Canis</i>	<i>Canis latrans</i>	Coyote	

Curvas de acumulación de especies de los diferentes grupos taxonómicos identificados en campo dentro del predio

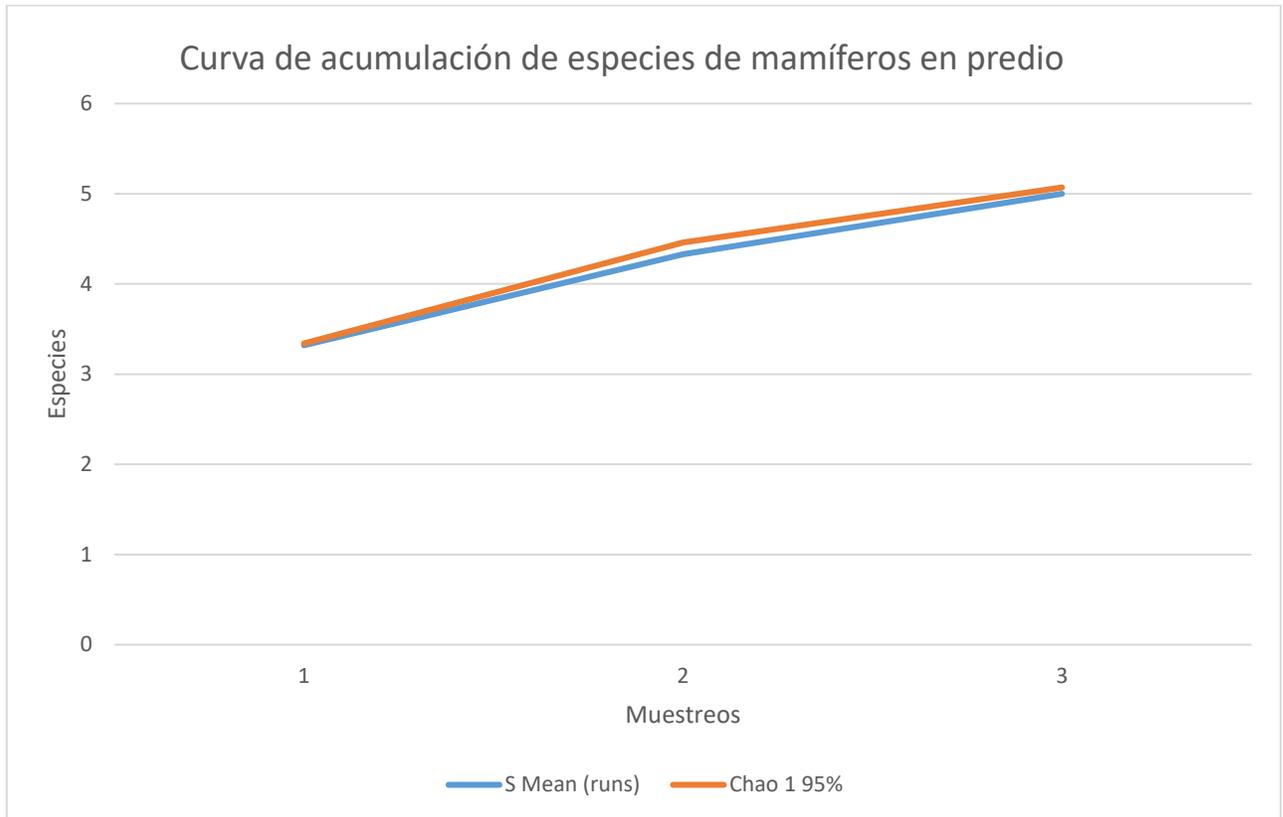
Se utilizó el programa EstimateS (versión Win910), obteniéndose las curvas de acumulación de especies de cada grupo faunístico, con los estimadores ACE Means y CHAO 1, con un nivel de confianza mínimo del 95%, tanto para la zona dentro del predio, como para la zona de cuenca.

**Figura IV - 48. Curva de acumulación de especies de aves identificadas en campo dentro del predio**



La curva correspondiente a las aves indica que obtuvimos el 89.25% para el estimador ACE y 93.4% para el de Chao1 de las especies esperadas de acuerdo con los dos estimadores, ya que se esperaba encontrar 216 y 15 respectivamente, de las cuales registramos 14 especies en los transectos establecidos dentro del predio.

**Figura IV - 49. Curva de acumulación de especies de mamíferos identificadas en campo dentro del predio**



En cuanto a la curva correspondiente a mamíferos, el estimador CHAO 1 indica que se encontró el 98% de especies esperadas, por lo que el muestreo dentro del predio sí fue representativo para este grupo faunístico de acuerdo con el indicador Chao 1.

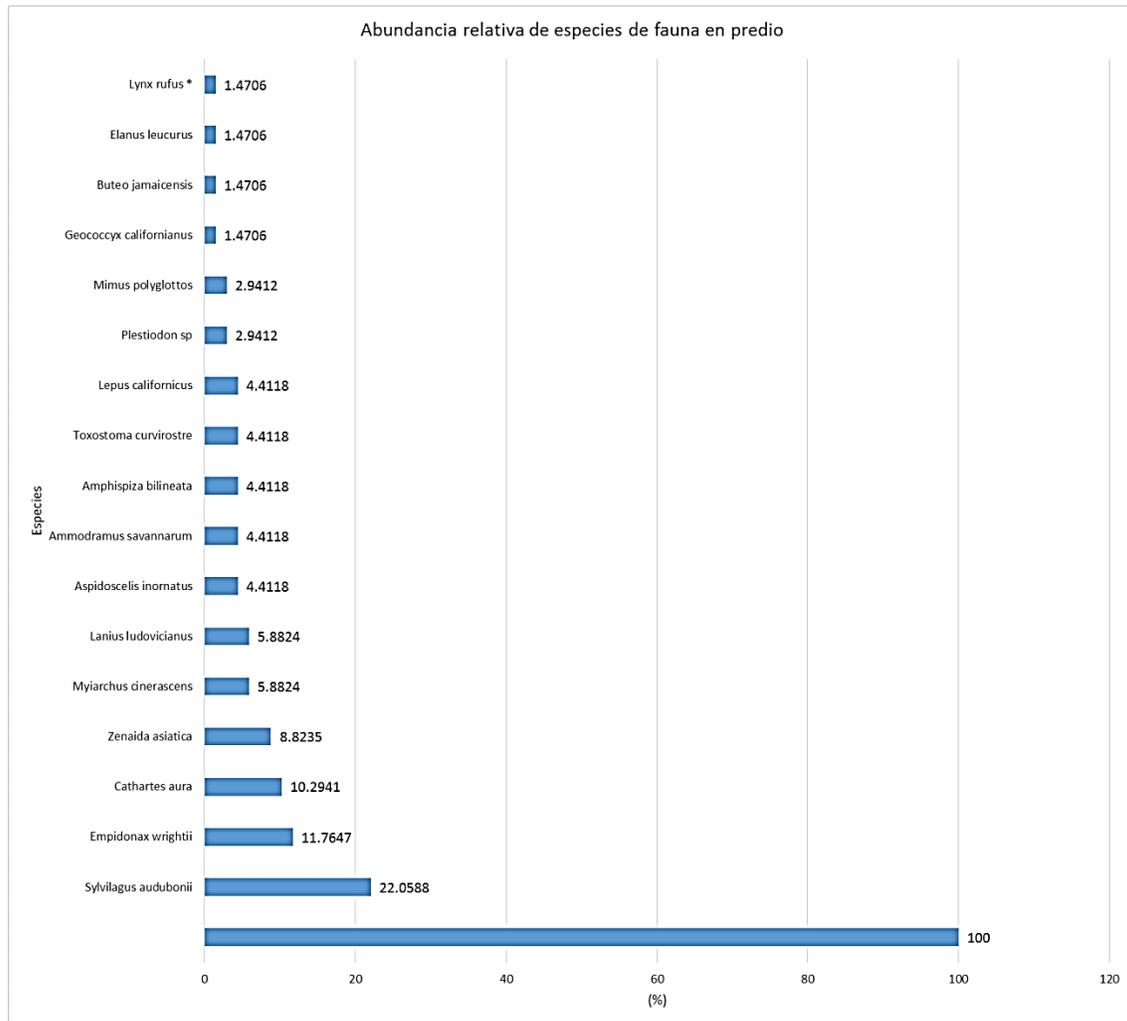
Abundancia relativa de las especies identificadas durante los muestreos de campo dentro del predio

Dado que las curvas de acumulación de especies tanto para predio como para la zona de cuenca mostraron que el esfuerzo de muestreo resultó representativo para todos los grupos faunísticos, se calculó la abundancia relativa para cada especie registrada en campo.

**Tabla IV - 51. Cálculo de abundancia relativa por grupo taxonómico dentro del predio**

Nombre científico	Nombre común	Total	Abundancia relativa
<i>Plestiodon sp</i>	Eslizón	2	2.9412
<i>Aspidoscelis inornatus</i>	Huico liso del altiplano	3	4.4118
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	7	10.2941
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	6	8.8235
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	2	2.9412
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín	3	4.4118
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	1	1.4706
<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	3	4.4118
<i>Empidonax wrightii</i>	Papamoscas bajacolita	8	11.7647
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	4	5.8824
<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano	4	5.8824
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1	1.4706
<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	1	1.4706
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	3	4.4118
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	15	22.0588
<i>Lepus californicus</i>	Liebre de California	3	4.4118
<i>Lynx rufus</i> *	Gato montés	1	1.4706
<i>Canis latrans</i>	Coyote	1	1.4706
	Total	68	100.0000

**Figura IV - 50. Abundancias relativas de fauna silvestre identificadas en campo dentro del predio.**



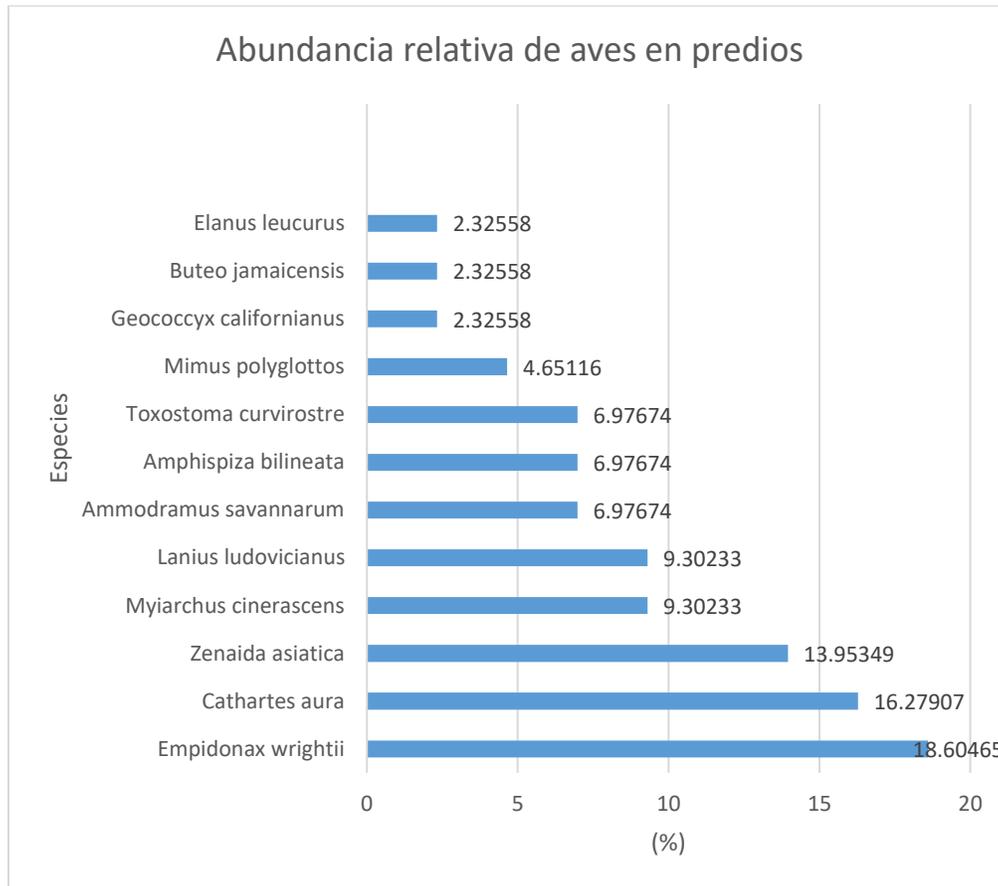
De manera general las especies más abundantes son el conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) con el 22.05885%, siguiéndole el papamosca bajacolita (*Empidonax wrightii*) con 11.7647 %, el zopilote aura (*Cathartes aura*) con el 10.2941%, la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*) con el 8.8235%, el resto de la fauna está por debajo del 6%.

## AVES

Tabla IV - 52. Cálculo de abundancia relativa Para aves dentro del predio

Nombre científico	Abundancia relativa
<i>Cathartes aura</i>	16.27907
<i>Zenaida asiatica</i>	13.95349
<i>Mimus polyglottos</i>	4.65116
<i>Ammodramus savannarum</i>	6.97674
<i>Geococcyx californianus</i>	2.32558
<i>Amphispiza bilineata</i>	6.97674
<i>Empidonax wrightii</i>	18.60465
<i>Myiarchus cinerascens</i>	9.30233
<i>Lanius ludovicianus</i>	9.30233
<i>Buteo jamaicensis</i>	2.32558
<i>Elanus leucurus</i>	2.32558
<i>Toxostoma curvirostre</i>	6.97674

**Figura IV - 51. Abundancia relativa de especies de aves identificadas en campo dentro del predio**



Para el caso de las aves las especies más abundantes son el papamosca bajacolita (*Empidonax wrightii*) con 18.6046%, el zopilote aura (*Cathartes aura*) con el 16.2791%, la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*) con el 13.9535%, el papamosca cenizo (*Myiarchus cinerascens*) con el 9.3023%, el verdugo americano (*Lanius ludovicianus*) con el 9.3023, el resto de la fauna está por debajo del 7%.

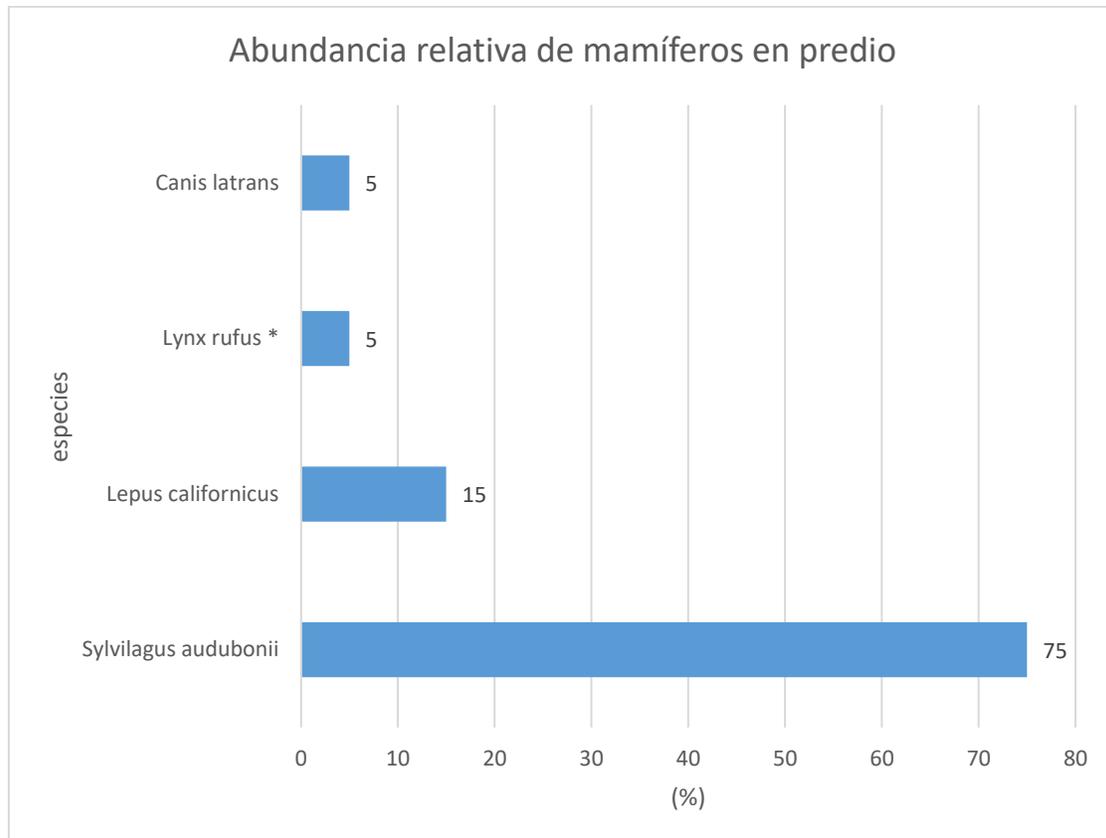
## MAMÍFEROS

**Tabla IV - 53. Cálculo de abundancia relativa Para aves dentro del predio**

Nombre científico	Abundancia relativa
<i>Sylvilagus audubonii</i>	75

<i>Lepus californicus</i>	15
<i>Lynx rufus</i> *	5
<i>Canis latrans</i>	5
	100

**Figura IV - 52. Abundancia relativa de especies de mamíferos identificadas en campo dentro del predio.**



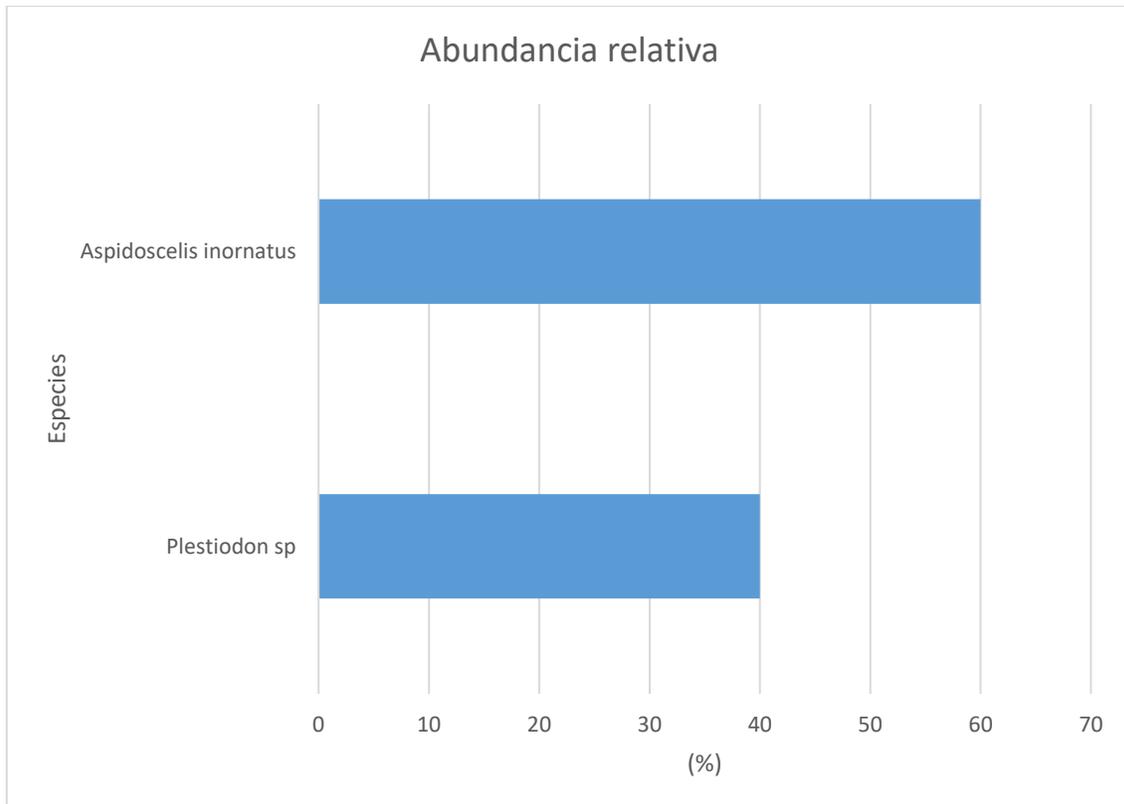
Para el caso de los mamíferos las especies más abundantes son el conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*) con el 75%, siguiéndole la liebre (*Lepus californicus*) con 15%, el gato montes (*Lynx rufus*) con el 5% y el coyote (*Canis latrans*) con el 5%.

**Tabla IV - 54. Cálculo de abundancia relativa para reptiles dentro del predio**

Nombre científico	No. De organismos	Abundancia relativa
-------------------	-------------------	---------------------

<i>Plestiodon sp</i>	2	40
<i>Aspidoscelis inornatus</i>	3	60
	5	100

**Figura IV - 53. Abundancia relativa de especies de mamíferos identificadas en campo dentro del predio**



Para el caso de los reptiles la especie más abundantes es el huico liso del altiplano (*Aspidocelis inornatus*) con el 60% y el eslizón (*Plestiodon sp.*) con el 40%.

#### ⊕ Índice de Diversidad de Fauna

En ecología, el término *diversidad*, en general se refiere a la *diversidad de especies*, expresando el número de poblaciones y sus abundancias relativas. La idea de diversidad

de especies está basada en la suposición que las especies influncian unas a las otras y al medio, y esto se puede ver como los números de especies presentes y sus abundancias relativas.

La diversidad de especies tiene dos componentes:

- El número de especies presente, que se puede llamar de *riqueza*
- La abundancia relativa de las especies, llamada en general de *regularidad* o *equitabilidad*

Los índices de diversidad se utilizan para representar en forma resumida la información y hacer comparaciones rápidas comprobables estadísticamente, entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo.

Los índices que combinan tanto la riqueza de especies como la equitabilidad en un solo valor se denominan índices de biodiversidad. Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el Índice de Simpson (DSi), y (2) el Índice de Shannon-Wiener (H').

En este sentido se utilizó el Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Wiener, 1949), H', 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.

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

Donde H' es el 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. Este Índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña.

$$H'_{max} = -S \left( \frac{1}{S} \times \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

Conforme a la información anterior, para determinar que no se comprometerá la biodiversidad se utilizará el Índice de Shannon Wiener estimado a nivel del Área de influencia, se comprobó que la zona contempla índices de diversidad bajos debido se localiza en zonas con presencia humana.

Resultados de los índices de diversidad en la zona de cuenca

En la siguiente tabla se muestran los cálculos correspondientes a los índices de diversidad de fauna silvestre identificada en campo en la zona de cuenca.

**Tabla IV - 55. Índices de diversidad para reptiles, aves y mamíferos identificados en campo en el predio**

Nombre científico	Nombre común	No. De registros	Pi	ni(ni-1)	LN pi	Pi* Ln pi
<b>Reptiles</b>						
<i>Plestiodon sp</i>	Eslizón	2	0.4	0.1	-	-
<i>Aspidoscelis inornatus</i>	Huico liso del altiplano	3	0.6	0.3	-	-
	Total	5	1	0.4		0.67301167

Nombre científico	Nombre común	No. De registros	Pi	ni(ni-1)	LN pi	Pi* Ln pi
<b>Aves</b>						
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	7	0.18918919	0.03153153	- 1.66500776	- 0.31500147
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	6	0.16216216	0.02252252	- 1.81915844	- 0.29499867
<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	2	0.05405405	0.0015015	- 2.91777073	- 0.15771734
<i>Ammodramus savannarum</i>	Gorrión chapulín	3	0.08108108	0.0045045	- 2.51230562	- 0.20370046
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	1	0.02702703	0	- 3.61091791	- 0.09759238
<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	3	0.08108108	0.0045045	- 2.51230562	- 0.20370046
<i>Empidonax wrightii</i>	Papamoscas bajacolita	4	0.10810811	0.00900901	- 2.22462355	- 0.24049984
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	2	0.05405405	0.0015015	- 2.91777073	- 0.15771734
<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano	4	0.10810811	0.00900901	- 2.22462355	- 0.24049984
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	1	0.02702703	0	- 3.61091791	- 0.09759238
<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	1	0.02702703	0	- 3.61091791	- 0.09759238
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	3	0.08108108	0.0045045	- 2.51230562	- 0.20370046
	<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>1</b>	<b>0.08858859</b>		<b>2.31031299</b>
<b>Mamíferos</b>						
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	15	0.75	0.55263158	- 0.28768207	- 0.21576155
<i>Lepus californicus</i>	Liebre de California	3	0.15	0.01578947	- 1.89711998	- -0.284568

Nombre científico	Nombre común	No. De registros	Pi	ni(ni-1)	LN pi	Pi* Ln pi
<i>Lynx rufus</i> *	Gato montés	1	0.05	0	- 2.99573227	- 0.14978661
<i>Canis latrans</i>	Coyote	1	0.05	0	- 2.99573227	- 0.14978661
	Total	20	1	0.56842105		0.79990278

Tabla IV - 56. Reptiles, aves y mamíferos

## REPTILES

Riqueza específica S =	2
Índice de Margalef Dmg =	0.6213
Índice de Shannon H=	0.6730
H Máx = Ln S =	0.6931
Equitatividad = H/H Máx =	0.9710
Índice de Simpson D=	0.6000

## AVES

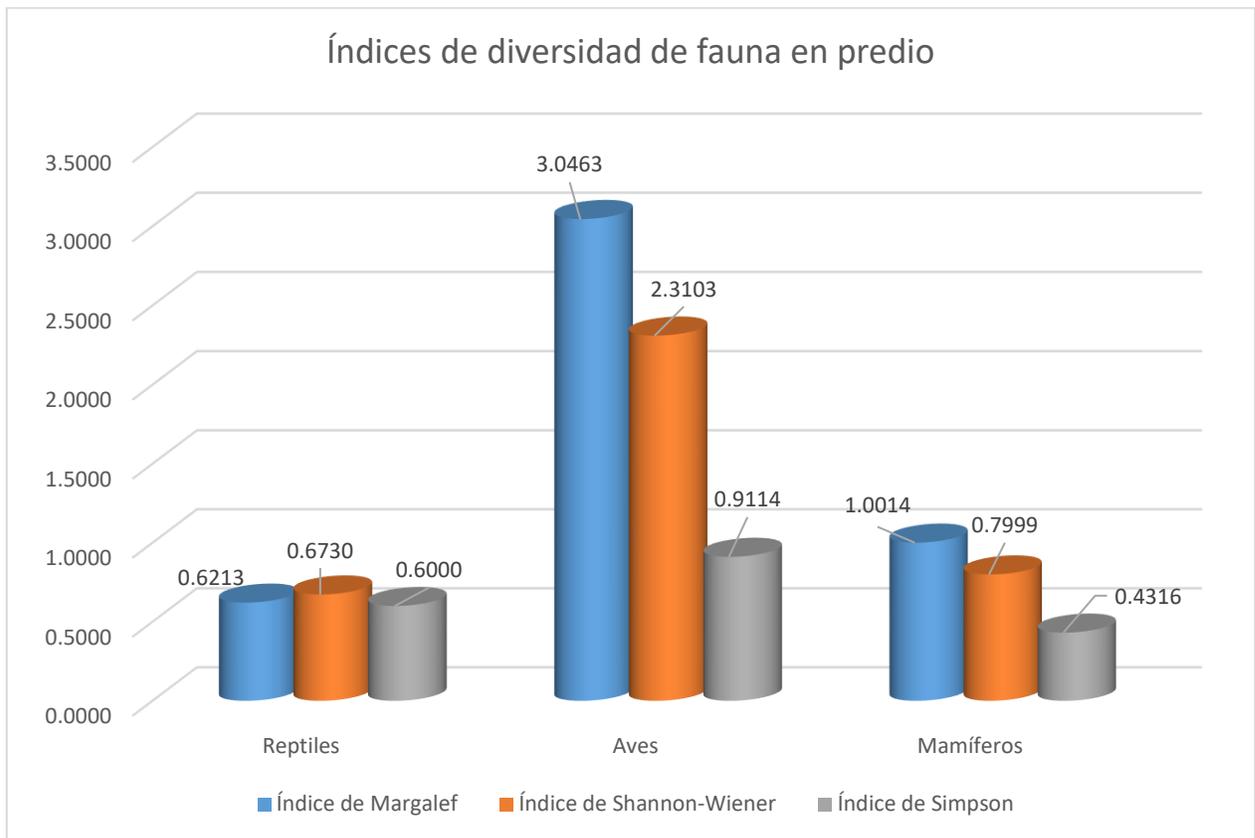
Riqueza específica S =	12
Índice de Margalef Dmg =	3.0463
Índice de Shannon H=	2.3103
H Máx = Ln S =	2.4849
Equitatividad = H/H Máx =	0.9297
Índice de Simpson D=	0.9114

## MAMIFEROS

Riqueza específica S =	4
Índice de Margalef Dmg =	1.0014
Índice de Shannon H=	0.7999
H Máx = Ln S =	1.3863
Equitatividad = H/H Máx =	0.5770
Índice de Simpson D=	0.4316

**Tabla IV - 57. Resumen de índices de diversidad de fauna silvestre**

Índices de diversidad	Reptiles	Aves	Mamíferos
Índice de Margalef	0.6213	3.0463	1.0014
Índice de Shannon-Wiener	0.6730	2.3103	0.7999
Índice de Simpson	0.6000	0.9114	0.4316

**Figura IV - 54. Resultados de los índices de diversidad en fauna****Tabla IV - 58. Resumen de índices de diversidad de fauna silvestre**

Índices de diversidad	Reptiles	Aves	Mamíferos
Índice de Margalef	0.6213	3.0463	1.0014
Índice de Shannon-Wiener	0.6730	2.3103	0.7999
Índice de Simpson	0.6000	0.9114	0.4316

Los resultados obtenidos del cálculo de los índices muestran que, de acuerdo con el índice de Margalef, la diversidad de aves en la zona de cuenca es alta, mientras para los mamíferos y reptiles es baja; el índice de Shannon-Wiener muestra una diversidad media

para las aves y baja para mamíferos y reptiles, por otra parte, el índice de Simpson muestra una diversidad alta para las aves, media para mamíferos y baja para reptiles.

**Arbóreos:**

Todos aquellos individuos con tallo dominante de 5 cm de DN o mayores. Se registró especie taxonómica, DN, altura y cobertura en 500 m<sup>2</sup>. Cabe indicar que los organismos con porte arbóreo y medida menor de 5 cm de DN fueron registrados como arbustos.

**Arbustivos:**

Todos aquellos individuos sin un tallo dominante, con base lignificada y mayores a 51 cm de altura y menores a 5 cm de DN. Se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en 500 m<sup>2</sup>. Los organismos sufrutescentes mayores a 51cm de altura se registraron como organismos arbustivos

**Herbáceos:**

Todos aquellos individuos con base no lignificada y de 0 a 50 cm de altura. Para estos se registró especie taxonómica, altura media por especie y cobertura en porcentaje en una superficie de 500 m<sup>2</sup>. Aquellos individuos con habito aparentemente herbáceo, pero con altura mayor de 51 cm fuero registrados como organismos arbustivos.

**Cactáceas:**

Todos aquellos individuos pertenecientes a la familia de las Cactáceas. Se registró especie taxonómica y altura total en 500 m<sup>2</sup>.

#### 4.4.2.6 Riqueza y Diversidad

##### Riqueza

La riqueza de especies se define sencillamente como el número de especies prescritas a un área determinada. Para este caso en particular es el número total de especies presentes en el área de muestreo.

##### Diversidad

Es la relación que existe entre el número de especies y de individuos de una comunidad. Los índices de diversidad incorporan en un solo valor, a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad 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).

##### Índices de Diversidad Biológica

La diversidad de especies en cada muestreo (o parcela) se calculó por medio del índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) base logaritmo natural y el inverso de Simpson ( $1/D$ ), por considerar que estos índices son poco sensibles a la presencia de las especies menos abundantes. Adicionalmente se evaluó el índice de Alfa de Fisher ( $\alpha$ ). Este último se utilizó con fines comparativos entre puntos de muestreo, ya que depende menos del tamaño de la muestra y describe la relación entre el número de especies y el número de individuos presentes en la muestra (Krebs, 1989; Meave et al., 1992; Catalan-Heverástico et al., 2003, Halffter et al, 2005).

##### Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ )

Este índice se representa como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, aunque algunos ecosistemas considerados muy ricos pueden alcanzar valores de 5 o más.

IV-178

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

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

Índice de Simpson:

Nos indica la diversidad basada en la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. Para lo cual se utiliza el índice de dominancia y después el de diversidad:

Dominancia de Simpson:  $D = \sum (n_i/N)^2$

Índice de diversidad de Simpson:  $D = 1 - (S \sum n(n-1)/(N(N-1)))$

$D \sim 1$  ausencia de diversidad (solo existe una especie) o equitatividad.

Índice inverso de Simpson:  $1/D$ , corresponde al valor menor posible que es 1 (comunidad con solo 1 especie); a mayor diversidad mayor es el índice; el valor máximo es el número de especies de la comunidad (riqueza de especies). Sus valores están comprendidos entre 0 y 1, cuando menor sea su valor la diversidad de nuestra zona será mayor.

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies)  $n_i$  = número organismos i

N = número total de individuos de todas las especies.

#### 4.4.2.7 Resultados

El Matorral micrófilo (matorral desértico micrófilo; matorral inerme parvifolio; matorral xerófilo pr. p.) es el tipo de vegetación potencial dominante dentro del área de estudio, además de la presencia del Matorral rosetófilo (matorral desértico rosetófilo), Agricultura

de temporal anual y de riego anual y semipermanente para el SA, comunidades inducidas e íntimamente relacionadas a las actividades humanas.

La identificación se basó en la información vectorial obtenida del Uso de Suelo y Vegetación de la serie V del INEGI (2015), y los trabajos de COTECOCA (1979), Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014); distinguiendo los criterios de similitud-diferencias fisonómicas, estructurales, ecológicas y florísticas.

Por otro lado, es importante señalar que en la determinación de cubiertas vegetales interviene activamente el elemento subjetivo, por tal razón, las tipificaciones aportadas por distintas clasificaciones no coinciden en muchas ocasiones, en este sentido, la nomenclatura dada por INEGI para el terreno analizado no coincide por completo con lo observado en campo, por esta razón las descripciones aportadas por INEGI son presentadas aquí, discutiendo sus delimitaciones conforme a lo observado en campo y tratado en este documento como «vegetación actual».

#### 4.4.3 Vegetación dentro del área de estudio de acuerdo con el Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Serie V. Escala 1:250,000. (Capa Unión). INEGI.

Conforme el Uso de Suelo y Vegetación de INEGI (2015) (Fig. 39: Uso de suelo y Vegetación), en el SA existen cinco entidades vegetales: Vegetación Secundaria de Matorral desértico micrófilo, Matorral desértico micrófilo, Matorral desértico rosetófilo, Agricultura de riego anual y semipermanente y Agricultura de temporal anual: por otro lado, para el AIP y el AP solo se registra la presencia de Matorral desértico micrófilo como una entidad primaria y Vegetación Secundaria de Matorral desértico micrófilo.

##### Matorral desértico micrófilo

Siguiendo a lo indicado por INEGI, este matorral se caracteriza por su distribución extendida a las zonas más secas de México y áreas con precipitación inferior a 100 mm anuales, llegando a cubrir con organismos vegetales solo el 3% de las superficies que

ocupa, aunque en áreas con climas menos desfavorables llega a cubrir el 20%.; su altura varía entre 0.5 a 1.5 m. Las especies características incluyen a Larrea y Ambrosia constituyendo del 90 a 100% de su densidad poblacional.

Vegetación Secundaria de Matorral desértico micrófilo.

De acuerdo a la información consultada en la Guía para la interpretación de Cartografía, Uso de Suelo y Vegetación, escala 1: 250,000, serie V de INEGI, ésta cubierta vegetal corresponde a la asociación resultante de la eliminación o alteración por diversos factores humanos o naturales de la cubierta tipo (anteriormente descrita) caracterizada por la predominancia de individuos arbustivos de hoja o foliolos pequeños propia de regiones áridas o semiáridas. En este contexto, el resultado concierne a una comunidad vegetal significativamente distinta a la original, soportando una estructura y composición florística heterogénea.

Así, la comunidad vegetal ha respondido a los elementos de disturbio o cambio, modificando su composición e integridad funcional de acuerdo a la intensidad del elemento perturbante, la duración de este y su ubicación respecto al tipo de vegetación. En general cada comunidad vegetal posee un grupo de especies que cubren el espacio alterado, recalando que son pocas las especies con amplia distribución y colonizan cualquier área perturbada.

Estas especies forman fases sucesionales conocidas como “Vegetación Secundaria” que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

Matorral desértico rosetófilo

Matorral dominado por especies con hojas en roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado. Se le encuentra generalmente sobre suelos tipo xerosoles de laderas de cerros de origen sedimentario, en las partes altas de los abanicos aluviales o sobre conglomerados en casi todas las zonas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste del país. Aquí se desarrollan algunas de las especies de mayor importancia económica de esas regiones áridas como: Agave lecheguilla (lechuguilla), Agave spp., Hechtia spp. (guapilla), Dasylirion spp. (sotol), Euphorbia antisiphilitica (candelilla), Parthenium

IV-181

argentatum (guayule), Yucca carnerosana (palma samandoca), es notable la presencia de cactáceas acompañantes. Este tipo de vegetación solo se registra por INEGI para el SA, quedando ausente dentro del AIP y AP.

Agricultura de riego anual y semipermanente.

Se conoce como agricultura de riego anual a los agrosistemas que utilizan agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola anual. Esta comunidad solo se registra por INEGI para el SA, quedando ausente dentro del AIP y AP.

Agricultura de temporal anual.

La agricultura de temporal anual se conoce como el tipo de agrosistema en donde el ciclo vegetativo del cultivo que se siembra depende del agua de lluvia, jugando su éxito en la precipitación y capacidad de retención de agua del suelo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deben permanecer sembradas al menos el 80% del ciclo agrícola, consiguiendo ser monocultivos, policultivos o encontrarse combinados con pastizales o zonas de riego. Esta asociación solo se registra por INEGI para el SA, estando ausente de acuerdo a su cartografía para el AIP y AP.

#### 4.4.4 Conclusiones

De acuerdo con los análisis de diversidad de Shannon y Simpson aplicados en aves se concluye que la diversidad de especies es media, y para mamíferos baja, sin embargo, todas las especies encontradas presentan un amplio rango de distribución en todo el país y la mayoría son especies asociadas a disturbio ya que se encuentran adaptadas a la presencia humana. Teniendo en cuenta que las actividades antropogénicas han propiciado entre otras cosas modificaciones a la vegetación nativa, por lo tanto, las poblaciones de especies se desplazaron a lugares donde no se ven afectados sus hábitos de alimentación y refugio.

Ver planos del estudio en el *Anexo 11 – Estudio de Puntos de Muestreo de Flora y Fauna (Ampliado)*.

#### 4.4.5 Paisaje

El paisaje se ha identificado como la síntesis de los sistemas ecológicos y culturales que lo constituyen. Su expresión se realiza a través de patrones modificables (aspectos bióticos) en función del tiempo y la escala de observación del mismo.

En la actualidad, los paisajes están inmersos en un importante proceso de cambio. El mantenimiento de su riqueza, diversidad paisajística y de los valores escénicos asociados es, por tanto, un imperativo en las estrategias de conservación. El paisaje es considerado como una categoría superior de síntesis en la que la naturaleza permite la diferenciación en tiempo y espacio de sus fracciones componentes. Es el resultado de la interacción de los componentes considerados, así como el registro acumulado de la evolución biofísica y de la historia de las culturas que nos precedieron a través del tiempo.

De acuerdo con Canter (1998), el paisaje es la extensión del escenario natural observado a simple vista, o la suma total de las características que distinguen a una determinada área de la superficie de la tierra de otras. Por su parte, MOPT (1991) define al paisaje con base en dos enfoques: el estético y el ecológico o geográfico. Independientemente del contexto que se adopte, el paisaje liga a un factor ambiental que es percibido de manera directa o indirecta por un observador a través de todos los sentidos (Gómez, 1999).

Existen diversas metodologías para el estudio y análisis del paisaje, aquellas que consideran la subjetividad como factor inherente a toda valoración personal del paisaje, donde además se escapa del empleo de técnicas automáticas o no, y se da especial interés a los mecanismos de consideración de los aspectos plásticos (color, línea, escala, entre otros). Otras utilizan técnicas sistemáticas para los procesos de tipificación y valoración; y finalmente, las que combinan ambas metodologías (subjetivas y sistemáticas) y de esta manera tratan de lograr un acercamiento más efectivo a la realidad del paisaje (SEIA, 2005).

### Agentes modeladores del paisaje

Se conoce como agente modelador a cada uno de los factores, tanto bióticos como abióticos, que efectúan cambios en el paisaje.

#### Uso de Suelo

Los diferentes Usos de Suelo en el área de estudio, se traducen en una panorámica homogénea, representada por un uso de suelo de agostadero, con amplias regiones de una cubierta de matorral característico de la Comarca Lagunera. Esto ha ocasionado modificaciones en la vegetación natural del área, en la que actualmente dominan elementos inermes que han sido alterados debido a la actividad pecuaria extensiva. El cambio de uso del suelo ha transformado la superficie ocupada, a zonas destinadas a la actividad pecuaria extensiva.

El Uso de suelo y vegetación presente en área de estudio corresponde a:

Matorral desértico micrófilo

Matorral desértico rosetófilo

Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo

Agricultura de riego

Agricultura de temporal

#### Agua

El área de estudio presenta una corriente superficial de tipo intermitente, la cual durante la mayor parte del año se encuentra seco.

#### Sustrato

Es suelo se conforma en su mayoría de material aluvial y rocas sedimentaria calizas, con alto contenido en sales.

#### Clima

En la zona se tiene un clima muy árido; con una precipitación menor a 200 mm al año, lo que propicia la escenificación de ambientes secos.

#### 4.4.6 Evaluación de la fragilidad del paisaje

La fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a su uso. Es una expresión del grado de deterioro ante cambios en sus propiedades, por lo que es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (sensu Escribano et al. 1991), entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Para evaluar la fragilidad se propone un método que considera tres variables: (a) factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto considerando cubierta vegetal, pendiente, suelo y orientación; (b) carácter histórico-cultural, que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico; (c) accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde carreteras y poblados. Los factores biofísicos determinan la fragilidad visual del punto, que, sumados a los factores histórico-culturales, constituyen la fragilidad visual intrínseca. La siguiente tabla presenta la ponderación de los factores que determinan la fragilidad paisajística.

La caracterización del paisaje se basa en métodos cualitativos de valorización por componente ambiental, orientada a definir condiciones de fragilidad visual.

**Tablas IV - 59. Factores para evaluar la fragilidad del paisaje**

Factor	Característica		
		Nominal	Numérico
D: Densidad de la vegetación	67-100% suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2
	0-34% suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3
E: Diversidad de estratos de la vegetación	> 3 estratos de vegetación	Bajo	1
	< 3 estratos de vegetación	Medio	2
	1 estrato de vegetación dominante	Alto	3
A: Altura de la vegetación	> 3 m de altura promedio	Bajo	1
	< 3 de altura promedio	Medio	2

	< 1 m de altura promedio	Alto	3
CS: contraste cromático Vegetación-suelo-	Contraste visual bajo (monocromático-veg. Perenne)	Bajo	1

Factor	Característica		
		Nominal	Numérico
Vegetación	Contraste visual medio (caduca)	Medio	2
	Contraste visual (perenne y caduca)	Alto	3
P Pendiente	0-25%	Bajo	1
	25-55%	Medio	2
	> 55%	Alto	3
TCV: Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter lejano o zonas distantes > 4,000 m	Bajo	1
	Visión media, dominio de los planos medios de visualización (1,000 a 4,000 m)	Medio	2
	Visión de carácter cercana, dominio de los primeros planos (0 a 1,000 m)	Alto	3
FCV: Forma de la cuenca visual	Cuencas regulares, extensas generalmente redondeadas (vistas cerradas)	Bajo	1
	Cuencas irregulares mezcla de zonas cerradas con fugas visuales	Medio	2
	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual (focos de atención)	Alto	3
CCV: compacidad de la cuenca visual	Vistas cerradas u obstaculizadas, presencia constante de zonas de sombra o con menor incidencia visual.	Bajo	1
	El paisaje presenta zonas de baja incidencia visual pero en un bajo porcentaje	Medio	2
	Vistas panorámicas, abiertas, el paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales (sin zonas de sombra)	Alto	3
SP: singularidad paisajística	Paisaje común, sin riquezas visuales o muy alterados	Bajo	1
	Paisajes de importancia, pero característicos y representativos de la zona, con poco o sin elementos singulares.	Medio	2

	Paisajes notables con riqueza de elementos únicos e instintivos	Alto	3
Accesibilidad	Baja accesibilidad visual	Bajo	1
	Percepción media	Medio	2
	Alta visibilidad, paisaje con alta frecuencia turística	Alto	3

Factor	Característica				Nominal	Numérico
H: valor histórico cultural	Sin elementos culturales				Bajo	1
	Elementos culturales subactuales de interés medio				Medio	2
	Elementos culturales de importancia				Alto	3

\*El número en verde corresponde al valor otorgado a las características del paisaje en el área de estudio

La Unidad de Paisaje que presenta mayor fragilidad son las zonas donde la vegetación arbustiva están en menor densidad, lo anterior da como resultado amplios espacios abiertos, que, por la baja pendiente en la zona, facilita la visualización sin elementos que obstruyan la vista. La fragilidad visual del paisaje en este caso fue originada principalmente por los componentes antropogénicos, que actualmente dominan en el área, que está representado por la actividad pecuaria que se ejerce en la zona. Además, se encuentra presente infraestructura carretera, líneas de transmisión eléctrica, caminos de terracería, localidades rurales, entre otros.

Luego de ponderar cada factor de acuerdo a los valores de fragilidad se realiza la sumatoria de éstos obteniendo un nuevo valor que indica la fragilidad del paisaje de acuerdo a los siguientes rangos:

- 11 a 18 = Fragilidad Baja
- 19 a 26 = Fragilidad Media
- 27 a 33 = Fragilidad Alta

De acuerdo con la evaluación de cada uno de los factores que los componen y haciendo una evaluación cualitativa, se obtiene un valor de 21 (ver sumatoria de la valoración de la fragilidad en la Tabla IV-59) por lo que se concluye que el paisaje presenta una fragilidad media, considerando lo homogéneo del ambiente y las zonas descampadas, la presencia de brechas y caminos, la pendiente plana del terreno y el tipo de vegetación determinada por el factor clima.

### Componentes del paisaje

Descripción general de los principales componentes del paisaje en la zona de estudio.

La morfología del área está determinada por la forma, textura y estructuras (CEOTMA, 1991) de la superficie del área. La forma estará definida principalmente por la pendiente; la textura considera los aspectos visuales de la cubierta del terreno y la estructura da cuenta de la mezcla de la forma y texturas.

Así mismo la evaluación del paisaje integra como componente central la morfología del terreno. A continuación, se esquematizan algunos tipos de unidades de paisaje.

**Tabla IV - 60. Unidades del paisaje a partir de la morfología del terreno como componente central**

Formas	1. Plana
	2. Ondulada
	3. Escarpada

IV-188

Texturas	1. Cuerpos de agua lenticos
	2. Cuerpo de agua lotico
	3. Arenas/dunas
	4. Cantos rodados/aristas vivas
	5. Afloramientos rocosos
	6. Cubierta vegetal herbáceo/matorral
	7. Cubierta arbórea
Estructuras	1. Capa continua que recubre todo el suelo
	2. Capa o continua que no cubre todo el suelo
	3. Capa en parches

#### Factores antropogénicos

Los factores antropogénicos identificados en el área fueron los principales agentes modificadores, ya que son el resultado del desarrollo pecuario en el municipio de Lerdo. A pesar de que actualmente ya no se realizan estas actividades tanto en el SA, como en las inmediaciones del mismo, ello impone parte del paisaje actual.

Otros factores que influyen en el paisaje son la presencia de carreteras, ferrocarril, estructuras de transmisión eléctrica, zonas de cultivo al sureste y algunos asentamientos humanos.

#### Descripción de la cuenca visual

Los puntos en cuales se delimitó la cuenca visual fueron en el AP, el cual estará ubicado el Proyecto, terrenos que fueron utilizados como agostadero. El paisaje dentro de la cuenca presenta en su mayoría una forma bidimensional, únicamente una porción hacia el oeste presenta forma tridimensional.

Entre los elementos singulares que contribuyen a la identificación de las cuencas visuales es su particular vegetación que van desde pastizales que con sus tonalidades marrones contrastan con el verde de los arbustos y en un tercer plano con el azul claro del cielo.

La visibilidad obtenida desde el punto elegido para la cuenca visual tiene un radio aproximado de 2,000 m a lo largo del valle, esto nos permite una apreciación muy amplia del mismo. En algunas direcciones, las líneas visuales se continúan más allá de las 2,000 m y en otras hasta donde alcanza la vista, con líneas visuales muy amplias.

#### Descripción del paisaje

El área de estudio presenta un alto impacto debido a las actividades antropogénicas que se ejercen en la zona, lo que es evidente sobre las condiciones actuales del paisaje.

El sitio es característico del paisaje general de la Comarca Lagunera, sin embargo, se encuentran algunas elevaciones de la Sierra del Sarnoso ubicada al oeste del proyecto.

La Sierra Madre Oriental, caracterizada por presentar una topografía generalmente angosta y alargada, con cumbres entre los 2,000 y 3,000 m. contrastando con las Sierras y Llanuras del Norte, representado por una amplia área de llanos, sierras bajas, así como de planicies. Con vegetación que corresponde a un Matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y áreas dedicadas a la agricultura de temporal anual y de riego.

#### Calidad escénica.

La calidad del paisaje está determinada por las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico, todo ello en función de la morfología, vegetación, cuerpos de agua, distancia y fondo visual, en este caso, están referidos y evaluados con relación al paisaje natural. La escala de valores de la calidad del paisaje establecida para este caso es la siguiente (Pascual et al, 2003): a) Alta calidad de paisaje cuando existen elementos naturales ubicados en zonas abruptas, con

cuerpos de agua y vegetación natural, alejados de los centros urbanos y zonas industriales; b) Calidad moderada de paisaje cuando se presentan elementos de transición con cultivos tradicionales, pastizales, poblaciones rurales y topografía semiplana y c) Baja calidad del paisaje cuando existe una gran cantidad de infraestructura, actividades económicas, centros urbanos, zonas industriales, relieve plano y usos de suelo agrícolas intensivos.

#### Descripción de la cuenca visual

Para la evaluación de la Calidad Escénica se delimitaron varias cuencas visuales a partir de la variación en la densidad, tipo y presencia, de la vegetación identificada en el Sistema Ambiental, presencia de caminos, zonas de pastoreo extensivo, entre otros.

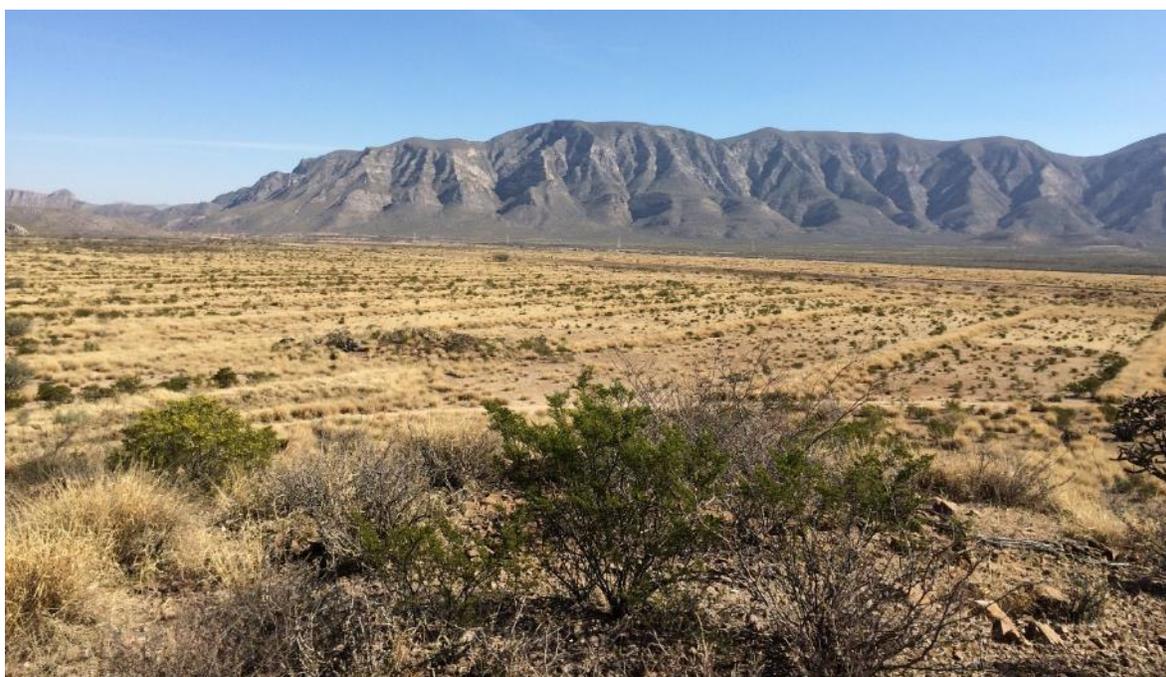
La topografía peculiar de esta región permite aludir que se trata de una antigua cuenca de relleno con depósitos aluviales sobre llanura, que se caracteriza por una gran área geográfica plana con elevaciones menor a 200 metros sobre el nivel del mar, constituido de material fragmentario no consolidado, el cual ha sido transportado y depositado por corrientes de agua y cuenta con un alto contenido en sales.

Figura IV - 55. Cuenca visual 1



La cuenca visual presenta una forma bidimensional, sin línea, con una textura de vegetación media a densa dispuesta al azar color verde y olivo, poco contrastado con respecto al suelo que presenta colores marrones, contrastando con el azul del cielo. El paisaje se presenta a escala relativa en un espacio sobre llanura.

Figura IV - 56. Cuenca visual 2



Podemos observar que esta cuenca presenta un sistema de topofomas de sierras característico de la zona, el cual cuenta con una forma tridimensional, en el plano medio presenta líneas en silueta, cuya textura es media y la vegetación dispuesta al azar con poco contraste con colores que van desde marrones hasta verdes brillante y olivo, cuya escala es relativa y cuenta con un espacio panorámico.

**Figura IV - 57. Cuenca visual 3**



Esta cuenca visual presenta las siguientes características: forma bidimensional, textura fina y vegetación dispersa al azar con poco contraste cuyos colores son distintos tonos de marrón, verde y olivo que contrastan con el azul del cielo, su escala es relativa y el espacio es panorámico.

Figura IV - 58. Cuenca visual 4



La forma de esta cuenca es característico de toda el área (bidimensional), sin línea, con textura media dispuesta al azar y poco contraste, con colores de marrones, a verdes claros y brillantes. En el primer plano las tonalidades viridianas. En un tercer plano contrasta el azul del cielo. Su escala es relativa y el espacio, panorámico.

Tabla IV - 61. Caracterización del paisaje

Caracterización del Paisaje			
	A. Formas del terreno/agua	B. Vegetación	C. Estructura (General)
Forma	Aspecto Bidimensional, con formas lineales, prismáticas, pendientes.	Formas simples de poca complejidad, poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación.	Estructura simple, plana sin contraste de dimensión.
Línea	Bordes difusos y de silueta	Líneas rectas, horizontales, plana sin contraste.	Predominio de líneas nítidas, horizontales sin complejidad.

Color	Lineal, poco contrastado	Lineal, bajo contraste de colores marrones y verdes, sin brillo.	Colores opacos sin brillo, tonos secos y arenosos, con algunos contrastes verdes.
Textura	Textura de grano fino y medio, lineal.	Textura de grano fino y medio, con una densidad dispersa y una regularidad al azar.	Textura regular general, sin densidad ni contraste en los diferentes planos.

#### Calidad visual del entorno inmediato del paisaje

El área del proyecto presenta un grado medio de antropización y las marcas sobre el paisaje en ciertas áreas resultan evidentes.

Los impactos visuales sobre el paisaje son visibles en algunas de las cuencas. El paisaje resulta lineal, con altura arbustiva que contrasta con el cielo.

#### Calidad del fondo escénico

Por fondo escénico o “vistas escénicas” se entiende el conjunto que constituye el fondo visual de cada punto del territorio. (MOPT; 1991).

Los elementos básicos del territorio para evaluar “la calidad de las vistas escénicas” son:

- Intervisibilidad
- Altitud
- Vegetación
- Agua

#### Singularidades geológicas

El fondo escénico del sitio es una planicie, con espacio panorámico a manera de valle, simple, con bordes de silueta, homogéneo sin contraste, presenta una textura simple de grano fino a medio, con una densidad dispersa, regularidad al azar, contraste interno poco contrastado y fondo con bordes difusos.

La evaluación de la calidad escénica en el sitio se realizó con base en el sistema propuesto por Polakowski (1975), este método evalúa mediante diversos aspectos como son morfología, vegetación, agua, color, vistas escénicas, rareza, modificaciones y actuaciones humanas.

Según la suma total de puntos se determinan y cartografían tres clases de áreas según su calidad visual:

CLASE A: Áreas que reúnen características excepcionales para cada aspecto condicionado (de 19 a 33 puntos).

CLASE B: Áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros (de 12 a 18 puntos).

CLASE C: Áreas con características y rasgos comunes en la región fisiográfica considerada (de 0 a 11 puntos).

En la siguiente tabla se evalúa la calidad escénica del sitio, en la cual se otorgan valores a cada componente, señalados en color verde.

**Tabla IV - 62. Calidad escénica**

	Alto	Medio	Bajo	Calidad escénica
a. Formas del terreno (Morfología)	5	3	1	A: 19 o más
b. Vegetación	5	3	1	
c. Agua	5	3	0	B: 12-18
d. Color	5	3	1	
e. Contexto o fondo escénico	5	3	0	
f. Rareza	6	2	1	C: 11- o menos
g. Modificación antropogénica	2	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>9</b>

Con base en la información obtenida a partir de los trabajos realizados en campo, dio como resultado que la evaluación de la calidad escénica pertenece a una clase C (11

puntos), áreas con características y rasgos comunes en la región fisiográfica considerada (de 0 a 11 puntos).

La percepción de los rasgos morfológicos dominantes en el área del medio físico y natural es de forma bidimensional, con un valle sin rasgos sobresalientes, con líneas de bordes difusos y de silueta. En los alrededores del Proyecto, son evidentes las actividades antropogénicas, como son la extracción minera, la agricultura y la ganadería extensiva, así mismo en el área existe elementos impactantes visualmente como la infraestructura carretera, ferroviaria, así como para la transmisión de energía eléctrica. En segundo plano no existe dominio de la fisiografía, aunque presenta en la parte oeste del proyecto como fondo escénico la sierra del sarnoso.

La textura visual es de grano fino a medio, con densidad dispersa y regularidad al azar, la flora se encuentra integrada por elementos del matorral con asociaciones xerófilas y no cuenta con un gradiente altitudinal representativo.

#### 4.4.7 Medio Socioeconómico

El área de estudio comprende territorio del municipio Lerdo en el estado de Durango.

Lerdo, se localiza al oriente del estado en las coordenadas 25 33' 00" y 25 32' 27" de latitud norte y 103 18' 27" y 103 40' 30" de longitud oeste, a una altura de 1,150 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio Tlahualilo; al sur con Lerdo; al oriente con el estado de Coahuila y al poniente con los municipios Mapimí y Lerdo. Se divide en 235 localidades de las cuales las más importantes son: Gómez Palacio, El Vergel, Dolores y El Compás. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 250 kilómetros.

El municipio cuenta con un total de 843.1 kilómetros cuadrados, su territorio es rico, por desarrollarse en su mayor parte dentro de la Comarca Lagunera, nombre genérico con que se conoce toda la porción meridional del Bolsón de Mapimí, que puede ser regada con las aguas torrenciales de los ríos Nazas y Aguanaval, la que se extiende en los

estados de Durango y Coahuila, con los municipios duranguenses de Lerdo, Gómez Palacio y algunas tierras de Mapimí y los coahuilenses de Torreón, Matamoros y San Pedro de las Colonias.

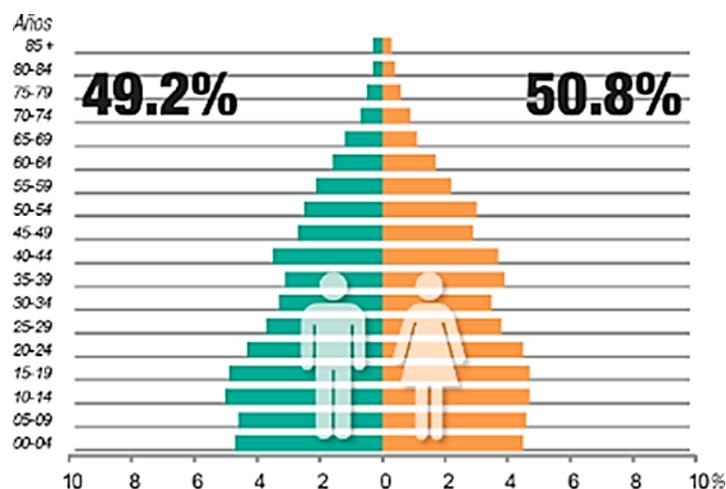
#### Dinámica poblacional directa o indirectamente afectada por el Proyecto

La dinámica poblacional de la zona no se verá afectada por el establecimiento del Proyecto, debido a que la única migración que se espera, producto del desarrollo del proyecto, es la del personal especializado y técnico necesario para cada una de las etapas de preparación, construcción y operación de la planta.

#### Crecimiento y distribución de la población

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda realizado en 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la población total del municipio de Lerdo es de 141 043 personas, de cuales 69 737 son hombres y 71 306 son mujeres

**Figura IV - 59. Distribución de la población por sexo**



La estructura de la población por edad y sexo revela una disminución de la natalidad; un predominio de la población joven ya que el grupo de entre 10 a 14 años concentra el mayor porcentaje del total de la población.

En cuanto a fertilidad y mortalidad, hay un promedio de 1.7 hijos nacidos vivos y un porcentaje de 2.3% de hijos fallecidos en mujeres de 15 a 49 años.

#### Hogares

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2010, de un total de 316,073 hogares familiares, 63,588 tenían jefatura masculina y 19,1903 femenina con un promedio de 3 a 4 personas por familia.

Con un promedio de 3.7 habitantes por vivienda y de 1 ocupante por cuarto. De las cuales 86% cuentan con agua entubada, 95.9 con drenaje, 98.7 con servicios sanitarios y 99.7% con electricidad.

#### Marginación

El índice de marginación en Lerdo de Muy Bajo se puede apreciar que el 2.43% de la población es analfabeta y el 13.14 % no terminó la primaria. El 31.65% de esta población cuanta con algún nivel de hacinamiento.

**Tabla IV - 63. Indicadores de Marginación**

Indicador	Valor
Índice de marginación	-1.55110
Grado de marginación (*)	Muy Bajo
Índice de marginación de 0 a 100	10.15
Lugar a nivel estatal	38
Lugar a nivel nacional	2333

#### Población económicamente activa

Según la definición de Virgilio Partida Bush (CONAPO 2008), la Población Económicamente Activa, PEA, son todas aquellas personas de 12 años y más que en la

semana de referencia realizaron algún tipo de actividad económica o formaban parte de la población desocupada abierta.

Para el 2010 la Población Económicamente Activa (PEA) en Lerdo fue de 124,348 personas.

**Tabla IV - 64. Población económicamente activa**

Indicadores de participación económica	Total	Hombres	Mujeres	%	
				Hombres	Mujeres
Población económicamente activa (PEA) <sup>(1)</sup>	124,348	86,070	38,278	69.22	30.78
Ocupada	114,643	78,353	36,290	68.35	31.65
Desocupada	9,705	7,717	1,988	79.52	20.48
Población no económicamente activa <sup>(2)</sup>	119,330	32,847	86,483	27.53	72.47

Según los datos obtenidos en el XII Censo General de Población y Vivienda, la participación económica según Situación en el Trabajo en el año 2000 fue como sigue:

**Tabla IV - 65. Participación económica**

Situación en el trabajo	Total	Hombres	Mujeres	Representa de la población ocupada		
				Total	Hombres	Mujeres
Empleado(a) u obrero(a)	75,283	50,346	24,937	76.17%	50.94%	25.23%
Jornalero(a), peón o peona	4,498	4,352	146	4.55%	4.40%	0.15%
Patrón o patrona	1,877	1,475	402	1.90%	1.49%	0.41%
Trabajador(a) por su cuenta	13,024	8,998	4,026	13.18%	9.10%	4.07%

IV-201

Trabajador(a) familiar sin pago	1,331	524	807	1.35%	0.53%	0.82%
No especificado	2,825	1,716	1,109	2.86%	1.74%	1.12%

Por otro lado, la participación según ingresos ese mismo año fue como sigue:

**Tabla IV - 66. Participación según ingresos**

Ingresos mensuales	Total	Hombres	Mujeres	Representa de la población ocupada		
				Total	Hombres	Mujeres
No recibe ingresos	1,939	890	1,049	1.96%	0.90%	1.06%
Hasta 1 salario mínimo	4,615	2,330	2,285	4.67%	2.36%	2.31%
Más de 1 hasta 2 salarios mínimos	32,985	20,810	12,175	33.37%	21.05%	12.32%
Más de 2 hasta 3 salarios mínimos	24,316	18,345	5,971	24.60%	18.56%	6.04%
Más de 3 hasta 5 salarios mínimos	18,420	13,146	5,274	18.64%	13.30%	5.34%
Más de 5 hasta 10 salarios mínimos	8,600	6,215	2,385	8.70%	6.29%	2.41%
Más de 10 salarios mínimos	3,729	3,065	664	3.77%	3.10%	0.67%
No especificado	4,234	2,610	1,624	4.28%	2.64%	1.64%

En donde destaca que la mayoría de la población del municipio tuvo un ingreso de entre uno y tres salarios mínimos mensuales.

#### Salud

La población con derechohabiencia del municipio representa el 73.64% en el municipio.

**Tabla IV - 67. Población con derechohabiencia**

Condición de Derechohabiencia											
	Pob. total	Total DH.*	IMSS	ISSSTE	ISSSTE Estatal	PEMEX, Defensa o Marina	Seguro Popular	Inst. Privada	Otra	No DH	No esp.

Hombres	161,736	116,753	90,213	12,061	148	12,808	178	1,020	1,462	43,023	1,960
Mujeres	166,249	124,784	93,317	14,408	159	16,464	152	1,036	784	39,413	2,052
Total	327,985	241,537	183,530	26,469	307	29,272	330	2,056	2,246	82,436	4,012

#### Derechohabiente

En el municipio hay un total de 13,172 personas con alguna condición o limitación en la actividad, principalmente, en limitaciones para caminar o moverse y para ver; de estas personas, 2,970 no cuentan con servicios de salud.

#### Educación

Únicamente el 2.25% de la población de entre 8 y 14 años no sabe leer ni escribir. 6,889 personas no tienen ningún grado de escolaridad; 39,531 terminaron la primaria y 56,011 terminaron la secundaria; estos datos arrojan como resultado que el Grado promedio de escolaridad en la población de 15 años o más es de 9.17.

Gómez Palacio cuenta con 151 instalaciones para preescolar, 228 primarias, 60 secundarias, 16 Bachilleratos y dos escuelas para profesional técnico públicas y en lo relativo a escuelas privadas, se cuenta con 45 para educación preescolar, 16 primarias, 11 secundarias y 11 bachilleratos, así como 6 escuelas para profesionales técnicos.

#### Vivienda

Para el año 2010, Gómez Palacio contaba con 83,957 viviendas particulares, con un promedio de 3.9 habitantes cada una. De éstas, 78,754 contaban con piso diferente a tierra. 61,834 (73.14%) tenían techo de losa de concreto o viguetas con bovedillas y la mayoría (79.22) tenían paredes de tabique, ladrillo, block, piedra, cemento o concreto.

El 97% de las viviendas del municipio disponen de escusado, el 95% de drenaje, el 99.49 de agua entubada y el 99.52 de energía eléctrica. De tal manera que el 94% es decir 77,797 viviendas del municipio disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica.

En cuanto a bienes materiales, la mayoría cuentan con radio, televisión, refrigerador, lavadora y teléfono celular. El 48% cuentan con automóvil; la mayor carencia se refleja en la necesidad de computadoras e internet, ya que solo el 28% cuenta con computadora y 18.54% cuenta con internet.

## Turismo

### Monumentos históricos

La ciudad de Gómez Palacio cuenta con importantes monumentos históricos, entre los que podemos citar: La colosal estatua ecuestre del General Francisco Villa, ubicada en el cerro de La Pila, el Hemiciclo a Los Niños Héroes, en el cruce de Miguel Alemán y Avenida Victoria, el Monumento al Maestro, localizado en el cruce de Avenida Hidalgo y calle Durango, el Monumento a la Madre, edificado frente al parque Morelos, el Busto al Benemérito de las Américas en la confluencia de Avenida Victoria y calle Durango, el hemiciclo a Francisco Zarco, en el cruce de Avenida Mina y calle 20 de Noviembre, el Monumento a Hidalgo, ubicado en la calle de Independencia y Calzada J. Agustín Castro, la columna dedicada a los hombres que se levantaron en armas la noche del 20 de noviembre de 1910, ubicada en la Colonia Campestre, columna levantada en honor del señor Ramón González Villareal, quien fuera el primer Presidente de la Junta de mejoras materiales, ubicada en la calzada de Las Palmas, a la entrada de la colonia Bella Vista.

En la Plaza Cívica de la Clínica No. 10 del IMSS, se localiza la estatua levantada en honor del General Guadalupe Victoria, ilustre duranguense quien fuera el primer presidente de México, entre otros.

Arquitectónicos: La parroquia de Gómez Palacio, construida en 1900.

Históricos: El erigido a J. Agustín Castro en los límites con Lerdo. Estatua ecuestre de Francisco Villa en la parte alta del cerro de la Cruz.

### Museos

Se cuenta con el museo de arte moderno, ubicado en el Centro Cultural Gómez Palacio, cuenta con una colección de obras de pintores extranjeros y nacionales, El museo

comunitario Xiximes en el que muestra piezas elaboradas por las diferentes etnias que habitaron la región ubicada en el primer cuadro de la Ciudad, La Casa de la Piedra la cual cuenta con muestras de diferentes minerales con los que cuenta la región y el recinto a la revolución, ubicada en el primer cuadro de la ciudad.

#### Centros turísticos

El municipio cuenta con pocos espacios turísticos por su vocación eminentemente agropecuaria e industrial. Sin embargo, es una actividad atractiva dado que se cuenta con servicios de buena calidad que permiten atender a los muchos visitantes que por razones de negocios llegan a la ciudad de Gómez Palacio.

Entre la infraestructura turística existente se encuentra:

El Centro de Convenciones Francisco Zarco

El Teatro Alberto M. Alvarado

EL Centro Campestre Lagunero

Sets Cinematográficos San Lázaro

Sala de Exposiciones Expo-Gómez Palacio

#### Sistema cultural

##### Fiestas Populares

Del 20 de agosto al 5 de septiembre se celebra en Gómez Palacio la feria del algodón y de la uva; a fines de julio y a principios de agosto tiene lugar la feria del melón y la sandía. El 5 de febrero, ejido San Felipe; 18 de marzo, Fundación del Instituto 18 de marzo; 19 de marzo, San José del Viñedo; Semana Santa Viernes Santo, Procesión en la colonia Santa Rosa, sábado de Gloria quema de Judas en distintos barrios; 28 de octubre, San Judas Tadeo, 12 de diciembre, posadas.

##### Danzas

Matachines de la colonia Santa Roca y barrio El Parralito.

##### Tradiciones

El 3 de mayo se celebra la fiesta de la Santa Cruz que concluye el día 15. El 24 de diciembre se celebra la Navidad con pastorelas y feria.

En Semana Santa, el Viernes Santo, procesión en la colonia Santa Rosa, sábado de Gloria Quema de Judas en distintos barrios. El 28 de octubre, San Judas Tadeo y 12 de diciembre, las posadas de carácter religioso Música

La música cardenche no utilizan instrumentos musicales, cantando a cápela de dos a tres voces interpretando composiciones de vivencias y sentimientos propios

Trío los Dandys (integrante fundador Güicho Cisneros de la colonia Santa Rosa), cuarteto clásico Gómez Palacio, Orquesta de Francisco (Quico) Sáenz.

#### Artesanías

Cobijas, tapetes, morrales y cordones para el pelo de lana, cerámica platería, ropa y artículos de piel de víbora, rana, borrego, pez y otros.

Figuras de ónix y piedras pulimentadas.

Miniaturas de pacas de algodón, relojes en geodas, artesanía de madera y mármol.

#### Gastronomía

Cabrito, asado, carne asada, queso con chile y las siete sopas y agua de raíz como bebida típica.

## 4.5 Diagnóstico Ambiental

Económicamente la agricultura es parte fundamental para el desarrollo de nuestro país. El sector contribuye con el cuatro por ciento del Producto Interno Bruto Nacional<sup>2</sup>. Al mes de julio de 2015, generó 352 mil 666 empleos directos y más de 1.6 millones de empleos indirectos, de acuerdo con el reporte del Instituto Mexicano del Seguro Social.

El presente trabajo describe los esfuerzos de la empresa [REDACTED], en desarrollar una planta para la producción de urea denominada Fertilizantes del Norte, en el municipio de Lerdo en el estado de Durango.

La planta química tendrá la capacidad de producir 1,000,000 toneladas por año de urea y 200,000 toneladas por año de amoniaco. Actualmente, México importa más de 1,800,000 toneladas anuales de urea.

Dadas las características del proceso productivo de Urea, resulta en un exceso de energía y la planta está diseñada para maximizar la captura y eventual utilización de dicha energía de manera eficiente y sustentable. El objetivo será la exportación de energía para generación de energía eléctrica reemplazando la energía producida por la quema de combustibles de origen fósil, representando lo anterior una reducción neta de gases de efecto invernadero en la cadena energética de la región.

Con la instalación de esta nueva planta industrial de urea en México, se pretende acortar los tiempos de suministro de insumos al sector agrícola mexicano, buscando mejorar la propuesta de valor a los clientes mediante una cadena de suministro más efectiva y confiable. Así como reducir las importaciones actuales y apoyar el crecimiento de la industria agricultura en México.

El Proyecto se pretende desarrollar en un terreno rústico que se ubica aproximadamente 500 m al oriente de la carretera federal 40 y aproximadamente 500m al poniente de la carretera federal de cuota 49D y aproximadamente 7,000 m al sur de poblado La Loma,

IV-207

en el municipio de Lerdo, Durango, a 22 km al suroeste de su cabecera municipal.

El predio del proyecto colinda con terrenos de agostadero sin uso actual. El terreno propuesto es de propiedad privada.

El clima en la zona es muy árido con temperaturas semicálidas, con una estación lluviosa en verano; la precipitación media anual es escasa con tan solo 194 mm al año; que, junto con la carencia de cuerpos de agua, lénticos y lóticos de importancia, vuelven al área susceptible a la sequía (riesgo medio).

La vegetación presente en el área se identificó como Matorral micrófilo, siendo el tipo de vegetación potencial dominante, además de la presencia del Matorral rosetófilo (matorral desértico rosetófilo), Agricultura de temporal anual y de riego anual y semipermanente para el SA, dichas actividades están relacionadas a impacto visual del paisaje. La especie de la biznaga barril *Ferocactus haematacanthus* se encuentra sujeta a protección especial, en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el predio se observaron 38 especímenes.

La zona presenta amplios espacios que fueron destinados a la ganadería extensiva, actividad que actualmente no se realiza en la superficie del área del proyecto. La pendiente del terreno es plana, no rebasando el 2% de pendiente, lo que da un aspecto de valle en la mayoría de las zonas; hay algunos elementos cerriles que no implican un elemento valioso al paisaje.

El tipo de fauna local registrada mediante los estudios realizados, arrojaron que las especies reportadas están asociadas al tipo de vegetación presente en la zona de estudio. Sin embargo, no se registraron especies del grupo de reptiles y anfibios y la fauna encontrada es representativa de áreas perturbadas, al igual que presentan una distribución muy amplia en el país. Durante los muestreos de campo se identificaron 18 especies dentro del predio, 14 aves y 4 mamíferos, de las cuales, 6 se encontraron dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 8 dentro de la CITES.

La calidad del paisaje que se determinó para el área de estudio es de valor bajo porque la vegetación es altamente homogénea y existen numerosas zonas expuestas por el retiro

IV-208

de vegetación para uso pecuario; otro factor para considerarlo bajo es la falta de orografía relevante, la cual es remota al sitio (Sierra Madre Oriental). El paisaje presenta principalmente planicies y resulta homogéneo, sin rasgos particulares, con ciertos parches que presentan cierto grado de conservación.

Tabla de Contenido

**Contents**

Tabla de Contenido	1
Tabla de Tablas	4
Tabla de Figuras	6
<b>5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>7</b>
<b>5.1 Introducción</b>	<b>7</b>
<b>5.2 Métodos y técnicas de la identificación y evaluación de los impactos</b>	<b>7</b>
5.2.1 Identificación y descripción de las actividades	8
5.2.2 Generadores de cambio en impactos o efectos ambientales	9
5.2.2.1 Categorías de impacto utilizadas	10
5.2.3 Procedimiento de Evaluación	12
<b>5.3 Receptor Valorado</b>	<b>12</b>
5.3.1 Indicadores de Impacto	13
5.3.1.1 Orden Jerárquico	15
5.3.2 Lista Indicativa de Indicadores de impacto	15
5.3.2.1 Indicador(es) no elegido(s)	17
5.3.3 Receptores valorados	17
<b>5.4 Aspectos / Actividades Ambientales Claves del Proyecto</b>	<b>20</b>
<b>5.5 Evaluación y clasificación de impactos</b>	<b>21</b>
5.5.1 Método	22
5.5.1.1 La matriz de Leopold	22
5.5.1.2 Matriz de Cribado	23
5.5.1.3 Método de Indicadores Característicos	24
5.5.2 Matrices	25
5.5.3 Importancia del impacto	28
5.5.3.1 General	28
5.5.3.2 Criterios Generales Guía de Severidad	28
5.5.4 Evaluación de la importancia del impacto	30
5.5.5 Criterios básicos de impacto	30

5.5.5.1	General	30
5.5.5.2	Descripción de Criterios	30
5.5.5.2.1	Magnitud	31
5.5.5.2.2	Alcance	31
5.5.5.2.3	Duración	31
5.5.5.2.4	Probabilidad	32
5.5.5.2.5	Importancia relativa de los criterios	32
5.5.5.2.6	Cálculo y calificación de impactos. Severidad.	33
5.5.5.3	Cálculo de la importancia del impacto	34
5.5.6	Importancia de impacto con categorización de realidad virtual (importancia de impacto ajustada)	34
<b>5.6</b>	<b>Impactos potenciales previstos del proyecto en la fase de preparación construcción</b>	<b>35</b>
5.6.1	Aire	38
5.6.1.1	Calidad del Aire	38
5.6.1.1.1	Polvo y partículas	39
5.6.1.1.2	Emisiones gaseosas	40
5.6.2	Tierra	42
5.6.2.1	Calidad del Suelo	42
5.6.2.2	Paisaje	44
5.6.2.3	Drenaje	45
5.6.3	Agua	45
5.6.3.1	Agua subterránea	45
5.6.4	Ecología Terrestre y Biodiversidad	47
5.6.4.1	Flora and Fauna	47
5.6.5	Medio Ambiente Humano	48
5.6.5.1	Salud de la Población	49
5.6.5.2	Desarrollo Económico y Empleo	49
5.6.5.3	Tráfico	51
5.6.6	Seguridad y salud en el trabajo	51
5.6.6.1	Fuerza laboral	51
5.6.7	Resumen de los posibles impactos durante la construcción	53
<b>5.7</b>	<b>Impactos previstos del proyecto durante la fase operativa</b>	<b>55</b>
5.7.1	Aire	57
5.7.1.1	Calidad del aire	57
5.7.1.2	Clima Global	60

5.7.2	Tierra	63
5.7.2.1	Calidad del Suelo	63
5.7.2.2	Paisaje	65
5.7.3	Agua	65
5.7.3.1	Agua subterránea	65
5.7.4	Ecología y Biodiversidad	68
5.7.4.1	Flora y Fauna	68
5.7.5	Medio Ambiente Humano	69
5.7.5.1	Salud de la Población	69
5.7.5.2	Desarrollo Económico y Empleo	69
5.7.5.3	Tráfico	70
5.7.6	Seguridad y salud en el trabajo	71
5.7.6.1	Fuerza laboral	71
5.7.7	Resumen de los impactos durante la operación	72
<b>5.8</b>	<b>Impactos previstos del proyecto debido a eventos no rutinarios</b>	<b>74</b>
5.8.1	Aire	76
5.8.1.1	Calidad del Aire	76
5.8.1.1.1	Liberación de Emisiones debido a un Evento de Emergencia	76
5.8.1.1.2	Emissions from Diesel Generator (DG) and Emergency Flaring	76
5.8.2	Tierra	77
5.8.2.1	Calidad del Suelo	77
5.8.3	Agua	78
5.8.3.1	Agua subterránea	78
5.8.4	Ecología y Biodiversidad	78
5.8.4.1	Fauna	78
5.8.5	Medio Ambiente Humano	80
5.8.5.1	Salud de la Población	80
5.8.6	Seguridad y salud en el trabajo	81
5.8.7	Resumen de los impactos durante eventos no rutinario	83
<b>5.9</b>	<b>Resumen y conclusiones</b>	<b>84</b>
5.9.1	Impactos Indirectos	84
5.9.2	Impactos Negativos	84
5.9.3	Impactos Positivos	85
5.9.4	Resumen de impactos	85

5.9.4.1	Calidad del aire: _____	85
5.9.4.2	Ruido y vibraciones: _____	86
5.9.4.3	Agua subterránea: _____	87
5.9.4.4	Suelo: _____	87
5.9.4.5	Ecología y Biodiversidad: _____	88
5.9.4.6	Salud y Seguridad de la Población: _____	88
5.9.4.7	Residuos: _____	88
5.9.4.8	Tráfico: _____	88
5.9.4.9	Condiciones socioeconómicas: _____	89
5.9.4.10	Seguridad y salud en el trabajo: _____	89
<b>5.10</b>	<b>Evaluación de Riesgo Ambiental _____</b>	<b>89</b>
<b>5.11</b>	<b>Evaluación de Riesgos Cuantitativos (QRA) _____</b>	<b>91</b>
5.11.1	Alcance Del Estudio y Resumen _____	92
5.11.2	Identificación del Escenario del Peor Caso _____	94
5.11.3	Modelado _____	99
5.11.3.1	Modelo de Losa _____	99
5.11.3.2	Número Richardson _____	101
5.11.4	Descripción de las clases de emisiones seleccionadas para el caso 1 y 2 _____	101
5.11.4.1	Tamaños de Fuga _____	102
5.11.4.2	Tiempo de Liberación _____	103
5.11.4.3	Las Condiciones Climáticas _____	104
5.11.5	Umbral de exposición a la concentración _____	105
5.11.6	Resultados del análisis de dispersión _____	107
5.11.7	Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento _____	107
5.11.8	El riesgo individual y el riesgo aceptable _____	111
5.11.9	Conclusiones _____	118

## Tabla de Tablas

<i>Tabla V - 1. Categorización del Receptor Valorado</i> _____	13
<i>Tabla V - 2. Lista de indicadores utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.</i> _____	16
<i>Tabla V - 3. Valores de importancia de receptores, indicadores y categorización</i> _____	17
<i>Tabla V - 4. Proyecto Aspectos / Actividades Ambientales Clave</i> _____	21

<i>Tabla V - 5. Las valoraciones de la Matriz de Leopold</i>	23
<i>Tabla V - 6. Matriz de Leopold (Parte 1)</i>	26
<i>Tabla V - 7. Matriz de Leopold (Parte 2)</i>	27
<i>Tabla V - 8. Criterios Generales Guía de Severidad</i>	28
<i>Tabla V - 9. Indices de Impactos</i>	33
<i>Tabla V - 10. Niveles de Gravedad</i>	33
<i>Tabla V - 11. Matriz de evaluación de riesgos de impacto sin categoría de Realidad Virtual para Importancia (basada en Canter, 1996)</i>	34
<i>Tabla V - 12. RV Importancia de impacto ajustada</i>	35
<i>Tabla V - 13. Duración de Actividades Generales</i>	36
<i>Tabla V - 14. Actividades de preparación y construcción</i>	36
<i>Tabla V - 15. Generación de impactos y actividades de preparación y construcción</i>	36
<i>Tabla V - 16 Impacto en la Calidad del Aire</i>	38
<i>Tabla V - 17. Impacto en la Calidad del Suelo</i>	42
<i>Tabla V - 18. Impacto en el paisaje</i>	44
<i>Tabla V - 19. Impacto en el Drenaje</i>	45
<i>Tabla V - 20. Impacto en el agua subterránea</i>	45
<i>Tabla V - 21. Impacto en la flora y fauna</i>	47
<i>Tabla V - 22. Impacto en el desarrollo económico y el empleo</i>	50
<i>Tabla V - 23. Impacto en el Tráfico</i>	51
<i>Tabla V - 24. Impacto en la fuerza laboral</i>	51
<i>Tabla V - 25. Visión general de los posibles impactos durante la fase de preparación y construcción del sitio</i>	53
<i>Tabla V - 26. Actividades de operación</i>	55
<i>Tabla V - 27. Generación de impactos y actividades de operación</i>	55
<i>Tabla V - 28. Impacto en la Calidad del Aire</i>	57
<i>Tabla V - 29. Impacto en la clima global</i>	60
<i>Tabla V - 30. Impacto en la Calidad del Suelo</i>	63
<i>Tabla V - 31. Impacto en el paisaje</i>	65
<i>Tabla V - 32. Impacto en el agua subterránea</i>	65
<i>Tabla V - 33. Impacto en la flora y fauna</i>	68
<i>Tabla V - 34. Impacto en el desarrollo económico y el empleo</i>	69
<i>Tabla V - 35. Impacto en el Tráfico</i>	70
<i>Tabla V - 36. Impacto en la fuerza laboral</i>	71
<i>Tabla V - 37. Visión General De los Impactos Potenciales durante la Fase de Construcción</i>	72
<i>Tabla V - 38. Eventos no rutinarios</i>	74

<i>Tabla V - 39. Generación de impactos de eventos no rutinarios.</i>	74
<i>Tabla V - 40. Impacto en la Calidad del Aire</i>	76
<i>Tabla V - 41. Impacto en la Calidad del Suelo</i>	77
<i>Tabla V - 42. Impacto en el agua subterránea</i>	78
<i>Tabla V - 43. Impacto en la fauna</i>	78
<i>Tabla V - 44. Impacto en la Salud de Población</i>	80
<i>Tabla V - 45. Impacto en la fuerza laboral</i>	81
<i>Tabla V - 46. Impactos debidos a eventos no rutinarios</i>	83
<i>Tabla V - 52. Parámetros de almacenamiento de amoníaco líquido en las tuberías</i>	97
<i>Tabla V - 53. Tasa de emisión y duración de la liberación</i>	104
<i>Tabla V - 54. Condiciones meteorológicas específicas de entrada</i>	105
<i>Tabla V - 55. Concentración estándar</i>	107
<i>Tabla V - 56. Descripción del escenario</i>	109
<i>Tabla V - 57. Resultados del análisis de dispersión</i>	119

## Tabla de Figuras

<i>Figura V - 1. Fuente Generadora, Zona De Riesgo Y Zona De Amortiguamiento</i>	111
--	-----

## 5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### 5.1 Introducción

El objetivo principal del Estudio de Impacto Ambiental es examinar, analizar y evaluar los efectos de las actividades previstas del proyecto en las condiciones ambientales y sociales pertinentes descritas en el Capítulo IV. En el Capítulo II se presenta una descripción detallada de las actividades y componentes propuestos del proyecto.

Una EIA debe ayudar a garantizar una gestión ambiental y socialmente racional del proyecto durante toda su vida útil (construcción, operación, desmantelamiento del sitio). La Evaluación de Impacto Ambiental presentada en este Capítulo se limitará a las fases de preparación del sitio, construcción y operación sólo debido a la falta de información pertinente suficiente sobre las actividades de la fase de desmantelamiento. No obstante, se elaborará una evaluación detallada del impacto en la fase de desmantelamiento en una fase posterior del proyecto si está previsto el desmantelamiento y cuándo.

Por lo tanto, a los efectos de este análisis, la nueva planta de amoníaco y urea crearía impactos en el medio ambiente durante dos fases distintas:

1. La fase de preparación y construcción que puede considerarse de duración temporal o a corto plazo; y,
2. La fase de operaciones que tendrá una duración a largo plazo.

La fase de construcción y operación del proyecto comprende diversas actividades distintas, cada una de las cuales puede tener uno o más impactos en algunas u otras características ambientales.

Además, podrían producirse impactos significativos como resultado de un evento improbable o de una emergencia no rutinaria.

### 5.2 Métodos y técnicas de la identificación y evaluación de los impactos

La identificación y evaluación de los impactos (1) ambientales asociados al proyecto Fertilizantes del Norte se basa en una combinación de diferentes métodos:

1. Identificación y descripción de las principales actividades del proyecto
2. Identificación de los generadores de cambio e impactos ambientales
3. Identificación y descripción de los impactos ambientales
4. Clasificación de los impactos potenciales
5. Matriz de evaluación cuantitativa y cualitativa de impactos

### 5.2.1 Identificación y descripción de las actividades

El proceso de evaluación de impacto comienza con un procedimiento de enfoque para identificar las características ambientales y sociales clave a partir de la información de referencia detallada en el Capítulo IV de este informe, así como las actividades del Proyecto como se describe en el Capítulo II. Este proceso de enfoque identifica los componentes biológicos, físicos y humanos clave del área de influencia del proyecto propuesto

Como parte de este proceso, se han identificado y evaluado los posibles impactos ambientales y sociales del proyecto propuesto. Se han examinado los impactos para las fases de limpieza, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Se identificaron y describieron las principales actividades del proyecto durante las fases anteriores del proyecto, que se han utilizado como base para la identificación del impacto. Los aspectos ambientales y sociales asociados fueron identificados y evaluados sobre la base de dictámenes de expertos, resultado de la investigación sobre el terreno, comprensión de las características ambientales tales como condiciones de referencia ecológicas y socioeconómicas del área del proyecto, el conocimiento de los posibles impactos de proyectos similares y el conocimiento de las actividades del proyecto y diversos equipos a utilizar.

Todos los impactos potenciales del proyecto propuesto han sido identificados y evaluados, entre otros; efluentes líquidos, calidad del aire ambiente, ruido, aguas superficiales y subterráneas, ecología terrestre. El proyecto también tendrá una serie de impactos positivos significativos como la mayor generación de empleo y el desarrollo económico a través de la subcontratación, así como el impacto positivo en los sectores agrícola y alimentario mexicano.

Este proceso permite la sistematización de opiniones sobre el proyecto de forma sencilla y completa, ya que la información contenida en ellos y las preguntas clave que plantean otorgan

una idea integral y sintética de los efectos del proyecto. Se consideraron los siguientes aspectos y componentes críticos<sup>1,2</sup>:

- Componentes del medio físico y biótico
- Medio Ambiente Humano
- Características de actividades del Proyecto
- Fuentes y Localización de los impactos potenciales
- Medidas de mitigación y compensación (impactos potenciales relevantes)

### 5.2.2 Generadores de cambio en impactos o efectos ambientales

La International Association of Impact Assessment define impacto como; el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009). Se describen las acciones como; generadores de cambio que tienen como consecuencia “un efecto o un impacto sobre los servicios ambientales y afectan el bienestar humano” (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

En caso de proyecto la acción es provocada por el generador de cambio ligado al proyecto y el efecto o consecuencia es el impacto experimentado por un Receptor (Valorado) específico; entre ellos, los servicios ambientales, componentes del bienestar humano y biodiversidad.

Dada la complejidad de los servicios ambientales, la biodiversidad y los componentes del bienestar humano, los generadores de cambio no necesariamente producen efectos directos y específicos sobre dichos servicios. Se pueden presentar relaciones entre diversos generadores de cambio y sus impactos, e incluso entre generadores de cambio que son independientes del proyecto, en el contexto del Sistema Ambiental.

Cuando impactos de más de un proyecto tienen efecto sobre un servicio ambiental, se dice que se trata de efectos acumulativos si el impacto final se comporta como la suma simple de estos impactos, o sinérgicos, cuando se potencian entre sí, es decir, cuando el impacto final acumulado es mayor que la suma de los impactos individuales.

---

<sup>1</sup> La International Association of Impact Assessment define impacto como el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009).

<sup>2</sup> Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Guillermo Espinoza. Banco Interamericano De Desarrollo – Bid Centro De Estudios Para El Desarrollo – Ced. 2002

En todo caso, se trata de los efectos producidos por las acciones humanas, ya sea a través de continuas adiciones o pérdidas de los mismos materiales o recursos, o debido al efecto compuesto ocasionado por la combinación de dos o más efectos (IAIA, 2003).

La fase de identificación de impactos está orientada a reconocer aquellos impactos potenciales significativos del proyecto, con tal de determinar las interacciones que requerirán una evaluación más detallada, así como del alcance de esta.

Con base en 1) la delimitación del Sistema Ambiental, 2) las características y actividades del proyecto y trabajo de campo, se realizó un planteamiento de los principales aspectos ambientales que se consideraron relevantes a ser analizados para identificar los posibles cambios (acumulativos) y los impactos generados por el proyecto.

Los aspectos relevantes son:

- Generación de emisión y dispersión de gases y polvo
- Uso y calidad de Suelo
- Uso y calidad de Agua
- Interacción con los asentamientos humanos

Las características de la planta de Fertilizantes del Norte que se consideraron relevantes son los procesos:

- Construcción (incluida la preparación)
- Operación

Los posibles cambios positivos y negativos (impactos) resultantes de las actividades definidas del proyecto presentadas en el Capítulo II se predicen para el área de influencia y durante todo el ciclo de vida del proyecto. Estos cambios previstos (impactos) se evalúan mediante un proceso de evaluación de significancias.

#### *5.2.2.1 Categorías de impacto utilizadas*

Las siguientes categorías de impacto se han utilizado para describir y comprender la naturaleza de un impacto potencial, si y cuando sea aplicable o apropiado.

Impactos Significativo o Relevante:

Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impactos Indirectos o Directos.

Generalmente, los impactos se pueden clasificar como primarios/directos o secundarios/indirectos. Los impactos primarios son aquellos que son atribuidos directamente por el proyecto y los impactos secundarios son aquellos que son indirectamente inducidos y que normalmente incluyen la inversión asociada y los patrones modificados de actividades sociales y económicas por el proyecto propuesto.

Impactos Rutinarios Mitigables.

Estos son los impactos asociados de manera rutinaria a proyectos químicos y que pueden ser mitigados o compensados por buenas prácticas implementadas de manera rutinaria, con desempeño probado nacional o internacionalmente.

Impactos Acumulativos<sup>3</sup>.

Impactos provocados por la suma de impactos sobre los componentes del ambiente, generados por los proyectos ya pasados, existentes y futuros (Morris, 1995). El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impactos Sinérgico<sup>4</sup>.

Los que, dados los procesos de cambio existentes dentro del SA, pueden potenciar o influir sobre efectos o impactos en curso, resultando un impacto mayor a la suma individual de los impactos.

Reversibilidad del impacto:

---

<sup>3</sup> (3) Impacto o efecto acumulativo: según la CEQ (Council on Environmental Quality de EUA), es aquel impacto en el medio ambiente que resulta del incremento de los impactos provenientes de la interacción con otras acciones del pasado, presente y/o previsibles en un futuro Bridget-IAIA (2009, 22 septiembre del 2009). "Cumulative Effects Assesment and Managment (CEAM)." Retrieved 20 julio, 2010, from <http://www.iaia.org/IAIAWiki/cea.ashx?HL=cumulative,impact>.

<sup>4</sup> Impacto sinérgico: aquel impacto que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente

Se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial, ya sea de manera natural o aplicando medidas de mitigación.

Implicaciones Socioeconómicas del impacto:

Un impacto puede o no tener costos económicos o sociales imputables a él.

Implicaciones Ecológicas del impacto:

El costo ecológico de un impacto puede ser desde nulo hasta severo.

Impacto Residual:

El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

### 5.2.3 Procedimiento de Evaluación

Esta MIA está evaluando la importancia de los impactos resultantes del desarrollo de las instalaciones del proceso del proyecto, las utilidades asociadas y las instalaciones de soporte fuera del sitio. El esquema general del procedimiento de evaluación de impacto es el siguiente:

1. Identificación de los Receptores Valorados (RVs) (componente ambiental considerado importante)
2. Identificación de las actividades o aspectos clave del proyecto
3. Evaluación y clasificación de impacto

Se consideraron:

- A. los diferentes componentes del Sistema Ambiental.
- B. las Actividades o Aspectos Principales de construcción y operación de la planta Fertilizantes del Norte (identificados durante el análisis de generadores de cambio).
- C. los resultados de la Evaluación de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo de la planta
- D. los resultados del Modelo de Dispersión de Emisiones

### 5.3 Receptor Valorado

El receptor valorado (RV) se utiliza para priorizar diferentes componentes ambientales. El receptor valorado puede definirse como cualquier parte o componente del medio ambiente o de la sociedad que sea considerada importante por las partes interesadas; el promotor, operador,

público en general, o cualquier organización no gubernamental o gubernamental, del proceso de evaluación y podría ser (potencialmente) afectado por un cambio en el medio ambiente.

El valor de importancia se determina sobre la base de los valores culturales y/o la preocupación científica y pública, así como los instrumentos reglamentarios.

Las RVs se seleccionan en función de la identificación de las relaciones que vinculan a importantes componentes medioambientales con las actividades o los aspectos del proyecto y son fundamentales para el proceso de evaluación del impacto medioambiental.

Sobre la base de las investigaciones literarias, las regulaciones/directrices mexicanas e internacionales y los RVs sospechosos de ser preocupantes, se elaboró una descripción de los aspectos medioambientales para ayudar en el análisis de los impactos que puedan surgir del proyecto propuesto.

Cada receptor valorado es clasificado (valorado) en términos de su valor ambiental y social percibido, teniendo en cuenta las designaciones y directrices locales, nacionales o internacionales (según los Capítulos III y IV) y cualquier estado de protección legal, si procede. En base a estas consideraciones, el valor ambiental y social se asigna a una categoría de bajo (B), medio (M) o alto (A) (*Tabla V-1*).

**Tabla V - 1. Categorización del Receptor Valorado**

Valor de importancia (RV)	B	M	A
Valor social y ambiental	1	2	3

B-bajo -un RV que no contiene designaciones o características de valor público.

M- Medio -a un RV que contiene designaciones locales y/o características de valor público local.

A-alto -a un RV que contiene designaciones nacionales/internacionales y/o características legalmente protegidas y/o altamente reguladas.

### 5.3.1 Indicadores de Impacto

Indicador de Impacto:

La SEMARNAT considera que un indicador como un índice cuantitativo o cualitativo que permite evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad (SEMARNAT, 2002).

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) considera que un indicador es un: valor observado representativo de un fenómeno determinado.

Así pues, un indicador ambiental es una variable que, mediante la síntesis de la información ambiental, pretende reflejar el estado del medio ambiente o de algún aspecto de él. En resumen, los indicadores simplifican una información que puede ayudar a revelar fenómenos complejos.

Clasificación de los indicadores, según la ISO 14031:1999, los indicadores ambientales pueden clasificarse en dos grandes tipos:

- Indicadores de desempeño ambiental, operativo y de gestión: Proporcionan información sobre el desempeño ambiental de las operaciones de una organización y sobre el esfuerzo de la dirección para influir en el desempeño ambiental de una organización.
- Indicadores de condición ambiental: En este caso, otorgan información sobre la condición local, regional, nacional o global del medio ambiente, así como también sobre la condición ambiental y las actividades, productos y servicios de una organización.

Los indicadores de impacto deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- Relevancia: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Cuantificable: medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- Representatividad: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.
- Excluyente: no existe una superposición entre los distintos indicadores.

Permiten determinar, para cada elemento del ecosistema la magnitud de la alteración que recibe.

La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente y que se ofrece a continuación, puede ser útil para las distintas fases de proyecto.

### 5.3.1.1 Orden Jerárquico

De acuerdo con las características de los indicadores, se establece un orden jerárquico, el cual discrimina las relaciones entre las categorías establecidas, y permite determinar la tipología del sistema ambiental, manifestándose por la interacción de indicadores a diferentes niveles:

#### Indicadores de Tercer Nivel

Son los indicadores macros: Abióticos, Bióticos y Socioeconómicos; son conocidos como subcomponentes del sistema ambiental. En esta MIA, los Indicadores de Tercer nivel también se denominan MEDIO y Componente.

#### Indicadores de Segundo Nivel

Son indicadores que definen patrones de importancia en el área estudiada, y agrupan indicadores específicos de primer nivel, son conocidos como los diferentes factores de cada uno de los subcomponentes. Los indicadores de Segundo Nivel son: medio geológico, medio climatológico, medio edáfico, vegetación, fauna, medio económico entre otros. En esta MIA, los Indicadores de Segundo Nivel también se denominan Receptor, y después de la valoración como Receptor Valorado.

#### Indicadores de Primer Nivel

Son cuantificables y calificables, se caracterizan porque determinan patrones espaciales y funcionales de los ecosistemas, definiendo unidades ecológicas y de paisaje. Ej. Grado de erosión, Temperatura, Niveles de CO<sub>2</sub>, Biomasa, Abundancia, Salarios, Vivienda, etc. En esta MIA, los Indicadores del Primer Nivel también se conocen como Indicadores de Impacto y Otros Indicadores.

### 5.3.2 Lista Indicativa de Indicadores de impacto

Se identificaron indicadores que reflejen impactos significativos, considerando tanto las características del sistema ambiental como las del proyecto. Dentro de cada uno de estos indicadores se señalan las principales actividades y acciones que pueden afectarlos para de esta manera evaluar los impactos al sistema.

A continuación, se señalan los principales indicadores de impacto seleccionados para la evaluación del impacto ambiental del proyecto que nos ocupa dentro del sistema ambiental previamente definido.

**Tabla V - 2. Lista de indicadores utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.**

MEDIO (Tercer Nivel)	RECEPTORES (Segundo Nivel)	DESCRIPCIÓN (Primer Nivel)
BIÓTICO	Flora	Se considera la diversidad y la distribución. Superficie de vegetación afectada por el proyecto. Especies protegidas afectadas.
	Fauna	Se considera la diversidad y la distribución afectada por el proyecto. Especies protegidas afectadas.
ABIOTICO	Calidad del aire	Calidad del aire local por Emisiones a la atmósfera durante las diferentes etapas del proyecto.
	Clima Global	Calidad del aire global por Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente CO <sub>2</sub> , a la atmósfera durante las diferentes etapas del proyecto.
	Calidad del suelo	Se consideran la alteración del drenaje vertical (permeabilidad), erosión; alteración de las propiedades físicas (estructura, densidad aparente) y químicas (pH, intercambio catiónico).
	Paisaje	Número de puntos de especial interés paisajístico afectados (Apariencia visual), intervisibilidad de la infraestructura.
	Drenaje	Se considera la alteración del drenaje horizontal. Teniendo en cuenta los cambios en los medios para eliminar el agua sobrante del sitio.
	Agua subterránea	Teniendo en cuenta los cambios en las condiciones y cantidades de agua subterránea debajo y en las proximidades del sitio.
SOCIAL Y ECONOMICO	Fuerza laboral	Considerando el bienestar de los empleados directos e indirectos del Proyecto presentes en el sitio del Proyecto.
	Desarrollo Económico	Considera cambios en el ingreso monetario temporal o permanente
	Empleo	Considera la oferta de empleo en el sistema ambiental es de tipo directo e indirecto, temporal o permanente, local o regional en las diferentes fases del proyecto.
	Salud de la población	Se refiere a la evaluación de sí el proyecto representará un beneficio o bien común general a la comunidad que se dirige.

	Trafico	Considere los cambios en la cantidad de movimientos de tráfico alrededor del sitio del proyecto durante y debido al proyecto.
--	---------	---

### 5.3.2.1 Indicador(es) no elegido(s)

Un indicador que puede parecer aparentemente aplicable para el Proyecto Fertilizantes del Norte, pero en efecto no lo es, es Factores socioculturales;

Descripción de Valor cultural y extensión de las zonas que pueden sufrir modificaciones en las formas de vida tradicionales; número y valor de los elementos del patrimonio histórico-artístico y cultural afectados por las obras del proyecto; intensidad de uso (veces/ semana o veces/mes) que es utilizado en el predio donde se establecerá el proyecto por las comunidades vecindadas como área de esparcimiento, reunión o de otro tipo; etc.

Consideración:

Como el sitio se encuentra a 7 km de la comunidad más cercana y no se utiliza para ningún propósito socio cultural por ninguna de las comunidades locales (el sitio fue utilizado para la agricultura en el pasado), los factores culturales sociales no fueron incluidos en la lista de Indicadores.

### 5.3.3 Receptores valorados

Sobre la base de la evaluación y evaluación de las condiciones ambientales y sociales existentes en el área de estudio, se enumeran los RVI identificados para este proyecto por categoría en la *Tabla V-3*.

**Tabla V - 3. Valores de importancia de receptores, indicadores y categorización**

Medio (Nivel 3)		Receptores Receptor / Valorado (Nivel 2)	Indicadores de impacto (Nivel 1)	Otros Indicadores (Nivel 1)	Importancia	Valor de importancia
ABIOTICO	Aire	<b>Calidad del Aire</b>	-% Nox, Sox -% Polvo Fugitivo -Dispersión Radio	- # vehículos - # maquinarias - Programa de Monitoreo de emisiones - Programas y Bitácoras de inspección y mantenimiento	La buena calidad del aire es una necesidad de salud pública (población en las proximidades del sitio se encuentra a más	H

					de 7 km de distancia)	
		<b>Clima Global</b>	- %CO <sub>2</sub> - Saldo neto	- CO <sub>2</sub> emisiones	Contribución al calentamiento global	H
	Tierra	<b>Calidad del suelo</b>	-Capacidad de infiltración -Tasa de erosión -Contaminación	- Construcción planta - Volumen residuos - Gasto y/o volumen	El suelo es un recurso indispensable para la vida que permite el desarrollo de las plantas, los animales y el hombre.	M
		<b>Paisaje</b>	- Número de puntos de especial interés paisajístico afectados. - Intervisibilidad de la infraestructura y obras anexas - superficie afectada	- Superficie y dimensiones de la planta - Presencia de serranías contiguas al sitio donde se pretende desarrollar el proyecto, mismas que representan una barrera física	Calidad Escénica y barrera física	L
		<b>Drenaje</b>	- El patrón superficial del drenaje	- El balance entre el avance en superficie de obra construida, y la superficie planteada según el calendario de actividades	El cambio en los patrones de drenaje debido a la compactación del suelo y el cambio de los patrones de drenaje pueden conducir a mayores tasas de erosión.	M
	Agua	<b>Agua subterránea</b>	- Infiltración Capacidad - Calidad de Agua - % Contaminación	- Gasto y/o volumen - Eficiencia del uso del agua - calidad de las aguas residuales y cantidades	El equilibrio hídrico y la calidad del agua del acuífero relevante para el sitio del proyecto es	H

			- tasa de recarga - captación de agua	- Fuente de agua - Superficie afectada por la infraestructura en las zonas de recarga de acuíferos	importante para la disponibilidad de agua y la calidad para el público y la agricultura.	
BIOTICO	Ecología y Biodiversidad	<b>Flora</b>	- Superficie de las distintas formaciones vegetales afecta # especies protegidas o endémicas afectadas	- especies y poblaciones afectadas por el efecto barrera o por riesgos de atropellamiento .... Valor limitado de biodiversidad en el área del proyecto	Importante para el bienestar del ecosistema y el buen funcionamiento, y para su uso a la comunidad, si lo hay.	L
		<b>Fauna</b>	- Poblaciones de especies endémicas protegidas o de interés afectadas	- especies y poblaciones afectadas por el efecto barrera o por riesgos de atropellamiento .... Valor limitado de biodiversidad en el área del proyecto	Importante para el bienestar del ecosistema y el buen funcionamiento, y el uso a la comunidad, si	M
SOCIAL Y ECONOMICO	Medio Ambiente Humano	<b>Salud de la población</b>	- Salud (Respiratorio, Auditivo, General)	- Concentraciones de emisiones - Niveles de riesgo individuales - Niveles de ruido - Zona de riesgo - Zona de amortiguación	Para cualquier población cercana al Proyecto es importante que los riesgos para la salud o molestias se mantengan al mínimo. Los efectos dependerán de la distancia de la población del sitio (distancia existente del	H

					área poblada: 7km.)	
		<b>Desarrollo Económico</b>	- Inversión total - subcontratación y contratación regionales. - demanda de servicios.	- Economía local, regional, nacional. - PIB	Proporcionar mayor prosperidad y bienestar para la población (local, regional, nacional).	H
		<b>Empleo</b>	- Empleo Directo, - Empleo indirecto - Empleo inducido	- Número de empleados local y regional (directo, indirecto e inducido)	Proporcionar mayor prosperidad y bienestar para la población (local, regional, nacional).	H
		<b>Tráfico</b>	- Seguridad y perturbación	de movimientos vehiculares fuera del sitio durante la construcción y las operaciones.	El estado del tráfico puede afectar la vida diaria y la seguridad de las personas.	L
	Seguridad e Salud Ocupacional	<b>Fuerza laboral</b>	- Sistemas auditivo, respiratorio - Seguridad física	Incidentes - Políticas - Sistemas HSE	Importante para el bienestar de los trabajadores	H

#### 5.4 Aspectos / Actividades Ambientales Claves del Proyecto

La descripción del proyecto proporcionada en el Capítulo II de este informe se ha resumido en los aspectos ambientales clave del proyecto que se producirán o podrán ocurrir a lo largo de la vida del proyecto.

Un aspecto ambiental es (un elemento de) una actividad de proyecto que puede interactuar con el medio ambiente. Los aspectos ambientales clave del proyecto asociados con la planta propuesta se presentan en la *Tabla V-4*.

Tabla V - 4. Proyecto Aspectos / Actividades Ambientales Clave

<b>Preparación del sitio y Construcción</b>	<b>Contratación y Subcontratación</b>
	<b>Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras</b>
	<b>Desarrollo de Caminos Internos.</b>
	<b>Construcción e Instalación de Plantas.</b>
	<b>Generación de Energía Temporal</b>
	<b>Transporte de Materiales y Equipos (de Construcción)</b>
<b>Operaciones</b>	<b>Contratación y Subcontratación</b>
	<b>Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)</b>
	<b>Transporte de Producto Final</b>
	<b>Vivero y Reforestación</b>
<b>Eventos No Rutinarios</b>	<b>Derrames y fugas</b>
	<b>Vehículos de colisión / accidentes.</b>
	<b>Incidentes laborales en el trabajo.</b>
	<b>Liberación de Emergencia de NH3</b>
	<b>Generación de Energía, Quemado an Antorcha y Liberaciones de Emergencia</b>
	<b>Fuego y Explosión</b>

Tras la selección de los aspectos ambientales del proyecto, se pueden predecir los impactos potenciales resultantes del proyecto propuesto en las actividades. Un impacto ambiental es un cambio en el medio ambiente debido a una actividad humana y dicho cambio puede ser NR (0), Positivo (+) o Negativo (-)

### 5.5 Evaluación y clasificación de impactos

Ahora que se han establecido los Receptores valorados que pueden indicar el impacto ambiental y se han indicado las actividades del Proyecto que pueden afectar al medio ambiente, este subcapítulo contiene una Evaluación de Impacto Ambiental, incluyendo la metodología y criterios elegidos.

### 5.5.1 Método

La evaluación del riesgo de impacto se basó en una matriz Leopold (después de Canter, 1996) para mostrar la gravedad del impacto y las clasificaciones de probabilidad cuantificadas en una escala de 0 a X, utilizando un signo positivo (+) para denotar un impacto positivo o beneficioso y un canto negativo (-) a denotan un impacto negativo o adverso. La matriz Leopold se basa en datos limitados y proporciona una identificación metódica y completa de los posibles impactos del proyecto en los componentes ambientales, socioeconómicos y de salud pública.

#### 5.5.1.1 La matriz de Leopold

La matriz de Leopold permite examinar la interacción de las obras y el medio ambiente por medio de un arreglo bidimensional: en una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (actividades propuestas, elementos de impacto, etc.) y en la otra se identifican los indicadores ambientales que pueden ser afectados dentro del sistema ambiental.

La matriz de Leopold propone una valoración cualitativa de los impactos cuando no es posible su valoración cuantitativa. Por ejemplo, la emisión de polvos, los límites de ruido o la revisión de los parámetros físicos y químicos producen impactos muy puntuales y de permanencia limitada que dificultan su medición precisa. Por lo anterior, la valoración de cada uno de los impactos se consideró tomando en cuenta criterios cualitativos a partir de los cuales se identificaron como benéficos o adversos y como significativos o no significativos. La valoración cualitativa de los impactos se realizó según las definiciones propuestas por Canter (1988).

La matriz de Leopold es el método más común que se ha usado en la mayoría de los estudios de impacto ambiental en México. Sin embargo, a pesar de que la matriz engloba a cada componente ambiental y las incidencias de cada acción de manera general, no siempre resulta eficaz en la valoración de los impactos ya que un mismo impacto puede ser considerado benéfico bajo determinadas circunstancias, pero perjudicial bajo otras.

Por otra parte, las medidas de mitigación o compensación propuestas determinan en gran medida la magnitud de un impacto.

Fertilizantes del Norte ha usado dos pasos para crear la Matriz de Leopold. Primero, hemos identificado las interacciones entre las actividades del proyecto (en el eje vertical) y los Receptores de Valor (en el acceso horizontal). Estas interacciones se valoraron en función de la

calidad como inexistente (indicada por un cero negro), como una interacción positiva (indicada por un signo "+" verde) o como una interacción negativa (indicada por un signo "-" rojo).

Posteriormente, en el segundo paso, el Proyecto realizó una primera cuantificación de las interacciones. Esto se ha hecho de acuerdo con las valoraciones según la *Tabla V-5*.

**Tabla V - 5. Las valoraciones de la Matriz de Leopold**

Calificación	Simbolo	Definición
Nulo		El factor ambiental no es aplicable en este caso o no es relevante para el proyecto que se propone.
Adverso significativo	A	Representa un resultado nada deseable ya sea en terminos de degradacion de calidad previa del indicador
Adverso no significativo	a	Representa una leve degradacion de la calidad previa del indicador ambiental.
Benefico significativo	B	Representa un resultado muy deseable ya sea en terminos de mejorar la caidad previa del indicador o de mejorar el indicador ambiental.
Benefico no significativo	b	Representa una leve mejora de la calidad o el estado previo del indicador ambiental.

La Matriz de Leopold es el método más común que se ha usado en la mayoría de los estudios de impacto ambiental en México. Sin embargo, a pesar de que la matriz engloba a cada componente ambiental y las incidencias de cada acción de manera general, no siempre resulta eficaz en la valoración de los impactos ya que un mismo impacto puede ser considerado benéfico bajo determinadas circunstancias, pero perjudicial bajo otras. Por otra parte, las medidas de mitigación o compensación propuestas determinan en gran medida la magnitud de un impacto.

#### 5.5.1.2 Matriz de Cribado

Con base en lo anteriormente expuesto y tomando en cuenta la magnitud y características del proyecto, se selecciona una matriz modificada en la que mediante la asignación de un valor numérico es posible identificar y cuantificar los impactos positivos (benéficos) y negativos (adversos) que se espera sean generados durante el desarrollo del proyecto.

La identificación de los impactos potenciales causados al sistema ambiental por las actividades del proyecto en sus diferentes etapas se llevó a cabo utilizando una Matriz de Cribado (método de Leopold modificado), que es ampliamente utilizado en estudios ambientales, debido a que es práctico y permite una fácil interpretación de los resultados.

En esta matriz se confrontan en filas verticales o columnas, las actividades del proyecto y, en filas horizontales o renglones, los componentes del sistema ambiental susceptibles de ser impactados por dichas actividades. Los impactos identificados mediante esta matriz son posteriormente caracterizados y evaluados. Este método es ampliamente utilizado en estudios ambientales ya que integra y relaciona variables cualitativas como cuantitativas que permiten describir de manera objetiva los impactos de un proyecto o actividad sobre ecosistemas o sistemas ambientales definidos.

#### 5.5.1.3 Método de Indicadores Característicos

La caracterización y evaluación de los impactos potenciales identificados en la matriz anterior (Matriz de Cribado), se llevó a cabo usando el método de Indicadores Característicos (columnas). Este método utiliza las características atribuibles a los impactos asignándole valores a cada una de ellas, en la escala de  $\pm 1$  a  $\pm 5$ , para cuantificar su importancia, tanto adversa (-) como benéfica (+), para el ambiente.

La sumatoria de los valores asignados a cada característica de un impacto en particular da como resultado el Indicador característico para dicho impacto. El valor numérico considera la intensidad y magnitud de los impactos, por lo que permite clasificar con un solo valor numérico los impactos de manera espacio temporal, esto es de acuerdo con su duración en el tiempo y su magnitud en el espacio sobre el sistema ambiental.  $ICI = \sum \text{Unidades de Importancia del Impacto } i$ .

En la Matriz de Cribado, primero calcula la Severidad de un impacto potencial, multiplicando los valores de las características Alcance, Duración y Magnitud, y se asignó un código de color cualitativo, basado en las definiciones de los diferentes niveles de Severidad, como se explica en la Sección 5.5.3.2 *Criterios Generales Guía de Severidad* (after Bojórquez - Tapia *et al.*, 1998).

Posteriormente, la Severidad se multiplica por la Probabilidad (también se le asigna un código de color). El resultado es el Significado (no ajustado) del impacto.

Como se explica en la Sección 5.3 *Receptor Valorado*, se han valorado ciertos receptores ambientales unos más altos que otros en el sistema de receptores valorados. Para ajustar por el Receptor de Valor, la importancia no ajustada se multiplica por el valor del receptor. El

resultado es la Significación ajustada, que se califica como 'Insignificante', 'Menor', 'Moderado' o 'Mayor'.

El resto del Capítulo V es gasto dedicado a explicar los diferentes impactos que el Proyecto puede causar en su Sistema Ambiental. El Capítulo VI está dedicado a las medidas de mitigación para identificar los impactos mitigados o "Impactos Residuales" del Proyecto.

El impacto después de la implementación de las medidas de mitigación y gestión se denomina *impacto residual*.

La Matriz de Leopold (tanto en el paso uno como en el dos) se encuentran a continuación en la *Tabla V-6* y la *Tabla V-7*. La Matriz de Cribado se adjuntará a la MIA en el *Anexo 12 - La Matriz de Cribado*. Los extractos se copiarán en Sección 5.6 *Impactos potenciales previstos del proyecto en la fase de preparación construcción*, 5.7 *Impactos previstos del proyecto durante la fase operativa*, y 5.8 *Impactos previstos del proyecto debido a eventos no rutinarios*, con las explicaciones de los diferentes efectos en su Receptor Valorado.

### 5.5.2 Matrices

Basándose en la descripción del método tal como se describe en la sección anterior, a continuación, en la *Tabla V-5* encuentre la categorización de los impactos en la Matriz de Leopold, y en la *Tablas V-6* y *V-7* la Matriz de Leopold para el Proyecto.

Tabla V - 6. Matriz de Leopold (Parte 1)

		Valor Recetor (VR)	CALIDAD DEL AIRE	CLIMA GLOBAL	CALIDAD DEL SUELO	PAISAJE	DRENAJE	AGUA SUBTERRÁNEA	FLORA	FALUNA	SALUD PÚBLICA	DESARROLLO ECONÓMICO	EMPLEO	TRÁFICO	PERSONAL
<b>Actividad del Proyecto:</b>															
<b>Site Prep &amp; Construction</b>	Contratación y Subcontratación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	
	Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras	-	0	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	-
	Desarrollo de Caminos Internos.	0	0	-	-	-	0	-	-	0	0	0	0	0	0
	Construcción e Instalación de Plantas.	-	0	-	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	-
	Generación de Energía Temporal	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Transporte de Materiales y Equipos (de Construcción)	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
<b>Operations phase</b>	Contratación y Subcontratación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	
	Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)	-	+	-	-	0	-	-	-	0	+	+	0	-	-
	Transporte de Producto Final	-	-	0	0	0	0	-	-	0	+	+	-	-	-
	Vivero y Reforestación	0	0	+	+	0	+	+	+	0	0	0	0	0	0
<b>Non-Routine Events</b>	Derrames y fugas	0	0	-	0	0	-	0	-	-	0	0	0	0	-
	Vehículos de colisión / accidentes.	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	-	-	-
	Incidentes laborales en el trabajo.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	Liberación de Emergencia de NH3	-	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-
	Generación de Energía, Quemado an Antorcha y Liberaciones de Emergencia	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	Fuego y Explosión	-	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-

Tabla V - 7. Matriz de Leopold (Parte 2)

Receptor Valorado(RV):		CALIDAD DEL AIRE	CLIMA GLOBAL	CALIDAD DEL SUELO	PAISAJE	DRENAJE	AGUA SUBTERRÁNEA	FLORA	FAUNA	SALUD PÚBLICA	DESARROLLO ECONÓMICO	EMPLEO	TRÁFICO	PERSONAL
Preparación del sitio y Construcción	Actividad													
	Contratación y Subcontratación										B	B		
	Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras	a		a	a	a	a	a	a					a
	Desarrollo de Caminos Internos.			a	a	a		a	a					
	Construcción e Instalación de Plantas.	a		a		a	a	a	a					a
	Generación de Energía Temporal	a												
Operaciones	Transporte de Materiales y Equipos (de Construcción)	a											a	
	Contratación y Subcontratación										B	B		
	Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)	a	B	a	a		a	a	a		B	B		a
	Transporte de Producto Final	a	a					a	a		B	B	a	a
Eventos No Rutinarios	Vivero y Reforestación			B	B		B	B	B					
	Derrames y fugas			a			a		a	a				a
	Vehículos de colisión / accidentes.									a			a	a
	Incidentes laborales en el trabajo.													a
	Liberación de Emergencia de NH3	a							a	a				a
	Generación de Energía, Quemado an Antorcha y Liberaciones de Emergencia	a												a
Fuego y Explosión	a							a	a				a	

### 5.5.3 Importancia del impacto

#### 5.5.3.1 General

La evaluación de impacto se llevó a cabo utilizando una combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas. En las técnicas cualitativas las significaciones de impacto se clasifican como "bajas", "medias" o "altas", basadas en la gravedad y probabilidad de ocurrencia o probabilidad de ocurrencia (frecuencia).

La gravedad de un impacto depende de la naturaleza y el tamaño de la actividad o aspectos ambientales y de la sensibilidad ambiental y social. La gravedad es una función de:

1. Magnitud
2. Extensión espacial y,
3. Duración del impacto.

La probabilidad depende de la naturaleza de la actividad y de las medidas de control definitivas en vigor.

A un impacto positivo o benéfico se le asigna un signo (+) mientras que el signo menos (-) se asigna a un impacto negativo o adverso.

#### 5.5.3.2 Criterios Generales Guía de Severidad

Se han elaborado criterios generales de orientación de gravedad tanto para impactos ambientales como sociales (después de Canter, 1996) y se han utilizado para validar los resultados del proceso de evaluación.

**Tabla V - 8. Criterios Generales Guía de Severidad**

Nivel de gravedad	Definición ( <u>biofísica</u> )
Insignificante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poco o ningún cambio en el entorno natural</li> <li>• Los efectos apenas se pueden medir por encima de las condiciones de fondo, mucho menos significativas que el estrés periódico por naturaleza y las actividades existentes en la zona.</li> <li>• Efectos medibles muy temporales antes de la recuperación completa.</li> </ul>
Menor	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambio localizado relativamente aislado en el entorno natural</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Dura sólo hasta unos meses antes de la recuperación</li> <li>3. No hay efectos residuales observables. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extensión del área sólo hasta un total de 50 ha (0,5 km<sup>2</sup>). <i>Tenga en cuenta que el área ISBL es inferior a 50ha</i></li> </ul> </li> </ol>
Moderada	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modificación local de considerable gravedad en condiciones atmosféricas, superficiales o subsuperficiales.</li> <li>2. Dura de unos meses a pocos años antes de la recuperación. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extensión del área de la superficie afectada hasta aproximadamente 500ha, o modificación generalizada de menor gravedad.</li> </ul> </li> </ol>
Mayor	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modificación generalizada de una gravedad considerable <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extensión del área de impactos &gt; 5 km<sup>2</sup> (más de 500 ha).</li> </ul> </li> </ol>
Nivel de gravedad	Definición ( <u>socioeconómica</u> )
Insignificante	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poco o ningún cambio en las condiciones socioeconómicas o en las actividades comerciales.</li> <li>2. Los efectos apenas se pueden medir por encima de las condiciones de fondo, mucho menos significativas que el estrés periódico por las actividades socioeconómicas/comerciales en curso <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectos medibles muy temporales.</li> </ul> </li> </ol>
Menor	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Localizar cambios relativamente aislados en las condiciones socioeconómicas o actividades comerciales</li> <li>2. Dura sólo hasta unos pocos meses <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin efectos residuales observables.</li> </ul> </li> </ol>
Moderada	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modificación local de considerable gravedad en menos del 10 por ciento de las personas que afectan/afectados por condiciones socioeconómicas o que participan en las actividades comerciales en el área de estudio</li> <li>2. Duró de unos meses a pocos años, o <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación generalizada (más del 50 por ciento de las personas que afectan/afectan a las condiciones socioeconómicas o que realizan actividades comerciales en el área de estudio) de menor gravedad y duración</li> </ul> </li> </ol>
Mayor	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modificación generalizada de una gravedad considerable en las condiciones socioeconómicas y las actividades comerciales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración superior a unos pocos años de duración.</li> </ul> </li> </ol>

#### 5.5.4 Evaluación de la importancia del impacto

Una matriz que combina:

1. el criterio de probabilidad y
2. el criterio de gravedad (función de Magnitud, Extensión Espacial y Duración)

se aplicó para evaluar y clasificar la importancia de los impactos potenciales.

#### 5.5.5 Criterios básicos de impacto

##### 5.5.5.1 General

La evaluación de impacto se llevó a cabo utilizando un conjunto básico de criterios (después de Bojórquez - Tapia *et al.*, 1998). Los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos sobre el sistema ambiental. En este caso la metodología empleada considera los siguientes:

1. Magnitud: describe la cantidad relativa del recurso (valorado) (VR) potencialmente afectado por la actividad.
2. Extensión espacial: la zona geográfica sobre la que se puede experimentar el impacto (o la parte del entorno socioeconómico o humano pertinente. *Radio de Acción (área de influencia): Los efectos pueden manifestarse en parte (angosto), medio (medio) o en toda (amplio) la zona de estudio e incluso, sobrepasar las fronteras físicas del sistema ambiental.*
3. Duración: el período de tiempo durante el cual el impacto probablemente se experimentará. Un impacto sólo puede estar presente mientras una actividad está activa, o podría persistir mucho después de que la actividad haya cesado, en cuyo caso la duración puede considerarse como el tiempo que la VR necesita para recuperarse del efecto.
4. Probabilidad: la frecuencia esperada o la probabilidad de ocurrencia de un impacto potencial.
5. Gravedad - Función de (Magnitud, Extensión Espacial, Duración)
6. Importancia - Función de (Gravedad, Probabilidad)
7. Significado Ajustado RV - Función de (Categoría RV, Significación)

##### 5.5.5.2 Descripción de Criterios

Cada impacto potencial se evaluó aplicando descriptores a cada uno de los criterios anteriores, basados en una evaluación cualitativa o, en la medida de lo posible, cuantitativa, como se indica a continuación.

La cifra más alta se asigna a un impacto cuando hay incertidumbre sobre los criterios, a fin de reducir la posibilidad de subestimar un impacto (es decir, se aplica el principio de precaución), minimizando así el riesgo (Crowfoot *et al.*1990).

#### 5.5.5.2.1 Magnitud

A la Magnitud del impacto se le asigna una de las siguientes categorías:

NR	(0)	ninguna parte de la RV se ve afectada
Muy baja	(1)	proporción muy pequeña de la VR se ve afectada / sin lesiones o efecto de salud
Baja	(2)	pequeña proporción de la VR se ve afectada / lesiones menores o efecto de salud
Moderada	(3)	proporción moderada de la VR se ve afectada / lesión moderada o efecto de salud
Alta	(4)	gran proporción de la VR se ve afectada / lesiones graves o efecto de salud
Muy Alto	(5)	proporción muy grande o toda la VR se ve afectada / efecto letal

La magnitud se puede describir como positiva, si la actividad tiene un efecto beneficioso en el receptor, o la magnitud se puede describir como negativa, si la actividad tiene un efecto negativo en el receptor, como se indica mediante un signo menos (-).

#### 5.5.5.2.2 Alcance

La extensión espacial del impacto se asigna a una de las siguientes categorías:

NR	(0)	sin efecto
Muy bajo	(1)	impacto a escala local en el área inmediata de la actividad (ISBL)
Bajo	(2)	impacto local en el área de estudio (dentro de la zona de amortiguación)
Moderado	(3)	impacto a escala regional (manifiesta más allá del Sistema Ambiental del proyecto)
Alto	(4)	impacto a escala nacional
Muy alto	(5)	Impacto a escala mundial

#### 5.5.5.2.3 Duración

La duración del impacto se describe mediante una de las siguientes categorías:

Nil	(0)	sin efecto
-----	-----	------------

Muy bajo	(1)	menos de un año
Bajo	(2)	de uno a cinco años
Moderado	(3)	de cinco a diez años
Alto	(4)	mayor que diez años
Muy Alto	(5)	irreversible

#### 5.5.5.2.4 Probabilidad

La probabilidad de impacto se describe en una de las siguientes categorías (basadas en las directrices del CCPS, AIChE, 1992):

Muy bajo (1) Probabilidad de efectos que ocurren menos de 0.02 eventos / año (no se espera que ocurra no durante la vida útil de la instalación), como eventos de accidentes importantes

Bajo (2) Efecto poco ocasional: El efecto puede ocurrir incidentalmente en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente, y existen medidas para evitar que la interacción suceda; ocurre una sola vez. Se espera que ocurra no más de una vez durante el del proyecto.

Moderado (3) Efecto ocasional: El efecto se produce de vez en cuando (incidentalmente) en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente. Se espera varias veces durante la vida útil de la instalación.

Alto (4) Efecto temporal: El efecto se produce de forma intermitente y frecuente. Se espera que ocurra una o más por año.

Muy Alto (5) Efecto permanente: El efecto se produce de forma continua. Se espera que ocurra prácticamente todo el tiempo durante una etapa del proyecto.

A medida que se evalúan los impactos del proyecto en el Medio Ambiente por separado para eventos rutinarios (durante la preparación del sitio, la construcción por un lado y las operaciones por el otro) y eventos no rutinarios (durante todas las fases), la probabilidad de impacto de eventos rutinarios en todos los casos será muy altos (5), ya que se trata de eventos estándar, normales y regulares (mitigables).

#### 5.5.5.2.5 Importancia relativa de los criterios

La importancia relativa de cada uno de los criterios 4, como se ilustra en la *Tabla V-9*, se evalúa en una escala de cero a cinco, y se expresa de la siguiente manera: Nil (N), Muy bajo (VL), Bajo (L), Moderado (M), Alto (H) y Muy Alto (VH).

**Tabla V - 9. Indices de Impactos**

INDICE DE IMPACTOS BÁSICOS	N	VL	L	M	H	VH
Magnitud (+ / -)	0	1	2	3	4	5
Extensión espacial	0	1	2	3	4	5
Duración	0	1	2	3	4	5
Probabilidad	0	1	2	3	4	5

Los criterios antes mencionados, se analizan para cada uno de los Impactos Ambientales identificados, para cada una de actividades del proyecto, y son sintetizados, la permitirá integrar la información para ser procesada dentro de la matriz general de Impacto Ambiental.

#### 5.5.5.2.6 Cálculo y calificación de impactos. Severidad.

La gravedad se define como la función de Alcance, Duración y Magnitud. O en la Fórmula;

$$\text{Severidad} = \text{Alcance} \times \text{Duración} \times \text{Magnitud.}$$

Esto resulta en un impacto positivo o negativo, dependiendo de si el impacto es benéfico (número positivo) o adverso (número negativo).

Cuando se analiza y se compara con las descripciones de gravedad de los criterios generales de orientación de gravedad de la *Sección 5.5.3.2 Criterios Generales Guía de Severidad*, se creó la siguiente agrupación de gravedad:

**Tabla V - 10. Niveles de Gravedad**

Nivel de gravedad	Equivalente numérico
Insignificante	1-6
Menor	7-12
Moderado	13-18
Mayor	≥19

### 5.5.5.3 Cálculo de la importancia del impacto

Se aplicó una matriz que combinaba la probabilidad y la gravedad para evaluar y clasificar la importancia de los impactos potenciales como Baja, o Alta, sin tener en cuenta la categoría de receptores valiosos. La matriz permite identificar y centrarse en cuestiones ambientales y sociales significativas.

**Tabla V - 11. Matriz de evaluación de riesgos de impacto sin categoría de Realidad Virtual para Importancia (basada en Canter, 1996)**

		SEVERIDAD				
		Nulo	Insignificante	Menor	Moderada	Mayor
PROBABILIDAD	Muy Alta	Nula	Baja	Moderada	Alta	Alta
	Alta	Nula	Baja	Moderada	Moderada	Alta
	Moderada	Nula	Baja	Baja	Moderada	Alta
	Baja	Nula	Baja	Baja	Moderada	Alta
	Muy Baja	Nula	Baja	Baja	Moderada	Moderada
	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula

La importancia final de cada impacto potencial dependerá del ajuste para la importancia de la categoría específica de REALIDAD Virtual.

### 5.5.6 Importancia de impacto con categorización de realidad virtual (importancia de impacto ajustada)

La importancia de impacto ajustada (AIS) es el resultado de la combinación del índice importancia de impacto y la categorización de VR, como se muestra en la *Tabla V-12*, donde la importancia de impacto puede dar lugar a una de las siguientes clases:

- Insignificante (IN),
- Menor (MI),
- Moderado (MO)
- Mayor (MA).

Tabla V - 12. RV Importancia de impacto ajustada

Valor del Receptor	Significación de Impacto		
	Baja	Moderada	Alta
Baja	IN	MI	MO
Medio	MI	MO	MA
Alto	MI	MO	MA

Los impactos ajustados de VR clasificados como Moderados (MO), o Mayores (MA) se considera que requieren Medidas de Mitigación para eliminar el impacto o cuando esto no sea posible, reducir su clasificación a Menor o Insignificante. Estas medidas de mitigación se establecen en el Capítulo VI.

### 5.6 Impactos potenciales previstos del proyecto en la fase de preparación construcción

En las secciones siguientes se revisa cada uno de los VRS potencialmente afectados y se analizan los impactos predichos que pueden resultar de los aspectos del proyecto ambiental y social.

Las actividades de construcción para el proyecto propuesto se describen en el Capítulo II. Se espera que la fase de preparación y construcción se extienda por un período total de 48 meses. La duración de cada aspecto normalmente será diferente.

Las actividades de preparación del sitio, como la clasificación general del sitio, la construcción de caminos de acceso, las excavaciones, los cimientos Se espera que la duración sea inferior a un año y, por lo tanto, se clasifique como Muy bajo. Mientras que, las demás actividades de construcción Se espera que la duración sea de más de un año, pero menos de 5 años, y por consiguiente clasificada como *Baja*.

Tabla V - 13. Duración de Actividades Generales

Actividad	Duración
Preparación	Muy bajo
Construcción	Bajo

Tabla V - 14. Actividades de preparación y construcción

Preparación del Sitio y Construcción	Contratación y Subcontratación
	Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras
	Desarrollo de Caminos Internos.
	Construcción e Instalación de Plantas.
	Generación de Energía Temporal
	Transporte de Materiales y Equipos (de Construcción)

La *Tabla V-15* a continuación describe los impactos que se espera que se asocien a las actividades de preparación y construcción del Proyecto:

Tabla V - 15. Generación de impactos y actividades de preparación y construcción

		ACTIVIDADES DEL PROYECTO	IMPACTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL
AIRE	CALIDAD DEL AIRE	- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras	Incremento de las emisiones CO, NOx SOx a la atmósfera a causa del aumento vehicular, maquinaria y equipos.
		- Desarrollo de Caminos Internos. - Construcción e Instalación de Plantas. - Generación de Energía Temporal - Transporte de Materiales y Equipos (de Construcción)	Incremento de las emisiones polvos fugitivos (PM10) a la atmósfera a causa del aumento vehicular y limpieza y clasificación de sitios, excavación de suelos y movimiento de tierras.
TIERRA	CALIDAD DEL SUELO	- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras - Desarrollo de Caminos Internos.	Modificación de la capacidad de infiltración del suelo por los cimientos de las estructuras y compactación del suelo en general. Reducción de la superficie de infiltración por cimentación de estructuras.

		- Construcción e Instalación de Plantas.	Erosión. Se realizarán actividades de nivelación y compactación. Todo ello ocasionará la pérdida de las propiedades originales del suelo, pérdida de la capa superficial del suelo a consecuencia de la remoción de éste y la vegetación, dentro de los terrenos que ocupará la Planta.
			Generación de residuos: - Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (basura, alimentos, reciclables). - Manejo Especial de la Gestión de Residuos (pintura, contenedores, bolsas de cemento, chatarra, etc.) - Gestión de Residuos Peligrosos (cualquier residuo con una característica CRETIB)
	PAISAJE	- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras - Desarrollo de Caminos Internos.	Cambio en el escenario debido a la presencia de vehículos, maquinaria y estructuras y, potencialmente, a los residuos producidos. Además de los cambios debidos a la nivelación y la limpieza.
	DRENAJE	- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras - Desarrollo de Caminos Internos. - Construcción e Instalación de Plantas.	Cambios en los patrones de drenaje debido a la limpieza, clasificación, excavación, cimientos y caminos, etc.
AGUA	AGUA SUBTERRÁNEA	- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras - Construcción e Instalación de Plantas.	Modificación de la capacidad de infiltración del suelo por los cimientos de las estructuras y compactación del suelo en general. Reducción de la superficie de infiltración por cimentación de estructuras.
			Generación de residuos sólidos; peligrosos municipales y especiales.
			Generación de aguas residuales sanitarias.
ECOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD	FLORA	- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras - Desarrollo de Caminos Internos. - Construcción e Instalación de Plantas.	Pérdida de vegetación y biodiversidad debido al movimiento de tierras, el desmonte de la vegetación y la remoción del suelo.

	FAUNA	- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras - Desarrollo de Caminos Internos. - Construcción e Instalación de Plantas.	Cambio potencial en el hábitat debido al cambio contemplado en el uso de la tierra y el cambio en la vegetación.
	DESARROLLO ECONÓMICO	-Contratación y Subcontratación	Adjudicación de contratos a empresas locales. Potencial aumento de la demanda de servicios (es decir, alojamiento, vivienda, restaurante, entretenimiento, compras, deportes) durante la construcción debido a empleados de fuera de la región.
	EMPLEO	-Contratación y Subcontratación	Generación de empleo directo e indirecto. El desarrollo del proyecto significará la oportunidad de ofrecer empleo a gran cantidad de trabajadores (con pico cercano a los 3000 trabajadores por mes), por un periodo extendido.
	TRÁFICO	- Transporte de Materiales y Equipos (de Construcción)	La transportación de maquinaria y equipo hacia el predio del proyecto aumentar los movimientos del tráfico en los caminos.
SEGURIDAD Y SALUD	PERSONAL	- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras - Construcción e Instalación de Plantas.	La generación de emisiones de polvo (PM10) y ruido puede tener un efecto negativo en la salud general de los trabajadores.

En los párrafos siguientes se analizan los principales impactos que pueden producirse durante la fase de preparación y construcción del proyecto propuesto.

### 5.6.1 Aire

#### 5.6.1.1 Calidad del Aire

**Tabla V - 16 Impacto en la Calidad del Aire**

IMPACTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Incremento de las emisiones CO, NOx Sox, y CO <sub>2</sub> a la atmósfera.	2	2	-1	-4	5	-20	3	-60	ME
Incremento de las emisiones polvos fugitivos (PM10) a la atmósfera.	2	1	-2	-4	5	-20	3	-60	ME

El polvo y las emisiones gaseosas pueden afectar negativamente a la calidad del aire y potencialmente causar molestias ambientales a las áreas circundantes. Se espera que las actividades de construcción que se llevarán a cabo in situ den lugar a cantidades considerables de emisiones gaseosas. Los impactos de las actividades de construcción en la calidad del aire son motivo de preocupación principalmente en seco períodos debido a las condiciones de formación y el enredo de partículas de polvo. Las principales fuentes de emisión durante el período de construcción son el movimiento de equipos en el sitio y el polvo emitido durante la nivelación, nivelación, movimientos de tierra, obras de cimentación y otras actividades relacionadas con la construcción.

Los contaminantes de la posible preocupación (COPC) durante la fase de construcción pueden incluir: NOx, SOx, CO y materia particulada. Los impactos en la calidad del aire en el área del proyecto podrían ser el resultado de todos los impactos/actividades ambientales enumerados en la tabla anterior para las actividades de construcción, excepto para la dotación de personal, la subcontratación; la compra/alquiler de herramientas y equipos y servicios.

- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras
- Desarrollo de Caminos Internos.
- Construcción e Instalación de Plantas.
- Generación de Energía Temporal
- Transporte de Materiales y Equipos (de Construcción)

#### 5.6.1.1.1 Polvo y partículas

Durante la fase de construcción del proyecto propuesto se generará polvo fugitivo y partículas. El Polvo emitido durante la preparación y las actividades de construcción depende en el polvo generado durante las actividades de la construcción puede extenderse a las zonas cercanas . La composición del polvo en este tipo de operación es, sin embargo, inorgánica y no tóxica en la naturaleza.

La generación de polvo puede conducir a una reducción muy localizada y temporal de la calidad del aire, que se considera que puede afectar a los trabajadores en el lugar y algunos receptores

fuera del sitio, como los usuarios de carreteras adyacentes. Los siguientes son los principales impactos potenciales que se espera que resulten de la generación de polvo:

1. molestias y perturbaciones;
2. pérdida de servicios visuales a través de la deposición;
3. afecta a la salud de los trabajadores in situ (es decir, aumento de alergias, estrés respiratorio);
4. impacto en los automóviles y vehículos en el lugar donde se deposita polvo disminuyendo la visibilidad;

Según la Agencia de Medio Ambiente del Reino Unido, las partículas grandes responsables del polvo molesto probablemente se depositan a menos de 100 m de la fuente, mientras que las partículas más pequeñas pueden viajar hasta 1 km (Agencia de Medio Ambiente del Reino Unido, 2004). Por lo tanto, es probable que la mayor parte del polvo generado se deposite dentro del área del proyecto debido a las obras de construcción del proyecto. Sin embargo, también puede haber algo de polvo adicional depositado fuera del sitio durante el transporte de materiales y equipos en caso de movimiento de vehículos todoterreno, si lo hubiera.

Las emisiones de polvo fugitivo y partículas dependerán potencialmente de la velocidad y dirección del viento y persistirán mientras la construcción esté en curso. Cabe mencionar que se espera que los niveles de PM10 aumenten marginal y temporalmente durante esta fase del proyecto.

*Las medidas para prevenir y/o mitigar los posibles impactos incluyen la emisión y el uso de EPP (Máscaras de Polvo) y la pulverización de agua del suelo (aspersión de agua en carreteras y sitios de construcción) durante la realización de actividades que niveles de polvo durante condiciones climáticas específicas. Proporcionar también suficiente vegetación, etc. ayudará a reducir cualquier impacto como se describe en el Capítulo VI.*

#### 5.6.1.1.2 Emisiones gaseosas

Otro factor de reducción de la calidad del aire serán las emisiones procedentes del escape del vehículo durante la limpieza y nivelación del sitio, el transporte de material y equipo y debido al uso del equipo durante la construcción. Estas emisiones incluyen:

1. Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>): la cantidad de SO<sub>2</sub> en los gases de escape depende directamente del contenido de azufre del combustible usado.
2. Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>): Las emisiones de NO<sub>x</sub> de los equipos/actividades del contratista contribuyen a la contaminación en forma de lluvia ácida, alteraciones de la capa de ozono y posibles problemas de salud.
3. Óxido de carbono (CO): La liberación de monóxido de carbono (CO) se produce como resultado de la combustión incompleta de combustible en los motores.

Se espera que las emisiones de gases de escape se generen a partir de vehículos, maquinaria de obra y equipos pesados utilizados para las actividades de construcción. Los equipos pesados, como las excavadoras, producirán emisiones de escape de los motores diésel, lo que provocará un aumento temporal y muy marginal de las concentraciones de SO<sub>x</sub> y NO<sub>x</sub>.

Los gases de escape conducirán a una reducción localizada, temporal y marginal de la calidad del aire, que persistirá mientras la creación específica de escapes, en la construcción se están llevando a cabo actividades. Se considera que la reducción de la calidad del aire puede afectar a los trabajadores en los receptores in situ y fuera del sitio, como los usuarios de carreteras adyacentes.

Se espera que las emisiones de gases de escape del vehículo durante el transporte de equipos y materiales se produzcan a lo largo de la fase de construcción y se espera que su impacto afecte potencialmente a algunos receptores fuera del área del proyecto. Se espera que los niveles de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO aumenten temporalmente durante esta fase. En general, se espera que la importancia de los impactos de las diferentes actividades de construcción sea Moderada.

El impacto en la calidad del aire de las actividades sería temporal y se limitaría a la fase de construcción. El impacto se limitará dentro del límite del proyecto y se espera que sea insignificante fuera de los límites de la planta y la vecindad directa (muy local). En general, se espera que la importancia sin paliativos de los impactos de las diferentes actividades de construcción Menor.

El mantenimiento adecuado de los vehículos, son algunas de las medidas que mitigarían en gran medida los impactos durante la fase de construcción, tal como se describe en el Capítulo VI.

## 5.6.2 Tierra

## 5.6.2.1 Calidad del Suelo

Tabla V - 17. Impacto en la Calidad del Suelo

IMPACTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Modificación de la capacidad de infiltración del suelo	1	4	-1	-4	5	-20	2	-60	ME
Erosión.	1	2	-2	-4	5	-20	2	-40	ME
Generación de Residuos Sólidos	1	2	-1	-2	5	-10	2	-20	ME
Generación de aguas residuales sanitarias	1	2	-1	-2	5	-10	2	-20	ME

Las actividades de construcción pueden afectar a las características del suelo. Los impactos en el suelo y el uso del suelo pueden resultar de las siguientes actividades de construcción:

1. Despeje de la cubierta de exfoliación, si la hubiera, y el suelo superior
2. Clasificación general de sitios, construcción de caminos de acceso, excavaciones, cimientos de la Planta;
3. Instalación de unidades de proceso y sistemas principales de apoyo y estructuras civiles como edificios de oficinas;
4. Construcción de instalaciones logísticas (instalaciones de almacenamiento y carga).
5. Gestión de residuos
6. Uso de instalaciones temporales

Los impactos están relacionados con las actividades de construcción de la planta y las instalaciones. La excavación y el movimiento de maquinaria pesada en suelos superficiales sin pavimentar durante la preparación del sitio y la colocación de cimientos podrían causar una descomposición física de las partículas del suelo que podrían causar la desestabilización de la estructura del suelo. La rotura resultante de las partículas del suelo puede hacer que el suelo sea más susceptible a la erosión al exponer los materiales de grano más fino a la escorrentía de viento y agua de lluvia. Sin embargo, los contratistas instalarán zanjas temporales, cercas de sedimentos y trampas de hendiduras según sea necesario para controlar la erosión o el desplazamiento del suelo debido a las actividades de preparación del sitio.

La erosión del suelo puede llevar a una reducción de la productividad del suelo y también puede llevar a deslaves e inundaciones, afectando negativamente la integridad estructural de los edificios y carreteras. La cimentación se retirará el suelo por completo y se excavarán zanjas de tamaño y profundidad variable para realizar la cimentación y/o construcción de los distintos componentes de la Planta como son unidad de amoniaco, unidad de urea, unidad de granulación, oficinas administrativas, tanques de amoniaco, sistemas de enfriamiento, reservorio de agua, infraestructura interna, etc. Este Impacto será directo, muy local, con baja duración, baja magnitud negativa. Significación inmitigada: Menor.

Una disminución en la capacidad de infiltración puede hacer que la lluvia y las aguas pluviales se muevan cuesta abajo como escorrentía en terrenos inclinados o estanques en la superficie de los terrenos llanos, lo que puede causar una mayor erosión. Las diferentes construcciones que conformarán la Planta crearán una superficie impermeable que reducirá en parte la superficie de recarga del acuífero. Esto sería un impacto negativo muy local, de muy baja magnitud. Significación del impacto inmitigado: Menor.

Se requerirá un gran número de personal (hasta 2.500 máxima) para trabajar in situ durante la fase de construcción. La presencia de este gran número de trabajadores requerirá la construcción de instalaciones de servicio temporal que potencialmente podrían afectar la calidad del suelo causando su degradación en caso un manejo inadecuado de residuos y sustancias.

Estos impactos potenciales pueden crear residuos de equipos de construcción y residuos de instalaciones de saneamiento que pueden conducir, si no se gestionan adecuadamente, a causar un impacto negativo del suelo y el cambio de sus características mediante la introducción de coliformes y/o materia orgánica biodegradable. Otros desechos creados incluyen residuos sólidos de los municipios. Las fugas y derrames se discuten más a fondo en los impactos previstos del proyecto de la Sección 5.8 *Impactos previstos del proyecto debido a eventos no rutinarios*.

El Proyecto mantendrá una gestión de alto nivel para la gestión de artículos como residuos municipales, residuos especiales y peligrosos, y residuos sanitarios.

Se espera que los impactos de las actividades de construcción especificadas se limiten al sitio a lo largo de la fase de construcción. Debido a la baja magnitud de los impactos y la sensibilidad moderada del suelo como realidad virtual, además de que el impacto es muy local, la importancia de estos impactos en general se considera menor.

### 5.6.2.2 Paisaje

**Tabla V - 18. Impacto en el paisaje**

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Cambio en el escenario	2	2	-2	-8	5	-40	1	-40	ME

Las siguientes actividades de construcción y preparación del sitio pueden afectar al Paisaje:

- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras
- Desarrollo de Caminos Internos.

La construcción de la Planta puede tener un impacto negativo en el paisaje, ya que se introducirán elementos antinaturales observables en el terreno, en forma de maquinaria e infraestructura (pavimentada). El paisaje también se verá alterado por la eliminación (reubicación) del suelo y la vegetación.

Además, los residuos municipales que no han sido debidamente desechados podrían afectar el paisaje.

La afectación será de baja magnitud al paisaje. Lo anterior considerando que, si bien se introducirán elementos artificiales al paisaje, no se trata de un lugar de gran valor estético y existen pocos observadores cercanos.

Sera un Impacto directo, local, negativo, pero baja magnitud, muy probable. Significación Menor.

## 5.6.2.3 Drenaje

Tabla V - 19. Impacto en el Drenaje

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Cambios en los patrones de drenaje	2	2	-1	-4	5	-20	2	-40	ME

Las siguientes actividades de construcción y preparación del sitio pueden afectar el drenaje:

- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras
- Desarrollo de Caminos Internos.
- Construcción e Instalación de Plantas.

Aumentar el área de superficies impermeables disminuye la infiltración de la precipitación y aumenta la escorrentía. Cuando la escorrentía se produce en un suelo desnudo o con poca vegetación, se produce erosión. La escorrentía lleva consigo nutrientes, sustancias químicas y suelo, lo que reduce la productividad del suelo.

La construcción de la planta afectará el arroyo pequeño de tipo intermitente que existe en el predio. La afectación de estos arroyos pequeños no significará el deterioro de superficies importantes de vegetación natural ubicadas aguas abajo.

Este Impacto será directo, con magnitud negativa y muy bajo. Significación Menor.

## 5.6.3 Agua

No hay cuerpos de agua superficiales frescos presentes en las proximidades del área del proyecto, sólo existen arroyos intermitentes en época de lluvias, por lo tanto, en esta sección sólo se examinan los impactos sobre los recursos de aguas subterráneas.

## 5.6.3.1 Agua subterránea

Tabla V - 20. Impacto en el agua subterránea

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Modificación de la capacidad de infiltración del suelo	1	4	-1	-4	5	-20	3	-60	ME

Generación de residuos sólidos; peligrosos municipales y especiales.	1	2	-1	-2	5	-10	3	-30	ME
Generación de aguas residuales sanitarias.	1	2	-1	-2	5	-10	3	-30	ME

Las siguientes actividades pueden tener un impacto en la calidad de las aguas subterráneas en caso de una gestión inadecuada:

- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras
- Construcción e Instalación de Plantas.

Una disminución en la capacidad de infiltración puede hacer que la lluvia y las aguas pluviales se muevan cuesta abajo como escorrentía en terrenos inclinados o estanques en la superficie de los terrenos llanos, lo que puede causar una mayor erosión.

Las diferentes construcciones que conformarán la Planta crearán una superficie impermeable que reducirá en parte la superficie de recarga del acuífero. Será una afectación puntual y de baja magnitud, pues de la superficie del acuífero (1.457 km<sup>2</sup>), sólo se restará un 0.040% (0.59 km<sup>2</sup>), aunque será de manera permanente. No se espera controversia asociada a este impacto, pues la superficie por afectar es pequeña.

Cabe mencionar que la planta contará con drenaje pluvial, lo que ayudará a infiltrar agua al acuífero.

Será un impacto que alcance la calificación de Significación Menor y para el cuál, como ya se mencionó, se contemplan medidas para atenuar el impacto.

Los impactos en la calidad de las aguas subterráneas durante la fase de construcción pueden ser el resultado de derrames incidentales en lugares de mantenimiento in situ/talleres para equipos de construcción o fugas del sistema de recolección de aguas residuales para las instalaciones de saneamiento temporal.

El proyecto mantendrá una gestión de alto nivel para la gestión de residuos municipales, residuos especiales y peligrosos, y residuos sanitarios.

Esto sería un impacto negativo, de muy baja magnitud, baja duración. Significación Menor.

Se contratarán instalaciones de saneamiento temporales (tanques sépticos) para la eliminación de los residuos sanitarios generados por la fuerza de trabajo durante la construcción. Dado que la mayor parte de la fuerza de construcción se aloja localmente, la demanda de instalaciones de agua y saneamiento será pequeña y se considera manejable en el propio sitio.

Las aguas subterráneas en el área del proyecto se utilizan generalmente para beber y para irrigación. A pesar de la sensibilidad media de las aguas subterráneas, se espera que el impacto sea de naturaleza localizada (limitado al área del proyecto). En consecuencia, se espera que la importancia del impacto en el medio ambiente de aguas subterráneas sea menor con respecto a todos los aspectos del proyecto durante esta fase.

#### 5.6.4 Ecología Terrestre y Biodiversidad

##### 5.6.4.1 Flora and Fauna

**Tabla V - 21. Impacto en la flora y fauna**

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Pérdida de vegetación y biodiversidad	1	4	-3	-12	5	-60	1	-60	ME
Cambio potencial en el hábitat de fauna.	1	4	-1	-4	5	-20	2	-40	ME

El sitio del proyecto propuesto es en su mayoría tierra estéril con vegetación escasa. Una especie protegida se ha observado (La especie de la biznaga barril *Ferocactus haematacanthus*) que se encuentra sujeta a protección especial, en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La ecología terrestre y la biodiversidad pueden verse afectadas durante las actividades de construcción. Los impactos podrían resultar de las siguientes actividades del proyecto:

- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras.
- Desarrollo de Caminos Internos.
- Construcción e Instalación de Planta.

Las actividades de construcción darán lugar a la flora / vegetación y la pérdida de hábitat (la vegetación natural en la parcela se eliminará en gran medida con el fin de crear espacio para la construcción de las estructuras temporales y permanentes); esto se espera que ocurra a principios de inicio de la fase de construcción.

El desmonte para la construcción de la planta se ubicará en un área de 46 Ha. También requerirá una superficie adicional de 13 Ha para la instalación de patios de almacenamiento y oficinas temporales, y 12 Ha para la infraestructura dentro de las instalaciones y, potencialmente, 3 Ha para usar como relleno de la superficie permanente, temporal y de infraestructura. Esto significará la eliminación de un total de 74 Ha de matorral desértico micrófilo, principalmente. La magnitud del impacto será moderada, directa y con efectos a largo plazo. Sin mitigar, esto sería un impacto de Significación Menor.

La eliminación de la vegetación durante las actividades de reconocimiento podría conducir a la pérdida de biodiversidad en la zona, así como la vida silvestre que utilizaba esta vegetación para el hábitat. Este ocasionará un impacto indirecto, duración alta, magnitud baja pues lo que se retirará es matorral, previamente alterado. Al no existir varios estratos de vegetación, la diversidad de hábitats para la fauna es media. El impacto será directo y a largo plazo (incluyendo operación), pues el hábitat para la fauna será muy limitado dentro de la planta. No se espera que haya controversia, puesto que no es un lugar de especial valor para la conservación. Aun así, previo al despalme se realizarán labores de ahuyentamiento y de rescate de fauna silvestre. Impacto será de Significación Menor.

Como la presencia de fauna es extremadamente baja en la tierra, las emisiones de polvo o maquinaria no tendrán ningún impacto en ellos.

#### 5.6.5 Medio Ambiente Humano

Los valiosos receptores evaluados en el contexto de esta evaluación de impacto son Salud de la Población, Desarrollo Económico, Empleo y Tráfico. Los impactos podrían resultar de las siguientes actividades del proyecto:

- Contratación y Subcontratación.
- Transporte de Materiales y Equipos (de construcción)

### 5.6.5.1 Salud de la Población

#### Ruido durante la construcción

Durante la fase de construcción, habrá una serie de maquinaria y equipos pesados operando en el sitio para obras civiles. Sin embargo, esto no tiene impactos en la salud de la población, debido a la distancia de la zona poblada más cercana (aprox. 7 km), como se concluye a continuación.

Los valores orientatográficos de la OMS establecen que 30 dB constituye una perturbación del sueño (umbral más bajo para los efectos en la salud por ruido). Durante la fase de construcción, el nivel de ruido más o menos continuo no superará los 90 dB a 1 metro de la fuente. Fórmulas utilizadas para calcular el nivel de sonido<sup>5</sup>  $L$  en dB (nivel de presión sonora o nivel de intensidad sonora) en dependencia de la distancia  $r$  concluyen que en este caso el nivel de 30 dB se alcanza a una distancia de 1 km de la fuente. Como la población más cercana está a unos 7 km de distancia, no habrá ningún impacto por el ruido en la salud de la población.<sup>6</sup>

El ligero aumento de los niveles de emisión no afectará a la salud respiratoria. Según la Sección 5.6.1.1 *Calidad del Aire*, la importancia de este impacto será menor. La importancia menor del cambio en la calidad del aire, junto con la distancia de la población más cercana de aproximadamente 7km lleva a la conclusión de que el cambio en la calidad del aire no afectará la salud de la población. Se adjunta información más detallada en el *Anexo 13 - Informe de Dispersión de Emisiones al Aire*

Los resultados implican que si el sonido pudiera propagarse sin obstrucciones (lo que no es el caso para el área del proyecto debido a la barrera física), el valor de la línea guía para un dormitorio interior (30dB) se alcanza a 1000 metros de la fuente. Esto está dentro de los límites de la zona de riesgo y amortiguamiento.

### 5.6.5.2 Desarrollo Económico y Empleo

<sup>5</sup>Organización Mundial de la Salud, Directrices para el Ruido Comunitario: <https://www.who.int/docstore/peh/noise/Commnoise4.htm>

<sup>6</sup>Organización Mundial de la Salud, Directrices para el Ruido Comunitario: <https://www.who.int/docstore/peh/noise/Commnoise4.htm>

Tabla V - 22. Impacto en el desarrollo económico y el empleo

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Adjudicación de contratos a empresas locales.	3	2	3	18	5	90	3	270	MA
Aumento de la demanda de servicios	3	2	3	18	5	90	3	270	MO
Generación de empleo directo e indirecto.	3	2	3	18	5	90	3	270	MA

Las actividades económicas pueden verse afectadas durante la fase de construcción del proyecto. Habrá beneficios para la comunidad local.

1. utilizar hoteles, restaurantes, etc. para servicios de negocios y por el equipo de construcción;
2. la compra de herramientas, equipos y suministros necesarios para las actividades de construcción en el mercado local;
3. Personal
4. servicios y subcontratación de contratistas locales; Y
5. equipo de alquiler necesario para las actividades de construcción de proveedores locales.

La derrama económica que será causado por la contratación de gran cantidad de trabajadores (con pico cercano a los 3000 trabajadores directos), por un periodo extendido, además de los empleos indirectos que generará el desarrollo del proyecto (más o menos 16,250 trabajadores indirectos e inducido Corporación Financiera Internacional), dará lugar al aumento del gasto general en la región y potencialmente pueden provocar una mejora en la calidad de vida de la población del municipio.

Considerando sobre todo el número de empleos y el tiempo por el cual serán contratados, se considera como un impacto de magnitud moderada, de extensión regional, aunque de carácter temporal. Por las razones expuestas, el impacto quedó tipificado como Significación Mayor.

El trabajo adicional puede causar un aumento de la demanda de servicios médicos y sociales durante la construcción: posible demanda excesiva que resulta en una tensión en el sistema. No

es un impacto, dado que la Comarca Lagunera tiene servicios adecuados para 1.3 millones de personas.

### 5.6.5.3 Tráfico

**Tabla V - 23. Impacto en el Tráfico**

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
La transportación de maquinaria y equipo	3	2	-1	-6	5	-30	1	-30	IN

La entrega de material y equipo de construcción a las obras será por carretera que sea de suficiente calidad y capacidad para procesar todo el tráfico adicional esperado generado. El transporte de material y equipo a los sitios de construcción puede causar un aumento temporal del tráfico a lo largo de las carreteras.

"Por ocurrir esto más allá del área de influencia del proyecto, se considera un impacto de extensión regional, y considerando que no se generará un tránsito intenso, se considera de magnitud bajo y temporal, manifestándose en la etapa de construcción.

El impacto se califica como, directo, regional, magnitud muy baja; Significación Insignificante.

### 5.6.6 Seguridad y salud en el trabajo

#### 5.6.6.1 Fuerza laboral

**Tabla V - 24. Impacto en la fuerza laboral**

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
La generación de emisiones de polvo (PM10) y ruido.	1	2	-2	-4	5	-20	3	-60	ME

Las actividades de construcción del proyecto y preparación del sitio que podrían afectar a la fuerza de trabajo:

- Construcción e Instalación de la Planta.
- Limpieza y Clasificación de Sitios, Excavación de Suelos y Movimiento de Tierras

La PM10 puede afectar a los sistemas respiratorios cuando no es suficientemente controlada y cuando no se toman medidas de protección. El ruido (may be as high as 90 dB (A)) y la vibración son peligros potenciales para los receptores humanos cuando ocurren en niveles altos, o continúan durante mucho tiempo. Debido a las medidas de seguridad requeridas constantemente, como las máscaras y los equipos anti-ruido, los trabajadores no estarán en riesgo.

Esto será un impacto a corto plazo, de baja magnitud negativa. Significación de impacto no mitigado: Menor.

### 5.6.7 Resumen de los posibles impactos durante la construcción

En la *Tabla V-25* se presenta una evaluación de los posibles impactos durante la fase de construcción que se examina en esta sección. En el Capítulo VI se identifican y presentan medidas de mitigación para reducir los impactos leves, moderados y importantes.

**Tabla V - 25. Visión general de los posibles impactos durante la fase de preparación y construcción del sitio**

Comp.	Receptor Valorado	Valor del Receptor	ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Significado Ajustado
AIRE	Calidad del Aire	Alto	Incremento de las emisiones CO, NOx Sox, y CO2 a la atmósfera.	MENOR
			Incremento de las emisiones polvos fugitivos (PM10) a la atmósfera.	MENOR
TIERRA	Calidad de Suelo	Moderado	Modificación de la capacidad de infiltración del suelo	MENOR
			Erosion.	MENOR
			Generación de Residuos Sólidos Municipales	MENOR
			Generación especial de residuos	MENOR
			Generación de residuos peligrosos	MENOR
	Generación de aguas residuales sanitarias	MENOR		
	Paisaje	Bajo	Cambio en el escenario	MENOR
Drenaje	Moderado	Cambios en los patrones de drenaje	MENOR	
AGUA	Agua Subterránea	Alto	Modificación de la capacidad de infiltración del suelo	MENOR

			Generación de residuos sólidos; peligrosos municipales y especiales.	MENOR
			Generación de aguas residuales sanitarias.	MENOR
ECOLOGIA & BIODIVERSIDAD	Flora	Bajo	Pérdida de vegetación y biodiversidad	MENOR
	Fauna	Moderado	Cambio potencial en el hábitat de fauna.	MENOR
AMBIENTE HUMANO	Desarrollo Económico	Alto	Adjudicación de contratos a empresas locales.	MAYOR
			Aumento de la demanda de servicios	MODERADO
	Empleo	Alto	Generación de empleo directo e indirecto.	MAYOR
	Tráfico	Bajo	La transportación de maquinaria y equipo	INSIGNIFICADO
SEGURIDAD	Personal	Alto	La generación de emisiones de polvo (PM10) y ruido.	MENOR

## 5.7 Impactos previstos del proyecto durante la fase operativa

La fase de operación del proyecto propuesto se detalla en el Capítulo II.

Las siguientes actividades de operación se han considerado relevantes para esta MIA:

**Tabla V - 26. Actividades de operación**

Operaciones	Contratación y Subcontratación
	Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)
	Transporte de Producto Final
	Vivero y Reforestación

Los párrafos siguientes se organizan de acuerdo con el Receptor Valorado (RVs) y enumeran los principales aspectos/actividades que pueden afectar a cada receptor valioso durante la fase de operación del proyecto propuesto.

**Tabla V - 27. Generación de impactos y actividades de operación**

		ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL
AIRE	CALIDAD DEL AIRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)</li> <li>- Transporte de Producto Final</li> </ul>	Entrando en operación el proyecto, habrá una emisión constante de gases producto de la operación de la planta. Se producirán óxidos de nitrógeno (NOx) y amoníaco (NH3) ,y polvo de urea (PM10), a una concentración estimada de 106 kg/h de NOX, 35.23 kg/h de NH3 y 36 kg/h polvo de urea.
			Emisiones fugitivas. Emisiones de gases o vapores (NG, CO, H2, NH3) de equipos presurizados debido a fugas comunes y otras liberaciones de gases no deseadas o irregulares.
	CLIMA GLOBAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)</li> <li>- Transporte de Producto Final</li> </ul>	El impacto neto de la Generación de las emisiones de CO2 a causa del aumento vehicular, la maquinaria y la planta y el uso de fertilizantes.

CALIDAD DEL SUELO		<p>Generación de residuos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (basura, alimentos, reciclables).</li> <li>- Manejo Especial de la Gestión de Residuos (pintura, contenedores, bolsas de cemento, chatarra, etc.)</li> <li>- Gestión de Residuos Peligrosos (cualquier residuo con una característica CRETIB)</li> </ul>
		Generación de aguas residuales sanitarias utilizadas por trabajadores.
		Desarrollo de Vivero y Reforestación
PAISAJE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)</li> <li>- Vivero y Reforestación</li> </ul>	La Vista de la Instalación
AGUA SUBTERRÁNEA		Aumento del consumo de agua (aguas residuales recuperadas).
		Presencia de aguas residuales provenientes de la facilidad.
		<p>Generación de residuos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Residuos Sólidos Urbanos (basura, alimentos, reciclables).</li> <li>- Residuos Especial (pintura, contenedores, bolsas de cemento, chatarra, etc.)</li> <li>- Residuos Peligrosos (cualquier residuo con una característica CRETIB).</li> </ul>
		Generación de aguas residuales sanitarias utilizadas por trabajadores.
	Desarrollo de Vivero y Reforestación	
FLORA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)</li> <li>- Vivero y Reforestación</li> <li>- Transporte de Producto Final</li> </ul>	Desarrollo de Vivero y Reforestación
FAUNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)</li> <li>- Vivero y Reforestación</li> <li>- Transporte de Producto Final</li> </ul>	Desarrollo de Vivero y Reforestación

AMBIENTE HUMANO	DESARROLLO ECONÓMICO	- Contratación y Subcontratación - Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha) - Transporte de Producto Final	Principal beneficio y finalidad del Proyecto es surtir a la industria agricultura de la materia prima para productividad. Adjudicación de contratos a empresas locales. Potencial aumento de la demanda de servicios (es decir, alojamiento, vivienda, restaurante, entretenimiento, compras, deportes) durante la Operación debido a la creación de empleos bien remunerados
	EMPLEO	- Contratación y Subcontratación - Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha) - Transporte de Producto Final	Generación de empleo directo e indirecto de calidad a largo plazo.
	TRÁFICO	-Transporte del producto final.	Aumento del tráfico hacia y desde el sitio.
SEGURIDAD Y SALUD	PERSONAL	- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha) - Transporte de Producto Final	La generación de emisiones de polvo (PM10) y ruido puede tener un efecto negativo en la salud general de los trabajadores.

### 5.7.1 Aire

#### 5.7.1.1 Calidad del aire

**Tabla V - 28. Impacto en la Calidad del Aire**

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Emisión constante de gases producto de la operación	2	4	-1	-8	5	-40	3	-120	MO
Emisiones fugitivas.	1	4	-1	-4	5	-20	3	-60	ME

De acuerdo con los valores de rendimiento contratados, los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), el amoníaco (NH<sub>3</sub>) y las partículas (PM10) se identificaron como contaminantes de la posible preocupación (COPC). Los impactos que afectan a la calidad del aire en el área del proyecto podrían ser el resultado de las siguientes actividades del proyecto:

- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha).
- Transporte de Producto Final

Se ha llevado a cabo un estudio de modelado de dispersión del aire en estado estacionario que estima los niveles previstos de PM10 durante las operaciones normales en las proximidades del sitio. Además, los resultados del modelo de aire indicaron que la contribución de la planta propuesta de PM10 a la concentración global será casi insignificante (menos del 1% de contribución a la concentración de fondo existente).

La calidad del aire también se reducirá por las emisiones gaseosas de la operación de la planta propuesta y de forma similar durante la fase de ensayo y puesta en marcha y el transporte de productos y materiales por camiones.

Antes de la puesta en marcha de las unidades, una vez finalizada la construcción, se llevarán a cabo una serie de operaciones de puesta en marcha como limpieza y pruebas hidrostáticas de tuberías, buques, etc., puesta en marcha de equipos mecánicos y rotativos, etc.

Las principales emisiones gaseosas de preocupación incluirán

#### Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)

NO<sub>x</sub> es una mezcla de óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Puede afectar a la salud humana y al medio ambiente. En particular, los altos niveles de NO<sub>2</sub> pueden dañar el sistema respiratorio humano y aumentar la susceptibilidad y la gravedad de las infecciones respiratorias y el asma de una persona. El NO<sub>2</sub> reacciona con oxígeno (O<sub>2</sub>) para formar NO y Ozono (O<sub>3</sub>). Al igual que con NO, O<sub>3</sub> cuando se encuentra en la atmósfera inferior es perjudicial para la salud humana produciendo efectos similares en el sistema respiratorio.

#### Amoníaco (NH<sub>3</sub>)

El amoníaco es una sustancia potencialmente peligrosa, aunque se produce naturalmente como resultado de muchos procesos biológicos. Puede producir efectos

agudos en humanos y animales. El amoníaco tiene fuertes propiedades alcalinas e higroscópicas, que causan irritación o corrosión en superficies de tejido húmedo como los ojos, el sistema respiratorio y la piel.

Las emisiones de monóxido de carbono (CO) y SO<sub>2</sub>, que proviene del gas de la materia prima (el gas natural de menor calidad tiene un mayor nivel de azufre, el gas natural del proyecto se adhiere a las normas NAESB son descuidadas en la Etapa de Operación.

Los puntos de emisión se indican en *Anexo 40 – Puntos de Emisión*.

Además, y para comprender la distribución de las concentraciones de contaminantes atmosféricos que probablemente resulten en condiciones normales de funcionamiento, se produjo un modelo de dispersión de aire en estado estacionario. Este modelo está conectado en *Anexo 13 - Informe de Dispersión de Emisiones al Aire*. El modelo de dispersión de emisiones de aire se utilizó para abarcar los impactos acumulativos de las fuentes atribuidas a la planta propuesta a la línea de base de calidad del aire ambiente existente

El modelo es una herramienta valiosa para predecir el impacto del proyecto en el entorno circundante y los receptores sensibles. Los resultados del modelo pueden compararse con las normas nacionales y pertinentes internacionales de regulación de la calidad del aire a fin de garantizar tanto el cumplimiento como la protección de la salud humana y el medio ambiente.

Los resultados de la modelación para el área de estudio indican que las concentraciones máximas de COPC previstas en el suelo durante las operaciones normales estarán por debajo de los límites especificados tanto por los límites nacionales como por las directrices internacionales, a saber, IFC y México.

Los impactos de las emisiones gaseosas debido a las operaciones normales propuestas persistirán mientras la planta esté en funcionamiento, mientras que la duración de los impactos durante la etapa de prueba y puesta en marcha será limitada (menos de un año). Se espera que las tasas de emisión durante la fase de prueba y puesta en marcha sean superiores a las esperadas durante el funcionamiento normal. Sin embargo, los impactos durante las pruebas, puesta en marcha persistirán por un tiempo corto y limitado (duración muy baja), mientras que

se espera que los impactos durante la operación de la planta persistan durante la vida útil del proyecto.

Las emisiones de escape de los vehículos debidos al transporte del producto (*urea y amoníaco*), los trenes y los vehículos contribuirán a la reducción de la calidad del aire. Las emisiones gaseosas de camiones y otros vehículos conducirán a una reducción de la calidad del aire dentro del lugar de trabajo, así como fuera de los límites del proyecto.

Las emisiones serán permanentes durante toda la vida útil de la planta e irán más allá de los límites de la planta, pero seguirán siendo locales. Por lo tanto, la afectación será de extensión local, a medida que aumenta la distancia al sitio de emisión, disminuyen las concentraciones de contaminantes.

Significación de impacto no mitigado: Moderado.

Emisiones de gases o vapores (NG, CO, H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) de equipos presurizados podría escapar debido a fugas comunes y otras liberaciones de gases no deseadas o irregulares. Además del costo económico de los productos perdidos, las emisiones fugitivas contribuyen a la contaminación del aire. La potencial fuga de fugitivos no mitigados puede disminuir la calidad del aire.

Este impacto es directo y reversible, es muy local, de muy baja magnitud. Significación de impacto no mitigado: Menor.

#### 5.7.1.2 *Clima Global*

**Tabla V - 29. Impacto en la clima global**

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Generación de las emisiones de CO <sub>2</sub>	5	4	1	20	5	100	3	300	MA

El dióxido de carbono es un gas de efecto invernadero (GEI) y las emisiones de dióxido de carbono, aunque no son directamente perjudiciales para la salud humana, contribuyen al calentamiento global y al cambio climático. El dióxido de carbono se generará y emitirá tanto

directamente (emisión de reforma) como indirectamente (el proceso de CO<sub>2</sub> se suministrará a una empresa de gas industrial para uso industrial y en la industria de alimentos y bebidas) durante las diferentes fases del Complejo propuesto (por *ejemplo*. pruebas y operación).

La emisión real de CO<sub>2</sub> esperada resultante de las operaciones es de aproximadamente 387.000 toneladas anuales, lo que representa aproximadamente el 0,087% de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> de México notificadas en 2015 por la Agencia Internacional de la Energía.<sup>7</sup>

Los fertilizantes desempeñan dos papeles esenciales en la lucha contra el cambio climático y la producción y el uso de la urea tiene, por lo tanto, un impacto positivo y a largo plazo en la calidad climática global.

En primer lugar, reducen la deforestación, ya que permiten una mayor productividad en tierras cultivables. Ayudan a mantener la integridad de los bosques del mundo, que son importantes sumideros de carbono. En el contexto del cambio climático, esto es crucial, ya que la deforestación y la pérdida de bosques, humedales y pastizales combinados representan alrededor del 10% de las emisiones mundiales de GEI, sin mencionar daños considerables al ecosistema. La intensificación de la productividad agrícola en tierras cultivables ya ha logrado preservar 1.000 millones de hectáreas de tierra entre 1961-2005.

En segundo lugar, también aumentan el potencial de secuestro de carbono de los suelos agrícolas al contribuir a su construcción de materia orgánica del suelo (SOM). Lo importante es que SOM facilita una mayor absorción de nutrientes por parte de las plantas, y el aumento del crecimiento de las plantas absorbe más CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Los suelos merecen una atención especial: pueden almacenar hasta 50-300 toneladas de carbono por hectárea, lo que equivale a 180-1100 toneladas de CO<sub>2</sub>. El 89% del potencial de mitigación futuro de la agricultura se basa en el secuestro de carbono del suelo. El secuestro de carbono en suelos cultivados puede aumentarse añadiendo nutrientes a la producción de biomasa, así como por reducir la labranza, y utilizando cultivos de cobertura. Con el fin de maximizar el secuestro de carbono en la materia orgánica del suelo, el uso integrado de nutrientes vegetales disponibles para mejorar la producción de cultivos y biomasa es esencial.

---

<sup>7</sup>Las condonaciones de CO<sub>2</sub> en México (el último año medido publicado en 2015) es de 445 millones de toneladas métricas.

Fuente: <https://www.iea.org/countries/mexico/>

Al considerar las emisiones de GEI procedentes del uso de fertilizantes, la atención debe centrarse en las emisiones relativas de los cultivos agrícolas cultivados con la ayuda de fertilizantes. Las pérdidas cero no son un objetivo alcanzable dado que estamos tratando con procesos biológicos naturales.

Las emisiones de GEI relacionadas con la producción de fertilizantes representan aproximadamente el 1% de las emisiones globales totales de GEI. Esto puede considerarse una cantidad insignificante, teniendo en cuenta que el insumo agrícola mundial se reduciría en un 50% sin el uso de fertilizantes. Sin embargo, el Proyecto se compromete a contribuir a reducir aún más las emisiones de GEI relacionadas con la producción.

Los fertilizantes reducen la presión sobre los bosques y ayudan a evitar los cambios en el uso de la tierra al aumentar la productividad de la tierra cultivable disponible. Esto es crucial para la mitigación del cambio climático, ya que la deforestación y la conversión del uso de la tierra combinadas representan entre el 30 y el 50 % de las emisiones agrícolas y entre el 4 y el 14 % de las emisiones mundiales. Los fertilizantes aumentan la salud del suelo y la fertilidad del suelo reemplazando los nutrientes tomados por los cultivos cosechados o perdidos por fugas inevitables al medio ambiente; estimulan la actividad microbiana, mejoran la estructura del suelo y aumentan su capacidad de retención de agua e intercambio catiónico. Gracias a los avances en la productividad de los cultivos y a la fertilización eficiente, se han conservado alrededor de mil millones de hectáreas de tierra de la conversión al cultivo entre 1961 y 2005, lo que ha provocado un ahorro de emisiones de carbono de 317 a 590 Gt de CO<sub>2</sub>-eq de no convertir esa zona.<sup>89</sup>

Los fertilizantes también ayudan a construir sumideros de carbono en suelos agrícolas mejorando sus proporciones de carbono a nitrógeno (C: N) y maximizando su producción de biomasa, lo que resulta en mayores niveles de materia orgánica del suelo<sup>10</sup> (SOM) y el carbono orgánico del

---

<sup>8</sup>Vermeulen et al. 2012, basado en van der Werf et al. 2010 y Blaser y Robledo 2007 en CCFAS Big Facts: <https://ccafs.cgiar.org/bigfacts/#theme=mitigation&subtheme=indirect-emissions>

<sup>9</sup>Burney J.A., S.J. Davis, y D.B. Lobell (2010) Mitigación de gases de efecto invernadero por intensificación agrícola, Proc. Academia Nacional de Ciencias Físicas 107(26): 12052-12057.

<sup>10</sup>Los microorganismos del suelo deben mantener un equilibrio entre C y N para estar sanos: una aplicación de residuos de cultivos pobres en N, como la paja de cereales, requerirá que la materia orgánica del suelo vuelva a equilibrar sus proporciones C:N, lo que puede dar lugar a pérdidas de C en forma de emisiones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, el uso de residuos de leguminosas N-fixing o la suplementación de residuos n-

suelo (el elemento central de SOM). Esto también es muy significativo para la mitigación del cambio climático, ya que los suelos representan la mayor reserva terrestre de carbono: pueden almacenar hasta 50-300 toneladas de carbono por hectárea, lo que equivale a 180-1100 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea. Los suelos de tierras de cultivo, tierras de pastoreo y pastizales en todo el mundo pueden almacenar potencialmente entre 1.500 y 4.500 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> al año.<sup>11</sup>

Según el IPCC, esto representa el 89% del potencial de mitigación futuro de la agricultura, y el 70% de este potencial se realiza en países de ingresos bajos y medianos. Otro estudio estima además que las prácticas agrícolas que reducen los GEI y el aumento del SOC podrían reducir las emisiones mundiales en 1.500 a 1.600 toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> al año.<sup>1213</sup>

El efecto neto de la producción y uso de urea en el balance global de CO<sub>2</sub> es positivo. Este es un impacto acumulativo indirecto, que tiene un alcance muy alto en relación con el clima global. Este es un gran impacto positivo. Significación de impacto: Mayor.

## 5.7.2 Tierra

### 5.7.2.1 Calidad del Suelo

**Tabla V - 30. Impacto en la Calidad del Suelo**

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Generación de residuos	1	4	-1	-4	5	-20	2	-40	ME
Generación de aguas residuales sanitarias	1	4	-1	-4	5	-20	2	-40	ME
Vivero y Reforestación	1	4	1	4	5	20	2	60	ME

pobres con fertilizantes N puede ayudar a lograr un mejor equilibrio C:N en los suelos y así aumentar el secuestro de carbono del suelo.

<sup>11</sup>2007

<sup>12</sup>2007

<sup>13</sup>Smith P, Martino D, Cai Z, Gwary D, Janzen H, Kumar P, McCarl B, Ogle S, O'Mara F, Rice C, Scholes B, Sirotenko O, Howden M, McAllister T, Pan G, Romanenkov V, Schneider U, Towprayoon S, Wattenbach M, Smith J. 2008. Mitigación de gases de efecto invernadero en la agricultura. *Transacciones filosóficas de la Royal Society B: Ciencias Biológicas* 363:789 – 813 (Disponible en <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/363/1492/789.full>)

Durante la fase de operación, los impactos en el suelo podrían resultar de los siguientes aspectos ambientales:

- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)
- Vivero y Reforestación

El principal impacto durante las operaciones en la calidad del suelo es la creación de residuos y el impacto relacionado de fugas y derrames (como se explica en el Sección 5.8.2 *Tierra*).

El uso de equipos y maquinaria in situ para las actividades de operación de la planta propuesta o la fuga de material en los lugares de almacenamiento, así como el uso de vehículos para el transporte de productos y materiales creará la necesidad de uso y almacenamiento de combustible/aceite/lubricante.

Además, los desechos de efluentes pueden causar un impacto similar. Sin embargo, no hay eliminación de efluentes sin tratados ni aguas residuales en tierra. Los desechos peligrosos generados durante la operación del proyecto serán transportados a un sitio autorizado de Instalaciones de Tratamiento, Almacenamiento y Eliminación (TSDF). Las áreas de almacenamiento serán impermeables al agua y se diseñarán para evitar la penetración de lixiviados.

El impacto en el medio ambiente terrestre durante la fase operativa se minimizará debido a un sistema integral de gestión y eliminación de residuos sólidos.

Prevenir y gestionar la posible contaminación del suelo, la infestación de insectos y roedores en caso de una mala gestión y eliminación de los residuos.

Impacto muy local, negativo, de muy baja magnitud. Significación inmitigada: Menor.

Habrà un impacto positivo en el paisaje existente debido a la planificación adecuada para el paisajismo, el desarrollo de carreteras con árboles de avenida y el desarrollo de cinturón verde (Vivero / Reforestación) alrededor del edificio del proyecto haciendo que el paisaje hermoso con cubierta verde exuberante. Este impacto será a largo plazo, muy local y sinérgico. Significación Menor.

## 5.7.2.2 Paisaje

Tabla V - 31. Impacto en el paisaje

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
La Vista de la Instalación	2	4	-1	-8	5	-40	1	-40	ME

El paisaje puede verse afectado por las siguientes actividades del proyecto;

- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)
- Vivero y Reforestación

La vista de la instalación (de gran altura) tendrá un efecto negativo antinatural en el paisaje. Naturalmente mitigado por el hecho de que el sitio está rodeado de colinas y montañas bajas.

También la falta de una adecuada gestión de los residuos municipales podría dar lugar a basura en el sitio que afectaría negativamente el paisaje.

Este impacto es directo, a largo plazo de muy baja magnitud negativa. Significación Menor.

Habrà un impacto positivo en el paisaje existente debido a la planificación adecuada para el paisajismo, el desarrollo de carreteras con árboles de avenida y el desarrollo de cinturón verde (Vivero / Reforestación) alrededor del edificio del proyecto haciendo que el paisaje hermoso con cubierta verde exuberante.

## 5.7.3 Agua

## 5.7.3.1 Agua subterránea

Tabla V - 32. Impacto en el agua subterránea

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Consumo de agua (tratamiento)	1	4	-1	-4	5	-20	3	-60	ME
Aguas Residuales	1	4	-1	-4	5	-20	3	-60	ME

Generación de residuos:	1	4	-1	-4	5	-20	3	-60	ME
Generación de aguas residuales sanitarias	1	4	-1	-4	5	-20	3	-60	ME
Vivero y Reforestación	1	4	1	4	5	20	3	60	ME

La calidad de las aguas subterráneas puede verse afectada durante la fase de operación de una manera similar a los impactos en el suelo. Los impactos podrían resultar del uso de maquinaria y equipos in situ para el funcionamiento de la planta o fugas de material en los lugares de almacenamiento. Las siguientes actividades del proyecto pueden afectar a las aguas subterráneas:

- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)
- Vivero y Reforestación

El principal impacto durante las operaciones en las aguas subterráneas es la creación de residuos y el impacto relacionado de fugas y derrames (como se explica en el Sección 5.8.3 *Agua*).

El uso de equipos y maquinaria in situ para las actividades de operación de la planta propuesta o la fuga de material en los lugares de almacenamiento, así como el uso de vehículos para el transporte de productos y materiales creará la necesidad de uso y almacenamiento de combustible/aceite/lubricante. El impacto en las aguas subterráneas puede ocurrir a través de la lixiviación de contaminantes nocivos después de las lluvias y el lavado de tierras. Los combustibles y lubricantes son en su mayoría contaminantes orgánicos biodegradables que si están presentes en las aguas subterráneas aumentarán los niveles de demanda bioquímica de oxígeno (BOD). El BOD es una medida de la calidad del agua y un indicador de la presencia de contaminantes orgánicos biodegradables.

Además, los desechos de efluentes pueden causar un impacto similar. Sin embargo, no habrá eliminación de efluentes o aguas residuales no tratadas en el suelo. Los desechos peligrosos generados durante la operación del proyecto serán transportados a un sitio autorizado de Instalaciones de Tratamiento, Almacenamiento y Eliminación (TSDF). Las áreas de

almacenamiento serán impermeables al agua y se diseñarán para evitar la penetración de lixiviados.

El impacto en el medio ambiente terrestre durante la fase operativa se minimizará debido a un sistema integral de gestión y eliminación de residuos sólidos. Alta probabilidad de ocurrencia por impacto muy local, de baja magnitud. Significación Menor.

Fertilizantes del Norte contratará para el suministro de agua recuperada a través de las autoridades locales de la instalación municipal de tratamiento de aguas residuales. El uso de aguas residuales de una fuente de terceros compensará el agua que de otro modo se extraería del acuífero. El proyecto no tendrá un impacto neto en el equilibrio hídrico de la región.

La planta es extremadamente eficiente en el agua mediante la optimización de los diseños de reutilización y refrigeración (la ingesta media anual de agua es máxima de sólo 360 m<sup>3</sup>/h, mientras que una capacidad de producción similar en condiciones climáticas similares requeriría casi 5 veces esta cantidad o aprox. 1.800 m<sup>3</sup>/h). Esta planta opera con una toma de agua similar a una planta en un clima frío, por ejemplo, la planta Agrium en Alaska necesitaría más de 400 m<sup>3</sup>/h. Fertilizantes del Norte utiliza un máximo de 2,5 m<sup>3</sup>/mt de producto terminado, en comparación con otras industrias:

- Minería:
  1. Cemento 3,3 m<sup>3</sup>/tonelada,
  2. Mezcla de mineral de acero de 4,21 m<sup>3</sup>/tonelada,
  3. Mineral de plata 2,7 m<sup>3</sup>/tonelada;
- Refinación:
  1. Gasolina aprox. 2,7 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>,
  2. Etanol aprox. 4m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>;
- Otros:
  1. Cerveza aprox. 7 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>,
  2. Fruta enlatada aprox. 3,5 m<sup>3</sup> / 1000 latas.

El impacto es de tipo acumulativo, pues se suma a la demanda de agua que existe en la región. Por lo tanto, este impacto quedó tipificado como de tipo Significación Menor.

Habr  un impacto positivo en el paisaje existente debido a la planificación adecuada para el paisajismo, el desarrollo de carreteras con árboles de avenida y el desarrollo de cinturones verdes (Vivero / Reforestación) alrededor del proyecto asegurando la mayor cantidad de un suelo vegetado saludable como sea posible, creando defensas naturales contra el drenaje inapropiado y la infiltración. Esto altamente será a largo plazo, muy local, sinérgico y probable. Significación Menor.

## 5.7.4 Ecología y Biodiversidad

### 5.7.4.1 Flora y Fauna

**Tabla V - 33. Impacto en la flora y fauna**

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Vivero y Reforestación (Flora)	1	4	3	12	5	60	1	60	ME
Vivero y Reforestación (Fauna)	1	4	1	4	5	20	2	40	ME

La ecología terrestre y la biodiversidad que rodean el sitio del proyecto pueden verse afectados durante la fase de operación de la planta. Los impactos podrían ser el resultado de los siguientes aspectos ambientales:

- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)
- Vivero y Reforestación

Como el sitio será cercado, no habrá impactos de luz y ruido en los animales (muy limitados) circundantes.

Dado que el sitio de la planta propuesto se encuentra dentro de un área que tiene un bajo valor de biodiversidad como se ilustra anteriormente en el Capítulo IV. La fauna no se verá afectada por las emisiones gaseosas de las plantas.

El vivero y la zona de reforestación servirán como santuario para algunas de las especies eliminadas durante la fase de preparación y construcción del sitio. Este impacto será a largo plazo, muy local, positivo y acumulativo. Significación del impacto: Menor.

## 5.7.5 Medio Ambiente Humano

### 5.7.5.1 Salud de la Población

Los receptores valorados de esta evaluación de impacto son Salud de la Población, Desarrollo Económico, Empleo y Tráfico. Los impactos podrían resultar de las siguientes actividades del proyecto:

- Contratación y Subcontratación
- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)
- Transporte de Producto Final

Durante la fase de operación, habrá una serie de maquinaria e instalaciones operando en el sitio. Sin embargo, esto no tiene impactos en la salud de la población, debido a la distancia de la zona poblada más cercana (aprox. 7 km), como se concluyó anteriormente en la Sección 5.6.5.1. *Salud de la Población*.

### 5.7.5.2 Desarrollo Económico y Empleo

**Tabla V - 34. Impacto en el desarrollo económico y el empleo**

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Beneficio a la Industria Agricultura	4	4	4	64	5	320	3	960	MA
Adjudicación de contratos a empresas locales.	3	4	2	24	5	120	3	360	MA
Aumento de la Demanda de Servicios	3	4	2	24	5	120	3	360	MA
Generación de Empleo	3	4	2	24	5	120	3	360	MA

Se espera que las actividades económicas se vean afectadas positivamente por las actividades operativas de la planta propuesta. Durante la operación, la planta tendrá tres categorías de impacto específicas que contribuyen al desarrollo económico en su conjunto; la planta desplazará el 50% del mercado de fertilizantes cautivos e importados en México, se espera que la planta proporcione ingresos a empresas e industrias de apoyo (locales) y se espera que la planta genere oportunidades de empleo dentro de Lerdo, La Laguna Durango y México.

El impacto en el sector industrial se da básicamente por la generación de insumos para la industria (amoniaco) y el sector de agricultura (urea). Se parte de la idea de que este proyecto

potenciará la economía en la industria y sector agrícola, al poner en el mercado amoniaco y urea a mejor precio. El resultado será una producción a un menor costo, lo cual dará una ventaja competitiva a las empresas y agricultores nacionales. Por ello el impacto se califica como de magnitud alta, de extensión nacional y de carácter a largo plazo, durante la vida útil del proyecto. Por todo ello el impacto se califica como positivo. Significación Mayor.

Aumento del flujo de caja y estimulación de las economías locales.

Este será un impacto directo, regional, a largo plazo, positivo. Significación del impacto: Mayor.

La derrama económica que ocasionará la contratación de trabajadores permanentes en las etapas de OyM (unos 250 trabajadores), también generará una derrama económica que potencialmente, puede provocar una mejora en la calidad de vida de la población del municipio.

La necesidad de mover la producción de la planta creará una afluencia económica adicional. El producto saldrá principalmente vía carretera y ferrocarril. En ambos casos, significa la generación de empleos adicionales, con la derrama económica asociada. Por ello el impacto se califica como de magnitud bajo, de extensión regional y de carácter a largo plazo, durante la vida útil del proyecto. Por todo ello el impacto se califica como positivo. Significación Mayor.

Fertilizantes del Norte creará aproximadamente 250 alta calificación, alta remuneración, trabajos directos e invertirá en la educación y capacitación (local) de nuestros ingenieros. El empleo indirecto e inducido creado puede estimarse aplicando un multiplicador. Un multiplicador sugerido en un documento de la CFI es 7.5 para la fase operativa. Esto implica que, para cada trabajo directo, se crean 7.5 trabajos totales. En el caso de 250 empleos directos, se crean un total de 1875 empleos como resultado de la operación de la planta durante su vida útil. Este es un impacto positivo acumulativo a largo plazo, directo e indirecto. Significación del impacto: Mayor.

### 5.7.5.3 Tráfico

**Tabla V - 35. Impacto en el Tráfico**

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Tráfico	3	4	-1	-12	5	-60	1	-60	ME

El aumento potencial del tráfico puede causar molestias a la población local y a las personas en tránsito. Posibles impactos negativos de muy baja magnitud. Efectos regionales con posibles consecuencias irreversibles. Significación del impacto: Menor.

## 5.7.6 Seguridad y salud en el trabajo

### 5.7.6.1 Fuerza laboral

**Tabla V - 36. Impacto en la fuerza laboral**

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
La generación de emisiones de polvo (PM10) y ruido	1	4	-1	-4	5	-20	3	-60	ME

Actividades de la operación del proyecto que podrían afectar a la fuerza de trabajo:

- Operaciones Regulares (incluida puesta en servicio y puesta en marcha)
- Transporte de Producto Final

Las PM10 pueden afectar a los sistemas respiratorios cuando no es suficientemente controlada y cuando no se toman medidas de protección. El ruido (puede ser tan alto como 90 dB (A)) y la vibración son peligros potenciales para los receptores humanos cuando ocurren en niveles altos, o continúan durante mucho tiempo. Debido a las medidas de seguridad requeridas constantemente, como las máscaras y los equipos anti-ruido, los trabajadores no estarán en riesgo. Esto solo afectará a una cantidad muy limitada de trabajadores, como los trabajos de mantenimiento (trabajadores a muy corto plazo) y los trabajadores en el área de empaque del producto.

Esto será un impacto de muy baja magnitud negativa. Significación de impacto no mitigado: Menor.

## 5.7.7 Resumen de los impactos durante la operación

En Capítulo VI se identifican y presentan medidas de mitigación adicionales para reducir los impactos leves, moderados y importantes.

**Tabla V - 37. Visión General De los Impactos Potenciales durante la Fase de Construcción**

Comp.	Receptor Valorado	Valor del Receptor	ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Significado Ajustado
AIRE	Calidad del Aire	Alto	Emisión constante de gases producto de la operación	MODERADO
			Emisiones fugitivas.	MENOR
	Clima Global	Alto	Generación de las emisiones de CO2	MAYOR
TIERRA	Calidad del Suelo	Moderado	Generación de residuos	MENOR
			Generación de aguas residuales sanitarias	MENOR
			Vivero y Reforestación	MENOR
	Pasaje	Bajo	La Vista de la Instalación	MENOR
AGUA	Agua Subterránea	Alto	Consumo de agua (tratamiento)	MENOR
			Aguas Residuales	MENOR
			Generación de residuos:	MENOR
			Generación de aguas residuales sanitarias	MENOR
			Vivero y Reforestación	MENOR
ECOLOGIA & BIODIVERSIDAD	Flora	Bajo	Vivero y Reforestación (Flora)	MENOR
	Fauna	Moderado	Vivero y Reforestación (Fauna)	MENOR
AMBIENTE	Desarrollo Económico	Alto	Beneficio a la Industria Agricultura	MAYOR

			Adjudicación de contratos a empresas locales.	MAYOR
			Aumento de la Demanda de Servicios	MAYOR
	Empleo	Alto	Generación de Empleo	MAYOR
	Trafico	Bajo	Tráfico	MENOR
SE G =	Personal	Alto	La generación de emisiones de polvo (PM10) y ruido	MENOR

### 5.8 Impactos previstos del proyecto debido a eventos no rutinarios

A continuación, se detalla la evaluación de la importancia de los impactos de los eventos accidentales (no rutinarios) a lo largo de las fases del proyecto.

Los eventos accidentales relacionados con las fases de construcción y operación incluyen derrames químicos, derrames de combustible, fugas y gestión inadecuada de residuos. Los eventos accidentales o no rutinarios también incluyen colisiones, incendios y explosiones. Un evento de emergencia de fuga de NH<sub>3</sub> ha sido identificado por la ERA / QRA como el evento no rutinario más relevante durante las operaciones, dado su gran impacto.

Las siguientes actividades de operación se han considerado relevantes para este MIA:

**Tabla V - 38. Eventos no rutinarios**

Eventos No Rutinarios	Derrames y fugas
	Vehículos de colisión / accidentes.
	Incidentes laborales en el trabajo.
	Liberación de Emergencia de NH <sub>3</sub>
	Generación de Energía, Quemado de Antorcha y Liberaciones de Emergencia
	Fuego y Explosión

A menos que se indique lo contrario, un impacto podría tener lugar tanto durante la fase de preparación y construcción del sitio como durante la fase de operaciones y mantenimiento.

Los párrafos siguientes se organizan de acuerdo con los RVs y los posibles eventos no rutinarios que pueden afectar a estos receptores se discuten a continuación.

**Tabla V - 39. Generación de impactos de eventos no rutinarios.**

	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL
--	--------------------------	-------------------------------

AIRE	CALIDAD DEL AIRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Liberación de Emergencia de NH<sub>3</sub></li> <li>- Generación de Energía, Quemado de Antorcha y Liberaciones de Emergencia</li> <li>- Fuego y Explosión</li> </ul>	Incremento de las emisiones CO, NO <sub>x</sub> SO <sub>x</sub> a la atmósfera debido al uso intermitente, poco frecuente y de muy corta duración de la quema y al uso del generador de energía de emergencia.
			Aumento de emisiones (CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> ) debido a un evento de emergencia altamente improbable. Esto será de una naturaleza muy corta debido a los sistemas de seguridad establecidos. Consulte el ERA para más detalles.
-	CALIDAD	- Derrames y fugas	Fugas de lubricantes, combustibles, materiales peligrosos y otros fluidos.
AGUA	AGUA	- Derrames y fugas	Fugas de lubricantes, combustibles, materiales peligrosos y otros fluidos.
ECOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD	FAUNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derrames y fugas</li> <li>- Liberación de Emergencia de NH<sub>3</sub></li> <li>- Fuego y Explosión</li> </ul>	Fuga, incendio o explosión podría verse afectada el hábitat para la fauna
			La liberación de NH <sub>3</sub> por incidentes de emergencia puede afectar potencialmente a la fauna con la exposición a concentraciones de NH <sub>3</sub> que pueden causar daño
AMBIENTE HUMANO	SALUD PÚBLICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derrames y fugas</li> <li>- Vehículos de colisión / accidentes.</li> <li>- Liberación de Emergencia de NH<sub>3</sub></li> <li>- Fuego y Explosión</li> </ul>	La liberación de NH <sub>3</sub> por incidentes de emergencia puede afectar potencialmente a la población con exposición a concentraciones de NH <sub>3</sub> que pueden causar daño
			Los incendios y las explosiones, aunque se limitan al sitio del proyecto, pueden tener un efecto adverso en la población.
SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	PERSONAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derrames y fugas</li> <li>- Vehículos de colisión / accidentes.</li> <li>- Incidentes laborales en el trabajo.</li> <li>- Liberación de Emergencia de NH<sub>3</sub></li> <li>- Generación de Energía, Quemado de Antorcha y Liberaciones de Emergencia</li> <li>- Fuego y Explosión</li> </ul>	Riesgo de accidentes laborales. Debido a la operación de maquinaria, equipo y vehículos, ocasionalmente podría haber accidentes que dañaran la integridad física de los trabajadores.
			Liberación de NH <sub>3</sub> por incidente de emergencia
			Incidente de emergencia relacionado con el Gas Natural.
			Los incendios y las explosiones, aunque se limitan al sitio del proyecto, pueden tener un efecto adverso en la población

## 5.8.1 Aire

## 5.8.1.1 Calidad del Aire

Tabla V - 40. Impacto en la Calidad del Aire

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Las emisiones debido de la quema y del generador de emergencia.	2	1	-1	-2	3	-6	3	-18	ME
Emisiones (CO, NOx, SOx, NH3, CO2) debido evento de emergencia.	2	1	-2	-4	1	-4	3	-12	ME

During all phases of the project, accidental events may occur resulting in **gaseous emissions leading to a reduction in air quality** inside the workplace as well as outside the boundaries of the project. Impacts could result from the following environmental aspects:

- Liberación de Emergencia de NH3
- Generación de Energía, Quemado en Antorcha y Liberaciones de Emergencia
- Fuego y Explosión

## 5.8.1.1.1 Liberación de Emisiones debido a un Evento de Emergencia

En la etapa de operación y mantenimiento (OyM), en el remoto caso de ocurrir una fuga, incendio o explosión, se vería afectada la calidad del aire, por la emisión de NH3, CO, CO2, etc.

Las emisiones se dispersarían fuera de la planta y se prevé que sus efectos sean de mediana magnitud y corta duración, pues con el monitoreo del proyecto y la ejecución del plan de respuesta a emergencias, inmediatamente se atendería la contingencia.

No obstante, a través del monitoreo del funcionamiento del proyecto, medidas de tipo preventivo y las avanzadas técnicas y materiales a utilizar durante su construcción, prácticamente se elimina la posibilidad de que esto ocurra.

Ver para más información Sección 5.11 *Evaluación de Riesgos Cuantitativos (QRA)*.

Se puede liberar CO2 adicional durante un evento de incendio (y / o quema de emergencia). Sin embargo, esto será una cantidad insignificante a nivel mundial o nacional.

Este es un evento altamente improbable y con una duración muy corta. Dependiendo de la naturaleza del incidente, la magnitud puede ser muy baja y el impacto es local. Significació sin mitigar: **Menor**.

## 5.8.1.1.2 Emissions from Diesel Generator (DG) and Emergency Flaring

En caso de uso preventivo de quema en antorcha de emergencia y generación de energía de emergencia, se emitirán emisiones adicionales a la atmósfera. El uso de la quema en antorcha

es una medida preventiva para mitigar el riesgo de incidentes relacionados con el proceso. La energía de emergencia es garantizar el cierre seguro de la planta sin impactos adicionales. Se contemplan varios sistemas de seguridad, con lo que se reduce la probabilidad de fugas, incendios y / o explosiones en la etapa de operación.

La frecuencia es intermitente y la duración muy baja. El impacto será local y de muy baja magnitud negativa dados los volúmenes involucrados. Significación sin mitigar: **Menor**.

## 5.8.2 Tierra

### 5.8.2.1 Calidad del Suelo

Tabla V - 41. Impacto en la Calidad del Suelo

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Fugas de materiales peligrosos y otros fluidos.	1	1	-2	-2	3	-6	2	-12	ME

Los impactos en el suelo podrían ser el resultado de los siguientes eventos accidentales (no rutinarios):

- Derrames y fugas

Durante la fase de construcción, se espera que materiales potencialmente contaminantes, como combustibles, aceite de motor, pinturas, disolventes, ácidos y bases, se almacenen en sitio. Los derrames accidentales resultantes de un manejo inadecuado de posibles materiales contaminantes pueden llegar al suelo, lo que resulta en su contaminación.

La gestión inadecuada de residuos durante todas las fases puede tener consecuencias similares cuando la filtración de contaminantes de los desechos sólidos acumulados o de la existencia de instalaciones de saneamiento inadecuadas durante la fase de construcción pueden llegar al suelo causando su contaminación.

La calidad del suelo también podría verse afectada por su contaminación durante la fase operativa del proyecto debido a la posibilidad de liberación de materiales contaminantes. Esto podría ocurrir debido a la falla de los sistemas de contención de productos químicos, materias primas, productos y aguas residuales, tales como tanques, tuberías, superficies selladas, etc. o fallas en tuberías que resultarán en la liberación de contaminantes que llegan al suelo y contaminarlo.

Moderada probabilidad de ocurrencia para impactos muy locales, negativos, de baja magnitud en caso de mala gestión y respuesta subóptima a los incidentes. Significación **Menor**.

## 5.8.3 Agua

## 5.8.3.1 Agua subterránea

Tabla V - 42. Impacto en el agua subterránea

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Fugas de materiales peligrosos y otros fluidos.	1	1	-1	-1	2	-2	3	-6	ME

Al igual que con el suelo, las aguas subterráneas corren el riesgo de sufrir impactos durante las diferentes fases del proyecto debido al potencial de liberación no rutinaria de materiales contaminantes. Los impactos podrían ser el resultado de los siguientes eventos accidentales (no rutinarios):

- Derrames y fugas

Potencial para contaminar suelo y agua. Por lo general, pequeñas cantidades de fluidos derramados pueden potencialmente filtrarse a través del agua subterránea. Si el derrame alcanza el agua superficial a través de una alcantarilla pluvial, los productos derivados del petróleo pueden matar la vida silvestre acuática. El combustible diesel y la gasolina son altamente inflamables y representan un peligro de incendio grave si no se contienen. Los productos derivados del petróleo pueden afectar negativamente la capacidad de una planta de tratamiento de aguas residuales para tratar las aguas residuales. Baja probabilidad de ocurrencia de impactos muy locales, negativos, de muy baja magnitud en caso de mala gestión y respuesta subóptima a los incidentes. Significación **Menor**.

## 5.8.4 Ecología y Biodiversidad

## 5.8.4.1 Fauna

Tabla V - 43. Impacto en la fauna

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
Fuga, incendio o explosión.	2	1	-2	-4	1	-4	2	-8	ME
La liberación de NH3 por incidentes de emergencia.	2	1	-5	-10	1	-10	3	-30	ME

La Fauna puede verse afectada durante cualquier evento accidental. Los impactos podrían ser el resultado de los siguientes eventos accidentales (no rutinarios):

- Derrames y fugas
- Liberación de Emergencia de NH<sub>3</sub>
- Fuego y Explosión

En la etapa de operación y mantenimiento (OyM), en el remoto caso de ocurrir una fuga, incendio o explosión, podría verse afectada el hábitat para la fauna que aún permanezca dentro del predio o en el área de influencia. Los riesgos están relacionados básicamente con la posibilidad de generar sustancias tóxicas (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>). La mayor parte de los terrenos ubicados dentro del área de influencia son tierras agropecuarias o sitios ya alterados, donde la abundancia de hábitats para la fauna es baja.

El principal impacto en la ecología terrestre y la biodiversidad durante el evento no rutinario podría resultar de las emisiones gaseosas y de partículas de la planta propuestas y se espera que se produzcan impactos similares durante la etapa de prueba y puesta en marcha de la planta. Esto incluirá NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> y otras emisiones gaseosas. Se espera que estas emisiones puedan afectar potencialmente la salud de cualquier fauna existente en una proximidad muy cercana al sitio propuesto, si lo hubiera. Algunas flora tienen mecanismos de defensa contra la exposición periódica a contaminantes atmosféricas.<sup>14</sup> Será un impacto de muy baja magnitud en los componentes de fauna.

Sin embargo, es prácticamente imposible que ocurra una fuga, incendio o explosión de gran alcance debido al número de medidas de diseño, seguridad y monitoreo que se usarán durante el desarrollo del proyecto.

Consulte la ERA para conocer los posibles riesgos detallados del uso del amoníaco y el alcance detallado del mismo.

Esto sería un impacto directo, local, a corto plazo, de magnitud negativa y muy alta, y de muy baja probabilidad. Significación sin mitigar: **Menor**.

---

<sup>14</sup> <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1006.7010&rep=rep1&type=pdf>

## 5.8.5 Medio Ambiente Humano

## 5.8.5.1 Salud de la Población

Tabla V - 44. Impacto en la Salud de Población

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
La liberación de NH3 por incidentes de emergencia.	2	1	-5	-10	1	-10	3	-30	ME
Incendios y Explosiones	2	1	-2	-4	1	-4	3	-12	ME

El sitio del proyecto propuesto está actualmente desocupado, y los diferentes componentes de la planta se encuentran a una distancia de 7km de la zona poblada más cercana y por lo tanto no tendrá que ocurrir reubicación o reasentamiento de áreas de población. Sin embargo, la seguridad de la comunidad y el sustento de las personas pueden verse afectados por la ocurrencia de eventos accidentales. Los impactos podrían ser el resultado de los siguientes eventos accidentales (no rutinarios):

- Derrames y fugas
- Vehículos de colisión / accidentes.
- Liberación de Emergencia de NH3
- Fuego y Explosión

En la etapa de operación y mantenimiento (OyM), en el remoto caso de ocurrir una fuga, incendio o explosión, podría verse afectada la salud pública que aún permanezca dentro del predio o en el área de influencia. Los riesgos están relacionados básicamente con la posibilidad de generar sustancias tóxicas (NOx, SOx, NH3).

El principal impacto en la Salud de la Población durante el evento no rutinario podría resultar de las emisiones gaseosas y de partículas de la planta propuestas y se espera que se produzcan impactos similares durante la etapa de prueba y puesta en marcha de la planta. Esto incluirá NOx, SOx, NH3 y otras emisiones gaseosas. Se espera que estas emisiones puedan afectar potencialmente la salud de cualquier ser humano en una proximidad muy cercana al sitio propuesto, si lo hubiera.

Sin embargo, es prácticamente imposible que ocurra una fuga, incendio o explosión de gran alcance debido al número de medidas de diseño, seguridad y monitoreo que se usarán durante el desarrollo del proyecto.

Consulte la ERA para conocer los posibles riesgos detallados del uso del amoníaco y el alcance detallado del mismo.

Esto sería un impacto directo, local, a corto plazo, de magnitud negativa y muy alta, y de muy baja probabilidad. Significación sin mitigar: **Menor**.

La colisión de vehículos y los accidentes pueden provocar lesiones o la pérdida de vidas que afectan a la comunidad local. El impacto de las lesiones puede persistir durante un tiempo relativamente largo, mientras que la pérdida de vidas es permanente. Esto sería un impacto indirecto, acumulativo potencialmente irreversible de alcance regional y una magnitud negativa potencialmente muy alta. Significación sin mitigar: **Mayor**.

### 5.8.6 Seguridad y salud en el trabajo

Tabla V - 45. Impacto en la fuerza laboral

ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Alc.	Dur.	Mag.	Sev.	Prob.	Sig.	VR	Significado Ajustado	
La liberación de NH3 por incidentes de emergencia.	2	1	-5	-10	1	-10	3	-30	ME
Incendios y Explosiones	2	1	-2	-4	1	-4	3	-12	ME
Accidentes Laborales	1	1	-5	-5	3	-15	3	-45	ME
La liberación de NH3 por incidentes de emergencia.	1	1	-5	-5	1	-5	3	-15	ME
Incidente de Gas Natural	1	1	-5	-5	1	-5	3	-15	ME
Incendios y Explosiones	1	1	-5	-5	1	-5	3	-15	ME

La Fuerza de Trabajo puede verse afectada durante cualquier evento accidental. Los impactos podrían ser el resultado de los siguientes eventos accidentales (no rutinarios):

- Derrames y fugas
- Vehículos de colisión / accidentes.
- Incidentes laborales en el trabajo
- Liberación de Emergencia de NH3
- Generación de Energía, Quemado an Antorcha y Liberaciones de Emergencia
- Fuego y Explosión

Posibilidad de dañar a los trabajadores. Aunque no se prevé que sean graves, dado que es obligatorio el uso de equipo de protección personal. Lo más común serían cortadas pequeñas, golpes o magulladuras que no requieren de hospitalización. Incidentes más únicos podrían incluir mordeduras de serpientes (durante la construcción), accidentes que involucran vehículos o accidentes de construcción. Por tanto, serían afectaciones de magnitud muy alta, puntuales y de corta duración. No se prevé que ninguna de estas lesiones pudiera agravar ninguna afección de salud que ya tuvieran los trabajadores, así que no habría acumulación ni sinergia. De esta manera, el impacto sería Significación **Menor**. Existen medidas para atender este impacto.

En el remoto caso de ocurrir una fuga, incendio o explosión, podría verse afectada la salud del Personal que aún permanezca dentro del sitio. Los riesgos están relacionados básicamente con la posibilidad de generar sustancias tóxicas (NOx, SOx, NH3) y la posibilidad de un fuego o una explosión.

El principal impacto en la salud de la fuerza de trabajo durante un evento no rutinario podría resultar de las emisiones gaseosas y de partículas propuestas de la planta y se espera que se produzcan impactos similares durante la etapa de prueba y puesta en marcha de la planta. Esto incluirá NOx, SOx, NH3 y otras emisiones gaseosas. Se espera que estas emisiones puedan afectar potencialmente la salud de cualquier ser humano en una proximidad muy cercana al sitio propuesto, si lo hubiera.

Sin embargo, es prácticamente imposible que ocurra una fuga, incendio o explosión de gran alcance debido al número de medidas de diseño, seguridad y monitoreo que se usarán durante el desarrollo del proyecto.

Otros eventos con impactos similares son generación de energía, quemado en antorcha y liberaciones de emergencia.

Consulte la ERA para conocer los posibles riesgos detallados del uso del amoníaco y el alcance detallado del mismo.

Esto sería un impacto directo, local, a corto plazo, de magnitud negativa y muy alta, y de muy baja probabilidad. Significación sin mitigar: **Menor**.

## 5.8.7 Resumen de los impactos durante eventos no rutinario

En Capítulo VI se identifican y presentan medidas de mitigación adicionales para reducir los impactos leves, moderados y importantes.

Tabla V - 46. Impactos debidos a eventos no rutinarios

Comp.	Receptor Valorado	Valor del Receptor	ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Significado Ajustado
AIRE	Calidad del Aire	Alto	Las emisiones debido de la quema y del generador de emergencia.	MENOR
			Emisiones (CO, NOx, SOx, NH3, CO2) debido evento de emergencia.	MENOR
TIERP	Calidad del Suelo	Moderado	Fugas de materiales peligrosos y otros fluidos.	MENOR
AGUA	Agua Subterránea	Alto	Fugas de materiales peligrosos y otros fluidos.	MENOR
ECOLOGÍA & BIODIVERSIDAD	Fauna	Moderado	Fuga, incendio o explosión.	MENOR
			La liberación de NH3 por incidentes de emergencia.	MENOR
AMBIENTE HUMANO	Salud Publica	Alto	La liberación de NH3 por incidentes de emergencia.	MENOR
			Incendios y Explosiones	MENOR
SEGURIDAD E SALUD LABORAL	Personal	Alto	Accidentes Laborales	MENOR
			La liberación de NH3 por incidentes de emergencia.	MENOR
			Incidente de Gas Natural	MENOR
			Incendios y Explosiones	MENOR

## 5.9 Resumen y conclusiones

A continuación, presentamos un resumen de los diferentes impactos encontrados de acuerdo con las diferentes actividades, después de la evaluación realizada.

### 5.9.1 Impactos Indirectos

Los impactos indirectos en el Sistema Ambiental donde se pretende ubicar Fertilizantes del Norte (estos impactos son ajenos a las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento) han sido generados por actividades productivas que obedecen al desarrollo agroindustrial e industrial.

Se concluye que todos los efectos e impactos que presenta el Sistema Ambiental corresponden a la preparación, construcción, operación y mantenimiento por lo que no se identificaron impactos indirectos.

### 5.9.2 Impactos Negativos

En lo que respecta a los impactos identificados sobre la calidad del aire tales como las emisiones a la atmósfera, provenientes de fuentes móviles por el uso de maquinaria y vehículos que serán utilizados durante la preparación y construcción de Fertilizantes del Norte resultaron con significancia BAJA, los cuales se presentarán de manera temporal durante las dos primeras etapas; aunado a ello la maquinaria, equipo y vehículos que se utilicen, se someterán de manera periódica a un programa de mantenimiento, a fin de disminuir las emisiones de contaminantes y por ende a la calidad del aire, como se menciona en el Capítulo VI de este documento.

Los impactos que puedan presentarse durante la operación de Fertilizantes del Norte deberán ser prevenidos con la aplicación de medidas de control, políticas y protocolos de seguridad propios de la empresa, así como la instauración de nuevas tecnologías, de tal manera que, desde el inicio del proceso de fabricación del producto, como en las partes finales del proceso se procurará la prevención de eventos que puedan desencadenar cualquier situación de riesgo.

El riesgo ambiental que proviene de la naturaleza del proyecto resultó ser de significancia ALTA por este motivo se realizó un Estudio de Riesgo Ambiental (ERA), con el fin de efectuar una evaluación del riesgo que conlleva la operación. Para realizar el ERA se recabaron dos grupos de datos, el primero consiste en aquellos que fueron previamente entregados por la empresa evaluada y el segundo en los obtenidos en campo y/o escritorio por medio de las metodologías propuestas y los sistemas de modelación y simulación computarizada.

### 5.9.3 Impactos Positivos

El principal impacto positivo de la presencia y operación de Fertilizantes del Norte en el área propuesta representa un acercamiento de los insumos, para el sector agricultura (en específico la urea). La instalación de una planta industrial de este tipo en México pretende convertirse en una propuesta de suministro competitiva, mediante una cadena de abastecimiento más efectiva, local, segura y confiable, al tiempo que se reducen las importaciones actuales de este tipo de materiales, apoyando al crecimiento de la industria agricultura en México.

El siguiente impacto positivo se refiere al beneficio económico a provocar como resultado de la derrama económica que implica una obra de la magnitud de Fertilizantes del Norte, la cual considera una actividad productiva con las suficientes medias para minimizar los impactos y el riesgo ambiental asociados a ella. Este impacto se traduce en la contribución al desarrollo social y económico en la zona, en forma de generación de empleos directos e indirectos, así como la formación del recurso humano capacitado para la operación de Fertilizantes del Norte.

### 5.9.4 Resumen de impactos

El debate que se presenta aquí tiene por objeto proporcionar información sobre la naturaleza, magnitud y duración de los impactos en los componentes ambientales y sociales. La evaluación de impacto consideró también la adopción prevista de estándares y acciones comunes típicas dedicadas para proyectos como este para garantizar la compatibilidad social y ambiental del proyecto.

#### 5.9.4.1 Calidad del aire:

Las emisiones atmosféricas se generarían tanto durante la construcción como en la operación de la planta de fertilizantes propuesta. Las emisiones al aire pueden ser gaseosas o en forma de partículas de polvo. Las emisiones gaseosas pueden causar impactos en la calidad del aire en la salud humana, especialmente cuando las emisiones son de gases nocivos. Las liberaciones

de contaminantes al aire serían directas físicas o por reacciones químicas y transformación que impliquen operaciones, combustión de combustibles y transporte, así como embalaje y carga de materiales.

La generación de polvo durante las actividades de construcción es mucho menor en los períodos de lluvia y durante la estación seca el polvo puede ser bien controlado por la pulverización de agua. Las emisiones durante la construcción son a corto plazo y se localizan en el sitio de construcción.

Durante el funcionamiento, el impacto en la calidad del aire se clasifica como MEDIO con baja consecuencia.

#### *5.9.4.2 Ruido y vibraciones:*

Se espera que la construcción de la planta de fertilizantes propuesta produzca una cantidad razonable de ruido que tendrá posibles impactos negativos en los trabajadores del sitio y otros receptores sensibles potenciales en las proximidades del corredor del proyecto.

El impacto de ruido muy bajo de las instalaciones de operación puede experimentarse por la noche, pero es muy poco probable dada la distancia de 7 km a la zona poblada más cercana. Con la medida de mitigación en su lugar, se predice un impacto potencial a corto plazo como resultado de las actividades de construcción; mientras que las actividades de operación constituirán a largo plazo impactos del ruido.

Por lo tanto, se proporcionará a los trabajadores EPP adecuado, mientras que la dirección fomenta un sistema de trabajo por turnos y otros principios de ingeniería para cumplir con los límites de ruido existentes.

Durante la fase de construcción se esperan impactos temporales y ocasionales en las vibraciones. Teniendo en cuenta la distancia de 7 km entre el sitio del proyecto y los receptores, no hay receptores sensibles afectados.

En el caso del ruido y las vibraciones, los trabajadores estarán adecuadamente capacitados y equipados para garantizar la seguridad de sus actividades.

#### 5.9.4.3 Agua subterránea:

El proyecto provocará un aumento del consumo de agua subterránea de 350 m<sup>3</sup>/h (máximo previsto). Este incremento no afectará negativamente a la tasa de recarga potencial de agua subterránea y los flujos de esta como se ve en el Capítulo IV.

El suelo del sitio muestra cinco (5) unidades de arcilla, arcilla, arena arcillosa, arena fina y arena de grava gruesa. Esto está de acuerdo con los suelos de la zona de La Laguna que tienen una capacidad natural de arcilla capa que ayuda a prevenir la percolación de líquidos al acuífero.

El riesgo de contaminación de las aguas subterráneas debido a derrames accidentales es Menor porque:

1. Todo el Proyecto adoptará un Sistema de Gestión Ambiental destinado a prevenir eventos accidentales y minimizar el efecto de cualquier posible evento accidental;
2. El riesgo de contaminación es mínimo teniendo en cuenta las características del suelo de la zona afectada por el proyecto
- 3.

#### 5.9.4.4 Suelo:

El proyecto de fertilizantes está previsto que se construya sobre un terreno coherente con tierras agrícolas abandonadas. Hay vegetación limitada en la parcela de tierra. En consecuencia, las condiciones de referencia en términos de elementos del suelo en el lugar probablemente no cambiarán drásticamente durante la construcción y las operaciones.

Todas las fases de construcción, operación y desmantelamiento se implementarán de acuerdo con las disposiciones del Plan de Gestión Ambiental para garantizar que cualquier cambio en las condiciones de referencia se descubra a tiempo y medidas correctivas Implementado.

Las actividades de construcción tendrán en cuenta las características geológicas y geotécnicas del suelo, con especial atención a evitar la ejecución de actividades de construcción durante los períodos húmedos con el fin de excluir posibles problemas de erosión del suelo.

Al final de las actividades de desmantelamiento, el terreno se restablecerá a las condiciones ambientales existentes.

#### *5.9.4.5 Ecología y Biodiversidad:*

En las condiciones de funcionamiento de la planta de fertilizantes, el proyecto no contribuirá con una cantidad apreciable de emisiones de contaminantes a la atmósfera que puedan afectar negativamente a la calidad existente de la vegetación en todo el complejo. Además, no se espera ninguna variación de la calidad de las masas de agua existentes que pueda modificar las características de la vegetación circundante.

Los impactos de vida silvestre esperados durante la fase de construcción serán temporales, limitados por el tiempo y asociados a las horas diurnas.

La fauna actual existente no cambiará durante todas las fases del proyecto. El proyecto no prevé el consumo de la unidad ecosistémica terrestre con la única excepción de las áreas de uso industrial.

#### *5.9.4.6 Salud y Seguridad de la Población:*

El impacto negativo en la comunidad es muy bajo y su variación será poco probable dada la distancia. Un impacto que podría producir posibles efectos en la salud de las comunidades; un evento de liberación de amoníaco no rutinario.

#### *5.9.4.7 Residuos:*

En cuanto a la generación y manejo de residuos, los residuos líquidos y sólidos producidos se gestionarán de acuerdo con el Sistema de Gestión de Residuos de acuerdo con todas las normas y reglamentos aplicables, y utilizando y optimizando la recuperación de residuos siempre que Posible. El aumento más significativo en la producción de residuos será temporal y se producirá durante la fase de construcción. Este incremento tampoco afectará negativamente a las condiciones socioeconómicas existentes en la zona, ya que las instalaciones adecuadas existentes son capaces de gestionar adecuadamente el flujo adicional de residuos que generará el proyecto

#### *5.9.4.8 Tráfico:*

Durante sus diferentes fases el proyecto, también contribuirá a un aumento de los movimientos de tráfico existentes, que se gestionarán con el objetivo de minimizar los posibles impactos en la salud y el riesgo de accidentes relacionados con el tráfico en la zona alrededor de la Proyecto. Se espera que la construcción del Proyecto de Fertilizantes se sume al volumen de tráfico

existente en la carretera 40 y es a corto plazo, mientras que durante la operación se espera que contribuya moderadamente al volumen de tráfico existente.

Fertilizantes del Norte puede gestionar los impactos del tráfico de sus propias actividades mediante la implementación de un Plan de Gestión del Tráfico y otras medidas de mitigación. Sin embargo, la responsabilidad de garantizar una infraestructura vial adecuada y segura para las industrias está en manos del Gobierno.

En consecuencia, Fertilizantes del Norte apoyaría las iniciativas gubernamentales, incluidos estudios detallados de tráfico en su área de operación para determinar la capacidad de la red vial, la integridad vial, los peligros para la seguridad y las intersecciones de problemas en relación con sus propias operaciones, ya que un sistema de transporte seguro y eficiente en beneficio tanto del Fertilizantes del Norte como del público en general.

#### *5.9.4.9 Condiciones socioeconómicas:*

El proyecto dará lugar a un incremento del empleo directo e indirecto durante todas las fases del proyecto. Las comunidades locales se beneficiarán particularmente de este incremento esperado.

Todas las fases del proyecto se gestionarán, siempre que sea posible, en las que participen las partes interesadas locales para evitar/minimizar la generación de posibles conflictos. Además, no hay actividades socioeconómicas que se vayan a ver afectadas negativamente por el proyecto y el proyecto no interfiera con los elementos culturales/sociales presentes en el área de estudio.

#### *5.9.4.10 Seguridad y salud en el trabajo:*

Durante las fases de construcción, operación y desmantelamiento, Fertilizantes del Norte pondrá en marcha todas las medidas necesarias para garantizar la salud de los trabajadores y las salvaguardias ambientales para minimizar el riesgo de posibles acontecimientos incidentales.

### **5.10 Evaluación de Riesgo Ambiental**

Debido al importante impacto potencial en la población en algunos de los eventos no rutinarios, se realizó un estudio de Evaluación Cuantitativa del Riesgo (QRA) con los siguientes objetivos:

1. Identificar posibles escenarios de peligro significativo asociados con el manejo de materiales peligrosos (amoníaco) en los diferentes componentes de la planta que pueden conducir a eventos de accidentes graves.
2. Cuantificar los efectos de los MAE y determinar su probabilidad de ocurrencia;
3. Determinar los Riesgos Individuales (RI) asociados con las instalaciones; y
4. Evaluar los niveles de riesgo con respecto a los Criterios Internacionales de Aceptación de Riesgos adoptados.

El riesgo individual (RI) puede definirse como la frecuencia con la que se puede esperar que un individuo sostenga un nivel determinado de daño (letal en este estudio) de la realización de riesgos especificados. Se refiere a la probabilidad de que una persona en particular pueda verse perjudicada debido a la ocurrencia de un peligro particular. Esto se expresa generalmente como la probabilidad de que un individuo será perjudicado durante el transcurso de un año.

Los resultados indicaron que los diferentes componentes de la planta propuesta cumplen los criterios de riesgo pertinentes, como se muestra en el Tabla V-57 y en la Figura V-1, que muestra los contornos de riesgo individuales integrados para el proyecto propuesto.

## 5.11 Evaluación de Riesgos Cuantitativos (QRA) “ESTUDIO DE RIESGO”

Informe del análisis para el estudio de impacto ambiental

### 5.11.1 Alcance Del Estudio y Resumen

El alcance de este análisis cuantitativo de riesgo (QRA) consiste en:

- 1 Identificar los peores escenarios de casos asociados con la planta y la posible probabilidad de que ocurran.
- 2 Realizar modelación de las consecuencias para determinar los impactos asociados a los escenarios del peor caso identificado, incluido el alcance de cualquier impacto fuera de las instalaciones, específicamente los del público en general;

*Este análisis cuantitativo de riesgos (QRA) se centra en la identificación y evaluación de escenarios accidentales importantes, que tienen un potencial significativo en el que afectan las áreas fuera del límite de la planta de Fertilizantes del Norte.*

Los peores escenarios evaluados en este QRA han sido seleccionados teniendo en cuenta el equipo en el que se maneja el amoníaco: la concentración, el inventario y la presión más altos, basados en las siguientes consideraciones:

- 1 En caso de una liberación accidental, las sustancias tóxicas son peligrosas a menor concentración que las sustancias inflamables y tienen un mayor potencial de afectar las ubicaciones fuera del sitio; Además no es necesaria ninguna fuente de ignición para causar daños a la salud de las personas, por lo tanto, la frecuencia de los escenarios tóxicos es generalmente más alta que los escenarios inflamables.
- 2 La principal sustancia tóxica tratada en la planta de Fertilizantes del Norte es el amoníaco, tanto en fase líquida como en vapor.

En particular, se han identificado los siguientes casos de liberación para la planta de fertilizantes:

- (1) La tubería que conecta el tanque de almacenamiento de amoníaco con la tubería de carga de amoníaco se rompe, el amoníaco líquido se filtró al entorno externo (caso 1).
- (2) La tubería que conecta el tanque de almacenamiento de amoníaco a la unidad de urea se rompe, el amoníaco líquido se filtró al entorno externo (caso 2).

Se han evaluado tres clases de tamaños de fugas:

- 1 Fuga menor, caracterizada por un tamaño de orificio de 10 mm
- 2 Fuga media, caracterizada por un 20% de la rotura del orificio
- 3 Fuga mayor, caracterizada por una rotura de agujero completo del 100%

El límite de concentración tóxica, considerado con el fin de desarrollar el plan de escape de emergencia del personal y el establecimiento de la zona de riesgo es el AEGL-3 (10min) (2700 ppm) (Acute Exposure Guideline Levels / Niveles de la guía de exposición aguda). Dada la extensión de área en 2700 ppm bajo la más severa, menos probable 100% escenario de ruptura de perforación, el radio de la zona de riesgo es de 1355 metros.

El riesgo individual a 1,355 metros de la fuente de liberación de amoníaco es de 1/4,5 millones (10 minutos de tiempo de exposición) y 1/2 millones por año (30 minutos de tiempo de exposición). Ambos valores están muy por debajo de los principales criterios internacionales aceptables de riesgo. Por ejemplo, los países bajos permiten 1/1 millón para áreas residenciales y el reino Unido 1/100.000 por año.

El plan de emergencia evacuará a personas no-esenciales de la zona afectada en un plazo de 30 minutos desde la ocurrencia accidental del evento y proporcionará un equipo de

protección personal adecuado para responder al personal esencial que se quedarán en el sitio para gestionar y resolver el incidente.

Además de la aplicación de PACs, y con el fin de evaluar el impacto de los escenarios de liberación de amoníaco evaluados en el área fuera del sitio, se ha estimado el riesgo individual (RI).

El riesgo individual se define como la frecuencia con la que, en un lugar determinado, pueden existir condiciones de letalidad por año, teniendo en cuenta los escenarios de accidentes evaluados.

Resultados de esta QRA en términos de un riesgo individual se han evaluado con referencia a los criterios de riesgo de aceptación internacional adoptada en el Reino Unido y los países bajos. Contornos de riesgo individuales relevantes para los escenarios evaluados de Fertilizantes del Norte del proyecto de fertilizantes muestra que:

El riesgo individual para el público, con un tiempo de exposición de 30 minutos, es inferior a  $10^{-6}$  (1 en 1 millón) por año y más allá de 1.222 metros de la fuente de emisión. El asentamiento más cercano se encuentra a 7 kilómetros de la planta. Por lo tanto, el proyecto está determinado a ser "aceptable", incluso en el escenario de fuga de emergencia más grave menos probable.

#### Referencias

[4] "directrices para la evaluación cuantitativa del riesgo", TNO Purple Book, CPR18E, 2005.

### 5.11.2 Identificación del Escenario del Peor Caso

Las principales sustancias peligrosas tratadas en la planta de Fertilizantes del Norte son principalmente las siguientes:

- Amoníaco
- Gas natural;
- Gas de proceso;
- Gas de síntesis;

En caso de una liberación accidental, las sustancias tóxicas son más peligrosas a menor concentración que las sustancias inflamables y tienen un mayor potencial de afectar las ubicaciones fuera del sitio; además, sin una fuente ignición, necesaria para causar daños a la salud de las personas, por lo tanto, la frecuencia de los escenarios tóxicos es generalmente mayor que los escenarios inflamables.

Según la Asociación Europea de Fabricantes de Fertilizantes, se identificaron los siguientes peligros creíbles en una planta de producción de amoníaco:

- Peligro de incendio/explosión debido a fugas del sistema de alimentación de gas natural
- Peligro de incendio/explosión debido a fugas de gas de síntesis en las áreas de compresión de gas de eliminación/síntesis de CO.
- Peligro tóxico por la liberación de amoníaco líquido del nodo de síntesis (la liberación de amoníaco de los tanques de almacenamiento sólo se atribuye al sabotaje).

Las explosiones confinadas en las plantas de amoníaco parecen limitarse a explosiones equivalentes a unos pocos cientos de kg de TNT. Tales explosiones no son normalmente mortales para los seres humanos a 50-60m de distancia y por lo tanto no es grave para las personas fuera de los límites de la planta. Lo mismo es cierto para las bolas de fuego equivalentes a 500Kg de hidrógeno. Los incendios y las explosiones no son un peligro o sólo un riesgo menor para el área fuera de los límites de la planta, aunque, por supuesto, potencialmente más severa para los operadores de la planta.

*El riesgo tóxico de una posible liberación grande de amoníaco líquido es potencialmente mucho más grave para el área de fuera de la planta. Por lo tanto, este escenario se utiliza como crítico para la determinación del área de influencia.*

El amoníaco es difícil de encender al aire libre ya que su llama es inestable y no puede propagarse por sí misma. Aunque las explosiones pueden ocurrir en mezclas inflamables en recipientes o espacios cerrados, el encendido es difícil y se descontará la posibilidad de una explosión al aire libre. Por lo tanto, el amoníaco no se considera un riesgo significativo de incendio y/o explosión para el área fuera de la planta en este estudio.

En la hoja de datos de seguridad del material adjunto se indican las propiedades del amoníaco como se describe en el *Anexo 38 - Ficha de Datos de Seguridad – Amoníaco*.

En base a las consideraciones anteriores, los peores escenarios evaluados en este Estudio de Riesgo han sido seleccionados considerando el equipo donde el amoníaco se maneja con la mayor concentración, inventario y presión.

Las principales tuberías de amoníaco incluyen tuberías de conexión para las siguientes instalaciones:

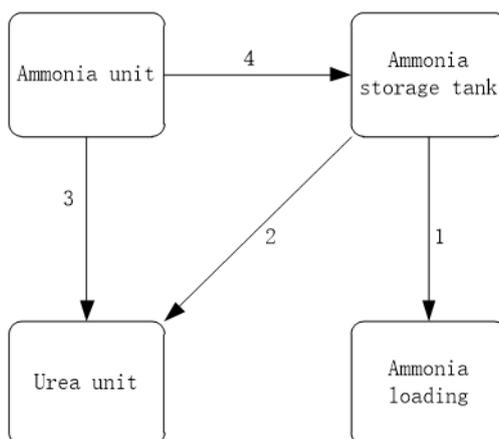
- Unidad de amoníaco
- Unidad de urea
- Depósito de almacenamiento de amoníaco
- Carga de amoníaco

Consideramos que hay cuatro posibilidades de casos de fuga como se muestra a continuación:

1. Liberación de la tubería que conecta el tanque de almacenamiento de amoníaco y

la carga de amoníaco (desde la válvula cañón B.L. de almacenamiento de amoníaco hasta la válvula cañón B.L. XV-5021 de carga de amoníaco.)

2. Liberación de la tubería que conecta el almacenamiento de amoníaco a la unidad de urea (desde la válvula cañón B.L. de almacenamiento de amoníaco hasta la válvula cañón B.L. de la unidad de urea)
3. Liberación de la tubería que conecta la unidad de amoníaco a la unidad de urea (de la válvula cañón B.L. de la unidad de amoníaco a la válvula cañón B.L. de la unidad de urea.)
4. Liberación de la tubería que conecta la unidad de amoníaco con el tanque de almacenamiento de amoníaco (desde la válvula cañón B.L. de la unidad de amoníaco hasta la válvula cañón B.L. de almacenamiento de amoníaco.)



**Tabla V - 47. Parámetros de almacenamiento de amoníaco líquido en las tuberías**

	Posición de la Ruptura			
	Depósito de amoníaco para la carga de amoníaco	Tanque de almacenamiento de amoníaco a unidad de urea	Unidad de amoníaco a unidad de urea	Unidad de amoníaco al tanque de almacenamiento de amoníaco
<b>Caso núm.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

Longitud de la tubería (m)	282	258	115	186
Diámetro (mm)	350	200	250	250
Volumen de tubería (m <sup>3</sup> )	27,12	8,10	5,64	9,13
Peso de amoníaco líquido (kg)	17084	4909	3270	6210
Presión de trabajo de tuberías MpaG	1,28	2,44	2,4	0,5
Temperatura de almacenamiento (°C)	0	30	41	-36
Disposición de las tuberías	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal
Altura de liberación de tubería (m)	6	6	6	6
Presa(m <sup>2</sup> )	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Entre estos cuatro escenarios, las tuberías de amoníaco de los 1° y 2° casos son más largas que otras para que podamos obtener resultados más conservadores para las zonas de riesgo de referencia y amortiguamiento, lo que significa que los efectos de estos dos casos de fuga son peores que cualquier otro.

Ruptura de la tubería entre la unidad de amoníaco y la unidad de Urea (caso 3): este escenario no se selecciona porque la longitud de la tubería de esta tubería es más corta que la tubería entre el tanque de almacenamiento de amoníaco y la unidad de urea (caso 2), pero sus temperaturas y presiones son similares. Se podría concluir que el caso 2 es más representativo. El amoníaco líquido de la unidad de amoníaco al tanque de amoníaco (caso 4)-este sistema tampoco ha sido considerado, tanto para baja presión como para baja frecuencia.

Por lo tanto, los casos 1 y 2 se han analizado en este estudio para investigar el impacto de un evento de fuga de amoníaco en el entorno circundante.

La liberación y dispersión de amoníaco

Dado el mismo tamaño de rotura de amoníaco líquido, en comparación con el amoníaco gaseoso, dará tasas de liberación más altas y nubes de pluma de vapor más pesadas, dispersando a nivel del suelo, debido a la baja temperatura y gotas de líquido atrapadas en la nube.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, una liberación líquida de amoníaco después de una ruptura aleatoria se ha considerado como un evento representativo del peor caso.

El punto de ebullición del amoníaco es inferior a la temperatura ambiente en condiciones atmosféricas. Cuando el amoníaco líquido presurizado, almacenado a una temperatura por encima de su punto de ebullición normal, se libera al aire libre, se somete a un destello, es decir, parte del líquido se vaporiza instantáneamente; una liberación líquida de amoníaco se desarrollará en parte en un chorro intermitente de dos fases, dispersando y diluyendo en el aire y en parte en una piscina de evaporación líquida.

### 5.11.3 Modelado

#### 5.11.3.1 Modelo de Losa

El modelo de SLAB fue desarrollado en la década de 1980 por el laboratorio nacional Lawrence Livermore (LLNL), con el apoyo financiero del Departamento de energía (DOE).

El modelo de SLAB está actualmente distribuido y apoyado por la Agencia de Protección al Ambiente de Estados Unidos (EPA). SLAB es un modelo informático que simula la dispersión atmosférica de las liberaciones más densas que el aire. Los tipos de lanzamientos tratados por el modelo incluyen:

- Una piscina evaporante a nivel del suelo
- Un chorro horizontal elevado
- Una pila o un chorro vertical elevado
- Una fuente de volumen instantánea

A excepción de la fuente de la piscina evaporante, que se asume que es todo gas, todas las fuentes restantes son gas puro o una mezcla de gas y gotas de líquido.

La dispersión atmosférica de la liberación se calcula resolviendo las ecuaciones de conservación de la masa, el impulso, la energía y las especies. Las ecuaciones de conservación se promedian espacialmente para que la nube se trate como una pluma de estado estacionario, Un chorro transitorio o una combinación de los dos dependiendo de la duración de la liberación.

Una liberación continua se trata como una pluma de estado estacionario. En el caso de una liberación de duración finita, la dispersión en la nube se describe inicialmente utilizando el modo de pluma de estado estacionario y permanece en el modo de pluma siempre que la fuente esté activa. Cuando se apaga la fuente, la nube se trata como un soplo y la dispersión subsiguiente se calcula utilizando el modo de soplo transitorio. Para una liberación instantánea, se utiliza el modo de dispersión de soplo transitorio para todo el cálculo.

Con el fin de evaluar todas las áreas que rodean el sitio del proyecto como iguales, la dirección del viento no se ha tomado en cuenta. En otras palabras, la pluma y el soplo podrían estar en todas direcciones. Esto garantiza que no se realice ninguna subestimación debido a la probabilidad de que haya indicaciones de viento para cualquier parte de la zona. Además, como no hay asentamientos dentro de un radio de 7.000 metros del sitio ningún análisis específico se requiere para una parte particular de una zona potencialmente afectada.

### 5.11.3.2 Número Richardson

Para determinar si el modelo de gas de empuje neutro SLAB se aplica a una liberación de gas. El número de Richardson es el número sin dimensiones que expresa la relación entre el término de flotabilidad y el término de cizallamiento de flujo.

El número de Richardson se aplica a tres tipos de fugas:

- Instantánea o que ocurre durante unos segundos
- Continua a nivel del suelo o de duración de varios minutos con poca o ninguna variación en la tasa de emisión
- Las fugas continuas de chorro

Para una liberación instantánea, un número Richardson menor o igual a 700 indica un gas de empuje neutro. Para una liberación continua de gas de empuje neutral, el número Richardson es menor o igual a 32. Cuando el número Richardson no se encuentra dentro de estos parámetros, considere el uso de un modelo de gas denso como SLAB.

Un líquido de baja volatilidad es un líquido en condiciones ambientales. No se necesita refrigeración ni presurización para mantener el material en forma líquida. Un líquido de baja volatilidad forma una piscina líquida tras su liberación, con la tasa de emisión atmosférica (la tasa de formación de nubes de vapor) dependiente de la evaporación de la piscina.

### 5.11.4 Descripción de las clases de emisiones seleccionadas para el caso 1 y 2

En particular, los siguientes escenarios de tamaño y tiempo para los dos casos se han identificado como relevantes para el centro.

#### 5.11.4.1 Tamaños de Fuga

Basándose en un principio de "ruptura aleatoria", una ruptura podría ocurrir en cualquier componente de los sistemas considerados. En particular, en este análisis se ha asumido que una liberación puede ocurrir en cualquier punto a lo largo de las tuberías identificadas, desde el tanque de almacenamiento de amoníaco hasta la carga de amoníaco, y desde el tanque de almacenamiento de amoníaco a la unidad de urea. En este informe se evaluarán tres tipos de tamaño de fuga:

1. Fuga menor y más probable, caracterizada por un tamaño de orificio de 10 mm
2. Fuga media y menos probable, diámetro de fuga equivalente al 20% del diámetro nominal
3. Fuga mayor y extremadamente improbable, el diámetro de fuga equivalente es del 100% del diámetro nominal

Cabe señalar que, basándose en las siguientes *fuentes autoritarias*, la frecuencia de fuga del 100% de diámetro nominal (total de 100% de rotura de taladro) es: mínimo  $2.2 \times 10^{-9}$  y máximo  $1 \times 10^{-7}$  evento/metro/año.

- *TNO Purple Book (1999, 2005): la ruptura del orificio completo tanto para el caso 1 como para el caso 2 es:  $1 \times 10^{-7}$  e/m/y (la pérdida de contención se define como una liberación de inventario completo en 10 minutos a una tasa de liberación constante.)*
- *UKOPA (RIVM 2011): rotura:  $2.2 \times 10^{-9}$  e/m/y (RIVM combinado:  $5.5 \times 10^{-9}$ )*

Esto significa que una ruptura del 100% del diámetro nominal (el peor caso extremo), tiene una probabilidad extremadamente baja.

La concentración límite considerada para los fines de la planta contemplada en el Plan de Escape de Emergencia del personal y la zona de riesgo es el valor EAGL-3, 10 minutos (2700 ppm). Dado el radio de área afectada de 1.355 metros desde el punto para el tamaño de liberación de fugas del 100% de perforación, el plan de emergencia in situ evacuará al personal no esencial, a los visitantes y a todas las demás personas de la zona afectada (R=1355 metros de la fuente puntual) dentro 30 minutos de la ocurrencia accidental del evento.

El riesgo individual bajo este escenario para un tiempo de exposición de 30 minutos en el límite (R = 1355) es inferior a 1 en 2 millones por año (muy por debajo de las normas internacionales para áreas residenciales).

Se observa que el amoníaco es una sustancia autoalarmante debido a su fuerte olor (el amoníaco se nota en 5ppm) y cualquier persona capaz debe ser capaz de evacuar o tomar medidas protectoras inmediatamente.

#### *5.11.4.2 Tiempo de Liberación*

El tiempo de liberación para el propósito de esta evaluación cuantitativa de riesgo inicial se asume conservativamente como 10 minutos para cada caso. Esta es una suposición conservadora dado que se cuenta con instrumentos de control automatizados y manuales en los procesos.

El uso de válvulas de seguridad automatizadas y la arquitectura de seguridad es común en plantas de urea modernas similares (e incorporadas en la planta de Fertilizantes del Norte), controladas por el ESD más rápido creíble esto resulta en un aislamiento dentro de 20 segundos y la explosión. Sin embargo, en caso de accidente, se asume que la respuesta del operador y tiempo de procesamiento del accidente es de 10 minutos.

- Si la tubería tiene una pequeña rotura, el líquido en la tubería no puede escaparse

completamente sin acción de intervención dentro de 10 minutos, por lo tanto, el tiempo de fuga se establecerá como 10 minutos.

- Si la tubería tiene una ruptura grande y el líquido puede filtrarse completamente dentro de 10 minutos, entonces se utilizará el tiempo de fuga real.

En el modelo SLAB calculamos la tasa de emisión y la duración de la liberación de diferentes escenarios de fuga, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla V - 48. Tasa de emisión y duración de la liberación**

Caso núm.	Diámetro nominal	Tasa de emisión y duración de liberación	Tamaño de ruptura		
			10mm	20% de diámetro	100% de diámetro
1	DN350	Tasa de emisión	0,40 kg/s	19.34 kg/s	483.96 kg/s
		Duración de la liberación	600s	600s	35.30 s
2	DN200	Tasa de emisión	0,52 kg/s	8.39 kg/s	209.80 kg/s
		Duración de la liberación	600s	584.98 s	23.40 s

#### 5.11.4.3 Las Condiciones Climáticas

En primer lugar, debe estar claro que la clasificación de estabilidad de Pasqual (abreviado como PS) se utilizará en el modelo. En esta clasificación, A - F representa diferentes tipos de clase de estabilidad atmosférica que es de clase inestable intensa a clase estable. Teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas locales en el área del proyecto, la clase PS y la velocidad del viento se especificarán manualmente como:

- Rango de temperatura local de 2016: 7.8 ~ 31.8°C
- Temperatura media de 2016: 22°C
- Rango de velocidad del viento en verano de 2016: 2 ~ 10m/s
- Rango de velocidad del viento en invierno de 2016:1 ~ 13m/s
- Velocidad media del viento en 2016: 4.3 m/s
- Humedad: 54%
- Las clases PS se especificarán como clase D y clase F.

Las condiciones climáticas de entrada especificadas se muestran en la tabla

**Tabla V - 49. Condiciones meteorológicas específicas de entrada**

No.	Estabilidad atmosférica (PS)	Velocidad del viento, m/s
1	F	1,5
2	D	4,3

Nota: la velocidad del viento de 4,3 m/s representa la velocidad media del viento en 2016.

### 5.11.5 Umbrales de exposición a la concentración

Todas las condiciones de accidentes significantes por fugas de amoníaco líquido accidental deben evaluarse utilizando los siguientes valores límite para las poblaciones potenciales o personas cercanas a la instalación. Estas denominadas pautas de exposición pública pretenden ayudar a predecir dónde y cómo se verán afectados los miembros del público en general (es decir, la gravedad del peligro) si están expuestos a un producto químico peligroso en particular en una situación de respuesta de emergencia, y con el fin de planificar las acciones de preparación y respuesta apropiadas. Todas estas directrices tienen tres niveles:

1. El primer nivel (por ejemplo, ERPG-1) es un umbral de efectos no incapacitante temporal.
2. El segundo nivel es un umbral de desactivación (posible impedimento de escape).
3. El tercer nivel es un umbral de efectos potencialmente mortal.

Se han evaluado las distancias a los siguientes umbrales de orientación de la exposición pública de amoníaco:

- ERPG-2 (pauta de respuesta de emergencia) es la concentración máxima en el aire por debajo de la cual se cree que casi todas las personas podrían estar expuestas por hasta 1 hora sin experimentar o desarrollar daños irreversibles u otros efectos o síntomas graves para la salud que podrían perjudicar la capacidad de una persona para tomar medidas protectoras.

- ERPG-3 es la concentración máxima en el aire por debajo de la cual se cree que casi todos los individuos podrían estar expuestos hasta por 1 hora sin experimentar o desarrollar efectos de salud que amenazan la vida.
- AEGL-3 (10 minutos) (nivel de pauta de exposición aguda) es la concentración en el aire de una sustancia por encima de la cual se predice que la población general, incluyendo individuos susceptibles, podría experimentar efectos para la salud que amenazan la vida o la muerte cuando se exponen durante 10 minutos o más (tenga en cuenta que 10 minutos es igual a la duración de fuga conservadora asumida para este estudio).

Los límites de IDLH sólo se utilizan cuando no se definen pautas de exposición pública para un producto químico dado (se definen las pautas de exposición pública de amoníaco).

Un límite de IDLH es un límite de exposición en el lugar de trabajo que se utiliza principalmente para tomar decisiones con respecto a la selección y el uso del respirador.

A diferencia de las pautas de exposición pública de tres niveles, sólo se define un único valor IDLH. El IDLH actual para amoníaco es de 300 ppm.

El plan de emergencia del sitio de Fertilizantes del Norte (Plan de Emergencia Interno) incluirá la disponibilidad de equipos de protección personal apropiados para las vías y aparatos respiratorios para los trabajadores y los visitantes, así como la capacitación en el uso de estos. Los dispositivos se colocarán en lugares fáciles y rápidos de alcanzar en toda la planta. Los visitantes serán instruidos sobre el uso adecuado de dichos dispositivos.

Por lo tanto, el IDLH no se utilizará para la definición de la zona de riesgo o zona de amortiguación, ya que el IDLH no es un instrumento apropiado ni pertinente para definir el riesgo de exposición pública para la planificación de la respuesta de emergencia pública.

**Tabla V - 50. Concentración estándar**

No.	Artículo	El valor umbral	Marca
1	NH <sub>3</sub>	150ppm	ERPG-2 (60min)
2		300ppm	IDLH
3		1500ppm	ERPG-3 (60min)
4		2700ppm	AEGL-3 (10min)

TLV, como el TLV (8hrs) para amoníaco (25ppm), no son pautas de respuesta de emergencia.

Además, los TLVs son valores recomendados diseñados para exposiciones a largo plazo solamente (continuas durante 8 horas por jornada laboral durante una vida útil). No están destinados a ser utilizados para estudios de exposición pública. Por estas razones, los TLV no se utilizan en este estudio en el impacto en el público en general resultante de eventos únicos.

#### 5.11.6 Resultados del análisis de dispersión

En los dos casos de liberación (la rotura de la tubería de carga de amoníaco y la tubería que conecta el tanque de amoníaco a la rotura de la unidad de urea), el amoníaco líquido es dos fases de filtración, se puede modelar con SLAB como una fuente de liberación de gas densa.

Los resultados del análisis de dispersión se muestran en la Tabla V-57

#### 5.11.7 Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento

##### Zona de amortiguación

La zona de amortiguación es el área donde se pueden permitir ciertas actividades productivas que son compatibles, con el fin de salvaguardar la población y el medio ambiente mediante la restricción del aumento de la población asentado.

Para determinar la zona de amortiguamiento se utiliza el resultado del escenario más severo. Este valor es  $R = 1920$  metros de la fuente de punto (100% fuga, ERPG-3).

Es una práctica generalmente aceptada para utilizar el ERPG-3 (*exposición hasta 1 hora sin efectos letales potenciales*) valor, resultando en  $R = 1920\text{m}$  medidos de la fuente de emisión bajo el escenario más improbable y severo.

El riesgo individual para  $C = 1.050 \text{ mg/m}^3$  (ERPG 3) y el tiempo de exposición de 60 minutos a  $R = 1920$  metros, bajo el escenario más severo seleccionado, es menor que 1 en 7 millones por año en el límite de la zona de amortiguamiento en  $R = 1920\text{m}$ .

*Tenga en cuenta que es extremadamente improbable que una persona permanezca fuera y desprotegida dentro del límite de 1920 metros por hasta 60 minutos sin salir o buscando refugio, ya que el amoníaco es altamente oloroso y se emitirán señales auditivas.*

Usando el escenario más razonable y ampliamente aceptado, el radio  $R = 1602$  metros desde el punto (10mm, ERGP-2). *En este punto, el proyecto utiliza el escenario más conservador ( $R = 1920 \text{ m}$ ) para definir la Zona de amortiguamiento.*

### Zona de riesgo

La zona de riesgo se define como la restricción de un área en la que no debe permitirse ningún tipo de actividad permanente no relacionada con la planta, incluidos los asentamientos humanos.

Para definir la zona de riesgo, se utilizó el valor de umbral AEGL-3 10 minutos en combinación con los resultados más severos de escenario altamente improbable en: R = 1355 metros como área de zona de riesgo. Usando un círculo perfecto, para tener en cuenta todas las direcciones de viento potenciales, el área total equivale a 577 hectáreas

El riesgo individual en y más allá de los límites de esta área es de 1/4,500,000 (10 minutos de exposición) y 1 en 2,000,000 (30 minutos de exposición), muy por debajo de las normas internacionales para zonas residenciales

Alternativamente, utilizando las directrices internacionales aceptadas para la aceptación de riesgos (ver más abajo) el límite se puede definir como la distancia donde el riesgo individual es 1 en 1 millón. Aplicando el escenario más severo incluyendo 100% rotura de perforación.

**Tabla V - 51. Descripción del escenario**

No.	Descripción del escenario	Distancia máxima 3000ppm que puede alcanzar (m)	
		F, 1.5 m/s, 100% de descarga	D, 4,3 m/s, 100% de descarga
1	Tubería entre tanque de almacenamiento de amoníaco a rotura de carga de amoníaco, DN350	1.201	1.222
2	Tubería entre tanque de almacenamiento de amoníaco a rotura de unidad de urea, DN200	734	799

El riesgo individual en C = 2100 mg/m<sup>3</sup> (3000ppm) con un tiempo de exposición de 30 minutos es 1 en 1,2 millones a R = 1, 222m desde el punto de origen. Esto es "aceptable" de acuerdo con las normas internacionales. 30 minutos también es suficiente tiempo para salir de la zona y o tomar medidas protectoras.

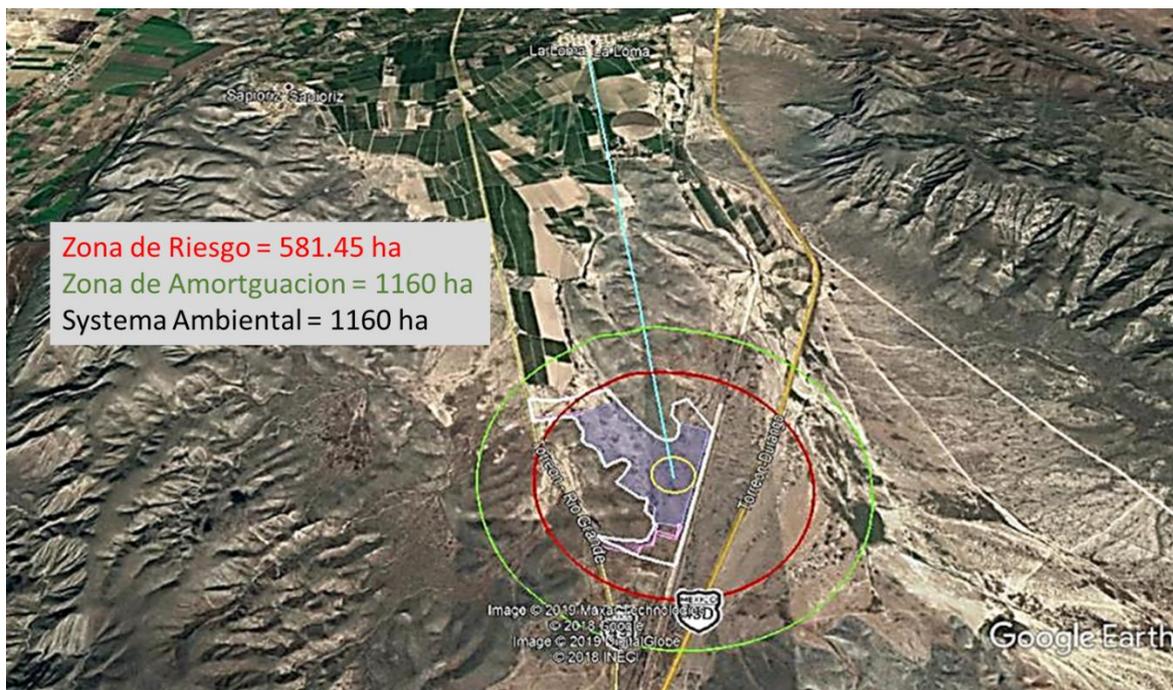
La zona de riesgo se ha establecido de forma conservadora en un radio de 1355 metros desde la fuente de emisión.

*30 minutos es el tiempo asumido para un individuo en la zona de riesgo al aire libre y sin protección. Este es un escenario muy improbable dada la característica auto-alarmanete del amoníaco y las alarmas auditivas que sonarán en el evento que ocurra.*

Al contabilizar la distancia del punto emisor a los límites de la planta, la zona de riesgo se extiende fuera del predio (aprox. 70% de la zona de riesgo) y sólo parcialmente en áreas donde los asentamientos permanentes podrían teóricamente ser posibles dadas las características del terreno (aprox. 23% de la zona de riesgo). No se establecen asentamientos permanentes en la zona de riesgo.

- *Norte-noroeste: la ZR se extiende máx. 500 m en una zona montañosa sin potencial para la agricultura, el ganado o los asentamientos permanentes.*
- *Suroeste: la ZR se extiende máx. 700 m en una zona mayoritariamente montañosa sin potencial para la agricultura, el ganado o los asentamientos permanentes.*
- *Este: la ZR se extiende hacia el área entre el ferrocarril y la carretera 40D. Esta tierra no está actualmente en uso, pero puede ser adecuada para actividades agrícolas o ganaderas, pero no para asentamientos permanentes.*
- Una pequeña parte de la ZR se extiende hacia el área este de la autopista 40D (máx. 650 m). Esta área está actualmente sin usar y se solapa con los derechos de camino de la carretera y representa aprox.18% de la ZR.

**Figura V - 1. Fuente Generadora, Zona De Riesgo Y Zona De Amortiguamiento**



**Observaciones generales**

Es importante notar que, durante la evaluación final, el valor de la superficie, la probabilidad de dirección del viento y las frecuencias reales de la clase meteorológica también serán utilizadas para tener en cuenta, por ejemplo, la cordillera en el lado oeste del proyecto y la ingeniería detallada.

El radio de la zona de amortiguamiento y el radio de la zona de riesgo, por lo tanto, son un valor más conservador y los resultados finales se ajustan cómodamente dentro del resultado del análisis actual.

**5.11.8 El riesgo individual y el riesgo aceptable**

**Función Probit**

Una función de Probit para la toxicidad aguda por inhalación de un producto químico describe la tasa de letalidad en una población expuesta como una función de cualquier combinación de la concentración de exposición y la duración de la exposición. Las funciones

Probit para la toxicidad aguda de los productos químicos son instrumentos importantes en la política de seguridad externa /fuera del sitio.

La función Probit es una función distribuida normalmente con una media de 5,0 y una varianza de 1,0. Un Probit de 5,0 corresponde a 50% de muertes, de 3,36 a 5% de muertes y de 6,64 a 95% de fatalidades.

- Las funciones Probit están diseñadas para predecir la letalidad tras la exposición aguda a la inhalación. Los Probites no están explícitamente diseñados para garantizar la prevención de todos los niveles de toxicidad. Por esta razón, las funciones Probit se han desarrollado sin los factores de seguridad generalmente aplicados para las pautas de límite de exposición protectora (tales como valores ERPG y AEGL).
- Las funciones de Probit asumen una población "promedio", incluyendo sujetos susceptibles. Dependiendo de las características demográficas de la población realmente expuesta, las zonas de riesgo calculadas pueden ser una reflexión más o menos precisa del sitio y el escenario específico, la letalidad humana esperada.
- Las funciones Probit asumen que las personas expuestas no están protegidas por equipo de protección personal o refugio en su lugar, ni que reciben tratamiento médico después de la exposición.

El modelo Probit para datos de letalidad de tiempo de concentración se describe como:

$$Pr = a + b_1 \times \ln(C) + b_2 \times \ln(t)$$

Ecuación 1: modelo de Probit bivariado estándar. C es la concentración en mg/m<sup>3</sup> y t es la duración de la exposición en minutos.

Una presentación alternativa utilizada con frecuencia es:

$$Pr = a + b \times \ln(C^n \times t)$$

Ecuación 2: modelo bivariado Probit alternativo;  $b = B2$  y  $n = B1/B2$ . La dosis métrica (CNxt) se conoce a menudo como 'carga tóxica'.

Las funciones Probit han sido desarrolladas por institutos líderes para su uso en estudios de riesgo individuales para una variedad de compuestos. Las siguientes son tres de las funciones desarrolladas para el amoníaco:

Función RIVM Probit  $NH_3$ :  $a = -15,6$ ,  $b = 1$ ,  $n = 2$

TNO greenbook Probit  $NH_3$  función:  $a = -15,8$ ,  $b = 1$ ,  $n = 2$

DNV/NORSOK Z013 2001:  $a = -9,82$ ,  $b = 0,71$ ,  $n = 2$

*Ejemplo:*

- 100% de rotura de perforación en tubería DN350 entre el almacenamiento  $NH_3$  y la unidad de carga
  - AEGL-3 (10 minutos) valor orientativo = 2700 ppm o 1888 mg/m<sup>3</sup> (R-Max = 1355 m)
  - P-letal (función RIVM):  $-15,6 + 1 \times LN(1888^2 \times 10) = 1,79$  (TNO verde = 1,59)
  - Corresponsales a menos de 0,1% tasa de letalidad en una población expuesta a 2700 ppm durante 10 minutos)
  - En y más allá del radio de  $R = 1355$  metros (umbral de 2700ppm) la tasa de letalidad es menor que 0,1% y disminuyendo con la distancia.
- 
- Un valor Probit de 2,6737 equivale a una probabilidad de fatalidad del 1%,
  - Un valor Probit de 2,2424 equivale a un 0,5% de probabilidad de fatalidad, y
  - Un valor Probit de 1,9098 equivale a un 0,1% de probabilidad de fatalidad.

La elección para estudiar la relación Probit más conservadora en la literatura actual, RVIM, aunque no adoptada actualmente por el regulador mexicano, fue intencional y se consideró consistente con el objetivo de producir una evaluación en el peor de los casos.

### Riesgo individual

Con el fin de evaluar el impacto potencial realista de los escenarios de liberación de amoníaco evaluados en el área fuera del sitio, se ha calculado el riesgo individual local (RIL).

El riesgo individual se define como la frecuencia con la que, en un lugar determinado, pueden existir condiciones de letalidad, teniendo en cuenta los escenarios de accidentes significativos evaluados. En particular, RIL (riesgo individual local) se define como la frecuencia con la que un individuo hipotético, permanentemente presente en un lugar específico sin posibilidad de protegerse, se espera que sostenga un nivel determinado de daño (en este caso fatalidad) de la realización de los peligros especificados.

Por su definición, el RIL puede ser visto como un límite superior teórico del riesgo realmente experimentado por un individuo específico. El RIL tiene en cuenta:

- la frecuencia de los eventos de liberación;
- la probabilidad de condiciones específicas que determinan los resultados accidentales finales (por ejemplo, probabilidades de dirección del viento, etc.). Para este estudio se asume que la peor condición estará presente todo el tiempo, entregando así un resultado más conservador que en realidad;
- la vulnerabilidad (es decir, la probabilidad de fatalidad relacionada con efectos físicos como la concentración tóxica). La función Probit convertida a porcentaje de fatalidades se utiliza para este propósito.

La frecuencia utilizada es el valor más conservador proporcionado por: *TNO Purple Book (1999, 2005): la ruptura total del calibre 100% para el caso 1 y el caso 2 es:  $1 * 10^{-7}$  e/m/y (la pérdida de contención se define como una liberación de completar el inventario en 10 minutos a una tasa de liberación constante).*

El RIL para este escenario más severo en una ubicación dada en R = 1355 metros (AEGL-3, 10 minutos) para una exposición de 10 minutos se calcula de la siguiente manera:

Puntuación de riesgo individual = probabilidad de fatalidad x frecuencia de eventos

$$\text{RIL} = 0,0007 \times 282 \times 1 \times 10^{-7} = 1.97 \times 10^{-8} \text{ por año (bajo supuestos conservadores)}$$

Esto representa una probabilidad conservadora de menos de 1 de cada 50 millones. En comparación, la probabilidad de ser asesinado por meteorito es 1 en 700.000 en los EE.UU., o por una caída de una escalera o andamio es 1 en 575.000.

*Se asume que los individuos están desprotegidos (al aire libre) y que están presentes durante el tiempo total de exposición de 10 minutos. Estar presente y desprotegido durante 10 minutos es una suposición conservadora. Porque el amoníaco es un material auto-alarmante y un irritante, las personas que son capaces de moverse a la seguridad por lo general intentarán hacerlo de inmediato.*

El RIL en una ubicación dada en R = 1920 metros (ERPG-3) para una exposición de tiempo de 60 minutos y bajo las condiciones más severas, se calcula de la siguiente manera:

P-letalidad = 2,4074 o 0,5% probabilidad de fatalidad

Puntuación de riesgo individual = probabilidad de fatalidad x frecuencia de eventos

$$\text{RIL} = 0,005 \times 282 \times 1 \times 10^{-7} = 1.41 \times 10^{-7} \text{ por año (bajo supuestos conservadores)}$$

Esto representa una probabilidad conservadora de menos de 1 en 7 millones en comparación, la posibilidad de ahogarse en una bañera es 1 en 850,000 (casi 10 veces más).

*Se asume que los individuos están desprotegidos (al aire libre) y que están presentes durante el tiempo total de exposición de 60 minutos. Estar presente durante 60 minutos es una suposición extremadamente conservadora. Debido a que el amoníaco es un material autoalarmante y un irritante, las personas que son capaces de moverse a la seguridad típicamente intentarán hacerlo inmediatamente, en particular dentro de los 60 minutos de un incidente que iniciará por señales de emergencia y procedimientos para alertar y proteger al público.*

#### Criterios de aceptación de riesgos

Los criterios para el proyecto de fertilizantes se toman de las siguientes directrices internacionales autorizadas:

#### *Singapur*

Los criterios de riesgo individuales adoptados en Singapur son especificados por la Agencia Nacional del Medio Ambiente en las directrices de la QRA [Ref. 4]. Los criterios se aplican a las instalaciones peligrosas para las poblaciones fuera de las instalaciones y se resumen de la siguiente manera:

- El contorno IR de  $5 \times 10^{-5}$  por año debe restringirse al sitio.
- Los contornos IR de  $5 \times 10^{-6}$  y  $1 \times 10^{-6}$  por año deben estar dentro de la zona industrial y la zona comercial, respectivamente.
- Todas las áreas residenciales deben estar ubicadas fuera del contorno de infrarrojos de  $1 \times 10^{-6}$  por año.

#### *El Reino Unido*

En el Reino Unido, se han presentado sugerencias sobre los niveles reglamentarios apropiados de riesgo individual tolerable e insignificante en varias publicaciones del Reino Unido. Estos niveles se resumen de la siguiente manera:

- Los límites de riesgo individuales superior e inferior para el personal que trabaja en una instalación donde existe un nivel de riesgo reconocido son 1 en mil ( $10^{-3}$ ) y 1 en un millón ( $10^{-6}$ ) por año, respectivamente.
- Para los riesgos individuales para el público, el límite superior se toma para ser 1 en 10,000 ( $10^{-4}$ ) por año.

#### *Australia*

La Agencia de protección ambiental occidental (EPA) es una autoridad estatutaria independiente que asesora al gobierno sobre cuestiones medioambientales. La EPA ha establecido los siguientes criterios de riesgo individuales fuera del sitio para evaluar la aceptabilidad de los riesgos de una instalación peligrosa:

- Un nivel de riesgo en las zonas residenciales de uno en un millón por año ( $1 \times 10^{-6}$  por año) o menos, es tan pequeño como para ser aceptable para la EPA

#### *Los Países Bajos*

En los países bajos, el nivel de riesgo individual máximo permitido para la población expuesta es de  $10^{-6}$  por año para las nuevas situaciones y de  $10^{-5}$  para las situaciones existentes, es decir, los riesgos individuales por encima de estos niveles son considera "inaceptable". Además, la política de uso de la tierra requiere que no se permitan nuevos desarrollos dentro del contorno de  $10^{-6}$  alrededor de una instalación existente, excepto en circunstancias especiales.

#### *Bélgica*

En Bélgica, el nivel máximo de riesgo individual admisible para la población expuesta es de  $10^{-5}$  por año, es decir, los riesgos individuales por encima de estos niveles se consideran «inaceptables».

#### 5.11.9 Conclusiones

Los resultados de este análisis cuantitativo de riesgos (QRA) en términos de riesgo individual relevante para los escenarios del peor caso seleccionados para el proyecto de Fertilizantes del Norte se evalúan en esta sección en base a los "criterios de aceptación del riesgo".

Los cálculos de riesgo individuales relevantes para el proyecto de fertilizantes muestran que el riesgo individual para el público es inferior a  $10^{-6}$ .

De acuerdo con los criterios de aceptación de riesgo, el riesgo individual para el público es menor que el riesgo máximo tolerable ( $10^{-4}$  en el Reino Unido y  $10^{-6}$  en los Países Bajos, para las nuevas instalaciones) o el riesgo insignificante ( $10^{-6}$  en el Reino Unido) y, por lo tanto, puede ser considerada «aceptable».

*Las medidas de mitigación deben tener como objetivo evitar la degradación mediante la inspección y el mantenimiento y proporcionar al personal de campo un equipo de protección personal pertinente (por ejemplo, máscaras de escape).*

Tabla V - 52. Resultados del análisis de dispersión

Escenario	El valor umbral	La distancia máxima a la que puede llegar el valor umbral (m)		
		F, 1.5 m/s, 10mm	F, 1.5 m/s, 20% de diámetro	F, 1.5 m/s, 100% de diámetro
Tubería entre el tanque de almacenamiento de amoníaco a la rotura de carga de amoníaco, DN350	ERPG-2 (150ppm)	1388	6968	8759
	IDLH (300PPM)	884	4848	5497
	ERPG-3 (1500ppm)	243	1649	1920
	AEGL-3 /10 (2700ppm)	140	1153	1282
	El valor umbral	D, 4,3 m/s, 10MM	D, 4.3 m/s, 20% de diámetro	D, 4.3 m/s, 100% de diámetro
	ERPG-2 (150ppm)	368	3720	5933
	IDLH (300PPM)	245	2496	4476
	ERPG-3 (1500ppm)	74	825	1870
	AEGL-3 /10 (2700ppm)	50	545	1355
Tubería entre el tanque de almacenamiento de amoníaco a la rotura de la unidad de urea, DN200	El valor umbral	F, 1.5 m/s, 10mm	F, 1.5 m/s, 20% de diámetro	F, 1.5 m/s, 100% de diámetro
	ERPG-2 (150ppm)	1602	5046	5422
	IDLH (300PPM)	1031	3218	3446
	ERPG-3 (1500ppm)	301	1179	1210
	AEGL-3 /10 (2700ppm)	172	790	796
	El valor umbral	D, 4,3 m/s, 10MM	D, 4.3 m/s, 20% de diámetro	D, 4.3 m/s, 100% de diámetro
	ERPG-2 (150ppm)	367	2361	3759
	IDLH (300PPM)	245	1497	2504
	ERPG-3 (1500ppm)	90	488	1159
AEGL-3 /10 (2700ppm)	73	297	817	

Nota 1: f, 1.5 m/s, 10mm significa que la clasificación de estabilidad de Pasqual es f, la velocidad del viento es de 1.5 m/s, el tamaño de fuga es de 10 mm.

Nota 2: la velocidad media del viento está cerca de 4,3 m/s en el área del proyec



## Tabla de Contenido

Tabla de Tablas _____	1
Tabla de Figuras _____	2
<b>6 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES _____</b>	<b>3</b>
<b>6.1 La medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental _____</b>	<b>4</b>
6.1.1 Medidas de mitigación durante los eventos de rutina _____	5
6.1.1.1 Impacto: Aumento de las emisiones atmosféricas _____	5
6.1.1.2 Impacto: Generación de residuos _____	7
6.1.1.3 Impacto: Cambio en el escenario _____	9
6.1.1.4 Impacto: Erosión (E), Modificación de la capacidad de infiltración del suelo (I), y Cambios en los patrones de drenaje (D) _____	11
6.1.1.5 Impacto: Pérdida de vegetación y biodiversidad y Cambio potencial en el hábitat de fauna. ____	13
6.1.1.6 Impacto: Aumento de los movimientos del tráfico. _____	15
6.1.1.7 Impacto: La generación de emisiones de polvo (PM10) y ruido (para personal) _____	17
6.1.2 Medidas de mitigación durante eventos no rutinarios _____	19
6.1.2.1 Impacto: Liberación de NH <sub>3</sub> por incidentes de emergencia. _____	21
6.1.2.2 Impacto: Mayor probabilidad de Fugas de Materiales Peligrosos y Otros Fluidos _____	23
6.1.2.3 Impacto: Mayor probabilidad de incendio y explosiones _____	25
6.1.2.4 Impacto: Emisiones debido evento de emergencia _____	27
6.1.2.5 Impacto: Accidentes Laborales _____	28
<b>6.2 Impactos después de la mitigación _____</b>	<b>30</b>
6.2.1 Fase de Preparación y Construcción del Sitio _____	31
6.2.2 Fase de Operaciones y Mantenimiento _____	33
6.2.3 Eventos no rutinarios _____	35
<b>6.3 Resumen y Conclusiones _____</b>	<b>36</b>

## Tabla de Tablas

<i>Tabla VI - 1. Medida de Monitoreo y Gestión de Emisiones _____</i>	<i>5</i>
<i>Tabla VI - 2. Medida de Monitoreo y Gestión de Residuos _____</i>	<i>7</i>
<i>Tabla VI - 3. Medida de Gestionar, Mitigar y Restablecer los Impactos del Paisaje _____</i>	<i>9</i>
<i>Tabla VI - 4. Medida de Manejo y Mitigación de la Erosión, Capacidad de Infiltración y Drenaje _____</i>	<i>11</i>

<i>Tabla VI - 5. Medida de Gestión y Mitigación de los Impactos a Flora y Fauna</i>	13
<i>Tabla VI - 6. Medida de Mitigación de las Molestias Causadas por el Tráfico</i>	15
<i>Tabla VI - 7. Medida de Salud y Seguridad Personal</i>	17
<i>Tabla VI - 8. Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta a las Liberaciones de NH3 de Emergencia</i>	21
<i>Tabla VI - 9. Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Derrames y Fugas</i>	23
<i>Tabla VI - 10. Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Incendios y Explosiones</i>	25
<i>Tabla VI - 11. Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Liberaciones de Emergencia de Gases (no NH3)</i>	27
<i>Tabla VI - 12. Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Incidentes y Accidentes Laborales</i>	28
<i>Tabla VI - 13. Valores de Receptores</i>	30
<i>Tabla VI - 14. Impactos después de la mitigación (construcción)</i>	31
<i>Tabla VI - 15. Impactos después de la mitigación (operación)</i>	33
<i>Tabla VI - 16. Impactos después de la mitigación (eventos no rutinarios)</i>	35

### Tabla de Figuras

Este capítulo no contiene figuras.

## 6 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En los siguientes apartados, se identifican medidas de prevención y mitigación específicas, así como los programas para los impactos identificados durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento de la planta de Fertilizantes del Norte.

Las medidas/procedimientos deben ser considerados y adoptados según corresponda por Fertilizantes del Norte y sus contratistas durante las fases de construcción y operación del desarrollo propuesto. Muchos de ellos ya han sido incluidos como parte del plan del proyecto, pero se reiteran en esta sección con referencia a posibles impactos específicos.

El objetivo principal de las medidas de mitigación es reducir la importancia de los impactos potenciales a un nivel aceptable para todos los aspectos relevantes del proyecto e interrelaciones con el entorno receptor.

Para preservar el medio ambiente y asegurar la sostenibilidad de este proyecto, se proponen una serie de medidas para mitigar el Menor, y Mayor ranking impactos negativos identificados como resultado del proyecto, así como mejorar los impactos identificados como positivo.

Las medidas de mitigación propuestas para los impactos previstos tuvieron conocimiento, entre otros, de las siguientes:

1. Directrices pertinentes de la CFI;<sup>1</sup>
2. Directrices del Sector Industrial (principalmente EFMA);<sup>2</sup>
3. Viabilidad de la aplicación de medidas en México;
4. Prioridad y puntos de vista de las partes interesadas;
5. Leyes ambientales a nivel nacional, regional e internacional (Capítulo 3).

Las medidas y procedimientos de mitigación se agrupan de acuerdo con los impactos que mitigan. Después, y utilizando estas medidas de mitigación, se proporciona un análisis del impacto residual que queda después de la aplicación de las medidas.

---

<sup>1</sup>[https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics\\_ext\\_content/ifc\\_external\\_corporate\\_site/sustainability-at-ifc/policies-standards/ehs-guidelines](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/sustainability-at-ifc/policies-standards/ehs-guidelines)

<sup>2</sup><https://www.fertilizerseurope.com/>

Los impactos residuales presentados en esta sección deben ser adecuadamente gestionados, si es necesario de acuerdo con el Programa De Gestión De La Calidad Ambiental de Construcción y el Programa De Gestión De La Calidad Ambiental de Operación presentado en el *Anexo 15 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental*, y el *Anexo 16 - Operación - Plan de Gestión Ambiental*, del presente informe.

### 6.1 La medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Las medidas de mitigación durante las fases de preparación, construcción y operación y mantenimiento del sitio son en gran medida las mismas. Por lo tanto, las medidas de mitigación en este capítulo se presentan para la preparación y construcción del sitio y la fase de operación y mantenimiento en la Sección 6.1.1 *Medidas de mitigación durante los eventos de rutina*, y las medidas de mitigación para eventos no rutinarios se presentan en la Sección 6.1.2 *Medidas de mitigación durante eventos no rutinarios*.

En muchos casos, una medida de mitigación para un impacto puede tener un efecto de mitigación secundario sobre otro impacto. A menos que el efecto de mitigación de una medida sea igualmente fuerte para más de un impacto, la medida de mitigación solo se enumera con el impacto más fuerte. En una construcción similar, las medidas de mitigación para los eventos no rutinarios se presentan como adicionales a las medidas de mitigación ya enumeradas para los impactos rutinarios de preparación, construcción y operación y mantenimiento.

## 6.1.1 Medidas de mitigación durante los eventos de rutina

## 6.1.1.1 Impacto: Aumento de las emisiones atmosféricas

Tabla VI - 1. Medida de Monitoreo y Gestión de Emisiones

<b>Fase del Proyecto:</b>	<b>Preparación del Sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento</b>	
<b>Receptores Valorados:</b>	<b>Calidad de Aire</b>	
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Medida de Monitoreo y Gestión de Emisiones</b>	
<b>Impacto Que Atenuará:</b>	Incremento de las emisiones CO, NOx Sox, y CO <sub>2</sub> a la atmósfera. Incremento de las emisiones polvos fugitivos (PM10) a la atmósfera. Emisión constante de gases producto de la operación Emisiones fugitivas.	
<b>Descripción de la Medida:</b>	Se realizarán medidas de control, mitigación y mantenimiento de las instalaciones, particularmente las que estén inmersas en el proceso de producción de NH <sub>3</sub> .	
<b>Factores de la Medida:</b>	Monitoreo General de Emisiones y Management Mejoras y eficiencias en el diseño de procesos	
<b>Indicador de Ejecución:</b>	Los niveles de las emisiones (gaseosa y polvo) frente a las cantidades máximas establecidas y los niveles de mediciones anteriores.	
<b>Indicador de Efecto:</b>	La comparación de la cantidad de mantenimientos del sistema realizados y los correctivos que se hayan llevado a cabo. Con esta medida se plantea evitar a toda costa cualquier situación de riesgo potencial	
<b>Monitoreo de Medida de Mitigación:</b>		
<b>Fase del Monitoreo</b>	<b>Frecuencia del Monitoreo</b>	<b>Método de Monitoreo</b>
Preparación del sitio	Periódicamente	Inspección de la calidad del aire.
Construcción	Periódicamente	Inspección de la calidad del aire.
Operación y Mantenimiento.	Continuamente (Operaciones) (cuando sea práctico)	Inspección de la calidad del aire.

**Planes y programas que forman parte de la Medida de Mitigación:**

- *Anexo 17 - Construcción - Plan de Gestión de Calidad del Aire*
- *Anexo 18 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental y Sustentabilidad (Contratista)*
- *Anexo 19 - Construcción - Control de Emisiones (Contratista)*
- *Anexo 20 - Operación - Diseño e Inspección de Tanques de Almacenamiento de Amoniaco*

6.1.1.2 Impacto: Generación de residuos

Tabla VI - 2. Medida de Monitoreo y Gestión de Residuos

<b>Fase del Proyecto:</b>	<b>Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento</b>	
<b>Receptores Valorados:</b>	<b>Agua Subterránea y Calidad del Suelo</b>	
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Medida de Monitoreo y Gestión de Residuos</b>	
<b>Impacto Que Atenuará:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos; peligrosos municipales y especiales.</li> <li>- Generación de aguas residuales</li> <li>- Generación de aguas residuales sanitarias</li> </ul>	
<b>Descripción de la Medida:</b>	Se deberá implementar un programa de manejo de residuos a los tipos de residuos generados durante las distintas fases del proyecto.	
<b>Factores de la Medida:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concienciación y comunicación adecuadas de los residuos</li> <li>• Calidad y gestión de depósitos de residuos.</li> <li>• Monitoreo de calidad del sistema de Aguas Residuales (incluyendo Sanitarios).</li> </ul>	
<b>Indicador de Ejecución:</b>	Los niveles y tipos de residuos (líquidos y sólidos), la integridad de los depósitos y la integridad del sistema de agua residual.	
<b>Indicador de Efecto:</b>	Un tratamiento seguro y eficiente de residuos sólidos, , depósitos de residuos y sistemas de aguas residuales.	
<b>Monitoreo de Medida de Mitigación:</b>		
<b>Fase del Monitoreo</b>	<b>Frecuencia del Monitoreo</b>	<b>Método de Monitoreo</b>
Preparación del Sitio	Continuamente	Registros de residuos e inspección visual.
Construcción	Continuamente	Registros de residuos e inspección visual.
Operación y Mantenimiento	Gestión de residuos: Continuamente. Depósitos y Sistemas; Periódicamente	Registros de residuos e inspección visual. Supervisión de calidad (operaciones)

**Planes y programas que forman parte de la Medida de Mitigación:**

- *Anexo 18 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental y Sustentabilidad (Contratista)*
- *Anexo 21 - Construcción - Plan de Gestión de Materiales Peligrosos*
- *Anexo 22 - Construcción - Plan de Gestión de Residuos*
- *Anexo 23 - Construcción - Gestión de Residuos (Contratista)*
- *Anexo 24 - Construcción - Manejo de Sustancias Químicas (Contratista)*

## 6.1.1.3 Impacto: Cambio en el escenario

Tabla VI - 3. Medida de Gestionar, Mitigar y Restablecer los Impactos del Paisaje

<b>Fase del Proyecto:</b>	<b>Preparación del Sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento</b>	
<b>Receptores Valorados:</b>	<b>Paisaje</b>	
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Medida de Gestionar, Mitigar y Restablecer los Impactos del Paisaje</b>	
<b>Impacto Que Atenuará:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio en el escenario</li> <li>- La Vista de las Instalaciones</li> </ul>	
<b>Descripción de la Medida:</b>	Se deberá implementar un programa de manejo de residuos a los tipos de residuos generados durante las distintas fases del proyecto.	
<b>Factores de la Medida:</b>	1. Rellene y vuelva a contornee todas las excavaciones temporales y las fosas. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión de residuos (véase 6.1.1.2)</li> </ul>	
<b>Indicador de Ejecución:</b>	Niveles de trabajos de excavación visibles y pozos abiertos. Niveles de basura en el lugar.	
<b>Indicador de Efecto:</b>	No hay trabajos de excavación visibles y pozos abiertos. No hay basura en el lugar.	
<b>Monitoreo de Medida de Mitigación:</b>		
<b>Fase del Monitoreo</b>	<b>Frecuencia del Monitoreo</b>	<b>Método de Monitoreo</b>
Preparación del sitio	Continuamente	Inspección visual.
Construcción	Continuamente	Inspección visual.
Operación y Mantenimiento.	Continuamente	Inspección visual.
<b>Planes y programas que forman parte de la Medida de Mitigación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anexo 25 - Programa de Protección de Fauna Silvestre</li> <li>• Anexo 26 - Programa de Rescate, Reubicación y Reforestación de Flora Silvestre</li> <li>• Anexo 22 - Construcción - Plan de Gestión de Residuos</li> <li>• Anexo 27 - Construcción - Plan de Control de Erosión y Manejo de Aguas de Lluvia y Tormenta</li> <li>• Anexo 28 - Construcción - Erosión (Contratista)</li> <li>• Anexo 23 - Construcción - Gestión de Residuos (Contratista)</li> </ul>	



6.1.1.4 Impacto: Erosión (E), Modificación de la capacidad de infiltración del suelo (I), y Cambios en los patrones de drenaje (D)

Tabla VI - 4. Medida de Manejo y Mitigación de la Erosión, Capacidad de Infiltración y Drenaje

<b>Fase del Proyecto:</b>	<b>Preparación del Sitio y Construcción</b>	
<b>Receptores Valorados:</b>	<b>Agua Subterránea, Calidad del Suelo, Drenaje</b>	
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Medida de Manejo y Mitigación de la Erosión, Capacidad de Infiltración y Drenaje</b>	
<b>Impacto Que Atenuará:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificación de la capacidad de infiltración del suelo</li> <li>- Erosión.</li> <li>- Cambios en los patrones de drenaje</li> </ul>	
<b>Descripción de la Medida:</b>	Minimizar el impacto de la erosión, infiltración y cambio de drenaje por gestión y limitación de la excavación, refuerzo de la tierra afectada y creación de nueva red de drenaje.	
<b>Factores de la Medida:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Minimizando la excavación de terrenos.</li> <li>2. Separación de tipos de suelo y reutilización.</li> <li>3. Refuerzo de tierras vulnerables.</li> <li>4. Diseñar e implementar nueva infraestructura de drenaje <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fin de la construcción; restaurar el estado original de la tierra tanto como sea posible</li> </ul> </li> </ol>	
<b>Indicador de Ejecución:</b>	Cantidades de tierra excavada, calidad y cantidad de suelo, cantidad de tierra reforzada, vulnerable y restaurada, infraestructura de lluvia.	
<b>Indicador de Efecto:</b>	Sólo la tierra necesaria habrá sido excavada o alterada. No hay tierra vulnerable. Sistema de drenaje en funcionamiento en su lugar.	
<b>Monitoreo de Medida de Mitigación:</b>		
<b>Fase del Monitoreo</b>	<b>Frecuencia del Monitoreo</b>	<b>Método de Monitoreo</b>
Preparación del sitio	Incidental sobre la excavación o alteración del suelo.	Verificación de la necesidad de inspección visual.

Construcción	Incidental sobre la excavación o alteración del suelo.	Verificación de la necesidad e inspección visual.
<b>Planes y programas que forman parte de la Medida de Mitigación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Anexo 26 - Programa de Rescate, Reubicación y Reforestación de Flora Silvestre</i></li> <li>• <i>Anexo 27 - Construcción - Plan de Control de Erosión y Manejo de Aguas de Lluvia y Tormenta</i></li> <li>• <i>Anexo 28 - Construcción - Erosión (Contratista)</i></li> <li>• <i>Anexo 29 - Construcción - Gestión de Drenajes (Contratista)</i></li> <li>• <i>Anexo 30 - Construcción - Plan de Gestión de la Calidad del Agua y Suelo</i></li> </ul>	

## 6.1.1.5 Impacto: Pérdida de vegetación y biodiversidad y Cambio potencial en el hábitat de fauna.

Tabla VI - 5. Medida de Gestión y Mitigación de las Impactos a Flora y Fauna

<b>Fase del Proyecto:</b>	<b>Preparación del Sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento</b>	
<b>Receptores Valorados:</b>	<b>Flora y Fauna</b>	
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Medida de Gestión y Mitigación de las Impactos a Flora y Fauna</b>	
<b>Impacto Que Atenuará:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de vegetación y biodiversidad</li> <li>- Cambio potencial en el hábitat de fauna.</li> </ul>	
<b>Descripción de la Medida:</b>	Se realizará el rescate y reubicación de flora, incluyendo a las especies que se encuentren listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, con lo cual se prevendrá la afectación de las especies de fauna silvestre que se encuentren dentro de las áreas de trabajo	
<b>Factores de la Medida:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminar sólo la tierra explícitamente necesaria para las instalaciones temporales y permanentes y reutilizar la eliminación y, cuando sea posible,.</li> <li>- Rehabilitar terrenos siempre que sea posible después de la construcción.</li> <li>- Creación y mantenimiento de Zonas Vivero, Reforestación y Verde.</li> </ul>	
<b>Indicador de Ejecución:</b>	Cantidad de terrenos eliminados, terrenos no utilizados después de las actividades de construcción, y la existencia y mantenimiento de las zonas Vivero, Reforestación y Verde.	
<b>Indicador de Efecto:</b>	Se realizará un reporte de la cantidad de individuos rescatados y reubicados y se obtendrá mediante el análisis de la supervivencia de los individuos replantados.	
<b>Monitoreo de Medida de Mitigación:</b>		
<b>Fase del Monitoreo</b>	<b>Frecuencia del Monitoreo</b>	<b>Método de Monitoreo</b>
Preparación del sitio.	En los casos de remoción de tierras.	Verificación de la necesidad y la inspección visual.

Construcción	Mensual.	Evaluación del estado Vivero, etc. e inspección visual.
Operación y Mantenimiento.	Mensual.	Evaluación del estado Vivero, etc. e inspección visual.
<b>Planes y programas que forman parte de la Medida de Mitigación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anexo 25 - Programa de Protección de Fauna Silvestre</li> <li>• Anexo 26 - Programa de Rescate, Reubicación y Reforestación de Flora Silvestre</li> <li>• Anexo 21 - Construcción - Plan de Gestión de Materiales Peligrosos</li> <li>• Anexo 22 - Construcción - Plan de Gestión de Residuos</li> <li>• Anexo 30 - Construcción - Plan de Gestión de la Calidad del Agua y Suelo</li> <li>• Anexo 18 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental y Sustentabilidad (Contratista)</li> <li>• Anexo 23 - Construcción - Gestión de Residuos (Contratista)</li> <li>• Anexo 24 - Construcción - Manejo de Sustancias Químicas (Contratista)</li> </ul>	

## 6.1.1.6 Impacto: Aumento de los movimientos del tráfico.

Tabla VI - 6. Medida de Mitigación de las Molestias Causadas por el Tráfico

<b>Fase del Proyecto:</b>	<b>Preparación del Sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento</b>		
<b>Receptores Valorados:</b>	<b>Tráfico</b>		
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Medida de Mitigación de las Molestias Causadas por el Tráfico</b>		
<b>Impacto Que Atenuará:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La transportación de maquinaria y equipo</li> <li>- Tráfico</li> </ul>		
<b>Descripción de la Medida:</b>	Habrá estrictas calificaciones y calificaciones para vehículos y operadores durante la vida del proyecto.		
<b>Factores de la Medida:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementación de un Plan de Tráfico</li> <li>2. Planificación del movimiento de vehículos <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cualificaciones requeridas para el conductor</li> </ul> </li> </ol>		
<b>Indicador de Ejecución:</b>	Existencia y cumplimiento de las cualificaciones del plan y de los conductores, cantidad de movimientos necesarios.		
<b>Indicador de Efecto:</b>	Sin accidentes de tráfico y el flujo de tráfico sin molestias alrededor de las plantas.		
<b>Monitoreo de Medida de Mitigación:</b>			
<b>Fase del Monitoreo</b>	<b>Frecuencia del Monitoreo</b>		<b>Método de Monitoreo</b>
Preparación del sitio.	Cada 6 meses.		Reevaluación, actualización y verificación del cumplimiento.
Construcción	Cada 6 meses.		Reevaluación, actualización y verificación del cumplimiento.
Operación y Mantenimiento.	Cada 6 meses.		Reevaluación, actualización y verificación del cumplimiento.

**Planes y programas que forman parte de la Medida de Mitigación:**

- *Anexo 31 - Construcción - Plan de Gestión de HSE del Sitio*
- *Anexo 32 - Construcción - Plan de Seguridad y Salud (Contratista)*
- *Anexo 33 - Construcción - Plan de Manejo del Tráfico de Construcción*

## 6.1.1.7 Impacto: La generación de emisiones de polvo (PM10) y ruido (para personal)

Tabla VI - 7. Medida de Salud y Seguridad Personal

<b>Fase del Proyecto:</b>	<b>Preparación del Sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento</b>		
<b>Receptores Valorados:</b>	<b>Personal</b>		
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Medida de Salud y Seguridad Personal</b>		
<b>Impacto Que Atenuará:</b>	- La generación de emisiones de polvo (PM10) y ruido.		
<b>Descripción de la Medida:</b>	Implementación de una Sistema de Administración de Seguridad y Salud y un Plan de Responsabilidad de Emergencia.		
<b>Factores de la Medida:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creación de conciencia y formación sobre riesgos y respuestas en materia de salud laboral.</li> <li>2. Uso obligatorio del Equipo de Protección Personal. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de seguridad de redundancia (proceso).</li> </ul> </li> </ol>		
<b>Indicador de Ejecución:</b>	Porcentaje de cumplimiento y nivel de un seguro y capacidad de respuesta de los trabajadores Porcentaje de cumplimiento y nivel de un seguro y capacidad de respuesta de los trabajadores.		
<b>Indicador de Efecto:</b>	Altos niveles de uso de EPP, existencia de una cultura de seguridad altamente consciente.		
<b>Monitoreo de Medida de Mitigación:</b>			
<b>Fase del Monitoreo</b>	<b>Frecuencia del Monitoreo</b>		<b>Método de Monitoreo</b>
Preparación del sitio.	Cada 6 meses.		Reevaluación, actualización y verificación del cumplimiento.
Construcción	Cada 6 meses.		Reevaluación, actualización y verificación del cumplimiento.
Operación y Mantenimiento.	Cada 6 meses.		Reevaluación, actualización y verificación del cumplimiento.

**Planes y programas que forman parte de la Medida de Mitigación:**

- Anexo 17 - Construcción - Plan de Gestión de Calidad del Aire
- Anexo 18 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental y Sustentabilidad (Contratista)
- Anexo 19 - Construcción - Control de Emisiones (Contratista)
- Anexo 31 - Construcción - Plan de Gestión de HSE del Sitio
- Anexo 32 - Construcción - Plan de Seguridad y Salud (Contratista)

### 6.1.2 Medidas de mitigación durante eventos no rutinarios

Todo el Proyecto adoptará un Plan de **Gestión Ambiental** destinado a minimizar cualquier posible evento accidental, y se presenta en el *Anexo 15 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental* y el *Anexo 16 - Operación - Plan de Gestión Ambiental*.

Se incorporan las siguientes medidas generales de gestión y control para minimizar los impactos accidentales que pueden producirse durante las diferentes fases del proyecto:

- Durante Operaciones, se aplicará un buen mantenimiento, operación y mantenimiento continuo (basado en las especificaciones y recomendaciones de los proveedores de equipos). Fertilizantes del Norte desarrollará e implementará un calendario / programa de mantenimiento preventivo para equipos (incluyendo tuberías y equipos eléctricos) y vehículos. El mantenimiento adecuado y la administración de la planta durante la operación deben garantizar que no se produzcan riesgos y se minimizan los derrames y las fugas.
1. Prohibir fumar en todas las áreas y mostrar avisos prominentes de NO FUMAR.
  2. Las fichas de datos de seguridad de materiales (MSDS) con instrucciones de seguridad deben mostrarse claramente en el área de almacenamiento y en idioma español.
  3. Para todos los eventos accidentales potenciales, se debe poner en marcha un plan de respuesta de emergencia.
  4. Los empleados deben estar totalmente capacitados para implementar los planes de respuesta a emergencias pertinentes en caso de emergencia.
  5. La comunicación y coordinación con las autoridades pertinentes es necesaria en caso de incendio o explosión o liberación de NH<sub>3</sub>.
  6. Se aplicarán diferentes conceptos preventivos (por ejemplo, documentación adecuada de los procedimientos normalizados, normas de permiso de trabajo y procedimientos para la gestión eficaz de los procesos)
  7. Los sistemas operativos tendrán dos sistemas de apagado en caso de emergencia:
    1. Apagado del proceso (apagado automático del equipo de proceso);
    2. Apagado de emergencia (apagado manual remoto y aislamiento de la unidad/planta).

8. Deberán existir alarmas de alerta de emergencia para abordar posibles problemas de salud y seguridad humanas.
- Se investigará la causa del incidente, y se adoptarán medidas cautelares para evitar que ocurran.

6.1.2.1 Impacto: Liberación de NH<sub>3</sub> por incidentes de emergencia.Tabla VI - 8. Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta a las Liberaciones de NH<sub>3</sub> de Emergencia

<b>Fase del Proyecto:</b>	<b>Operación y Mantenimiento</b>	
<b>Receptores Valorados:</b>	<b>Fauna, Salud Publica, Personal, Calidad de Aire</b>	
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta a las Liberaciones de NH<sub>3</sub> de Emergencia</b>	
<b>Impacto Que Atenuará:</b>	- La liberación de NH <sub>3</sub> por incidentes de emergencia.	
<b>Descripción de la Medida:</b>	Un programa de mantenimiento regular de equipos NH <sub>3</sub> y el monitoreo de los mismos y de capacitación del personal en caso de liberaciones de emergencia NH <sub>3</sub> .	
<b>Factores de la Medida:</b>	1. Monitoreo y Mantenimiento. 2. Medidas de protección de diseño de procesos. - Capacitación de personal.	
<b>Indicador de Ejecución:</b>	La ejecución de las actividades de monitoreo y mantenimiento, la funcionalidad de las medidas de protección operacional y el cuidado y la capacidad de respuesta de los trabajadores.	
<b>Indicador de Efecto:</b>	Medidas de protección funcionales operacionales y personal capacitado altamente consciente y receptivo.	
<b>Monitoreo de Medida de Mitigación:</b>		
<b>Fase del Monitoreo</b>	<b>Frecuencia del Monitoreo</b>	<b>Método de Monitoreo</b>
Operación y Mantenimiento.	Monitoreo y Mantenimiento: Según el programa de mantenimiento.  Capacitación del personal: Según el horario y según sea necesario.	Inspección técnica.  Asistencia y ejercicios.

**Planes y programas que forman parte de la Medida de Mitigación:**

- Adherencia a los sistemas de seguridad e implementar las medidas de mitigación de la Sección 6.1.1 *Medidas de mitigación durante los eventos de rutina.*
- *Anexo 34 - Operación - Plan de Gestión de Responsabilidad de Emergencia*
- *Anexo 20 - Operación - Diseño e Inspección de Tanques de Almacenamiento de Amoniaco*

## 6.1.2.2 Impacto: Mayor probabilidad de Fugas de Materiales Peligrosos y Otros Fluidos

Tabla VI - 9. Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Derrames y Fugas

<b>Fase del Proyecto:</b>	<b>Preparación del Sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento</b>	
<b>Receptores Valorados:</b>	<b>Calidad del Suelo, Agua Subterránea y Fauna</b>	
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Derrames y Fugas</b>	
<b>Impacto Que Atenuará:</b>	- Fugas de materiales peligrosos y otros fluidos.	
<b>Descripción de la Medida:</b>	Un programa de mantenimiento regular de instalaciones de manejo y almacenamiento de residuos y el seguimiento de los mismos.	
<b>Factores de la Medida:</b>	1. Monitoreo y Gestión de Residuos - Criterios de diseño de almacenamiento de residuos	
<b>Indicador de Ejecución:</b>	Actividades de Monitoreo y mantenimiento y construir adecuadamente sistemas de almacenamiento y gestión de residuos.	
<b>Indicador de Efecto:</b>	Sistema e instalaciones de gestión de residuos que funcionan correctamente.	
<b>Monitoreo de Medida de Mitigación:</b>		
<b>Fase del Monitoreo</b>	<b>Frecuencia del Monitoreo</b>	<b>Método de Monitoreo</b>
Preparación del sitio.	De acuerdo con el programa de mantenimiento.	Inspección técnica y visual.
Construcción	De acuerdo con el programa de mantenimiento.	Inspección técnica y visual.
Operación y Mantenimiento.	De acuerdo con el programa de mantenimiento.	Inspección técnica y visual.
<b>Planes y programas que forman parte de la Medida de Mitigación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adherencia a los sistemas de seguridad e implementar las medidas de mitigación de la Sección 6.1.1 <i>Medidas de mitigación durante los eventos de rutina.</i></li> </ul>	

- Anexo 18 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental y Sustentabilidad (Contratista)
- Anexo 21 - Construcción - Plan de Gestión de Materiales Peligrosos
- Anexo 22 - Construcción - Plan de Gestión de Residuos
- Anexo 23 - Construcción - Gestión de Residuos (Contratista)
- Anexo 24 - Construcción - Manejo de Sustancias Químicas (Contratista)
- Anexo 35 - Construcción - Plan de Manejo de Respuesta a Emergencias de Construcción
- Anexo 34 - Operación - Plan de Gestión de Responsabilidad de Emergencia
- Anexo 37 - Construcción - Manejo de Derrames (Contratista)
- Anexo 36 - Construcción - Plan de Respuesta a Emergencias (Contratista)

## 6.1.2.3 Impacto: Mayor probabilidad de incendio y explosiones

Tabla VI - 10. Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Incendios y Explosiones

<b>Fase del Proyecto:</b>	<b>Construcción y Operación y Mantenimiento</b>	
<b>Receptores Valorados:</b>	<b>Fauna, Salud Publica y Personal</b>	
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Incendios y Explosiones</b>	
<b>Impacto Que Atenuará:</b>	- Incendios y Explosiones	
<b>Descripción de la Medida:</b>	Un programa de mantenimiento regular de los equipos NH3 y el seguimiento de los mismos y de la formación del personal en caso de incendios y explosiones.	
<b>Factores de la Medida:</b>	1. Monitoreo y Mantenimiento. 2. Sistemas automatizados de seguridad de diseño de procesos - Capacitación de personal.	
<b>Indicador de Ejecución:</b>	La ejecución de las actividades oportunas de monitoreo y mantenimiento, funcionalidad de las medidas de protección operativa y el cuidado y la capacidad de respuesta de los trabajadores.	
<b>Indicador de Efecto:</b>	Medidas de protección funcional operacional y personal capacitado altamente consciente y receptivo.	
<b>Monitoreo de Medida de Mitigación:</b>		
<b>Fase del Monitoreo</b>	<b>Frecuencia del Monitoreo</b>	<b>Método de Monitoreo</b>
Construcción	Monitoreo y Mantenimiento: Según el programa de mantenimiento. Capacitación del personal: Según el horario y según sea necesario.	Inspección técnica y visual. Asistencia y simulacros.
Operación y Mantenimiento.	Monitoreo y Mantenimiento: Según el programa de mantenimiento.	Inspección técnica y visual. Asistencia y simulacros.

	<p>Capacitación del personal: Según el horario y según sea necesario.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planes y programas que forman parte de la Medida de Mitigación:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adherencia a los sistemas de seguridad e implementar las medidas de mitigación de la Sección <i>6.1.1 Medidas de mitigación durante los eventos de rutina.</i></li> <li>• Anexo 31 - Construcción - Plan de Gestión de HSE del Sitio</li> <li>• Anexo 32 - Construcción - Plan de Seguridad y Salud (Contratista)</li> <li>• Anexo 35 - Construcción - Plan de Manejo de Respuesta a Emergencias de Construcción</li> <li>• Anexo 34 - Operación - Plan de Gestión de Responsabilidad de Emergencia</li> <li>• Anexo 36 - Construcción - Plan de Respuesta a Emergencias (Contratista)</li> </ul>	

6.1.2.4 Impacto: Emisiones debido evento de emergencia

Tabla VI - 11. Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Liberaciones de Emergencia de Gases (no NH3)

<b>Fase del Proyecto:</b>	<b>Operación y Mantenimiento</b>	
<b>Receptores Valorados:</b>	<b>Calidad de Aire</b>	
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Liberaciones de Emergencia de Gases (no NH3)</b>	
<b>Impacto Que Atenuará:</b>	- Las emisiones debido de la quema y del generador de emergencia.	
<b>Descripción de la Medida:</b>	Un programa de mantenimiento regular de las instalaciones y el seguimiento de estas.	
<b>Factores de la Medida:</b>	- Operación y Mantenimiento.	
<b>Indicador de Ejecución:</b>	Actividades oportunas de monitoreo y mantenimiento.	
<b>Indicador de Efecto:</b>	Instalaciones funcionales y seguras adecuadas.	
<b>Monitoreo de Medida de Mitigación:</b>		
<b>Fase del Monitoreo</b>	<b>Frecuencia del Monitoreo</b>	<b>Método de Monitoreo</b>
Operación y Mantenimiento.	De acuerdo con el programa de mantenimiento.	Inspección visual y técnica.
<b>Planes y programas que forman parte de la Medida de Mitigación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adherencia a los sistemas de seguridad e implementar las medidas de mitigación de la Sección 6.1.1 <i>Medidas de mitigación durante los eventos de rutina.</i></li> </ul>	

## 6.1.2.5 Impacto: Accidentes Laborales

Tabla VI - 12. Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Incidentes y Accidentes Laborales

<b>Fase del Proyecto:</b>	<b>Preparación del Sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento</b>	
<b>Receptores Valorados:</b>	<b>Personal</b>	
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Incidentes y Accidentes Laborales</b>	
<b>Impacto Que Atenuará:</b>	- Accidentes Laborales	
<b>Descripción de la Medida:</b>	Un programa de mantenimiento regular de equipo de emergencia y el seguimiento de los mismos y de capacitación del personal en primera respuesta y la prevención de incidentes laborales y accidentes.	
<b>Factores de la Medida:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipo de emergencia ocupacional, capacitación y concienciación.</li> <li>- 6 meses antes del inicio de la fase de Operación y Mantenimiento. El Proyecto contará con un Plan de Seguridad y Salud para la Operación. Este plan cumplirá con todas las normas aplicables.</li> </ul>	
<b>Indicador de Ejecución:</b>	Cantidad y calidad del equipo de emergencia y nivel de capacitación y concienciación de los empleados.	
<b>Indicador de Efecto:</b>	Presencia de suficientes equipos de seguridad y emergencia que funcionen plenamente y una cultura de alta seguridad entre el personal.	
<b>Monitoreo de Medida de Mitigación:</b>		
<b>Fase del Monitoreo</b>	<b>Frecuencia del Monitoreo</b>	<b>Método de Monitoreo</b>
Preparación del sitio.	Por horario y según sea necesario.	Inspección visual y técnica y asistencia.
Construcción	Por horario y según sea necesario.	Inspección visual y técnica y asistencia.
Operación y Mantenimiento.	Por horario y según sea necesario.	Inspección visual y técnica y asistencia.
<b>Planes y programas que forman parte de la Medida de Mitigación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adherencia a los sistemas de seguridad e implementar las medidas de mitigación de la Sección 6.1.1 <i>Medidas de mitigación durante los eventos de rutina.</i></li> <li>• Anexo 31 - Construcción - Plan de Gestión de HSE del Sitio</li> </ul>	

- Anexo 32 - Construcción - Plan de Seguridad y Salud (Contratista)

## 6.2 Impactos después de la mitigación

En las tablas siguientes para todos los impactos, el Impacto Residual o el Impacto Mitigado se ha evaluado utilizando la información del Impacto Ajustado según el Capítulo V y lo corrigió para la mitigación medida de la Sección 6.1 *La medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental*. Debajo de una leyenda para la codificación de color de los receptores valorados según el Capítulo V.

**Tabla VI - 13. Valores de Receptores**

Valor del Receptor	Número del Valor	Color del Valor
Alto	3	Rojo
Moderado	2	Amarillo
Bajo	1	Verde

## 6.2.1 Fase de Preparación y Construcción del Sitio

Tabla VI - 14. Impactos después de la mitigación (construcción)

Comp.	Receptor Valorado	ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Significado Ajustado Antes Mitigación	Impacto después de la Medidas de Mitigación
AIRE	Calidad del Aire	Incremento de las emisiones CO, NOx Sox, y CO <sub>2</sub> a la atmósfera.	MENOR	MENOR
		Incremento de las emisiones polvos fugitivos (PM10) a la atmósfera.	MENOR	INSIGNIFICANTE
TIERRA	Calidad de Suelo	Modificación de la capacidad de infiltración del suelo	MENOR	MENOR
		Erosión.	MENOR	INSIGNIFICANTE
		Generación de Residuos Sólidos Municipales	MENOR	INSIGNIFICANTE
		Generación especial de residuos	MENOR	INSIGNIFICANTE
		Generación de residuos peligrosos	MENOR	INSIGNIFICANTE
		Generación de aguas residuales sanitarias	MENOR	INSIGNIFICANTE
	Paisaje	Cambio en el escenario	MENOR	MENOR
Drenaje	Cambios en los patrones de drenaje	MENOR	INSIGNIFICANTE	
AGUA	Agua Subterránea	Modificación de la capacidad de infiltración del suelo	MENOR	MENOR
		Generación de residuos sólidos; peligrosos municipales y especiales.	MENOR	INSIGNIFICANTE
		Generación de aguas residuales sanitarias.	MENOR	INSIGNIFICANTE

ECOLOGÍA & BIODIVERSIDAD	Flora	Pérdida de vegetación y biodiversidad	MENOR	INSIGNIFICANTE
	Fauna	Cambio potencial en el hábitat de fauna.	MENOR	INSIGNIFICANTE
AMBIENTE HUMANO	Tráfico	La transportación de maquinaria y equipo	INSIGNIFICADO	INSIGNIFICANTE
SEGURIDAD E SALUD LABORAL	Personal	La generación de emisiones de polvo (PM10) y ruido.	MENOR	INSIGNIFICANTE

6.2.2 Fase de Operaciones y Mantenimiento

Tabla VI - 15. Impactos después de la mitigación (operación)

Comp.	Receptor Valorado	ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	Significado Ajustado Antes Mitigación	Impacto después de la Medidas de Mitigación
AIRE	Calidad del Aire	Emisión constante de gases producto de la operación	MODERADO	MENOR
		Emisiones fugitivas.	MENOR	INSIGNIFICANTE
TIERRA	Calidad del Suelo	Generación de residuos	MENOR	INSIGNIFICANTE
		Generación de aguas residuales sanitarias	MENOR	INSIGNIFICANTE
	Pasaje	La Vista de la Instalación	MENOR	MENOR
AGUA	Agua Subterránea	Consumo de agua (tratamiento)	MENOR	MENOR
		Aguas Residuales	MENOR	INSIGNIFICANTE
		Generación de residuos	MENOR	INSIGNIFICANTE
		Generación de aguas residuales sanitarias	MENOR	INSIGNIFICANTE
AMBIENTE HUMANO	Trafico	Tráfico	MENOR	MENOR

SEGURIDAD E SALUD LABORAL	Personal	La generación de emisiones de polvo (PM10) y ruido	MENOR	INSIGNIFICANTE
------------------------------	----------	--	-------	----------------

6.2.3 Eventos no rutinarios

Tabla VI - 16. Impactos después de la mitigación (eventos no rutinarios)

Comp.	Receptor Valorado	ASPECTO / ACTIVIDAD AMBIENTAL	S Significado Ajustado Antes Mitigación	Impacto después de la Medidas de Mitigación
AIRE	Calidad del Aire	Las emisiones debido de la quema y del generador de emergencia.	MENOR	MENOR
		Emisiones (CO, NOx, SOx, NH3, CO2) debido evento de emergencia.	MENOR	MENOR
TI ER	Calidad del Suelo	Fugas de materiales peligrosos y otros fluidos.	MENOR	INSIGNIFICANTE
A G	Agua Subterránea	Fugas de materiales peligrosos y otros fluidos.	MENOR	INSIGNIFICANTE
ECOLO GÍA & BIODIV	Fauna	Fuga, incendio o explosión.	MENOR	MENOR
		La liberación de NH3 por incidentes de emergencia.	MENOR	INSIGNIFICANTE
AMBIENTE HUMANO	Salud Publica	La liberación de NH3 por incidentes de emergencia.	MENOR	INSIGNIFICANTE
		Incendios y Explosiones	MENOR	INSIGNIFICANTE
SEGURIDAD E SALUD LABORAL	Personal	Accidentes Laborales	MENOR	INSIGNIFICANTE
		La liberación de NH3 por incidentes de emergencia.	MENOR	MENOR
		Incendios y Explosiones	MENOR	MENOR

### 6.3 Resumen y Conclusiones

Fertilizantes del Norte es un proyecto diseñado para una operación a largo plazo, por lo que, como se mencionó anteriormente, **no se considera una fase de abandono del sitio**. Aun así, durante toda la vida útil se llevarán a cabo las acciones requeridas por las medidas de mitigación propuestas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se han identificado los impactos residuales que permanecerán en el ambiente incluso después de aplicar las medidas de mitigación programadas:

- La presencia de la infraestructura, principalmente la superficie sellada por la construcción de la planta, lo cual implica la disminución de infiltración en el área.
- Esta superficie no se extenderá más allá del perímetro autorizado de la obra.
- El riesgo ambiental asociado a la naturaleza de Fertilizantes del Norte, el cuál puede ser controlado y reducido, pero existirá siempre que la Planta se encuentre en operación.
- Las emisiones a la atmósfera, las cuáles son mínimas al contar con tecnología de alto desempeño lo que permite que estas no superen los límites máximos permisibles establecidos por la normatividad aplicable.

Estos impactos residuales son considerados como el impacto final asociado al desarrollo de Fertilizantes del Norte, el cual implica la preparación, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de la planta de amoniaco-urea.

De acuerdo con el análisis realizado para el medio físico y biótico del área de Proyecto, se determinó que la construcción y operación de Fertilizantes del Norte no representa una afectación directa para los factores ambientales presentes. No se espera efecto negativo en la estructura funcional del Sistema Ambiental por la operación de la planta, ya que es un sistema donde se han desarrollado actividades productivas principalmente industriales y agroindustriales durante un periodo de tiempo mayor a los 40 años.

El diseño de la planta contempla el manejo de agua con diferentes categorías y calidades. De esta manera, se busca la máxima reutilización de esta para mayor eficiencia en su uso y el evitar

un efluente líquido continuo de la planta. Cabe señalar que esta es una importante característica del proceso como estrategia para minimizar el impacto ambiental de la planta.

Se determinó que el impacto más significativo es el riesgo ambiental ocasionado por una contingencia durante la operación de la planta, asociado al uso de amoníaco durante su operación. Debido a las características propias del sistema de producción de urea de Fertilizantes del Norte, y a que la planta no cuenta con pared única o presurizada para el almacenamiento de amoníaco, gas natural, por lo que este riesgo inherente al proceso se reduce sustancialmente.

La política de operación de Fertilizantes del Norte prevé construir y operar con las medidas de mitigación y compensación necesarias para que el proyecto se ambientalmente viable. La factibilidad de la construcción de la planta es alta debido a que en un análisis global y detallado de cada una de sus dimensiones (económica, social y ambiental), se consideran mayores los beneficios generados que los impactos que se identificaron y que se generarán durante la ejecución de este proyecto.

## Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	1
Tabla de Tablas	1
Tabla de Figuras	2
<b>PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS</b>	<b>2</b>
<b>7.1 Pronóstico del escenario</b>	<b>2</b>
7.1.1 Descripción del escenario sin proyecto	2
7.1.2 Análisis del escenario sin proyecto a 5 y 10 años	2
7.1.3 Análisis del escenario con proyecto	2
7.1.4 Análisis del escenario con proyecto de 5 a 10 años	3
<b>7.2 Programa de Vigilancia Ambiental</b>	<b>3</b>
7.2.1 General	3
7.2.1.1 Generación de indicadores	4
7.2.1.2 Reportes	4
7.2.1.3 Etapa de Abandono del Sitio	5
7.2.2 Factores ambientales	5
7.2.2.1 Aire	5
7.2.2.2 Suelo	6
7.2.2.3 Agua	7
7.2.2.4 Ecología & Biodiversidad	8
7.2.2.4.1 Flora y Vegetación	8
7.2.2.4.1.1 Programa de reubicación de especies vegetales	8
7.2.2.4.1.2 Programa de reforestación Vivero	9
7.2.2.4.2 Fauna	10
7.2.2.4.2.1 Programa de Ahuyentamiento, Control, rescate y reubicación de fauna	10
7.2.2.4.3 Resumen	10
7.2.2.5 Ambiente Humano	11
7.2.2.6 Seguridad y Salud Laboral	12
7.2.3 Riesgo Ambiental	12
<b>7.3 Conclusiones</b>	<b>13</b>

## Tabla de Tablas

Este capítulo no contiene Tablas.

## Tabla de Figuras

Este capítulo no contiene figuras.

# PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

## 7.1 Pronóstico del escenario

### 7.1.1 Descripción del escenario sin proyecto

Como se describe en el Capítulo II Sección 2.1.2 *Selección del sitio*, el sitio fue elegido por su falta de poblados cercanos. La región tiene sin embargo una amplia gama de infraestructura; cables de potencia (alta tensión), torres de celular, una carretera federal, de peaje, varios gasoductos y un ferrocarril. Además se ha utilizado la tierra para actividades agrícolas. Consiste en que el Sistema Ambiental no es virgen.

En la vecindad más grande del proyecto (fuera del Sistema Ambiental) hay más tierras ya afectadas por la actividad. Hay concesiones de minas y hay una planta de la CFE a 4km.

El paisaje natural es el de superficies planas, con colinas ocasionales, como las que rodean el sitio del proyecto. Más retirado son montañosas. Hay vegetación dispersa en un terreno que no se utiliza actualmente para la agricultura (como el sitio del proyecto).

### 7.1.2 Análisis del escenario sin proyecto a 5 y 10 años

El escenario predominante que se espera en el Sistema Ambiental, es que se mantendrán las condiciones similares a las que presenta actualmente.

El pronóstico que se espera en periodo de 5 a 10 años, contempla la misma dinámica actual. Esto es, el desarrollo de actividades productivas de minería a cielo abierto, proyectos de energía, infraestructura y agricultura.

### 7.1.3 Análisis del escenario con proyecto

La construcción del proyecto se limita al polígono del área de la planta. Es un área con uso de suelo de agostadero. La obra implica un aumento muy modesto en el requerimiento de servicios e infraestructura propios de las obras temporales y permanentes; por lo tanto, el impacto que estas conllevan. No obstante, el diseño de la planta, está ligado a programas de mitigación específicos para cada impacto (*ver Capítulo VI*).

#### 7.1.4 Análisis del escenario con proyecto de 5 a 10 años

Este Proyecto representa una importante obra para la construcción y operación de una planta de fertilizantes en México, que contribuirá a la cadena de suministro del sector agrícola a todo el País. Esto representa un ahorro de costos y eficiencia en tiempos. La presencia de la planta contribuiría mucho al desarrollo económico de la zona.

La tecnología propuesta es de vanguardia y ha sido desarrollada y probada en instalaciones similares en otras partes del mundo. Al hacerlo, los riesgos que existían anteriormente se han mitigado a lo largo del tiempo, la investigación y el desarrollo en este tipo de plantas de proceso. Sumando la gestión de riesgos y medidas de seguridad locales, el proyecto aumenta la seguridad en el sector industrial de la región.

En el ámbito socioeconómico, el establecimiento del Proyecto implica una derrama económica en la zona debido a la creación de empleos temporales y permanentes, directos, indirectos e inducido, así mismo, una contribución al crecimiento urbano e industrial, ya previsto en los planes de ordenamiento locales.

## 7.2 Programa de Vigilancia Ambiental

### 7.2.1 General

El programa de vigilancia ambiental (PVA) del Proyecto es una parte integral de los planes más completos de gestión ambiental del Proyecto:

- El Programa De Gestión De La Calidad Ambiental de Construcción, como se adjunta en el *Anexo 15 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental*.
- El Programa De Gestión De La Calidad Ambiental de Operación, como se adjunta en el *Anexo 16 - Operación - Plan de Gestión Ambiental*.

Por lo tanto, el programa de vigilancia ambiental se discutirá más a fondo en el contexto de los programas de gestión mencionados anteriormente.

El PVA considera las medidas de mitigación, compensación y prevención, así como los programas específicos (anexos separados, enlistados en el Capítulo VI Sección 6.1 *La medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental* y Capítulo 8) determinados para cada uno de los impactos ambientales identificados en el proceso de evaluación de impacto ambiental. En este sentido, los objetivos asociados a dicho programa son:

- Prevenir cualquier alteración que pueda inducir daños al ambiente
- Comprobar que las medidas de mitigación y compensación propuestas en la MIA- P han sido efectivamente aplicadas en la fase de preparación del sitio y construcción.
- Vigilar el surgimiento de impactos no previstos, en su caso generar las medidas de mitigación adecuadas.
- Informar de manera periódica a la autoridad ambiental los resultados de la aplicación del PVA de la planta.

#### *7.2.1.1 Generación de indicadores*

Se obtendrán indicadores del cumplimiento de las medidas de mitigación, basados en los parámetros del Capítulo VI y los indicadores del Capítulo VII, los cuáles permitirán obtener volúmenes, niveles y valores cuantificables e indicadores cualitativos que sustenten el cumplimiento de todo lo establecido. Estos indicadores son propios a cada rubro y podrán aparecer nuevos conforme avance el programa de vigilancia (parte de las Programas de Gestión Ambiental).

#### *7.2.1.2 Reportes*

Se elaborarán fichas técnicas para dar seguimiento a los indicadores, además del de gas natural y amoniaco, que se adjuntan en el *Anexo 39 - Ficha de Datos de Seguridad - Gas Natural*, y el *Anexo 38 - Ficha de Datos de Seguridad - Amoniaco*, así como para ejecutar los programas específicos incluidos en este documento. Se realizarán reportes anuales con la

información y el análisis de la información recabada, permitiendo la mejora del Programa de Verificación Ambiental.

### 7.2.1.3 Etapa de Abandono del Sitio

La evaluación del impacto ambiental presentado en el capítulo V se limita a las fases de construcción y operación sólo debido a la falta de suficiente información relevante sobre las actividades de la fase de clausura (como se describe en Capítulo II Sección 2.10 *Etapa de Abandono del Sitio*). Este capítulo continúa en esa premisa. Un cierre más detallado de la evaluación de impactos en esta fase se desarrollará en una etapa posterior del proyecto si se planea el desmantelamiento.

### 7.2.2 Factores ambientales

A todos los factores ambientales e impactos y medidas de mitigación que los afecten, se aplicarán los siguientes planes y programas:

- El Programa de Gestión de la Calidad Ambiental de Construcción; o
- El Programa de Gestión de la Calidad Ambiental de Operación, dependiendo de la etapa aplicable del Proyecto; Y,
- Todos los Programas y Planes separados que se enumeran en el Capítulo VI bajo las diversas medidas de mitigación (específicamente referidas aquí) que son parte de esa medida.

#### 7.2.2.1 Aire

Para la supervisión del desarrollo de las medidas de mitigación para la disminución de impactos en el factor ambiental aire, se propone para las etapas de preparación, construcción y operación:

- Medida de Monitoreo y Gestión de Emisiones, según Capítulo VI Sección 6.1.1.1 *Impacto: Aumento de las emisiones atmosféricas.*

Durante la etapa de operación, es necesaria la implementación de las siguientes:

- Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta a las Liberaciones de NH<sub>3</sub> de Emergencia, según Capítulo VI Sección 6.1.2.1 *Impacto: Liberación de NH<sub>3</sub> por incidentes de emergencia.*
- Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Liberaciones de Emergencia de Gases (no NH<sub>3</sub>), según Capítulo VI Sección 6.1.2.4 *Impacto: Emisiones debido evento de emergencia.*

Mediante estas acciones es posible el control y mitigación de las emisiones identificadas. Como los efectos de los impactos en el aire desaparecerán poco después de que el impacto deje de existir, no habrá impactos permanentes en el aire.

#### 7.2.2.2 Suelo

Para la supervisión del desarrollo de las medidas de mitigación para la disminución de impactos en el factor ambiental Suelo, se propone para las etapas de preparación y construcción:

- Medida de Monitoreo y Gestión de Residuos, según Capítulo VI Sección 6.1.1.2. *Impacto: Generación de residuos.*
- Medida de Gestionar, Mitigar y Restablecer los Impactos del Paisaje, según Capítulo VI Sección 6.1.1.3 *Impacto: Cambio en el escenario.*
- Medida de Manejo y Mitigación de la Erosión, Capacidad de Infiltración y Drenaje, según Capítulo VI Sección 6.1.1.4 *Impacto: Erosión (E), Modificación de la capacidad de infiltración del suelo (I), y Cambios en los patrones de drenaje (D).*
- Medida de Prevención, Mitigación de y Respuesta Ante Derrames y Fugas, según Capítulo VI Sección 6.1.2.2 *Impacto: Mayor probabilidad de Fugas de Materiales Peligrosos y Otros Fluidos.*

Posteriormente, y durante la etapa de operación, es necesaria la continuación de las siguientes medidas:

- Medida de Monitoreo y Gestión de Residuos, según Capítulo VI Sección 6.1.1.2. *Impacto: Generación de residuos.*
- Medida de Gestión, Mitigar y Restablecer los Impactos del Paisaje, según Capítulo VI Sección 6.1.1.3 *Impacto: Cambio en el escenario.*

- Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta Ante Derrames y Fugas, según Capítulo VI Sección 6.1.2.2 *Impacto: Mayor probabilidad de Fugas de Materiales Peligrosos y Otros Fluidos.*

Es menester verificar que las prácticas recomendadas se lleven a cabo adecuadamente, así como monitorear que éstas cumplan con el objetivo de manejo y disposición adecuada de los residuos generados durante cada una de las etapas.

Mediante estas acciones es posible el control y mitigación de los impactos identificados. Como la fase de desmantelamiento (y la evaluación de impacto de la fase de desmantelamiento relacionada, mencionada en el Capítulo II Sección 2.10 Etapa de Abandono del Sitio), contendrán procedimientos adecuados de desmantelamiento y remoción, no se esperan impactos permanentes sobre el Suelo.

### 7.2.2.3 Agua

Para la supervisión del desarrollo de las medidas de mitigación para la disminución de impactos en el factor ambiental Agua, se propone para las etapas de preparación, construcción y operación:

- Medida de Monitoreo y Gestión de Residuos según Capítulo VI Sección 6.1.1.2. *Impacto: Generación de residuos.*
- Medida de Manejo y Mitigación de la Erosión, Capacidad de Infiltración y Drenaje, según Capítulo VI Sección 6.1.1.4 *Impacto: Erosión (E), Modificación de la capacidad de infiltración del suelo (I), y Cambios en los patrones de drenaje (D).*
- Medida de Prevención, Mitigación de Respuesta Ante Derrames y Fugas, según Capítulo VI Sección 6.1.2.2 *Impacto: Mayor probabilidad de Fugas de Materiales Peligrosos y Otros Fluidos.*

Posteriormente, y durante la etapa de operación, es necesaria la implementación de las siguientes medidas:

- Medida de Monitoreo y Gestión de Residuos según *Capítulo VI Sección 6.1.1.2. Impacto: Generación de residuos.*

- Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta Ante Derrames y Fugas, según Capítulo VI Sección 6.1.2.2 *Impacto: Mayor probabilidad de Fugas de Materiales Peligrosos y Otros Fluidos.*

Mediante estas acciones es posible el control y mitigación de los impactos identificados. Como la fase de desmantelamiento (y la evaluación de impacto de la fase de desmantelamiento relacionada, mencionada en el Capítulo II Sección 2.10 Etapa de Abandono del Sitio), contendrán procedimientos adecuados de desmantelamiento y remoción, se esperan no impactos permanentes sobre el Agua.

#### 7.2.2.4 *Ecología & Biodiversidad*

##### 7.2.2.4.1 Flora y Vegetación

###### 7.2.2.4.1.1 Programa de reubicación de especies vegetales

El presente programa tiene como meta mitigar los daños causados por el cambio de uso de suelo en todas las áreas en donde se realizará el proyecto y obras asociadas al mismo. De esta manera, se plantea proteger, conservar las poblaciones y preservar el material biológico que se encuentra dentro del área, consiguiendo garantizar una alta sobrevivencia de los organismos tratados, por medio de técnicas de colecta y manejo de los ejemplares adecuados, logrando finalmente reintegrarlos a su hábitat natural, favoreciendo la conservación de la riqueza biológica de la región, particularmente de las especies vegetales nativas y susceptibles a rescate y reubicación.

#### **Objetivos:**

- Identificar la taxa de vegetación que pudiera verse afectada a nivel específico por el cambio de uso de suelo.
- Realizar de manera previa al desmonte, el rescate de ejemplares vivos ya identificados y susceptibles a esta actividad.
- Brindar mantenimiento y protección a los ejemplares rescatados, otorgar los recursos necesarios para su correcta adaptación al nuevo medio e incorporar nuevamente individuos sanos al medio.
- Localizar áreas ecológicamente similares a las de rescate de ejemplares nativos.

- Reubicar a los organismos rescatados dentro de un área ecológicamente similar.
- Evaluar las condiciones biológicas *in situ* de los individuos ya reubicados y testificar su correcto desarrollo y crecimiento en campo.

#### 7.2.2.4.1.2 Programa de reforestación Vivero

La reforestación es un proceso que comprende las actividades involucradas en la plantación de árboles (planeación, obtención de plantas, selección del sitio de reforestación, preparación del terreno, plantación, mantenimiento, protección y manejo) con el fin de repoblar zonas cubiertas por vegetación nativa original en un pasado históricamente reciente.

El presente programa de reforestación tiene como objetivo garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el Estudio de Impacto Ambiental en relación a la propuesta de construcción del Proyecto.

#### Objetivos

- Localizar y caracterizar las áreas susceptibles para el programa de reforestación
- Reforestar, proteger, conservar y preservar el material biológico vegetal, maximizando la supervivencia de las especies nativas, utilizadas en este programa.
- Contribuir a la mitigación de impactos adversos sobre la flora presente en la zona.
- Contribuir a la conservación de la diversidad biológica y a los procesos ecológicos de la zona del proyecto.
- Documentar las acciones del proceso, a través de indicadores estructurales y ambientales, para darle seguimiento y asegurar el éxito del programa.

#### Evaluación de la reforestación

Esta etapa busca evaluar la sobrevivencia, estado sanitario y vigor de las plantas dentro de la reforestación con el fin de detectar problemas de desarrollo y crecimiento y diseñar planteamientos de solución adecuados.

La estimación de sobrevivencia permite crear un panorama de estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. Los datos obtenidos equivalen a la proporción de individuos vivos en relación con los individuos plantados extrapolando los datos de las superficies de muestreo a la totalidad de la plantación.

La evaluación del estado sanitario proporciona conocimiento acerca de la salud de los individuos plantados, considerando daños por plagas o síntomas de enfermedades.

#### 7.2.2.4.2 Fauna

##### 7.2.2.4.2.1 Programa de Ahuyentamiento, Control, rescate y reubicación de fauna

El presente Programa está enfocado a rescatar y reubicar a las especies de fauna, localizadas dentro del área del Proyecto, para evitar las afectaciones de estas especies.

#### **Objetivos:**

- Implementar las acciones necesarias para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna, que se observen durante la etapa de preparación y construcción sobre el área de proyecto.
- Reubicar a los individuos rescatados en sitios previamente identificados, con el fin de asegurar su viabilidad y permanencia en el Sistema Ambiental.
- Implementar las medidas de captura, manejo y traslado, necesarias para asegurar la supervivencia de los individuos rescatados durante la aplicación de este programa.

#### 7.2.2.4.3 Resumen

Para la supervisión del desarrollo de las medidas de mitigación para la disminución de impactos en el factor ambiental Ecología y Biodiversidad, se propone para las etapas de preparación, construcción y operación:

- Medida de Gestión y Mitigación de los Impactos a Flora y Fauna, según Capítulo VI Sección 6.1.1.5 *Impacto: Pérdida de vegetación y biodiversidad y Cambio potencial en el hábitat de fauna.*
- Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta a las Liberaciones de NH<sub>3</sub> de Emergencia, según Capítulo VI Sección 6.1.2.1 *Impacto: Liberación de NH<sub>3</sub> por incidentes de emergencia.*
- Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta Ante Derrames y Fugas, según Capítulo VI Sección 6.1.2.2 *Impacto: Mayor probabilidad de Fugas de Materiales Peligrosos y Otros Fluidos.*
- Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta Ante Incendios y Explosiones, según

VII-10

### Capítulo VI Sección 6.1.2.3 *Impacto: Mayor probabilidad de incendio y explosiones.*

Mediante estas acciones es posible el control y mitigación de las emisiones identificadas. Como la fase de desmantelamiento (y la evaluación de impacto de la fase de desmantelamiento relacionada, mencionada en el Capítulo II Sección 2.10 Etapa de Abandono del Sitio), contendrán procedimientos adecuados de desmantelamiento y remoción, no se esperan impactos permanentes sobre la Ecología y Biodiversidad.

#### *7.2.2.5 Ambiente Humano*

Para la supervisión del desarrollo de las medidas de mitigación para la disminución de impactos en el factor ambiental Ambiente Humano, se propone para las etapas de preparación y construcción:

- Medida de Mitigación de las Molestias Causadas por el Tráfico, según Capítulo VI Sección 6.1.1.6 *Impacto: Aumento de los movimientos del tráfico.*
- Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta Ante Incendios y Explosiones, según Capítulo VI Sección 6.1.2.3 *Impacto: Mayor probabilidad de incendio y explosiones.*

Posteriormente, y durante la etapa de operación, es necesaria la implementación de las siguientes medidas:

- Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta a las Liberaciones de NH<sub>3</sub> de Emergencia, según Capítulo VI Sección 6.1.2.1 *Impacto: Liberación de NH<sub>3</sub> por incidentes de emergencia.*
- Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta Ante Incendios y Explosiones, según Capítulo VI Sección 6.1.2.3 *Impacto: Mayor probabilidad de incendio y explosiones.*
- Medida de Mitigación de las Molestias Causadas por el Tráfico, según Capítulo VI Sección 6.1.1.6 *Impacto: Aumento de los movimientos del tráfico.*

A través de estas acciones, es posible controlar y mitigar los impactos identificados. A medida que los impactos en el Ambiente Humano se conviertan en existentes tan pronto como el proyecto no esté en construcción o en operación, no habrá impactos permanentes en el Ambiente Humano.

### 7.2.2.6 Seguridad y Salud Laboral

Para la supervisión del desarrollo de las medidas de mitigación para la disminución de impactos en el factor ambiental Seguridad e Salud Laboral, se propone para las etapas de preparación, construcción y operación:

- Medida de Salud y Seguridad Personal, según Capítulo VI Sección 6.1.1.7 *Impacto: La generación de emisiones de polvo (PM10) y ruido (para personal)*.
- Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta Ante Incendios y Explosiones, según Capítulo VI Sección 6.1.2.3 *Impacto: Mayor probabilidad de incendio y explosiones*.
- Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta Ante Incidentes y Accidentes Laborales, según Capítulo VI Sección 6.1.2.5 *Impacto: Accidentes Laborales*.
- Medida de Prevención, Mitigación y Respuesta a las Liberaciones de NH<sub>3</sub> de Emergencia, según Capítulo VI Sección 6.1.2.1 *Impacto: Liberación de NH<sub>3</sub> por incidentes de emergencia*.

A través de estas acciones, es posible controlar y mitigar las emisiones identificadas. A medida que los impactos en la Seguridad e Salud Laboral se conviertan en existentes tan pronto como el proyecto no esté en construcción o en operación, no habrá impactos permanentes en la Seguridad e Salud.

### 7.2.3 Riesgo Ambiental

En el aspecto de riesgo ambiental, el Programa de Vigilancia Ambiental establece medidas de mitigación para su gestión y el seguimiento de los procedimientos de seguridad para su disminución, mediante

- *Anexo 34 - Operación - Plan de Gestión de Responsabilidad de Emergencia*
- *Anexo 35 - Construcción - Plan de Manejo de Respuesta a Emergencias de Construcción*

Medidas de un estricto régimen de inspección y mantenimiento y todas la mitigación separada en el Capítulo VI y los resúmenes en Capítulo VII Sección 7.2.2 *Factores ambientales*. Estas medidas consideran el riesgo ambiental asociado por el manejo de sustancias químicas en el proceso.

### 7.3 Conclusiones

En nuestro país, se ha establecido el objetivo de promover el desarrollo del sector agrícola con la finalidad de administrar y regular el aprovechamiento de los recursos naturales y el ambiente para contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de sus habitantes en busca del desarrollo sustentable.

La organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) argumenta que un país está en riesgo cuando importa más del 25 por ciento de sus alimentos básicos. Revertir la dependencia de las importaciones agrícolas de México y volverse autosuficiente significa fortalecer la industria de la urea mexicana. El desarrollo de la agricultura y la seguridad alimentaria en México requiere plantas productivas con tecnologías avanzadas para la fabricación de fertilizantes a base de nitrógeno como la urea, que operan con sistemas y apoyos fiables y seguros.

Así, las expectativas de un desarrollo económico imponen la necesidad de evaluar alternativas que permitan las actividades agrícolas de una manera eficaz y competitiva. Un elemento esencial para poder lograr este desafío es la producción de urea dentro del país.

La construcción y operación de una planta de fertilizante apoyará la política social y económica contribuyendo al desarrollo del país. El Proyecto representa una inversión importante para la región además de ser una fuente importante de empleos directos e indirectos durante el proceso de construcción y operación tanto a nivel local como regional.

A pesar de que el manejo de amoniaco supone un riesgo muy bajo e intrínseco, el proyecto utiliza tecnología probada para aumentar significativamente la seguridad de este proceso al eliminar la posibilidad de una fuga de radio alto de vapores amoniaco. Además, reduce la probabilidad de exposición a los efectos tóxicos en un radio mínimo de impacto, esencialmente local.

Como la detección temprana de cualquier escenario adverso es clave para limitar los impactos ambientales de tal escenario, el Proyecto invierte fuertemente en medidas de seguridad modernas, como la detección de fugas basada en láser como se detalla en el Capítulo II.

El diseño de la planta contempla el manejo de agua con diferentes categorías y calidades. De esta manera, se busca la máxima reutilización de la misma para mayor eficiencia en su uso y el evitar un efluente líquido continuo de la planta. Cuando es posible, la planta utiliza el enfriamiento a través de sistemas eléctricos, manteniendo así la absorción de agua para el enfriamiento (que constituye una gran parte de la absorción general de agua) a un nivel extremadamente bajo, en comparación con otras plantas fertilizantes (y químicas). En la captación de agua se tratarán las aguas residuales municipales. Por lo tanto, la planta no utilizará ningún agua subterránea del acuífero. Cabe señalar que esta es una importante característica del proceso como estrategia para minimizar el impacto ambiental de la planta.

Tomando en cuenta las obligaciones ambientales legales que se desprenden de los documentos analizados, e incluyendo las disposiciones locales en materia legal se determina que el Proyecto es viable de acuerdo con las disposiciones federales, estatales y locales, legales existentes, con disposiciones que condicionan la ejecución de la planta para acreditar su viabilidad ambiental en todas sus etapas.

De acuerdo al análisis realizado para el medio físico y biótico del área del Proyecto, se determinó que la construcción y operación del Proyecto no representa una afectación directa para los factores ambientales presentes. No se espera efecto negativo en la estructura funcional del Sistema Ambiental por la operación de la planta, ya que es un sistema donde se han desarrollado actividades productivas principalmente agroindustriales desde un período prolongado.

Se determinó que el impacto más significativo es el riesgo ambiental ocasionado por una contingencia durante la operación de la planta, asociado al uso de amoníaco durante su operación. Debido a las características propias del sistema de producción de urea del Proyecto, y a que la planta cuenta con almacenamiento de amoníaco límite y no almacenamiento de gas natural, por lo que este riesgo inherente al proceso se reduce substancialmente.

La política de operación del Proyecto prevé construir y operar con las medidas de mitigación y compensación necesarias para que el proyecto sea ambientalmente viable. La factibilidad de la construcción de la planta es alta debido a que en un análisis global y detallado de cada una

de sus dimensiones (económica, social y ambiental), se consideran mayores los beneficios generados que los impactos que se identificaron y que se generarán durante la ejecución del mismo.

# CAPÍTULO VIII - IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

## Tabla de Contenido

### Contents

Tabla de Contenido	1
Tabla de Tablas	2
Tabla de Figuras	2
<b>8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES</b>	<b>3</b>
<b>8.1 Metodología de la ERA</b>	<b>3</b>
8.1.1 Objetivo del reporte	3
8.1.2 Instrucciones para estimar el modelo	3
8.1.2.1 Modelo SLAB	3
8.1.2.2 Explicación especial	4
8.1.3 Breve descripción de cada caso de liberación.	4
8.1.4 Breve descripción de la estimación	5
8.1.4.1 Tamaños de fugas	5
8.1.4.2 Tiempo de liberación	5
8.1.4.3 Condiciones climáticas	5
8.1.5 Concentración estándar	6
8.1.6 Resultado del análisis de dispersión.	7
<b>8.2 Formatos de presentación</b>	<b>8</b>
8.2.1 Fotografías	8
8.2.1.1 Punto de Vista 1	10
8.2.1.2 Punto de Vista 2	15
8.2.1.3 Punto de Vista 3	17
8.2.2 Videos	17
<b>8.3 Otros anexos</b>	<b>17</b>
8.3.1 Capítulo I	17
8.3.2 Capítulo II	17
8.3.3 Capítulo III	18
8.3.4 Capítulo IV	18
8.3.5 Capítulo V	18
8.3.6 Capítulo VI	18

8.3.7	Capítulo VII	19
8.3.8	Capítulo VIII	19
<b>8.4</b>	<b>Glosario de términos</b>	<b>19</b>
<b>8.5</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>20</b>

### Tabla de Tablas

<i>Tabla VIII - 1. Los parámetros del almacenamiento de amoníaco líquido</i>	4
<i>Tabla VIII - 2. Condiciones meteorológicas de entrada especificadas</i>	6
<i>Tabla VIII - 3. Concentración estándar</i>	6
<i>Tabla VIII - 4. Resultados del análisis de dispersión</i>	7

### Tabla de Figuras

<i>Figura VIII - 1. Fotografía del sitio del proyecto</i>	10
<i>Figura VIII - 2. Fotografía del sitio del proyecto</i>	11
<i>Figura VIII - 3. Fotografía del sitio del proyecto</i>	12
<i>Figura VIII - 4. Fotografía del sitio del proyecto</i>	13
<i>Figura VIII - 5. Fotografía del sitio del proyecto</i>	14
<i>Figura VIII - 6. Fotografía del sitio del proyecto</i>	15
<i>Figura VIII - 7. Fotografía del sitio del proyecto</i>	16
<i>Figura VIII - 8. Fotografía del sitio del proyecto</i>	17

## 8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

### 8.1 Metodología de la ERA

#### 8.1.1 Objetivo del reporte

- (1) Identificar los peores escenarios asociados con la planta;
- (2) Empezar modelos de consecuencia para estimar los impactos asociados con los escenarios identificados;

Se han identificado los siguientes casos de liberación:

- (1) La rotura de la tubería de carga de amoníaco, el amoníaco líquido se filtró al ambiente externo. (Caso 1).
- (2) La tubería que conecta la Unidad de Amoniaco con la ruptura de la Unidad de Urea, el amoníaco líquido se filtró al ambiente externo (Caso 2).

#### 8.1.2 Instrucciones para estimar el modelo

##### 8.1.2.1 Modelo SLAB

SLAB es un modelo de computadora que proviene de la EPA de Estados Unidos. SLAB es un modelo informático que simula la dispersión atmosférica de las emisiones más densas que el aire. Los tipos de versiones tratadas por el modelo incluyen:

- Una piscina a nivel del suelo en evaporación.
- Un chorro horizontal elevado.
- Una pila o chorro vertical elevado.
- Una fuente de volumen instantánea.

Excepto por la fuente de la piscina en evaporación, que se asume que son todos los vapores, todas las fuentes restantes son vapor puro o una mezcla de vapor y gotas de líquido.

La dispersión atmosférica de la liberación se calcula resolviendo las ecuaciones de conservación de la masa, el impulso, la energía y las especies. Las ecuaciones de conservación se promedian espacialmente para que la nube se trate como una pluma de estado estacionario, una bocanada transitoria o una combinación de las dos dependiendo de la duración de la liberación. Una liberación continua se trata como una pluma de estado estable. En el caso de una versión de

duración finita, la dispersión de la nube se describe inicialmente utilizando el modo de pluma de estado estable y permanece en el modo de pluma mientras la fuente esté activa. Cuando se apaga la fuente, la nube se trata como una bocanada y la dispersión posterior se calcula utilizando el modo de bocanada transitoria. Para un lanzamiento instantáneo, el modo de dispersión de bocanada transitoria se utiliza para todo el cálculo.

### 8.1.2.2 Explicación especial

Para determinar si el modelo de gas de flotación neutral SLAB se aplica a una liberación de gas, consulte la discusión sobre el cálculo del número de Richardson.

Es el número adimensional que expresa la relación del término de flotabilidad al término de corte de flujo .

El número de Richardson se aplica a tres tipos de lanzamientos:

- Instantáneos u ocurriendo en unos pocos segundos.
- Continuo a nivel del suelo o que dura varios minutos con poca o ninguna variación en la tasa de emisión
- Lanzamientos de chorro continuo

Para una liberación instantánea, un número de Richardson menor o igual a 700 indica un gas de flotación neutral. Para una liberación de gas de flotación neutra continua, el número de Richardson es menor o igual a 32. Cuando el número de Richardson no se encuentra dentro de estos parámetros, considere usar un modelo de gas denso como el SLAB.

Un líquido de baja volatilidad es un líquido en condiciones ambientales. No se necesita refrigeración ni presurización para mantener el material en forma líquida. Un líquido de baja volatilidad forma un conjunto líquido al liberarse, y la velocidad de emisión atmosférica (la velocidad de formación de nubes de vapor) depende de la evaporación de la piscina.

### 8.1.3 Breve descripción de cada caso de liberación.

En particular, los siguientes casos de liberación han sido identificados para la planta.

**Tabla VIII - 1. Los parámetros del almacenamiento de amoníaco líquido**

Artículos	Límite de tubería	
	Amoniaco cargando ruptura de la tubería (caso 1)	La tubería que conecta la Unidad de Amoniaco con la ruptura de la Unidad de Urea (caso 2)
Longitud de la tubería (m)	544.68	344.24
Diámetro (mm)	350	200

Volumen de la tubería (m <sup>3</sup> )	52.38	10.81
Peso de amoníaco líquido (kg)	33000	6550
Presión de trabajo en la tubería MpaG	1.28	2,44
Temperatura de almacenamiento (°C)	0	30
Diseño de tuberías	Horizontal	Horizontal
Altura de liberación de la tubería (m)	6	6
Ataguía (m <sup>2</sup> )	Ninguna	Ninguna

#### 8.1.4 Breve descripción de la estimación

##### 8.1.4.1 Tamaños de fugas

Sobre la base de un enfoque de "ruptura aleatoria", podría producirse una ruptura en cualquier componente de los sistemas considerados. En particular, en este análisis se ha asumido que se puede producir una liberación en cualquier punto a lo largo de las líneas identificadas, desde las unidades de Amoniaco hasta las unidades de Urea, y desde las unidades de Almacenamiento hasta las unidades de Urea. Se han evaluado cuatro clases de tamaños de fugas:

- Fuga menor, caracterizada por un agujero de 10mm
- Fuga mayor, caracterizada por un agujero de 50mm
- Fuga menor, diámetro equivalente de fugas es el 20% del diámetro nominal
- Fuga mayor, el diámetro de fuga equivalente es el 100% del diámetro nominal

Cabe señalar que con base en el estudio de DNV, crossthwaite et al & COVO, la frecuencia de fuga del 100% del diámetro nominal es de  $8,80 \times 10^{-8}$ /m/año. Significa que el 100% de la rotura del diámetro nominal es el peor de los casos, lo que rara vez sucede.

##### 8.1.4.2 Tiempo de liberación

El tiempo de liberación es de 10 minutos para cada caso.

##### 8.1.4.3 Condiciones climáticas

En primer lugar, debe quedar claro que la clasificación de estabilidad de Pasqual (abreviada como PS) se utilizará en el modelo. En esta clasificación, A a F representa diferentes tipos de clase de estabilidad atmosférica, desde la clase inestable intensa a la clase estable, respectivamente. Teniendo en cuenta las condiciones climáticas locales en el área del proyecto, la clase de PS y la velocidad del viento se especificarán manualmente.

Rango de temperatura local de 2016: 7.8 ~ 31.8 °C

La temperatura media del 2016: 22 °C

Rango de velocidad del viento Velocidad en verano de 2016: 2 ~ 10m/s

Rango de velocidad del viento Velocidad en invierno de 2016 : 1 ~ 13m/s

Velocidad media del viento Velocidad en 2016: 4.3m/s

Humedad: 54%

La clase PS se especificará como clase D y clase F.

Las condiciones meteorológicas de entrada especificadas se muestran en la tabla 4-1.

**Tabla VIII - 2. Condiciones meteorológicas de entrada especificadas**

No.	Estabilidad atmosférica (PS)	Velocidad del viento, m/s
1	F	1.5
2	D	4.3

Nota: La velocidad del viento de 4.3 m/s representa la velocidad del viento promedio de 2016.

### 8.1.5 Concentración estándar

Todas las condiciones de accidente de fugas de amoníaco líquido deben evaluarse mediante los siguientes valores límite.

- IDLH (Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud), es la concentración máxima a la que un operador puede estar expuesto durante 30 minutos sin sufrir daños irreversibles a la salud o impedir la posibilidad de escape o autoprotección.
- ERPG-2 (Pauta de Respuesta de Emergencia) es la concentración máxima en el aire por debajo de la cual se cree que casi todas las personas podrían estar expuestas durante hasta 1 hora sin experimentar o desarrollar efectos irreversibles u otros efectos o síntomas de salud graves que podrían afectar la capacidad de una persona para tomar acción protectora.
- ERPG-3 es la concentración máxima en el aire por debajo de la cual se cree que casi todos los individuos podrían estar expuestos durante hasta 1 hora sin experimentar o desarrollar efectos en la salud que amenazan la vida.

Para el amoníaco, el valor de ERPG-2 es de 150 ppm; El valor IDLH es 300 ppm, el valor ERPG-3 es 1000 ppm.

**Tabla VIII - 3. Concentración estándar**

No.	Artículos	Valor umbral	Marca
1	NH3	150 ppm	ERPG-2
2		300 ppm	IDLH
3		1000 ppm	ERPG-3

### 8.1.6 Resultado del análisis de dispersión.

En los dos casos de liberación (la ruptura de la tubería de amoníaco y la tubería que conectan la unidad de amoníaco a la ruptura de la unidad de urea), el amoníaco líquido tiene fugas de dos fases, y se puede modelar con SLAB como una fuente de liberación de gas denso.

Los resultados del análisis de dispersión se muestran en la tabla 6-1.

**Tabla VIII - 4. Resultados del análisis de dispersión**

Caso de accidente	Valor umbral	La distancia máxima que puede alcanzar el valor umbral (m)			
		F, 1.5 m/s, 10mm	F, 1.5 m/s, 50mm	F, 1.5 m/s, 20% de diámetro	F, 1.5 m/s, 100% de diámetro
Ruptura de la tubería de carga de amoníaco, DN350	ERPG2 (150 ppm)	1167	4995	6701	11956
	IDLH (300 ppm)	762	3137	4190	7457
	ERPG2 (1000 ppm)	296	1451	1951	3403
	<b>Valor umbral</b>	<b>D, 4,3 m/s, 10 mm</b>	<b>D, 4,3 m/s, 50 mm</b>	<b>D, 4,3m/s, 20% de diámetro</b>	<b>D, 4,3 m/s, 100% de diámetro</b>
	ERPG2 (150 ppm)	317	2242	3370	7679
	IDLH (300 ppm)	212	1419	2149	5847
	ERPG2 (1000 ppm)	96	643	915	3031
Ruptura de la tubería que conecta la Unidad de Amoníaco a la Unidad de Urea, DN200	<b>Valor umbral</b>	<b>F, 1.5 m/s, 10mm</b>	<b>F, 1.5 m/s, 50mm</b>	<b>F, 1.5 m/s, 20% de diámetro</b>	<b>F, 1.5 m/s, 100% de diámetro</b>
	ERPG2 (150 ppm)	1457	5409	4958	5987

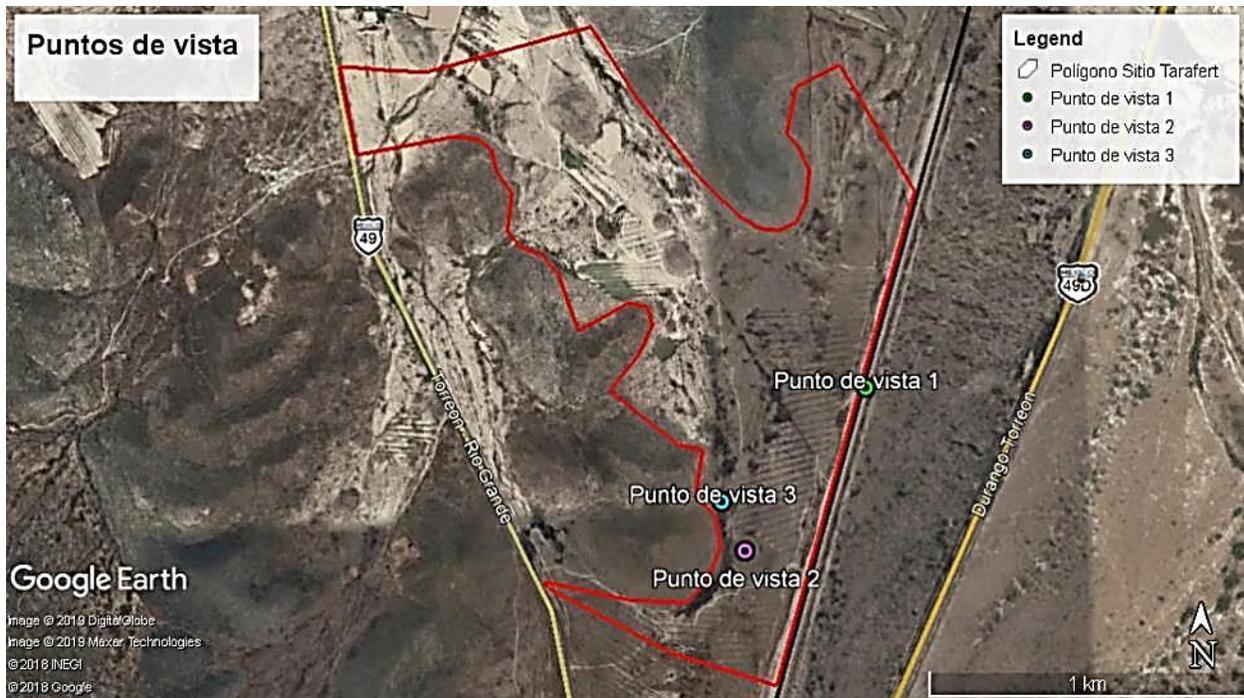
	IDLH (300 ppm)	909	3810	3176	3452
	ERPG2 (1000 ppm)	420	1729	1479	1765
	<b>Valor umbral</b>	<b>D, 4,3 m/s, 10 mm</b>	<b>D, 4,3 m/s, 50 mm</b>	<b>D, 4.3 m/s, 20% de diámetro</b>	<b>D, 4.3 m/s, 100% de diámetro</b>
	ERPG2 (150 ppm)	361	2905	2204	3940
	IDLH (300 ppm)	240	1847	1397	3031
	ERPG2 (1000 ppm)	107	814	590	1601

Notas: *F*, 1,5 m/s, 10 mm significa que la clasificación de estabilidad de Pasqual es clase *F*, la velocidad del viento es 1,5 m/s, el tamaño de la fuga es 10mm.

## 8.2 Formatos de presentación

Esta Manifestación de Impacto Ambiental se elaboró conforme a lo estipulado en la Guía Autorizada por SEMARNAT, del sector Industrial, Modalidad: Particular.

### 8.2.1 Fotografías



Puntos de vista de donde se tomaron las fotografías que se presentan a continuación

8.2.1.1 *Punto de Vista 1*

**Figura VIII - 1. Fotografía del sitio del proyecto**



Vista panorámica hacia el sur (poco hacia el este). En el lado izquierda de la fotografía el ferrocarril en dirección a Victoria de Durango.

Figura VIII - 2. Fotografía del sitio del proyecto



Vista panorámica hacia el sureste.

**Figura VIII - 3. Fotografía del sitio del proyecto**



Vista panorámica hacia el este (poco hacia el norte). A la izquierda se observa el derecho de vía del ducto de gas natural (señalamientos amarillo y naranja)  
Esta será la ubicación de la instalación permanente.

Figura VIII - 4. Fotografía del sitio del proyecto



Vista panorámica al este-noreste.

**Figura VIII - 5. Fotografía del sitio del proyecto**



Vista panorámica hacia el noreste-norte. En el lado derecho de la fotografía el ferrocarril en dirección a Lerdo.

## 8.2.1.2 Punto de Vista 2

Figura VIII - 6. Fotografía del sitio del proyecto



Vista hacia el norte. En el lado derecho de la imagen está (casi visible) el ferrocarril y en la parte posterior los cables de alimentación de alto voltaje. Esta es una vista de la ubicación de la instalación a la derecha estarán las instalaciones de logística.

Figura VIII - 7. Fotografía del sitio del proyecto



Vista panorámica hacia el sur. En el lado derecho hay una torre de comunicaciones.

8.2.1.3 Punto de Vista 3

**Figura VIII - 8. Fotografía del sitio del proyecto**



Vista panorámica del predio hacia el noroeste.

8.2.2 Videos

Para este proyecto no se realizó ningún video.

8.3 Otros anexos

A continuación, una lista de todos los anexos, organizados por capítulo, que coinciden mejor con el contenido del anexo.

8.3.1 Capítulo I

Anexo 1 - Documentación Legal

8.3.2 Capítulo II

Anexo 2 - Coordenadas del Sitio del Proyecto

Anexo 3 - Diagrama de la Arquitectura del Sistema de Control

Anexo 4 - Lista de Equipos Principales

Anexo 5 - Diagrama de Flujo de Proceso

Anexo 6 - Cronograma de Construcción

Anexo 7 - Construcción - Infraestructura Provisional (Contratista)

Anexo 8 - Estudio Preliminar de Mecánica de Suelos

Anexo 9 - Balance de Materia

Anexo 10 - Plano de Conjunto

Anexo 40 - Puntos de Emisión

### 8.3.3 Capítulo III

Este capítulo no tiene anexos.

### 8.3.4 Capítulo IV

Anexo 11 - Estudio de Puntos de Muestreo de Flora y Fauna (Ampliado).

### 8.3.5 Capítulo V

Anexo 12 - La Matriz de Cribado

Anexo 13 - Informe de Dispersión de Emisiones al Aire

### 8.3.6 Capítulo VI

Anexo 14 - Códigos y Estándares de Salud, Seguridad, Protección y Medio Ambiente

Anexo 15 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental

Anexo 16 - Operación - Plan de Gestión Ambiental

Anexo 17 - Construcción - Plan de Gestión de Calidad del Aire

Anexo 18 - Construcción - Plan de Gestión Ambiental y Sustentabilidad (Contratista)

Anexo 19 - Construcción - Control de Emisiones (Contratista)

Anexo 20 - Operación - Diseño e Inspección de Tanques de Almacenamiento de Amoniaco

Anexo 21 - Construcción - Plan de Gestión de Materiales Peligrosos

Anexo 22 - Construcción - Plan de Gestión de Residuos

Anexo 23 - Construcción - Gestión de Residuos (Contratista)

Anexo 24 - Construcción - Manejo de Sustancias Químicas (Contratista)

Anexo 25 - Programa de Protección de Fauna Silvestre

Anexo 26 - Programa de Rescate, Reubicación y Reforestación de Flora Silvestre

Anexo 27 - Construcción - Plan de Control de Erosión y Manejo de Aguas de Lluvia y Tormenta

Anexo 28 - Construcción - Erosión (Contratista)

Anexo 29 - Construcción - Gestión de Drenajes (Contratista)

Anexo 30 - Construcción - Plan de Gestión de la Calidad del Agua y Suelo

Anexo 31 - Construcción - Plan de Gestión de HSE del Sitio

Anexo 32 - Construcción - Plan de Seguridad y Salud (Contratista)

Anexo 33 - Construcción - Plan de Manejo del Tráfico de Construcción

Anexo 34 - Operación - Plan de Gestión de Responsabilidad de Emergencia

Anexo 35 - Construcción - Plan de Manejo de Respuesta a Emergencias de Construcción

Anexo 36 - Construcción - Plan de Respuesta a Emergencias (Contratista)

Anexo 37 - Construcción - Manejo de Derrames (Contratista)

### 8.3.7 Capítulo VII

Anexo 38 - Ficha de Datos de Seguridad - Amoniaco

Anexo 39 - Ficha de Datos de Seguridad - Gas Natural

### 8.3.8 Capítulo VIII

Este capítulo no tiene anexos.

## 8.4 Glosario de términos

La siguiente lista contiene definiciones específicas de esta Manifestación de Impacto Ambiental en particular. La terminología regular de MIA no se define por separado en este capítulo.

La mayoría de las abreviaturas se describen en el texto cuando se utilizan. Las abreviaturas que se usan con frecuencia en diferentes Secciones o Capítulos se definen en la lista a continuación.

BFW	<i>Boiler Feed Water</i> . El agua de alimentación de la caldera.
CCTV	La sistema de circuito cerrado de televisión.
CRETIB	El código CRETIB hace referencia a las características que hacen que un residuo sea considerado peligroso; el cumplimiento de una o más de esta convierte en peligroso a un residuo; así mismo, residuos no peligrosos mezclados con residuos peligrosos son contaminados y se convierten en peligrosos.
CMMP	Plan de Manejo de Materiales Peligrosos de Construcción
ESDS	<i>Emergency Shutdown System</i> . El cierre de emergencia comprende los sistemas de parada de emergencia.
GEI /GHG	<i>Greenhouse Gas</i> . Un gas de efecto invernadero (GEI) es un gas atmosférico que absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo. Este proceso es la causa fundamental del efecto invernadero.
HESQ	<i>Health, safety, environment and quality (HSEQ)</i> . Salud, seguridad, medio ambiente y calidad.
HP, MP, LP	Diferentes niveles de presión: alta presión (HP), media presión (MP) y baja presión (LP. Para los niveles de presión cuantitativa, ver Capítulo II Sección 2.2.2.2.2 <i>Caldera y sistema de vapor</i> .
ISBL	<i>Inside Battery Limits</i> . Dentro de los límites de las unidades de proceso, unidades de logística y todas las instalaciones de soporte y unidades administrativas (dentro de los límites de las instalaciones).
MMBTU	Millones de la <i>British thermal unit</i> ; unidad térmica británica.
MT	Tonelada
OSBL	<i>Outside Battery Limits</i> . Fuera de los límites de las unidades de proceso, unidades de logística y todas las instalaciones de soporte y unidades administrativas (fuera de los límites de las instalaciones).
PM10	Se denomina PM10 (del inglés <i>Particulate Matter</i> ) pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro aerodinámico es menor que 10 µm (1 micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro).

## 8.5 Bibliografía

Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango, 2014; Gobierno del Estado de Durango; SEMARNAT; Fase de Pronóstico.

Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango; Agosto de 2016; Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Durango

Agbaire, P.O., Esiefarienrhe, E. Air Pollution tolerance indices (apti) of some plants around Otorogun Gas Plant in Delta State, Nigeria. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* March, 2009. Vol. 13(1) 11 – 14.

AICHE-CCPS, *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition with Worked Examples*, 1992.

Anuario estadístico y geográfico de Durango 2017, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México : INEGI, c2017

Bager, S., Campbell, B., Holt, L. Vermeulen, S. *Big Facts On Climate Change, Agriculture and Food Security*. <https://ccafs.cgiar.org/bigfacts/#>. Accedido mayo 2019.

Banco de México, Sistema de Información Económica, Producto Interno Bruto (CR142) [www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx), accedido mayo 2019.

Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D.H. 1999. *Guidelines for community noise*. Organización Mundial de la Salud. London, Reino Unido.

Bojorquez-Tapia, L.A. and Garcia, O. (1998) An Approach for Evaluating EIAS—Deficiencies of EIA in Mexico. *Environmental Impact Assessment Review*, 18, 217-240.

Bridget/IAIA. 2009. *Cumulative Effects Assesment and Managment (CEAM)*. <https://www.iaia.org/>

Burney J.A.,S.J. Davis, and D.B. Lobell (2010) Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification, *Proc. National Academy of Sci.* 107(26): 12052-12057.

Canter, L.W. (1996) *Environmental Impact Assessment*. 2nd Edition, McGraw-Hill, New York.

Canter, D. (1988). *Environmental (Social) psychology. A new sinthesis*. In: J.I. Aragonés and J.A. Corraliza (Eds.) *Comportamiento y medio ambiente. La Psicología Ambiental en España*. [Behavior and environment: Environmental Psychology in Spain]. (Pp. 103-119). Madrid: Comunidad de Madrid.

Colegio de Posgraduados. 1991. *Manual de Conservación de Suelo y Agua*. Chapingo, México.

CONABIO, 2014. Portal de Geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

Conesa, F.V. 2003. *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Corporación Financiera Internacional. Environmental, Health, and Safety Guidelines (Esp), [www.ifc.org](http://www.ifc.org), accedido mayo 2019.

Diario Oficial de la Federación. 2014. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establecen especificaciones para su protección.

Duhalt, A. "The Urea Value Chain in Mexico: From Natural Gas Supply to Imports of Basic Food Staples." ISSUE BRIEF of Rice University's Baker Institute for Public Policy, 28 septiembre 2018.

Edwards, E. P. 2003. A field guide to The birds of Mexico and Adjacent Areas: Belize, Guatemala and El Salvador. University of Texas Press. China.

Escobar-Jaramillo, L. A. 2007. Indicadores de calidad ambiental: un análisis de precios hedónicos. <http://www.eclac.org>.

Estudio Técnico Para El Ordenamiento Ecológico Y Territorial Del Municipio De Lerdo, Durango; Dirección de Medio Ambiente y Ecología de Lerdo, Dgo.; Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente; Junio 2013

Espinoza, G. 2002 Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Centro de Estudios Para el Desarrollo (CED), Santiago de Chile.

Fertilizers Europe. Environmental, Health, and Safety Guidelines, <https://www.fertilizerseurope.com>, accedido mayo 2019.

FAO. 1985. Leyenda Revisada FAO/UNESCO. Mapa Mundial de Suelos. Roma, Italia.

Fichas De Las UGA Del Modelo De Ordenamiento Del Municipio De Lerdo. Dirección de Medio Ambiente y Ecología de Lerdo, Dgo.

Figueroa S. B.; Amante O. A.; Cortés T. H.; Pimentel L. J.; Osuna C. E.; Rodríguez O. J.; Morales F. F. 1991. "Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión". Colegio de Postgraduados, México.

Flores, V.O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 439 pp.

Gío-Argáez, R. y E. López-Ochoterena (eds.). 1993. Diversidad biológica de México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Volumen Especial XLIV: 1-427.

Gobierno de Mexico. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>, accedido mayo 2019.

Heywood, V.H. y S.D. Davis. 1997. Introduction. En: Davis, S.D., V.H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos y A.C. Hamilton. Centres of Plant Diversity. A guide and strategy for their conservation. 3. The Americas. WWF/UICN. Cambridge, Reino Unido. pp. 1-38.

IMPLAN Ttorreon, Dirección de Investigación Estratégica. Universidades en La Laguna <http://www.trcimplan.gob.mx/>, 21 Octubre 2014.

INEGI. 2014. Productos y servicios. Datos vectoriales. <http://www.inegi.org.mx>.

INIFAP, 2011. Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo: Manual de Capacitación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal. Unidad Técnica Especializada de la Estrategia de Asistencia Técnica Pecuaria. Folleto Técnico No. 4 ISBN 978-607-425-554-06 pp 1-47.

International Energy Agency. Mexico. <https://www.iea.org/countries/mexico/>. Accedido mayo 2019.

International Plant Nutrition Institute (IPNI), Fuentes de Nutrientes, Específicos, No.10. <https://www.ipni.net/specifics-es>, accedido mayo 2019.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2007. "ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL DÍA MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE: DATOS NACIONALES." México, D.F.

Integrated Taxonomic Information System-ITIS. 2013. <http://www.itis.gov/> Inter-American Biodiversity Information Network – iabin. IABIN Invasives Information.

Kaufman, Kenn. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica. Hillstar Editions L.C. Singapore. 336

Krebs, C. J. 1999. Ecological Methodology. Addison Wesley Longman, Inc., Second Edition, Menlo Park, CA. 620 pp.

- Llorente-Bousquets, J., Y S. Ocegueda. 2008. “Estado del conocimiento de la biota”, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México. pp: 283-322.
- Martínez Ménez. M. 2005. Estimación de la Erosión del suelo. <http://www.sagarpa.gob.mx>
- Masera O. Astier M. Y López-Ridaura S. 2000. Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales.
- Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 28: 29-179.
- Miranda, F. y E. Hernández-X. 2014. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Edición conmemorativa 1963-2013. Ediciones Científicas Universitarias. México, 214 pp.
- Mittermeier, R.A. y C. Goettsch. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo. México ante los retos de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 63-73.
- Monstrey, K. 2015. Cold Recycle Fluid Bed Granulation. Nitrogen+Syngas 335. pp. 1-3.
- Morris, Peter and Riki Therivel. (eds) 1996 Methods of Environmental Impact Assessment. The Natural and Built Environment Series. University College London, United Kingdom: 378 pp.
- Neyra, G.L. y S.L. Durand. 1998. Biodiversidad. En: Loa, L.E. (coord.). La diversidad biológica de México: estudio del país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. pp. 61-102.
- Plan Estatal de Desarrollo 2016–2022, Gobierno del Estado de Durango.
- Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019; GACETA MUNICIPAL, Municipio de Lerdo, Durango
- Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). 1993. Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution. Oxford University Press. Nueva York. EEUU. 812 pp.
- Regiones Terrestres Prioritarias de México. 2000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Rzedowski J, 1981. “Vegetación de México”. Limusa. México.
- Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). 1991-. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México.

Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.

Servicio Meteorológico Nacional, Normales climatológicas por estación, <http://smn.gob.mx>.

SEMARNAT, Importación de fertilizantes (Toneladas). <http://dgeiawf.semarnat.gob.mx>, accedido mayo 2019.

Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010. Evaluación del impacto: Directrices sobre evaluación del impacto ambiental y evaluación ambiental estratégica, incluida la diversidad biológica. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 16. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

SEMARNAP, 2000. Manual para la conservación de suelos. Alejandro Caballero, Coordinador. INCA

SIBLEY, DAVID ALLEN. 2014. "The Sibley Guide to Birds". 2da. Edición. Scott & Nix Edition. Nueva York, Estados Unidos.

Smith P, Martino D, Cai Z, Gwary D, Janzen H, Kumar P, McCarl B, Ogle S, O'Mara F, Rice C, Scholes B, Sirotenko O, Howden M, McAllister T, Pan G, Romanenkov V, Schneider U, Towprayoon S, Wattenbach M, Smith J. 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 363:789 – 813

Sutherland, W. J. 2004. The conservation handbook. Research, Magement and Policy. Blackwell-science. 337

Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. Interciencia, 28:160-167.

Villaseñor, J.L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 75: 105-135.

Wei-feng Z., Zheng-xia D., Pan H., Xiao-Tang J., Powlsonc, D., Chadwickd, D., Norsee, D., Yue-Lai L., Ying Z., Liang W., Xin-Ping C., Cassmang, K.G., and Fu-Suo Z. 2013. New technologies reduce greenhouse gas emissions from nitrogenous fertilizer in China. PNAS, vol.110, numero 21. pp. 8375–8380

Windfinder Servicio meteorológico del viento. <https://es.windfinder.com/>

Zande, van der, H. "Zero Waste Urea Production". Impiantistica, 2018, numero 3. P.43-63.

