

Línea Base Ambiental del Área Contractual 2

“Benavides-Primavera”

2 de febrero de 2017

Contenido

1. RESUMEN EJECUTIVO	1
2. INTRODUCCIÓN	1
3. ALCANCES.....	2
4. OBJETIVOS.....	2
5. PERSONAL Y EQUIPOS	2
5.1 PERSONAL	2
5.2 EQUIPOS	3
6. METODOLOGÍAS.....	4
6.1 IDENTIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....	4
6.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
6.3 CONTENIDO DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL	7
6.3.1 <i>Contexto regional</i>	9
6.3.2 <i>Contexto local</i>	9
6.3.3 <i>Geología y Geomorfología</i>	10
6.3.4 <i>Clima y meteorología</i>	11
6.3.5 <i>Hidrología superficial y subterránea</i>	11
6.3.6 <i>Calidad del aire</i>	12
6.3.7 <i>Erosión</i>	13
6.3.8 <i>Infiltración</i>	19
6.3.9 <i>Biota terrestre y acuática / Medio biótico</i>	20
6.3.9.1 Flora y Vegetación	20
6.3.9.1.1 Métodos previos al muestreo.....	20
6.3.9.1.2 Trabajo de campo.....	20
6.3.9.1.2.1 Temporalidad de muestreo.....	21
6.3.9.1.2.2 Variables muestreadas.....	22
6.3.9.1.2.3 Descripción cualitativa	25
6.3.9.1.3 Elaboración del registro fotográfico para sitios y especies.....	25
6.3.9.1.4 Análisis florístico y criterios taxonómicos de las especies	26
6.3.9.1.5 Análisis de datos	27
6.3.9.2 Fauna.....	34
6.3.9.2.1 Métodos previos al muestreo.....	34
6.3.9.2.2 Trabajo de campo.....	35
6.3.9.2.2.1 Temporalidad de muestreo.....	35
6.3.9.2.2.2 Herpetofauna (anfibios y reptiles)	38
6.3.9.2.2.3 Ornitofauna (Aves).....	39
6.3.9.2.2.4 Mastofauna (Mamíferos)	40
6.3.9.2.3 Elaboración del registro fotográfico para sitios y especies.....	41
6.3.9.2.4 Análisis de datos	41

6.3.10	Áreas sensibles	45
6.3.11	Paisaje	45
6.1	REGISTRO DE DAÑOS PREEXISTENTES.....	48
6.1.1	Investigación histórica.....	48
6.1.2	Métodos indirectos.....	48
6.1.2.1	Tomografía de Resistividad Eléctrica.....	48
6.1.3	Plan de muestreo.....	52
6.1.3.1	Suelo.....	52
6.1.3.2	Agua	53
6.1.3.3	Envasado, Etiquetado y preservación de las muestras de Agua y Suelo	53
6.1.3.4	Aire	54
6.1.4	Parámetros analizados.....	55
6.1.5	Metodología aplicada para cada tipo de pruebas de laboratorio	56
6.1.5.1	Suelo.....	56
6.1.5.2	Agua	61
6.1.5.3	Aire	62
6.1.6	Memoria fotográfica de los trabajos efectuados	64
6.1.7	Comparación con la Normatividad Ambiental Vigente	64
6.1.8	Determinación del índice de Incidencia	66
7.	RESULTADOS	67
7.1	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CADA UNO DE LOS TEMAS APLICABLES AL PROYECTO	67
7.1.1	Generalidades.....	67
7.1.1.1	Delimitación del área de estudio.....	67
7.1.1.2	Contexto regional.....	68
7.1.1.3	Contexto local	76
7.1.1.4	Identificación de infraestructura existente	79
7.1.1.4.1	Pozos	79
7.1.2	Medio Abiótico.....	84
7.1.2.1	Geología y Geomorfología.....	84
7.1.2.2	Clima y meteorología	90
7.1.2.2.1	Clima.....	90
7.1.2.2.1	Temperatura media anual y mensual	93
7.1.2.2.2	Precipitación media anual y mensual	94
7.1.2.2.3	Eventos extremos	96
7.1.2.2.4	Evaporación media anual	97
7.1.2.2.5	Vientos: Dominantes, Rapidez y Dirección	97
7.1.2.2.6	Presión atmosférica.....	99
7.1.2.3	Hidrología superficial y subterránea	100
7.1.2.4	Calidad del aire.....	108
7.1.2.5	Erosión	112
7.1.2.6	Infiltración	124
7.1.2.7	Textura	125
7.1.3	Medio Biótico.....	126

7.1.3.1	Flora y Vegetación	129
7.1.3.1.1	Composición florística	129
7.1.3.1.2	Riqueza	132
7.1.3.1.3	Estructura cuantitativa de la vegetación	136
7.1.3.1.4	Índice de Valor de Importancia para especies dentro del Área Contractual	142
7.1.3.1.5	Análisis de datos.....	147
7.1.3.2	Fauna.....	152
7.1.3.2.1	Herpetofauna (Anfibios y Reptiles).....	152
7.1.3.2.2	Ornitofauna (Aves)	156
7.1.3.2.3	Mastofauna (Mamíferos)	167
7.1.3.2.4	Análisis de Diversidad.....	172
7.1.3.2.4.1	Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)	172
7.1.3.2.4.2	Ornitofauna (Aves)	173
7.1.3.2.4.3	Mastofauna (Mamíferos)	174
7.1.3.2.4.4	Análisis integrado.....	175
7.1.3.3	Estado de Conservación del Área Contractual Benavides-Primavera.....	179
7.1.4	Áreas sensibles.....	182
7.1.4.1	Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)	182
7.1.4.2	Sitios RAMSAR.....	186
7.1.4.3	Regiones terrestres prioritarias.....	186
7.1.4.4	Regiones hidrológicas prioritarias	187
7.1.4.5	Áreas Naturales Protegidas	188
7.1.4.6	Rutas de migración.....	189
7.1.1	Análisis de Paisaje.....	190
7.1.1.1	Análisis del Paisaje Área Contractual Campo Benavides-Primavera	194
7.1.2	Patrimonio Arqueológico.....	216
7.2	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS	232
7.2.1	Registro de daños preexistentes	232
7.2.2	Investigación histórica.....	232
7.2.3	Métodos indirectos: tomografía de resistividad eléctrica	233
7.2.4	Análisis e Interpretación de los resultados de las pruebas analíticas realizadas.....	244
7.2.4.1	Análisis de Suelo	244
7.2.4.1.1	Resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes y Comparación de la Normatividad Ambiental Vigente Aplicable.....	244
7.2.4.2	Análisis de Agua	249
7.2.4.2.1	Resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes.....	249
7.2.4.3	Análisis de Aire	251
7.2.4.3.1	Resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes y Comparación de la Normatividad Ambiental Vigente Aplicable.....	251
7.2.4.4	Condiciones climáticas y físicas que afectan el comportamiento de los contaminantes	252
7.2.5	Distribución y el comportamiento de los contaminantes en el suelo, subsuelo y acuíferos: Rutas de migración	252
7.2.6	Ubicación, descripción y uso actual de los puntos potencialmente contaminados	252
7.2.7	Tipo de contaminante, cantidad aproximada de liberación al ambiente	254
7.2.8	Área y volumen del suelo contaminado.....	254

7.3	REGISTRO Y DESCRIPCIÓN DE DAÑOS AMBIENTALES	258
7.3.1	<i>Identificación del daño ambiental</i>	258
7.3.2	<i>Valoración del daño ambiental: Índice de Incidencia</i>	264
7.3.3	<i>Descripción de los daños ambientales</i>	265
7.3.3.1	Medio Abiótico	265
7.3.3.1.1	Daños ambientales al medio abiótico	265
7.3.3.2	Medio Biótico	267
7.3.3.2.1	Flora y Vegetación	267
7.3.3.2.2	Fauna	271
7.3.3.2.3	Daños ambientales al medio biótico	276
7.4	REGISTRO Y DESCRIPCIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES (DAÑOS PREEXISTENTES)	277
8.	REFERENCIAS	278
9.	ÍNDICE DE TABLAS	290
10.	ÍNDICE DE FIGURAS	294
11.	ANEXOS	299
11.1	ANEXO I. LISTADO BIBLIOGRÁFICO DE LAS ESPECIES DE FLORA Y VEGETACIÓN CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DENTRO DEL ÁREA CONTRACTUAL 2 BENAVIDES-PRIMAVERA.	299
11.2	ANEXO II. FORMATO UTILIZADO PARA LA TOMA DE DATOS DE FLORA EN EL ÁREA CONTRACTUAL 2 BENAVIDES-PRIMAVERA.	299
11.3	ANEXO III. BITÁCORAS DEL LEVANTAMIENTO DE FLORA EN EL ÁREA CONTRACTUAL 2 BENAVIDES-PRIMAVERA. ..	299
11.4	ANEXO IV. VISTAS PANORÁMICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE FLORA EN EL ÁREA CONTRACTUAL 2 BENAVIDES-PRIMAVERA.	299
11.5	ANEXO V. LISTADO BIBLIOGRÁFICO DE LAS ESPECIES DE FAUNA CON DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DENTRO DEL ÁREA CONTRACTUAL 2 BENAVIDES-PRIMAVERA.	299
11.6	ANEXO VI. FORMATO UTILIZADO PARA LA TOMA DE DATOS DE FAUNA EN EL ÁREA CONTRACTUAL 2 BENAVIDES-PRIMAVERA.	299
11.7	ANEXO VII. BITÁCORAS DEL LEVANTAMIENTO DE FAUNA EN EL ÁREA CONTRACTUAL 2 BENAVIDES-PRIMAVERA.	299
11.8	ANEXO VIII. FOTOGRAFÍAS DE LOS ORGANISMOS OBSERVADOS DURANTE LOS MUESTREOS DE FAUNA EN EL ÁREA CONTRACTUAL 2 BENAVIDES-PRIMAVERA.	299
11.9	ANEXO IX. PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO: FOTOGRAFÍAS DE LA INSPECCIÓN SUPERFICIAL EN EL ÁREA CONTRACTUAL 2 BENAVIDES-PRIMAVERA.	299
11.10	ANEXO X. FUGAS HISTÓRICAS EN EL ÁREA CONTRACTUAL 2 BENAVIDES-PRIMAVERA.	299

Informe de Línea Base Ambiental para el Área Contractual 2 Benavides-Primavera

1. Resumen Ejecutivo

El presente documento establece la Línea Base Ambiental para el Área Contractual 2 Benavides-Primavera, la cual ha sido definida cumpliendo los requisitos que deben reunir los contratistas (**Consorcio Petrolero 5M del Golfo, S.A.P.I. de C.V.**) para la Línea Base Ambiental; de acuerdo a lo establecido en la Tercera Convocatoria para la extracción de hidrocarburos Licitación CNH-R01-L03/2015, bajo la modalidad compartida entre la Comisión Nacional de Hidrocarburos y los contratistas.

2. Introducción

El Área Contractual 2 Benavides-Primavera se ubica en el estado de Nuevo León, la cual abarca una superficie de 172 km². Esta área cuenta con un volumen original en sitio de 190 millones de pies cúbicos de gas; al 1° de enero de 2015 contaba con una producción acumulada de 143 millones de barriles de aceite y 125.9 mil millones de pies cúbicos de gas. Estos hidrocarburos se encuentran almacenados en areniscas del Terciario.

3. Alcances

La Línea Base Ambiental se realizará de forma clara y detallada para su mejor comprensión, tal como lo establece la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), con el fin de determinar las condiciones en las que se encuentra la zona contractual con respecto a las variables ambientales del Área Contractual 2 Benavides-Primavera y el registro de los daños preexistentes en el caso aplicable.

4. Objetivos

Llevar a cabo la caracterización del estado actual del área del proyecto, en sus componentes físicos y biológicos.

5. Personal y equipos

5.1 Personal

Para la realización de la presente Línea Base Ambiental se contó con el apoyo de especialistas en el Área Ambiental. A continuación, se enlista el personal que participo en la realización de la Línea Base Ambiental (Tabla 1).

Eliminados nombres y puestos por ser datos personales. Fundamento en el art. 113 Fracción I de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Tabla 1. Lista del personal que participará en la metodología del Área Contractual 2 Benavides-Primavera.

Nombre	Cargo
[Redacted]	[Redacted]

Nombre	Cargo
[REDACTED]	[REDACTED]

5.2 Equipos

Equipo de Protección Personal para Trabajos y Otros:

- Guantes de carnaza (largos y cortos) y/o anticorte
- Lentes de seguridad
- Tapones auditivos
- Cubre boca y/o mascarilla de media cara con filtros para compuestos orgánicos
- Botas con casquillo
- Casco de protección
- Chalecos de campo con bolsas
- Otros conforme a requerimientos de evaluación de riesgos
- Equipo para señalamiento y acordonamiento
- Botiquín de primeros auxilios

Equipo y Herramienta:

- Equipo manual de muestreo (*Hand auger*)
- Equipo de agua horizontal *Van Dorn*
- Charola
- GPS portátil
- Cámara fotográfica

- Marcador de texto
- Hieleras de plástico
- Bitácora de campo
- Flexómetro de 50m
- Cinta métrica
- Vernier
- Cuerda de 20 m
- Asas herpetológicas
- Sacos de manta
- Cámara fotográfica
- Trampas Shermann
- Binoculares
- Redes de niebla

Material para el lavado

- Cubetas, atomizadores, cepillos papel absorbente
- Agua destilada
- Agua desionizada
- Jabón libre de fosfato
- Alcohol isopropílico

6. Metodologías

6.1 Identificación de infraestructura existente

Para reportar adecuadamente la “Infraestructura Existente” en el Área Contractual Benavides-Primavera derivada de actividades primarias, de servicios e industriales,

con énfasis en infraestructura del sector hidrocarburos presente y, su estado actual (condiciones de mala cementación, operación abandono, etc.) a efecto de identificar posibles impactos generados por su operación, se realizó una revisión de la información que la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) proporcionó al **Consorcio Petrolero 5M del Golfo S.A.P.I. de C.V.**, donde se presenta una relación de la infraestructura presente en el área contractual, que incluye los gasoductos, estaciones de recolección y compresión de gas (Anexo 5 del Contrato de Licencia para la Extracción de Hidrocarburos número CNH-R01-L03-A2/2015).

Complementariamente, se analizó la información brindada por el **Consorcio Petrolero 5M del Golfo S.A.P.I. de C.V.**, en la cual incluía una lista de fugas históricas, fugas visibles, pozos, brechas y represas.

6.2 Delimitación del área de estudio

El área de estudio del Área Contractual Benavides-Primavera, fue previamente establecida por la Comisión Nacional de Hidrocarburos a través de la licitación CNH-R01-L03/2015. Dicha área se localiza en los municipios de General Bravo y China, en el estado de Nuevo León, y tiene una superficie de 172 km² y está definida por las coordenadas geográficas que se presentan en la Tabla 2,

Figura 1.

Tabla 2. Coordenadas geográficas del Área Contractual 2 Benavides-Primavera.

Área Contractual	Campo/Polígono	Vértice	Coordenadas UTM	
			Oeste (Longitud)	Norte (Latitud)
2	Benavides-Primavera	1	98° 56' 00"	25° 39' 30"
		2	98° 55' 30"	25° 39' 30"

Área Contractual	Campo/Poligono	Vértice	Coordenadas UTM	
			Oeste (Longitud)	Norte (Latitud)
2	Benavides-Primavera	3	98° 55' 30"	25° 38' 30"
		4	98° 55' 00"	25° 38' 30"
		5	98° 55' 00"	25° 37' 00"
		6	98° 54' 30"	25° 37' 00"
		7	98° 54' 30"	25° 36' 30"
		8	98° 53' 30"	25° 36' 30"
		9	98° 53' 30"	25° 34' 30"
		10	98° 54' 30"	25° 34' 30"
		11	98° 54' 30"	25° 34' 00"
		12	98° 54' 00"	25° 34' 00"
		13	98° 54' 00"	25° 33' 30"
		14	98° 53' 30"	25° 33' 30"
		15	98° 53' 30"	25° 32' 00"
		16	98° 54' 00"	25° 32' 00"
		17	98° 54' 00"	25° 31' 30"
		18	98° 54' 30"	25° 31' 30"
		19	98° 54' 30"	25° 30' 30"
		20	98° 55' 00"	25° 30' 30"
		21	98° 55' 00"	25° 30' 00"
		22	98° 55' 30"	25° 30' 00"
		23	98° 55' 30"	25° 29' 30"
		24	98° 58' 00"	25° 29' 30"
		25	98° 58' 00"	25° 31' 00"
		26	98° 58' 30"	25° 31' 00"
		27	98° 58' 30"	25° 32' 00"
		28	98° 59' 30"	25° 32' 00"
		29	98° 59' 30"	25° 34' 30"
		30	99° 00' 00"	25° 34' 30"
		31	99° 00' 00"	25° 35' 00"
		32	99° 01' 00"	25° 35' 00"
		33	99° 01' 00"	25° 36' 30"
		34	99° 00' 00"	25° 36' 30"
		35	99° 00' 00"	25° 37' 00"
		36	98° 59' 30"	25° 37' 00"
		37	98° 59' 30"	25° 37' 30"

Área Contractual	Campo/Polígono	Vértice	Coordenadas UTM	
			Oeste (Longitud)	Norte (Latitud)
2	Benavides-Primavera	38	98° 59' 00"	25° 37' 30"
		39	98° 59' 00"	25° 41' 30"
		40	98° 58' 30"	25° 41' 30"
		41	98° 58' 30"	25° 42' 00"
		42	98° 58' 00"	25° 42' 00"
		43	98° 58' 00"	25° 41' 00"
		44	98° 57' 00"	25° 41' 00"
		45	98° 57' 00"	25° 41' 30"
		46	98° 56' 30"	25° 41' 30"
		47	98° 56' 30"	25° 42' 00"
		48	98° 56' 00"	25° 42' 00"

6.3 Contenido de la Línea Base Ambiental

Se realizó una revisión bibliográfica, donde se consideraron estudios e investigaciones previas realizadas en el área, Normas Oficiales Mexicanas (NOM's), Normas Mexicanas (NMx), especificaciones, métodos, etc.; además que se analizaron de manera integral de los elementos del medio físico, biótico, socioeconómico y cultural, así como los diferentes usos de suelo y del agua que hay en el área de estudio. A continuación, se desglosa cada punto.

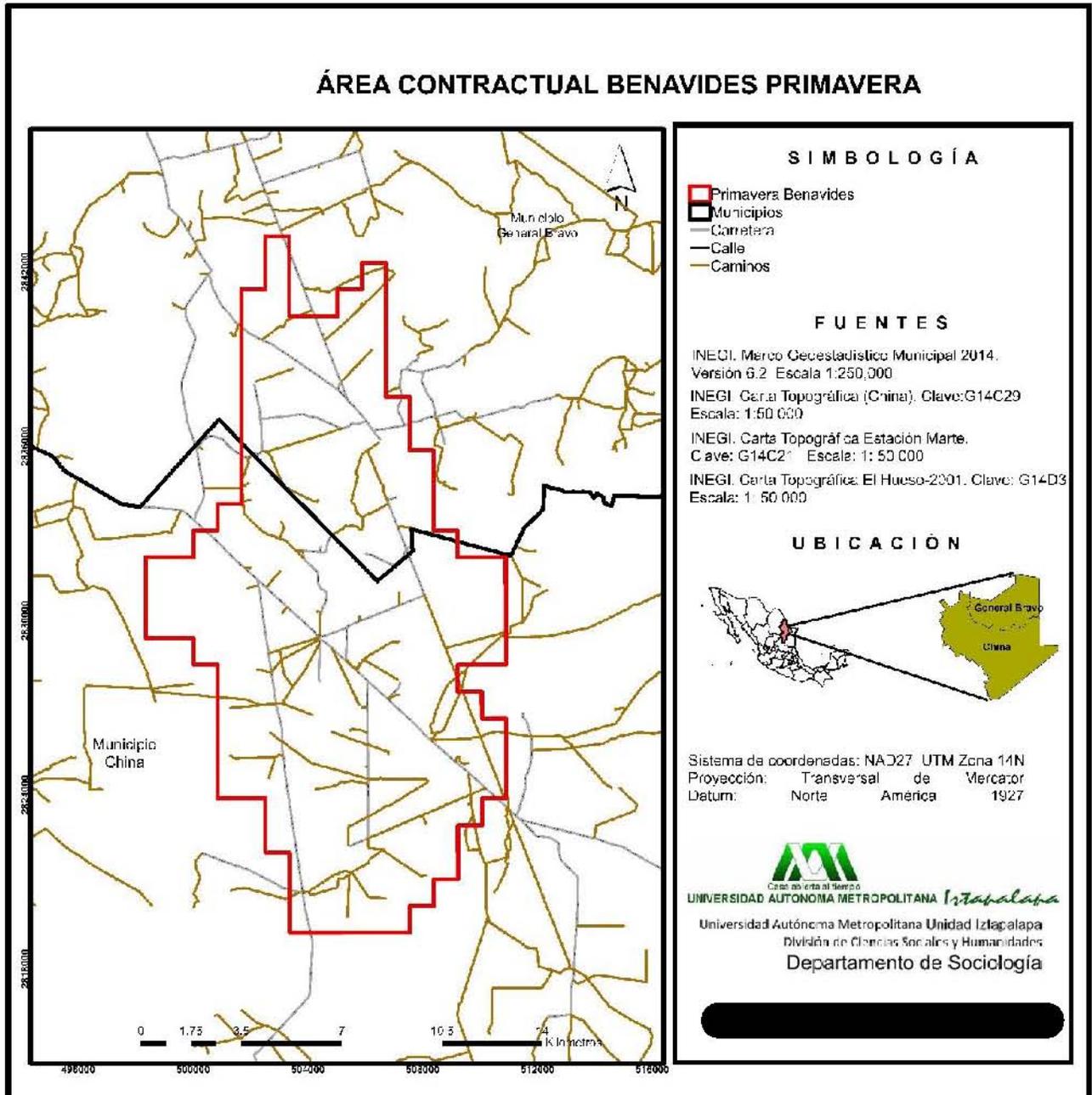


Figura 1. Mapa del Área Contractual 2 Benavides-Primavera.

6.3.1 Contexto regional

El contexto regional se realizó siguiendo una metodología de revisión bibliográfica en la cual se desarrollaron las características generales del Área Contractual.

Para la realización de la revisión bibliográfica, las fuentes oficiales consideradas para la revisión fueron: CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), UAM (Universidad Autónoma Metropolitana), UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México), UANL (Universidad Autónoma de Nuevo León), SENER (Secretaría de Energía), CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), Instituto de Biología UNAM, entre otros.

La información que se presenta en este apartado incluye: los atributos generales del medio abiótico de la región, incluyendo la hidrología, las características atmosféricas y del suelo para el estado de Nuevo León; las características generales del medio biótico, incluyendo la flora y fauna para el estado de Nuevo León. Así como las actividades socio-económicas características del estado.

6.3.2 Contexto local

En el contexto local se siguió una metodología de revisión bibliográfica, en la que se abarcaron las características generales de los municipios China y General Bravo.

Para esta revisión se consideró, la ubicación, uso de suelo y vegetación, población, zona urbana, actividades económicas y fisiografía de ambos municipios.

Para la revisión bibliográfica mencionada en la elaboración de la metodología en comento, se consideraron fuentes oficiales como las que se listan:

- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad),
- UAM (Universidad Autónoma Metropolitana),
- UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México),
- UANL (Universidad Autónoma de Nuevo León),
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas),
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua),
- CITES (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora),
- Lista Roja de las especies amenazadas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, y
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).

La información recabada no excedió los 10 años de antigüedad, sin embargo, algunos apartados por la naturaleza de la información se consideraron como excepción.

6.3.3 Geología y Geomorfología

Se realizó una caracterización litológica del Área Contractual Benavides-Primavera en donde se reporta lo siguiente:

- Una descripción breve del Área Contractual Benavides-Primavera en donde se anexa un mapa de la geología de la misma,
- Las características geomorfológicas sobresalientes del Área Contractual Benavides-Primavera,
- Estructura geológica presente en el área,

- Geología histórica y Tectónica,
- Tipos de suelo dentro del Área Contractual, y
- Sismicidad en el Área Contractual Benavides-Primavera.

6.3.4 Clima y meteorología

Para esta sección, se obtuvieron los datos recolectados de las estaciones meteorológicas cercanas: Estación Meteorológica 19022 General Bravo (DGE) y Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, China.

Los datos que se reportaron son los siguientes:

- Temperatura media anual,
- Temperatura media mensual,
- Precipitación media anual,
- Precipitación media mensual,
- Eventos extremos (ciclones, huracanes, tormentas y depresiones tropicales),
- Vientos dominantes,
- Velocidad y dirección de los vientos, y
- Presión atmosférica.

6.3.5 Hidrología superficial y subterránea

Para esta sección, se obtuvieron los datos recolectados mediante una revisión bibliográfica de los cuerpos de agua más relevantes que se localizan en los municipios de China y General Bravo.

Análisis de calidad del agua.

Se realizó un estudio de calidad de agua por parte del Laboratorio Ambiental (Laboratorios y Suministros Ambientales e Industriales, S.A. de C.V.), con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) (acreditación R-0549-029/14).

El método detallado del análisis de agua, se presenta en la Sección 6.1.3 Plan de muestreo, 6.1.3.2 Agua.

6.3.6 Calidad del aire

Se realizó una descripción de cada uno de los parámetros que considera la guía para su análisis:

- Bióxido de azufre
- Óxido nitroso (N_2O)
- Bióxido de nitrógeno (NO_2)
- Óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Ozono (O_3)
- Hidrocarburos totales de petróleo (HTP)
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos o polinucleares (HAP)
- Óxido de carbono (CO)
- Bióxido de carbono (CO_2)
- Monóxido de carbono (CO)
- Partículas totales suspendidas (PTS)

Este apartado se complementa con análisis realizados por el Laboratorio Ambiental (Laboratorios y Suministros Ambientales e Industriales, S.A. de C.V.), con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) (acreditación R-0549-029/14).

6.3.7 Erosión

Para conocer la cantidad de pérdida de suelo, se calculó la erosión potencial mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$Ep = R K LS$$

Donde:

Ep = Erosión potencial del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia.

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

Los datos de la ecuación se obtuvieron de forma bibliográfica, de acuerdo a los siguientes puntos:

Para el cálculo de la Erosividad de la lluvia (R), se consideraron los modelos de regresión a partir de datos de precipitación anual (P), los cuales se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia "R" en la República Mexicana (Becerra, 1997).

Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90

Región	Ecuación	R ²
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

Donde:

R = Erosividad de la lluvia.

P = Precipitación media anual de la región.

La región se determinó mediante el mapa de regiones con igual erosividad en la República Mexicana (Figura 2).

La **Erosionabilidad (K)** es la susceptibilidad de los suelos a erosionarse y depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad. De acuerdo a la revisión bibliográfica, se determinó la composición principal del suelo en el Área Contractual Benavides-Primavera, y la Erosionabilidad se calculó mediante los valores obtenidos en la Tabla 4.

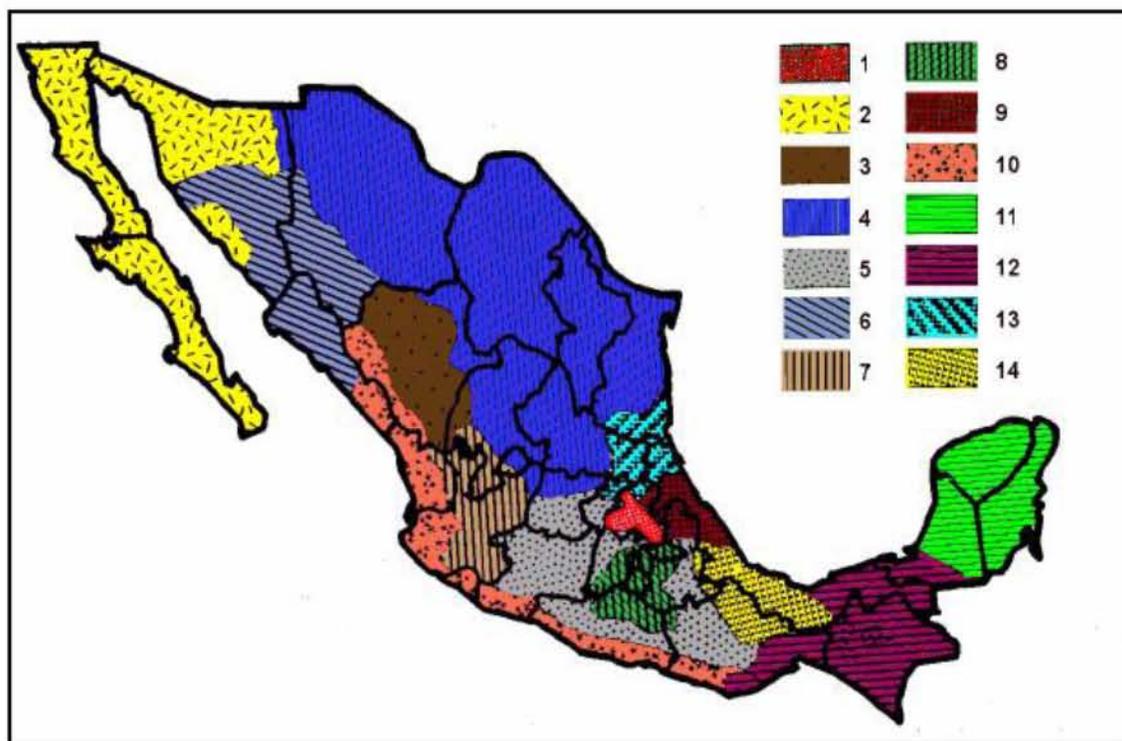


Figura 2. Mapa de regiones con igual erosividad en la República Mexicana (Fuente: SAGARPA).

Tabla 4. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la unidad de suelo y textura superficial (Tomado de Loredo-Osti *et al.* 2007).

Valores y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Grueso	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.04	0.013
Af	Acrisol férico	0.013	0.02	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.03	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.02	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.04	0.013
Ap	Acrisol plíntico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.04	0.013
B (c,d,e,k)	Cambisol crómico, dístrico, éutrico, cálcico	0.026	0.04	0.013

Valores y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Grueso	Media	Fina
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.02	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.04	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.02	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.04	0.013
B (v,x)	Cambisol vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026
C (h,k,l)	Chernozem (háplico, cálcico, y lúvico)	0.013	0.02	0.007
D (d,g,e)	Podzoluvisol (dístrico, gléyico, éútrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.02	0.007
F (a,h,p,o)	Ferrasol (ácrico, húmico, plíntico, ócrico)	0.013	0.02	0.007
G	Gleysol	0.026	0.04	0.013
Gc	Gleysol calcárico	0.013	0.02	0.007
G (d,e)	Gleysol dístrico éútrico	0.026	0.04	0.013
G (h,m)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.02	0.007
G (p,x)	Gleysol plíntico, gélico)	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H (c,g,h,l)	Feozem calcárico, gléyico, háplico, lúvico)	0.013	0.02	0.007
I	Litosol	0.013	0.02	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.04	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.02	0.007
Jd	Fluvisol dístrico	0.026	0.04	0.013
Je	Fluvisol éútrico	0.026	0.04	0.013
Jt	Fluvisol tiínico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
K (h,k,l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.04	0.013
L	Luvisol	0.026	0.04	0.013
La	Luvisol álbito	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.04	0.013

Valores y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Grueso	Media	Fina
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.02	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.04	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.04	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.04	0.013
Lp	Luvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M (a,g)	Greysem (ácrico, gléyico)	0.026	0.04	0.013
N (d,e,h)	Nitosol (dístrico, éútrico, húmico)	0.013	0.02	0.007
O (d,e,x)	Histosol (dístrico, éútrico, gélico)	0.013	0.02	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmico	0.026	0.04	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Q (a,c,f,l)	Arenosol (álbico, cámbico, ferrálico, lúvico)	0.013	0.02	0.07
R	Regosol	0.026	0.04	0.013
Re	Regosol éútrico	0.026	0.04	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.02	0.007
Rd	Regosol dístrico	0.026	0.04	0.013
Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.04	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andasol	0.026	0.04	0.013
Th	Andasol húmico	0.013	0.02	0.007
Tm	Andasol mólico	0.013	0.02	0.007
To	Andasol ócrico	0.026	0.04	0.013
Tv	Andasol vítrico	0.026	0.04	0.013

Valores y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Grueso	Media	Fina
U	Ranker	0.013	0.02	0.007
V (c,p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dístrico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éútrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.04	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.04	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X (k,h,l,g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y (h,k,l,g,t)	Yermosol (háplico, cálcico, clúvico, gípsico, takírico)	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.04	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.04	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.02	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.04	0.013
Zt	Solonchak takírico	0.053	0.079	0.026

Para calcular la **Longitud y Grado de pendiente (LS)** se considera la pendiente media del terreno, que se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. Esto es:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L} * 100$$

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

H_f = Altura más alta del terreno (m).

H_i = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

Para calcular **LS** (el factor de grado y longitud de la pendiente) se utilizó la

Siguiente fórmula:

$$LS = \lambda^m * (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud del terreno

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Las mediciones de la altura más alta del terreno, la altura más baja del terreno y la longitud del terreno, se calcularon mediante las técnicas establecidas para Sistemas de Información Geográfica (SIG).

6.3.8 Infiltración

Se realizó una revisión bibliográfica de las condiciones de las cuencas y subcuencas hidrológicas de la zona, así como del tipo y características del suelo presente en el área.

6.3.9 Biota terrestre y acuática / Medio biótico

6.3.9.1 Flora y Vegetación

6.3.9.1.1 Métodos previos al muestreo

Como parte del trabajo a desarrollar, se recopiló la literatura de vegetación y flora del estado de Nuevo León, con el propósito de tener información útil para desarrollar un panorama más robusto sobre la vegetación del área del proyecto. Para agilizar el proceso de identificación, se determinaron las especies de vegetación y flora que probablemente se encuentren en la zona, mediante la revisión de checklist del estado de Nuevo León (Anexo I).

6.3.9.1.2 Trabajo de campo

La descripción de la estructura y composición de la vegetación se llevó a cabo mediante el levantamiento de muestreos con área definida para cada estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo).

Los métodos con área definida permiten conocer los principales atributos de las comunidades vegetales, tales como la estructura horizontal, la riqueza florística, la diversidad y la importancia ecológica de cada especie. Asimismo, el método de muestreo mediante cuadrantes proporciona información homogénea y tienen menos impacto de borde en comparación de los transectos (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

El método de muestreo mediante cuadrantes consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación para determinar aspectos básicos de la misma. El tamaño del cuadrante está en función de la forma de vida y densidad de los individuos. En el caso de la vegetación herbácea, se recomienda que el tamaño del cuadrante sea de 1x1 m (1 m²). Para vegetación arbustiva se recomiendan cuadrantes de 4x4 m

(16 m²) o de 5x5 (25 m²). Finalmente, para el estrato arbóreo los cuadrantes pueden ser de 10x10 m² (100 m²) (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

El ejemplo del formato utilizado en campo para la toma de datos se presenta en el Anexo II, y las bitácoras llenas se presentan en el Anexo III.

6.3.9.1.2.1 Temporalidad de muestreo

El muestreo de la vegetación del Área Contractual Benavides-Primavera se realizó en una única salida a campo, la cual comprendió cinco días efectivos de muestreo en campo, del 20 al 25 de septiembre de 2016. Para la elaboración de este trabajo se establecieron 14 puntos de muestreo (Tabla 5,

Figura 3), con base en los siguientes criterios: ser aleatorios y en la medida de lo posible estar distribuidos a lo largo del área de proyecto, así como abarcar la totalidad de los diferentes tipos de vegetación identificados dentro de la zona de estudio, obteniendo así, datos cuantitativos que permitan reflejar la diversidad, composición y estructura de la vegetación dentro del Área Contractual.

Tabla 5. Coordenadas de los puntos de muestreo y tipo de vegetación, en el que se desarrollaron los muestreros (con base en INEGI, 2013).

Sitio de muestreo	Coordenadas 14 R		Tipo de vegetación
	UTM X	UTM Y	
BP 1	505769.00	2840616.00	Matorral xerófilo
BP 2	505101.00	2839385.00	Matorral xerófilo
BP 3	503593.00	2837256.00	Matorral xerófilo
BP 4	506727.00	2837301.00	Matorral xerófilo
BP 5	504908.00	2833510.00	Veg. sec. de Matorral xerófilo
BP 6	507722.00	2833881.00	Veg. sec. de Matorral xerófilo
BP 7	504247.00	2831797.00	Matorral xerófilo

Sitio de muestreo	Coordenadas 14 R		Tipo de vegetación
BP 8	509038.00	2830282.00	Veg. sec. de Matorral xerófilo
BP 9	506341.00	2829257.00	Veg. sec. de Matorral xerófilo
BP 10	503040.00	2828526.00	Veg. sec. de Matorral xerófilo
BP 11	505044.00	2827364.00	Veg. sec. de Matorral xerófilo
BP 12	506948.00	2826005.00	Matorral xerófilo
BP 13	509543.00	2826191.00	Pastizal cultivado
BP 14	506000.00	2824036.00	Matorral xerófilo

6.3.9.1.2.2 Variables muestreadas

Con la finalidad de obtener información acerca de la estructura de la vegetación se establecieron tres estratos (Figura 4). En primer lugar, para el estrato arbóreo se utilizaron cuadrantes de 10x10 m (100 m²), ya que son la unidad básica para la toma de datos de árboles que ha sido utilizada en diversos estudios ecológicos (Sarukhán, 1968; Meave, 1983 y Melina, 2002). Dentro del cuadrante de 100 m² se midió el perímetro de todos los tallos o troncos de cada árbol, a una distancia de 1.3 m (perímetro a la altura del pecho = pap), a partir de su enraizamiento. Se incluyeron los datos de todas aquellas plantas cuya forma de vida corresponde a la arbórea. Este criterio se puede ajustar, según las características existentes de este estrato en la vegetación de la zona a caracterizar. Una vez registrado el pap, se obtuvo el diámetro con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{P}{\pi}$$

Donde:

D= diámetro

P= perímetro y

π= constante (3.14159265)

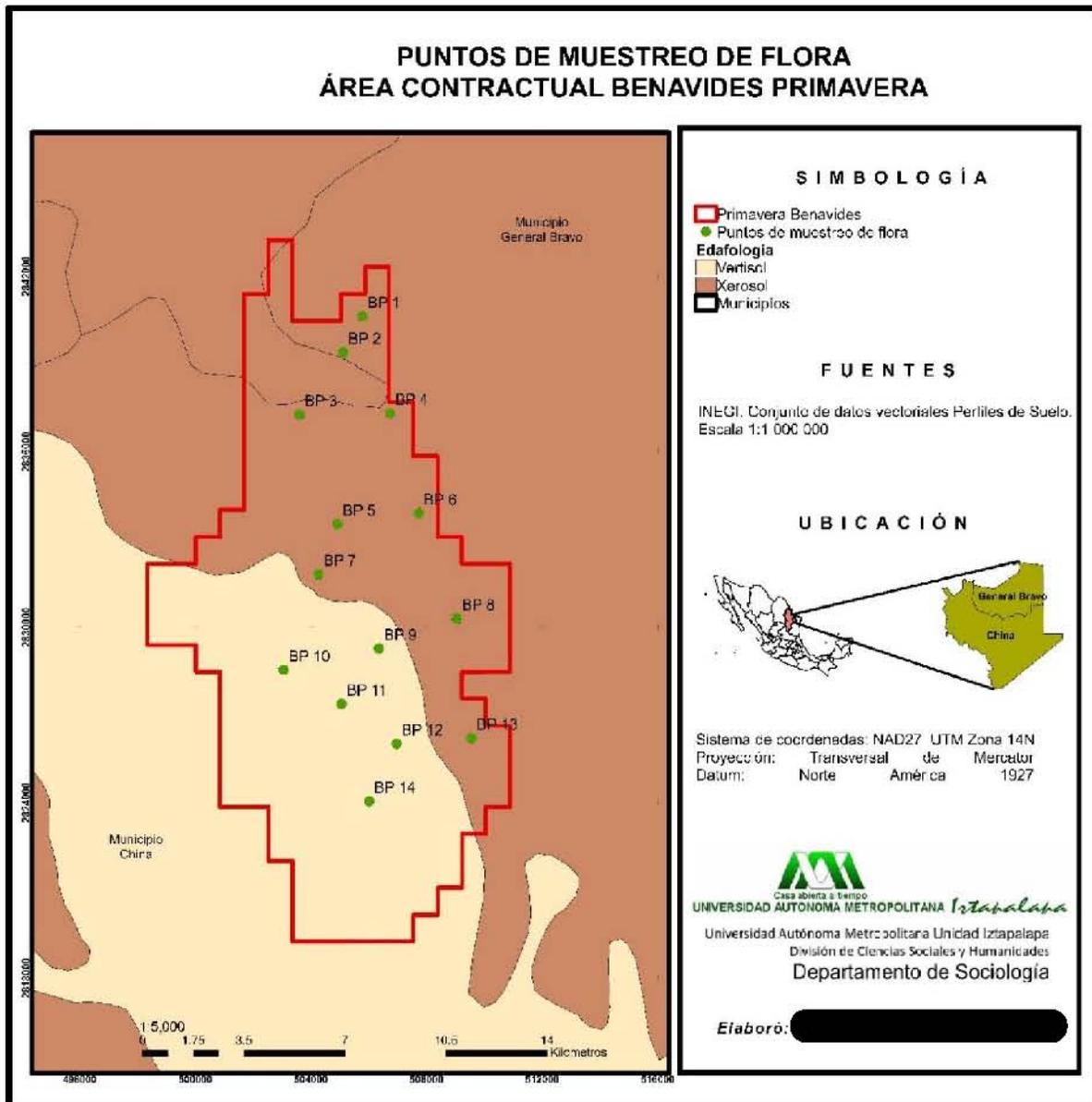


Figura 3. Puntos de muestreo de flora en el Área Contractual 2 Benavides-Primavera.

Asimismo, se midieron y registraron las alturas y coberturas de cada planta. Al registrar cada cobertura, primero se anotó la cobertura mayor (Figura 5).

Para el estrato arbustivo se utilizó un área de 25 m^2 ($5 \times 5 \text{ m}$). Se registraron todos aquellos individuos con forma de vida arbustiva, es decir, aquellos que presentan ramificación desde la base. De igual forma que el estrato arbóreo, se midieron y registraron los perímetros, alturas y coberturas de cada planta.

Finalmente, el estrato herbáceo se evaluó con cuadrantes de $1 \times 1 \text{ m}$ (1 m^2) y se cuantificaron aquellos individuos cuya forma de vida era hierbas (no presentan crecimiento leñoso) y plántulas de árboles o arbustos. Se registró la cobertura (%), la frecuencia y altura promedio de las especies registradas. Dado que la vegetación evaluada en el estrato herbáceo es la más frágil y puede verse afectada por el pisoteo al estar levantando los datos del resto de los estratos, los datos de este estrato fueron levantados al inicio del trabajo en campo.

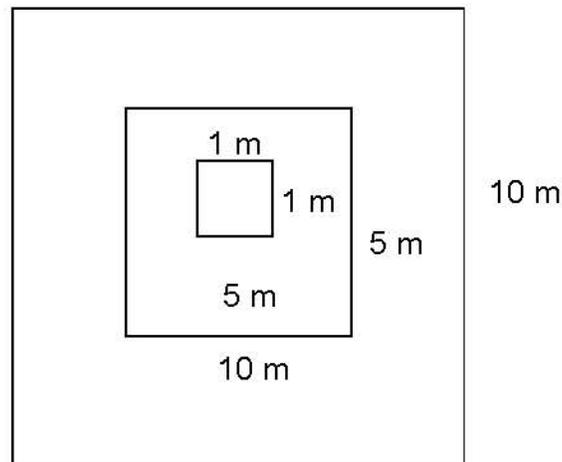


Figura 4. Esquema de cuadrantes utilizados para muestrear los distintos estratos de la vegetación. Cuadrantes de $10 \times 10 \text{ m}$ para estrato arbóreo, cuadrantes de $5 \times 5 \text{ m}$ para estrato arbustivo y cuadrantes de $1 \times 1 \text{ m}$ para estrato herbáceo.

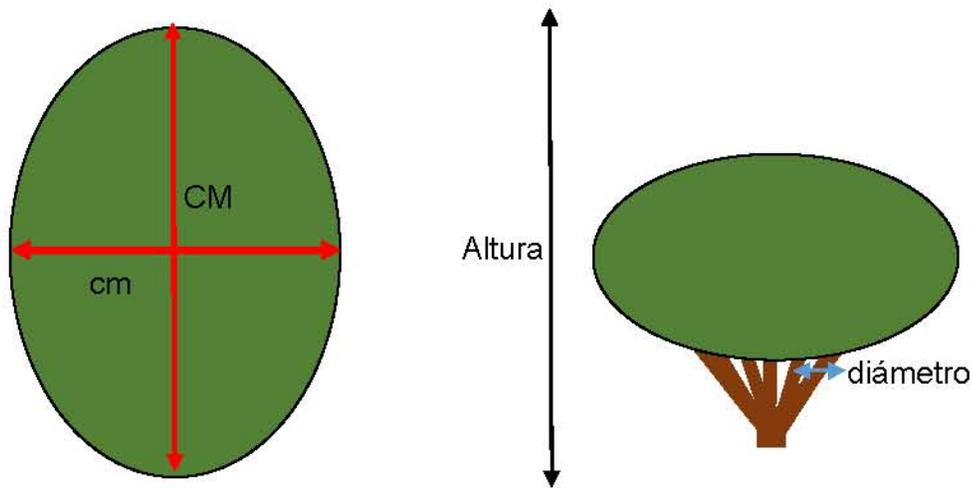


Figura 5. Esquema representativo de las variables medidas para el estrato arbóreo y el estrato arbustivo. Pap= perímetro a la altura del pecho, CM= cobertura mayor, cm= cobertura menor.

6.3.9.1.2.3 Descripción cualitativa

Para la descripción cualitativa de la vegetación, se realizaron recorridos dentro de la zona de proyecto con la finalidad de recolectar ejemplares de plantas para realizar un listado florístico del Área Contractual. Asimismo, se tomaron datos cualitativos sobre la presencia de epifitas, parásitas y características del medio físico de la zona de interés, así como color de suelo, abundancia de hojarasca, cercanía a cuerpos de agua, pendientes y evidencia de perturbación (ganado, incendio, plagas), con la finalidad de caracterizar de una mejor manera el Área Contractual.

6.3.9.1.3 Elaboración del registro fotográfico para sitios y especies

El anexo fotográfico presenta los sitios de muestreo y las especies encontradas dentro del Área Contractual. Para la elaboración del anexo de los sitios de muestreo se tomaron fotografías desde el centro del cuadrante con orientación norte, este, sur y oeste, así como una fotografía al cuadrante de 1x1 m. Estas fotografías se

organizaron en un formato, en el cual se agregaron datos como el nombre de cada punto y una breve descripción de la fotografía (Anexo IV).

El anexo fotográfico también incluye tanto especies que se registraron en cada punto de muestreo, como especies que se observaron mediante recorridos.

6.3.9.1.4 Análisis florístico y criterios taxonómicos de las especies

Con la finalidad de conocer la diversidad florística del Área Contractual Benavides-Primavera, localizado entre los municipios de General Bravo y China, Nuevo León, se colectaron ejemplares y tomaron fotografías de diversas especies de plantas presentes en la zona del proyecto, y con base en esto se elaboró la lista de las especies de flora del Área Contractual, y se determinó si se encuentran dentro de alguna categoría de conservación.

Para llevar a cabo la identificación de las especies vegetales, se emplearon diversas claves taxonómicas y literatura especializada (Alanís *et al.*, 1996; Castellón *et al.*, 2005 y García-Arevalo, 1991) pertenecientes además de bases de datos e imágenes de herbarios nacionales y extranjeros, como el Herbario Nacional (MEXU), el Herbario Missouri Botanical Garden (MO) y los catálogos del New York Botanical Garden (NY), con el fin de corroborar la identidad de las plantas colectadas o fotografiadas.

Después de obtener y corroborar la identidad de las especies, se procedió a revisar si estas se encontraban registradas dentro de alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), la Lista Roja de “The World Conservation Union” (IUCN, 2015) y los Apéndices I, II y III de la Convención Internacional sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (IUCN, 2015).

El grado de endemismo se investigó buscando la distribución conocida de cada especie. Se determinó si las especies son endémicas a México, a los estados circundantes o si es exclusiva de este estado.

Adicionalmente se realizó una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos de aquellas especies que pueden comportarse como malezas nativas o plantas exóticas.

Finalmente se procedió a revisar si dentro de la flora reportada dentro del Área Contractual existen plantas con algún tipo de uso por el ser humano. Se restringió al uso que se le da en el país, siempre y cuando este procediera de alguna fuente bibliográfica confiable; para esto, se cotejó la lista de especies obtenidas con la literatura pertinente, como Flores y Macías (2008) y Argueta *et al.* (1994).

6.3.9.1.5 Análisis de datos

El análisis estructural de los distintos sitios de muestreo fue dividido en tres grupos: estrato herbáceo, estrato arbustivo y estrato arbóreo. Los datos recabados de las plantas en cada parcela fueron utilizados para conocer los atributos básicos de la comunidad.

Índice de Valor de Importancia (IVI). La evaluación de la gravedad de los efectos producidos en la vegetación por la modificación del medio ambiente, puede ser evaluada sabiendo cuál es el papel que cada especie tiene dentro de la zona de estudio. Existen distintos análisis que se han propuesto para dilucidar estas características, algunos basados en la abundancia, otros en la biomasa, o en la frecuencia de aparición de las distintas especies en las parcelas. Sin embargo, los índices que sintetizan los distintos atributos de la comunidad permiten generar observaciones más integrales. Uno de los índices más utilizados por su simplicidad

y capacidad de generalización es el Índice de Valor de Importancia (IVI) (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

El IVI se calcula utilizando tres atributos, uno de frecuencia, uno de dominancia y uno de abundancia. Para esto, tanto en el cuadrante de 100 m² como en el de 25 m², se estimó el número de individuos, la densidad por hectárea, el área basal del sitio, la altura promedio y el número total de especies. Asimismo, para calcular el Índice de Valor de Importancia (IVI) se utiliza con la siguiente fórmula (Stiling, 1999; Lamprecht, 1990)

$$IVI = \left(\frac{ABr + Dr + Fr}{3} \right)$$

Donde:

Dr= abundancia relativa

ABr= área basal relativa

Fr= frecuencia relativa

IVI= Índice de Valor de Importancia.

La abundancia relativa se obtuvo mediante la fórmula:

$$Ar = \left(\frac{n}{N} \right) * 100$$

Donde:

Ar= abundancia relativa de la especie i con respecto a la abundancia total

n= el número de individuos de la especie i

N= el número total de individuos

Frecuencia absoluta (F_s), se refiere a la probabilidad de encontrar una especie en un área determinada, expresada en porcentaje. Este porcentaje se refiere a la

proporción de veces que se mide en las unidades muestrales en relación a la cantidad total de unidades muestrales. Esta frecuencia se calcula para cada uno de los sitios. La fórmula es:

$$Fs = \frac{ns}{Nt}$$

Donde:

ns= número de muestras donde se registró la especie

Nt= número total de muestras

Frecuencia relativa (F_r) indica la relación que existe entre una especie y el resto de las especies que se distribuyen en todas las muestras.

$$Fr = \left(\frac{Fs}{Ft} \right) * 100$$

Donde:

Fr= frecuencia relativa

Fs= frecuencia absoluta de la especie i

Ft= frecuencia acumulada de todas las especies.

Área basal (AB) es la superficie (m^2) que ocupa la sección transversal de los tallos de las plantas, suponiendo que el tronco o fuste de la planta es cilíndrico. Esta medida se obtiene a partir del diámetro a la altura del pecho (DAP) y se calculó para cada uno de los tallos del individuo.

$$AB = \pi * \left(\frac{DAP}{2} \right)^2$$

Donde:

AB= área basal

DAP= diámetro altura pecho

π = constante (3.14159265)

El área basal (AB) en individuos policaulscentes se sumó para obtener el AB total por individuo.

Dominancia relativa (Dr). Se expresa como valor relativo de la sumatoria de las áreas basales de la siguiente manera:

$$Dr = \left(\frac{\sum ABi}{\sum AB} \right) * 100$$

Dónde:

Dr= Dominancia relativa de la especie i

$\sum ABi$ = Sumatoria de las áreas basales de la especie i

$\sum AB$ = Sumatoria de las áreas basales de todas las especies en la muestra

Cobertura (C) se refiere al área que ocupa la proyección del dosel de un individuo sobre una superficie plana. Se calcula a partir de la fórmula de una elipse por medio de la medición de dos ejes transversales.

$$C = \left[\left(\frac{Dm}{2} \right) * \left(\frac{dm}{2} \right) \right] \pi$$

Donde:

Dm= diámetro mayor

dm= diámetro menor

π = constante (3.14159265)

Altura (a), distancia perpendicular al suelo, tomada desde la base de la planta hasta la parte más elevada.

Densidad (D) la densidad permite conocer la abundancia de una especie y variable corresponde al número de plantas por unidad de área. Se obtiene a partir de la fórmula:

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

Donde:

N= número de individuos

A= área evaluada

Índice de Diversidad de Shannon y Simpson

Índice de Shannon. La diversidad de la comunidad se evaluó mediante cuatro indicadores: la riqueza, composición, el índice de Shannon y el índice de Simpson. La riqueza es el número total de especies por sitio de muestreo, mientras que la composición hace referencia a la lista florística del sitio de muestreo. Por otro lado, el índice de Shannon representa una medida de equitatividad en la distribución de la abundancia de las especies en una comunidad (Spellerberg y Fedor, 2003). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = \sum P_i * \ln P_i$$

Donde:

H' = Diversidad de Shannon

P_i = Abundancia relativa de la i-ésima especie

ln = Logaritmo natural.

Este índice adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. La diversidad máxima se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes.

Índice de Simpson. Se trata de un índice basado en la dominancia, ya que toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001).

El índice de Simpson es una medida de dominancia o equitabilidad de las especies en la comunidad. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Magurran, 2004).

Se calcula de la siguiente manera:

$$E = \sum P_i^2$$

Donde:

E = índice de Simpson

P_i = la proporción de individuos en la i-ava- especie.

Dendograma de similitud

Con la finalidad de evaluar la singularidad florística de cada sitio de muestreo, se realizó un análisis de diversidad beta mediante un análisis cluster. El recambio de especies entre sitios de muestreo o diversidad beta se ha evaluado mediante el uso de índices los cuales indican el grado de similitud/disimilitud entre comunidades o muestras vegetales.

Para realizar este análisis, en primera instancia se construyó una matriz de ausencia/presencia para cada sitio de muestreo. En esta matriz las filas representan los sitios de muestreo y las columnas las especies registradas en cada sitio. Asimismo, las presencias están codificadas como 1 y las ausencias como 0. A partir de esta matriz binaria de datos se obtuvo la matriz de similitud utilizando el coeficiente de Jaccard empleando el módulo Similarity del programa NTSYSpc 2.11T (Rohlf, 2004).

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

J= coeficiente de Jaccard

a= número de especies en el sitio A

b= número de especies en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas

El rango de este índice va de cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Posteriormente, mediante un agrupamiento jerárquico (SAHN) y el uso del algoritmo UPGMA, se sometió la matriz de similitud a un análisis de clasificación para obtener así el árbol de similitud.

6.3.9.2 Fauna

6.3.9.2.1 Métodos previos al muestreo

Previo a la realización de los muestreos de campo se revisó exhaustivamente la literatura que compila la información para el estado de Nuevo León para elaborar listados iniciales de las especies de vertebrados que se distribuyen en la región (Anexo V).

Estos listados fueron depurados considerando tipo de vegetación, altitud y distribución de las especies en los diferentes ambientes presentes en el área de del proyecto consultados en bibliografía especializada de cada grupo taxonómico, siendo para el caso de anfibios y reptiles los trabajos de (Lemos-Espinal *et al.*, 2016) y se corroboraron aspectos de nomenclatura y distribución en la base de datos de la Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2015), y la base de datos del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” (MZFC), Facultad de Ciencias, UNAM.

El listado de avifauna se basó en el *checklist* para estado de Nuevo León de Lepage (2016). Este listado al ser de todas las especies para el estado de Nuevo León se depuro y acotó de acuerdo a los mapas de distribución, hábitos y hábitat descritos en la guía de Howell y Webb (1995) y a los rangos de distribución de los mapas de la guía de Van Perlo (2006), y considerando el listado de aves con distribución registrada en la región fisiográfica denominada Matorral Tamaulipeco de acuerdo con Contreras-Balderas *et al.* (2008). La nomenclatura científica actual y el arreglo sistemático está de acuerdo a los lineamientos establecidos por la American Ornithologists' Union y su suplemento No. 56 (2006).

Para los mamíferos se utilizó el trabajo de Ceballos y Arroyo-Cabrales (2013). El estatus de conservación de las especies registradas se obtuvo consultando la NOM-059-SEMARNAT-2010 de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010).

6.3.9.2.2 Trabajo de campo

La descripción de la estructura y composición de la fauna en el Área Contractual Benavides-Primavera, se llevó a cabo mediante el levantamiento de muestreos específicos para cada grupo de fauna.

6.3.9.2.2.1 Temporalidad de muestreo

Para la caracterización faunística del área del proyecto, se propusieron 13 puntos a partir del método de muestreo estratificado aleatorio (Figura 6), generando una cuadrícula de 1 km aproximadamente, en la cual se eligieron los puntos de acuerdo a su aparente accesibilidad y a la representación que mostraron con respecto a la vegetación de la serie V de INEGI ("Conjunto Nacional de Uso de Suelo y Vegetación a escala 1:250,000, Serie V", 2010) (Tabla 6), es decir, dichos puntos se distribuyeron en diferentes tipos de vegetación que de acuerdo a la cartografía se encuentran en el Área Contractual "Benavides-Primavera".

El ejemplo del formato utilizado en campo para la toma de datos se presenta en el Anexo VI, y las bitácoras llenas se muestran en el Anexo VII.

Tabla 6. Coordenadas de los puntos de muestreo de campo realizados en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Punto (Denominación BP= Benavides- Primavera)	Coordenadas UTM Zona 15Q		Altitud	Tipo de vegetación (Serie V, INEGI)	Cuerpo de agua
	X	Y			
BP1	505065	2841274	148	Pastizal cultivado	No
BP2	503549	2837486	132	Vegetación secundaria de matorral xerófilo	No
BP3	505361	2835528	127	Pastizal cultivado	No
BP4	508656	29829605	121	Pastizal halófilo	Si
BP5	504724	2839813	137	Vegetación secundaria de matorral xerófilo	Si
BP6	507822	2833758	124	Matorral xerófilo	Si
BP7	504336	2831478	122	Matorral xerófilo	No
BP8	509024	2826124	116	Pastizal cultivado	No
BP9	506351	2823548	111	Matorral xerófilo	No
BP10	505345	2829868	115	Pastizal halófilo	Si
BP11	506538	2829768	120	Vegetación secundaria de matorral xerófilo	No
BP12	502474	2828954	130	Matorral xerófilo	Si
BP13	508170	2835966	137	Vegetación secundaria de matorral xerófilo	Si

Se realizó una salida de campo al Área Contractual localizada entre los municipios de China y General Bravo en el estado de Nuevo León del día 20 de septiembre al día 25 de septiembre del año 2016, resultando en un total de 6 días de trabajo efectivo.

Debido a que los muestreos de fauna dependen en su totalidad de las condiciones medioambientales del sitio, además de los propios hábitos de las especies, se llevaron a cabo métodos específicos para el registro de cada grupo de vertebrados que a continuación se describen.

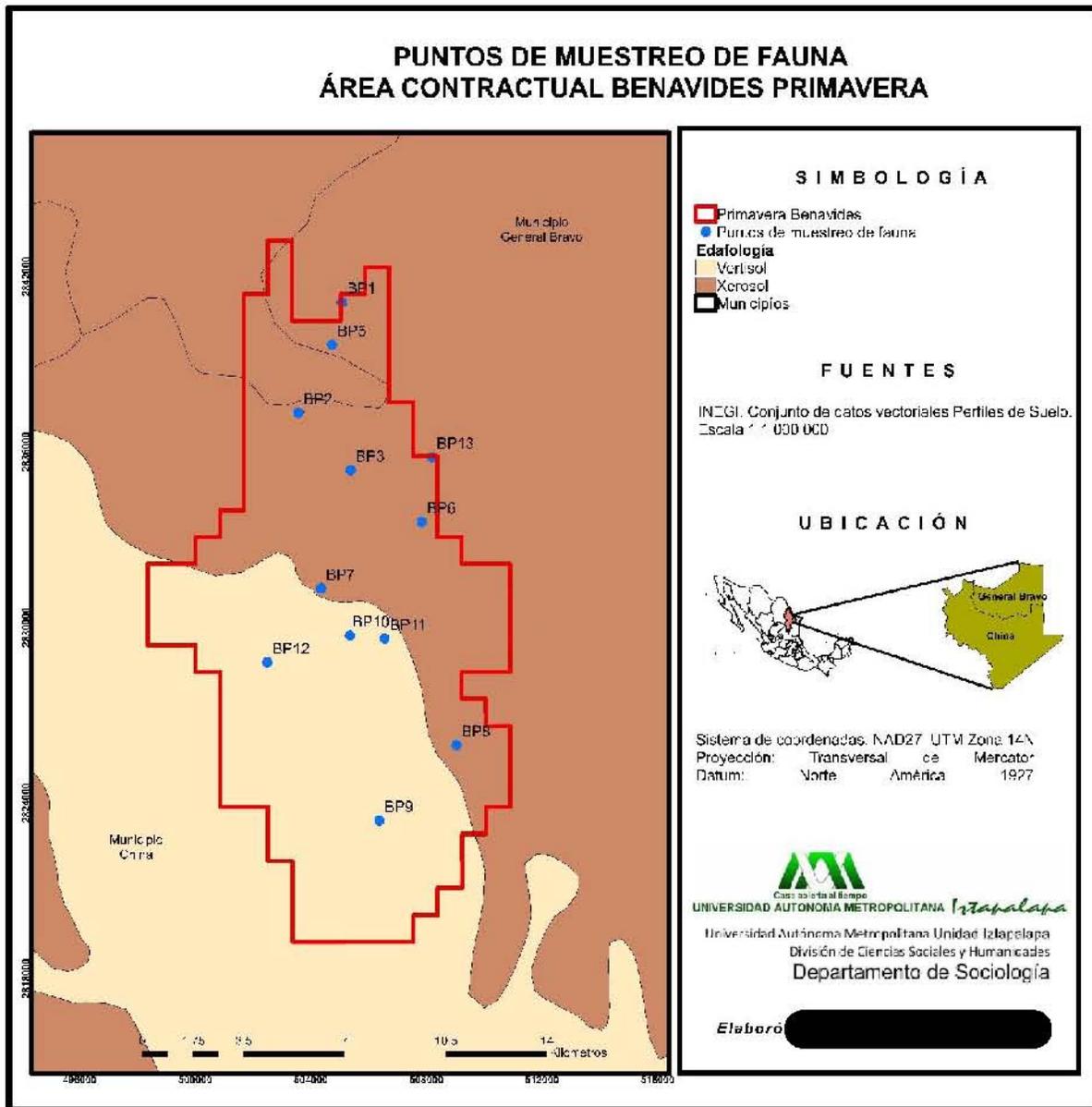


Figura 6. Puntos de muestreo de fauna en el Área Contractual Benavides-Primavera.

6.3.9.2.2.2 Herpetofauna (anfibios y reptiles)

Para registrar ejemplares de este grupo de animales se aplicó el método de búsqueda activa en transectos de longitud variable en cada punto de muestreo, se buscaron organismos en cada microhábitat potencial en donde se pudieran resguardar los anfibios y reptiles, el muestreo se llevó a cabo en horarios tanto matutinos, como crepusculares, en medida de lo posible, y nocturnos para anfibios, que son las principales horas de actividad de acuerdo con Jiménez Velázquez *et al.* (2012).

Se tomó el registro en bitácoras de campo de los ejemplares observados. En el caso de algunos ejemplares fue necesaria su captura para poder observar características diagnósticas que nos permitan su correcta determinación taxonómica. Dichos ejemplares se fotografiaron y se tomó su registro, posteriormente se liberaron vivos justo en el sitio donde se les capturo, el tiempo de captura no superó los 10 min, para evitar el estrés del organismo.

Las fotografías se tomaron tratando de cubrir el mayor número de especies y de registros, sin embargo, en algunos casos solamente se realizó el registro visual.

Las determinaciones taxonómicas se realizaron mediante las claves taxonómicas de Flores-Villela *et al.* (1995) y de Köhler y Heimes (2002).

La nomenclatura empleada para la herpetofauna registrada, está basada en los trabajos de Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), Frost *et al.* (2006), Liner (2007), Frost (2016) y Uetz *et al.* (2016). Adicionalmente se utilizaron los nombres comunes regionales que a las personas hacían referencia sobre la herpetofauna, complementado los nombres con los propuestos por Liner (1994).

6.3.9.2.2.3 Ornitofauna (Aves)

El muestreo de aves se realizaría con el método propuesto de transecto lineal de ancho variable (Bibby *et al.*, 1998; Sutherland *et al.*, 2004), sin embargo, debido a las condiciones climáticas, la extensión del terreno y el horario restringido para realizar el muestreo en el área del proyecto, se decidió implementar el método de búsqueda intensiva por lapsos de tiempo fijo de una hora, que es el método más adecuado para estas características.

El método de búsqueda intensiva consta de un transecto de ancho libre de una longitud entre los 500 y 1000 m, y permite recorrer la mayoría de los tipos de hábitat presentes, detectar especies raras y crípticas, además de disminuir el error potencial (Ralph *et al.*, 1996). El muestreo inicio aproximadamente las 7:00 a 8:00 hrs hasta las 16:00 hrs, horario en que estos organismos están más activos, y permite detectarlos con mayor facilidad, por lo que mantiene la eficiencia del muestreo, con excepción del horario vespertino, que es cuando se presentan las horas de mayor insolación (Gaviño-de la Torre *et al.*, 1979).

Los registros se complementaron con observaciones *ad libitum* durante el resto del día, sobre todo durante las tardes, que es cuando las aves muestran otro pico de actividad justo antes de pernoctar, y aves de hábitos nocturnos inician su actividad (Bibby *et al.*, 2000).

Las aves fueron observadas con ayuda de binoculares Bushnell® de potencia 8-16 X 40, y en medida de lo posible fueron fotografiadas con una cámara DSRL Nikon D3300 con un teleobjetivo acoplado 70-300 mm manual. Los organismos observados o fotografiados fueron identificados con la guía de campo de Van Perlo (2006) y Sibley (2014). Los registros se anotaron en la bitácora general para fauna. La nomenclatura de la ornitofauna se empleó de acuerdo a lo establecido con la American Ornithology Union y su suplemento 56 (American Ornithologists' Union,

2006), mientras que para los nombres comunes se utilizaron algunos regionales cuando fue posible su conocimiento, complementados con los propuestos por Escalante *et al.* (2014).

6.3.9.2.2.4 Mastofauna (Mamíferos)

Para el muestreo de mamíferos se llevaron a cabo métodos directos e indirectos.

En cuanto a los métodos directos, se implementaron tres técnicas distintas de trampeo: trampas Sherman, redeo y fototrampeo. El primero de ellos consistió en colocar una línea de 40 trampas Sherman, para pequeños mamíferos, colocadas en parejas con una separación de 5 m entre cada pareja, dando un total de 100 m lineales, las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena y vainilla.

Para el registro de los murciélagos se colocaron redes de niebla de una longitud de 12 m, las redes se dejaron activas desde las 19:00 hrs hasta la 22:00hrs, revisándose en intervalos de cada 15 minutos.

Para el registro de mamíferos de talla mediana y grande se registraron por observación directa (venados, liebres y conejos), y de manera más constante por detección de rastros (heces y huellas), que al permanecer por un tiempo considerablemente largo permite su registro. Adicionalmente se empleó una cámara-trampa, que se colocó durante 24 hrs en un tronco dirigida hacia el paso probable de los organismos.

La determinación taxonómica de los mamíferos registrados se realizó mediante los trabajos de Ceballos y Oliva (2005), y Alvarez-Castañeda *et al.* (2015). La determinación taxonómica se corroboró en cuanto a su distribución de acuerdo a lo publicado por Retana y Lorenzo (2002) y Ceballos y Arroyo-Cabrales (2013). La identificación de huellas y heces se apoyó en la guía de Aranda-Sánchez (2012).

Los nombres comunes se emplearon de acuerdo con los propuestos por Ceballos y Oliva (2005).

6.3.9.2.3 Elaboración del registro fotográfico para sitios y especies

Para todos los grupos, las fotografías tomadas se utilizaron para realizar un registro fotográfico de la fauna dentro del Área Contractual Benavides-Primavera (Anexo VIII).

6.3.9.2.4 Análisis de datos

Con los registros de la fauna presente en el Área Contractual obtenidos durante los muestreos de campo, se elaboró un listado general de las especies; en el que se incluyen los datos taxonómicos de clase, orden, familia, género y especie; además de información sobre estado de conservación de acuerdo con las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010), la lista roja de especies amenazadas de la International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN, 2015) así como su clasificación en cuanto al comercio y aprovechamiento de recursos naturales otorgado por la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2015)

Para obtener el grado de completitud y eficiencia del muestreo se realizó una curva de acumulación de especies, estas curvas muestran como el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras. En este sentido, cuanto mayor es la unidad de muestreo, mayor será el número de especies registradas, ya que las curvas están afectadas por el grado de agregación de especies (Magurran, 2004). En este tipo de análisis influyen los aspectos aleatorios

del muestreo, de tal manera que si el orden en que se fueron añadiendo los muestreos, fuera diferente, también lo sería la forma de la curva, es por esta razón que se utilizan datos aleatorizados para eliminar el efecto del muestreo y obtener una curva “suavizada” (Pineda-López y Verdú-Faraco, 2013).

En este estudio se elaboró una curva de acumulación para el Área Contractual, a partir de matrices de datos de abundancia por especie, tomando como unidad de muestreo cada punto de muestreo; la información fue procesada mediante el software Species Accumulation Functions (Díaz-Frances y Soberón, 2006). Este software permite elegir el modelo que más se ajusta a los datos obtenidos, comparando entre sí los modelos paramétricos de Clench, adicionalmente permite obtener una curva suavizada, eliminando el sesgo por medio de la aleatorización, en este caso se utilizaron 100 aleatorizaciones.

Existen distintos métodos para determinar la diversidad en función de las variables biológicas, estos métodos consisten en la descripción de la diversidad mediante el cálculo de diversos índices los cuales incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equidad o equitabilidad de una comunidad, esto significa que el valor aislado de un solo índice no permite reconocer la importancia relativa de ambos componentes (Pineda-López y Verdú-Faraco, 2013).

Debido que los grupos taxonómicos presentan historias de vida completamente diferentes, en este tipo de estudios es necesario interpretar en términos de estructura y conocimiento de la diversidad a cada grupo faunístico (entiéndase por grupo faunístico, cada clase de vertebrados terrestres; herpetofauna, ornitofauna y mastofauna), por lo que los análisis antes mencionados, fueron calculados para cada conjunto de especies por grupo faunístico registradas tanto para el área del proyecto, definiendo como unidad de análisis cada uno de los 13 puntos de muestreo.

En este contexto, el análisis de la diversidad y estructura de las comunidades faunísticas en este estudio se realizó a partir de la estimación de los siguientes indicadores, mismos que fueron calculados mediante el software PAST V. 3.06 (Paleontological Statistics versión 3.06) y Excel 2010 de Microsoft. (Hammer *et al.*, 2001).

A continuación se describen los aspectos matemáticos y técnicos de los índices utilizados en el análisis de diversidad.

Índice de diversidad de Margalef (Mg)

Esta es una medida utilizada para estimar la biodiversidad en términos de riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, en la cual, a mayor valor, mayor riqueza. Toma valores de cero cuando hay una sola especie y varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida (Moreno, 2001).

$$Mg = \frac{(S - 1)}{\text{Log}N}$$

Dónde:

Mg= Índice de diversidad de Margalef

S = Número de especies

N = Número de individuos

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')

Este es un índice de equidad, indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas.

Toma valores entre 0 cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están bien representadas por el mismo número de individuos. Se calcula mediante la siguiente ecuación (Moreno, 2001):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Dónde:

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

p_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa por especie), definida por la ecuación n_i/N; donde n_i = número de individuos de la especie i y N = número de individuos de todas las especies.

Ln = Logaritmo natural

Índice de Equidad de Pielou (J')

El índice de equidad mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, que tan uniforme es un ecosistema, y se calcula de la siguiente forma:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dónde:

J' = Índice de Equidad de Pielou

H' = Índice de Shannon-Wiener

H' max = ln de (S)

S = Total de especies de la muestra

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie (Krebs, 1999).

Finalmente, para términos descriptivos de los puntos de muestreo se realizó un dendrograma de similitud de los puntos de muestreo tomando como caracteres a comparar los resultados de los índices de Shannon-Wiener de cada punto.

6.3.10 Áreas sensibles

La metodología para la localización de áreas sensibles se determinó a partir de la revisión bibliográfica que se llevó a cabo. Se consideraron las capas de CONABIO para determinar si cerca del Área Contractual hay Áreas Naturales Protegidas, Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias y zonas RAMSAR. También se consideraron las rutas de migración de las aves.

6.3.11 Paisaje

La metodología para identificar el paisaje dentro de la zona de estudio se realizó mediante una evaluación visual, la cual tiene como objetivo establecer su valor y la vulnerabilidad, mediante el método de cuencas visuales. La cuenca visual se define como el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, o, es decir, el entorno visual de un punto (Fernández-Castañedas, 1977 *en* Tévar-Sanz, 1996). Dentro de los recursos visuales se encuentran las características, bióticas y abióticas de la unidad geográfica.

La metodología para realizar el análisis y caracterización del paisaje se establece en tres etapas:

Etapa 1. Etapa previa a campo

Se realizó una revisión bibliográfica de los principales aspectos para la caracterización del paisaje y los recursos escénicos. Posteriormente se realizó una aproximación del área de estudio, para poder definir las unidades de paisaje y los puntos de observación para la adquisición de datos. Finalmente se realizó la modelación de las cuencas visuales a partir de los puntos seleccionados (Mediante el uso de Sistema de Información Geográfica).

Etapa 2. Campo

Se llevó a cabo un recorrido en el área de estudio para la recopilación de datos necesarios para realizar el análisis. Se utilizó el método de “observación directa *in situ*” (Litton, 1973), donde se realiza lo siguiente:

- Determinación de puntos de observación. Se llevó a cabo por un observador común, y se eligieron miradores por sus características panorámicas y de visibilidad.
- Definición de las unidades de paisaje encontradas en el territorio (área o sectores homogéneos dentro del territorio). Se definieron por sus características morfológicas, de vegetación y espaciales en común.

- Definición de las cuencas visuales o visibilidad para cada punto de observación. Se realizó un registro fotográfico para identificar su orientación y ubicación. Las cuencas fueron proyectadas sobre las áreas de influencia del proyecto.

Los recursos visuales incluidos en el inventario fotográfico fueron los siguientes: áreas de interés escénico, hitos visuales de interés, cubierta vegetal dominante, presencia de fauna, cuerpos de agua, intervención humana, áreas de interés histórico.

Etapa 3. Análisis de información

Se analizó la información recabada para realizar la caracterización de cada unidad de paisaje y la influencia del área de estudio, donde se analizó la calidad y fragilidad visual, la capacidad de absorción visual y las cuencas visuales.

Para la evaluación se siguieron los métodos propuestos por la U.S.D.I., Bureau of Land Management BLM (1980) y Aguiló *et al.* (1992). Para realizar la determinación de la Fragilidad Visual de las unidades de paisaje definidas, se utilizaron los métodos propuestos por Escribano *et al.* (1987) y Aguiló *et al.* (1992); los cuales asignan valores a una serie de factores que interactúan en la manifestación visual del paisaje, como son factores biofísicos, de visualización, singularidad y accesibilidad visual. La determinación de la sensibilidad visual del paisaje se hizo a partir de la integración de los resultados de la evaluación de la calidad y fragilidad visual, obteniendo así, las distintas clases de sensibilidad para cada una de las unidades de paisaje presentes en el área. Las combinaciones posibles de calidad y fragilidad, se agruparon, según la clasificación propuesta por Ramos (1979).

6.1 Registro de daños preexistentes

6.1.1 Investigación histórica

Para la identificación de los sitios potencialmente contaminados en el Área Contractual Benavides-Primavera, se realizó una revisión histórica (con una antigüedad no mayor a 10 años). Para la revisión bibliográfica, se considerarán fuentes oficiales como las siguientes:

- UAM (Universidad Autónoma Metropolitana),
- UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México), y
- UANL (Universidad Autónoma de Nuevo León).

6.1.2 Métodos indirectos

6.1.2.1 Tomografía de Resistividad Eléctrica

La técnica de Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE), es un método geofísico para el estudio del subsuelo que consiste en determinar la distribución de un parámetro físico característico del mismo, dentro de un ámbito espacial limitado, a partir de un número muy elevado de medidas realizadas desde la superficie del terreno. El ejemplo del arreglo de alta densidad para realizar las mediciones con esta técnica se muestra en la Figura 7.

El método tiene por objetivo específico determinar la distribución real de la resistividad del subsuelo hasta un cierto rango de profundidad a lo largo de un perfil de exploración, a partir de los valores de resistividad aparente obtenidos mediante medidas realizadas por métodos convencionales de corriente continua.

Con la finalidad de observar la distribución de la resistividad de los materiales en el subsuelo, se elaboraron perfiles de isorresistividad, donde es posible observar el

comportamiento de las líneas de igual resistividad en el sentido lateral y a profundidad. Los perfiles de isoresistividad permiten identificar zonas que, de acuerdo a la distribución de los valores de resistividad, se asocian con los diferentes materiales del subsuelo.

La presencia de los vacíos o aire, en los materiales incrementa notablemente los valores de resistividad, esta característica permite correlacionar los valores altos con posibles grietas; por otra parte, también una roca compacta, o materiales heterogéneos como los materiales de relleno (cascajo) pueden producir resistividades altas.

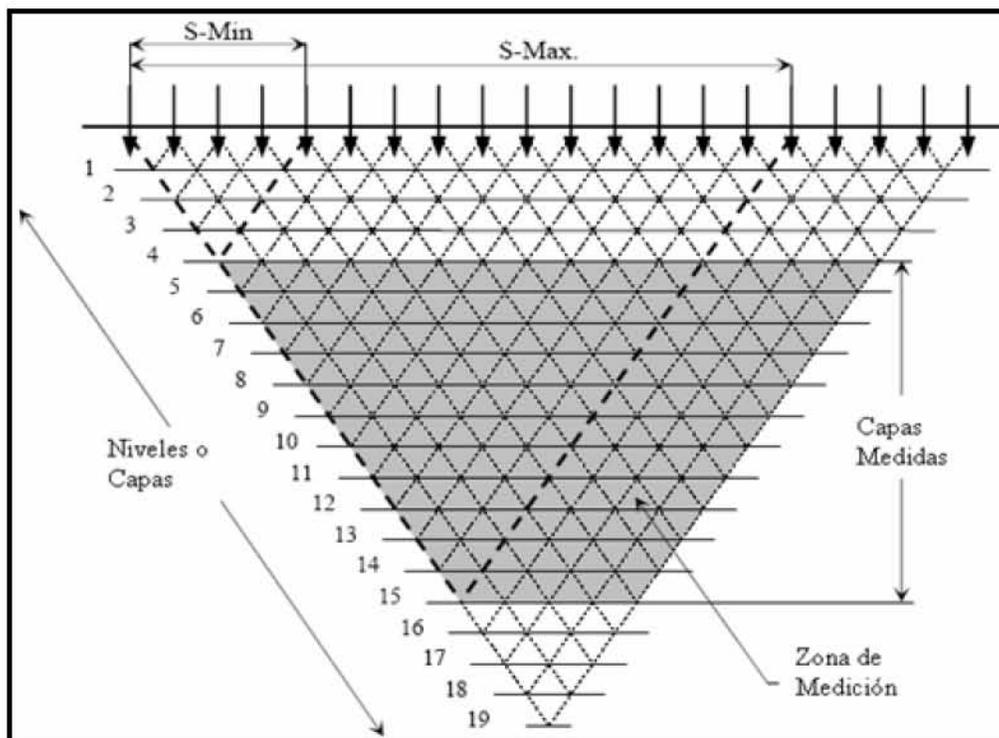


Figura 7. Arreglo de alta densidad de mediciones mediante tomografía eléctrica.

Resistividad eléctrica en la exploración del subsuelo

La prospección eléctrica tiene como objetivo determinar la resistividad eléctrica de las rocas que constituyen el subsuelo y su distribución, de tal manera que se puedan interpretar los cambios debidos a la presencia del agua subterránea y/o al contenido mineralógico que presentan las formaciones de roca. El principio en el que se basa la aplicación de la prospección eléctrica está en las diferentes formas de conducción de la electricidad que tienen los materiales; es decir, la forma electrónica y la forma iónica o electrolítica. El primer caso ocurre en los minerales metálicos o en los metales propiamente dichos. En el segundo caso los iones en suspensión que contienen los fluidos que rellenan las rocas del subsuelo, se mueven cuando existe una tensión eléctrica de acuerdo con la ley de atracción entre cargas positivas y negativas.

En la naturaleza el primer tipo de conducción es raro, ya que sólo tiene lugar en sitios donde existen mineralizaciones del tipo metálico, mientras que el segundo tipo de conducción es el más común y el agente fluido principal es el agua.

Un ejemplo de como se coloca una línea de Tomografía de Resistividad Eléctrica, se muestra en la

Figura 8.

Factores que afectan la conductividad eléctrica

Los factores que afectan mayormente en la conductividad eléctrica (recíproco de la resistividad) del suelo o la roca como un todo son:

- Porosidad.

- Conductividad de la humedad del suelo.
- Forma de los espacios porosos del suelo o roca.
- Grado de Saturación (fracción del espacio poroso lleno de humedad).
- Temperatura.
- Presencia de arcillas con capacidad de intercambio catiónico de medio a alto (CIC).



Figura 8. Línea de Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE).

La dependencia respecto a la temperatura de la conductividad de una muestra de suelo está determinada (a temperaturas por encima del congelamiento) por la dependencia respecto a la temperatura de la movilidad de los iones, que es aproximadamente 2% por grado centígrado para los iones más comunes, éste es

un coeficiente relativamente grande por lo que la conductividad de los suelos puede variar significativamente con la temperatura. Según Keller y Frischknecht (1970) se considera que la presencia de arcillas agrega una componente adicional a la conductividad eléctrica, la cual es una función del contenido y tipo de arcilla, está esencialmente independiente del componente iónico.

$$\sigma_a = \sigma_w \cdot \Phi_m + \sigma_{\text{arcilla}}$$

El significado de la contribución de la arcilla es claramente mayor cuando la concentración de los conductores iónicos es baja, llegando a ser despreciable en grandes cantidades de concentraciones iónicas.

6.1.3 Plan de muestreo

6.1.3.1 Suelo

El muestreo de suelo se realizó con ayuda de un equipo manual de acero inoxidable (*hand auger*) de 1.20 m de longitud, y bote con diámetro de 2" donde se recuperó la muestra. El procedimiento para la toma de muestra fue hincar el *hand auger* a dos profundidades: una superficial (0-30 cm) y una profunda a 1 m. Antes de tomar la muestra, el muestreador o *hand auger* se lavó con agua desionizada, jabón libre de fosfato y alcohol isopropílico.

Especificaciones del muestreo de suelo (metales)

El muestreo de suelo para metales fue conforme se especifica en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, tomando como base la NMX-AA-132-SCFI-2006 el cual especifica el muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides y manejo de la muestra.

En cada uno de los sitios a muestrear se tomaron 3 muestras, 2 superficiales y 1 vertical. La muestra vertical se tomó como superficial cuando las condiciones del sitio lo permitieron, la profundidad fue a 5 cm y la vertical dependió del horizonte o en su defecto a una profundidad de 30 cm.

El muestreo se realizó con utensilios que no contaminarán las muestras, fáciles de limpiar y resistentes al desgaste. En cada punto se portaba lo siguiente: plumas, etiquetas, libreta de campo, charola para almacenar la muestra, gps, agua destilada, jabón, toallas absorbentes, hielo, hielera, etc.

Cuando hubo presencia de restos de plantas, se retiraron estas antes del muestreo, asimismo cuando se encontraron piedras mayores de 2 cm de diámetro se retiraron, finalmente cada uno de los puntos fueron debidamente georreferenciados. Las áreas donde se muestrearon metales fueron las mismas que el muestreo de suelo.

6.1.3.2 Agua

El muestreo de agua se llevó a cabo en cuerpos de agua ubicados dentro del Área Contractual. El procedimiento fue bajo los lineamientos que marca la Norma Mexicana para cuerpos de agua NMX-AA-014-1980, para cada muestreo se utilizó un equipo muestreador de agua horizontal *Van Dorn* de fondo, el cual permitió recolectar cada una de las muestras para de inmediato realizar su almacenamiento, identificación y conservación. Los criterios de limpieza fueron los mismos que se implementaron para el muestreo de suelo.

6.1.3.3 Envasado, Etiquetado y preservación de las muestras de Agua y Suelo

Una vez tomadas las muestras, éstas se colocaron en sus envases correspondientes y fueron transportados hasta el Laboratorio Ambiental

(Laboratorios y Suministros Ambientales e Industriales, S.A. de C.V.), el cual cuenta con aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para el suelo y por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) además de acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) (acreditación R-0549-029/14) para suelo y agua. Los recipientes fueron sellados herméticamente y etiquetados, con el fin de prevenir la pérdida de componentes volátiles y evitar la posible oxidación al contacto con el aire. Las muestras se preservaron en hielo a 4°C, para su traslado al laboratorio. Como aseguramiento de calidad se tomó una muestra duplicada por cada 10 muestras tomadas, tal y como lo indica la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

A cada muestra se le colocó un sello de inviolabilidad con los datos de la misma (clave, fecha, hora de toma de muestra, sitio de muestreo, persona que toma la muestra, parámetros a analizar y tipo de conservador según sea el caso).

Los cartuchos o frascos colectados se colocaron en un recipiente con hielo para ser enviados al laboratorio para su análisis. Las muestras fueron acompañadas por sus respectivas cadenas de custodia, a fin de asegurar el control en el manejo de las muestras tomadas de suelo y agua.

6.1.3.4 Aire

La calidad de aire se determinará de acuerdo a la revisión bibliográfica. Además, para completar este apartado, se tomaron y analizaron muestras a cargo del Laboratorio Ambiental (Laboratorios y Suministros Ambientales e Industriales, S.A. de C.V.), el cual cuenta con aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y la acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) (acreditación R-0549-029/14).

6.1.4 Parámetros analizados

La lista de los contaminantes mencionados en la Guía de Línea Base Ambiental se enlista a continuación:

Suelo

- Hidrocarburos de Fracción Ligera
- Hidrocarburos de Fracción Media
- Hidrocarburos de Fracción Pesada
- HAPs
- BTEX
- Arsénico
- Bario
- Berilio
- Cadmio
- Cromo hexavalente
- Mercurio
- Níquel
- Plata
- Plomo
- Selenio
- Talio
- Vanadio

Agua

- Grasas y Aceites (mg/L)
- Coliformes Fecales (NMP/100 mL)
- Coliformes Totales (NMP/100 mL)
- Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)
- Sólidos Disueltos Totales (mg/L)
- DBO₅ (mg/L)
- Fosfatos (mg/L)
- Cloruros (mg/L)
- Dureza (mg/L)
- SAAM (mg/L)

Aire

- Bióxido de azufre (SO₂)
- Óxido nitroso (NO), Bióxido de nitrógeno (NO₂), Óxidos de nitrógeno (NO_x).
- Ozono (O₃)
- Óxido de carbono (CO)
- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos o polinucleares (HAP)
- Partículas suspendidas (PST)

6.1.5 Metodología aplicada para cada tipo de pruebas de laboratorio

6.1.5.1 Suelo

La metodología aplicada para cada tipo de pruebas de laboratorio, esta basada en las Normas Oficiales Mexicanas, y se describe en general a continuación:

- *Hidrocarburos de Fracción Ligera*

La metodología para el análisis de Hidrocarburos de Fracción Ligera se realizó de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNTA/SSA1-2012 y al método de referencia señalado en la NMX-AA-105-SCFI-2014 Hidrocarburos de Fracción Ligera por Cromatografía de Gases Con Detectores de Ionización de Flama o Espectrometría de Masas.

Colección de muestra.- Para recolectar, preservar y almacenar las muestras se utilizan cartuchos con contratapa o sello de PTFE, para asegurar en todo momento la integridad de las muestras hasta su análisis en el laboratorio certificado correspondiente. Cuando la consistencia de la muestra no permita el uso de cartucho, se utilizan frascos de vidrio de boca ancha, con contratapa o sello de PTFE.

La muestra se colecta de acuerdo a los procedimientos del plan de muestreo y dicho plan considera evitar al máximo la pérdida de compuestos volátiles.

Manejo y transporte de la muestra.- Desde la toma de muestra y durante el transporte, todas las muestras para análisis de compuestos volátiles deben preservarse a 4 ± 2 °C; así mismo deben empacarse en contenedores apropiados.

Almacenamiento de la muestra.- Una vez en el laboratorio, las muestras deben permanecer en refrigeración a 4 ± 2 °C hasta el análisis. El área de almacenamiento de muestras debe permanecer libre de vapores, de disolventes u orgánicos volátiles. El tiempo máximo de conservación de la muestra es de 14 días previo al análisis en el laboratorio certificado correspondiente.

- *Hidrocarburos de Fracción Media*

La metodología para el análisis de Hidrocarburos de Fracción Media se realizó de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNTA/SSA1-2012 y al método de referencia señalado en la NMX-AA-145-SCFI-2008 Hidrocarburos Fracción Media por Cromatografía de Gases Con Detector de Ionización de Flama.

Colección de muestra.- Para recolectar, preservar y almacenar las muestras se utilizan contenedores y viales de vidrio de diversos tamaños con tapa de rosca y septa.

La muestra se colectó de acuerdo a los procedimientos del plan de muestreo y dicho plan considerará una atención especial al uso guantes de acetonitrilo con monómeros de butadieno cuando se manejen los contenedores.

Se recolectan aproximadamente 250 g de la muestra, se eliminará cualquier residuo de suelo fuera del contenedor e inmediatamente se sellará el mismo. Se tomó un duplicado de campo, lo que permitió al laboratorio contar con una muestra adicional para el análisis.

Manejo y transporte de la muestra.- La Norma Mexicana NMX-AA-145-SCFI-2008 no considera algún referente especial al manejo y transporte de la muestra.

Almacenamiento de la muestra.- El área de almacenamiento de muestras debe permanecer libre de vapores, de disolventes u orgánicos volátiles.

- *Hidrocarburos de Fracción Pesada*

La metodología para el análisis de Hidrocarburos de Fracción Pesada se realizó de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNTA/SSA1-2012 y al método de referencia señalado en la NMX-AA-134-SCFI-2006 Hidrocarburos Fracción Media por Extracción y Gravimetría.

Colección de muestra.- Para recolectar, preservar y almacenar las muestras se utilizan frascos de vidrio frasco prelavados, de boca ancha con tapa rosca. Se recolectan aproximadamente 250 g de la muestra, se elimina cualquier residuo de suelo fuera del contenedor e inmediatamente se sella el mismo.

Manejo y transporte de la muestra.- La Norma Mexicana NMX-AA-134-SCFI-2006 no considera algún referente especial al manejo y transporte de la muestra.

Almacenamiento de la muestra.- El área de almacenamiento de muestras debe permanecer libre de vapores, de disolventes u orgánicos volátiles. El tiempo previo al análisis en el laboratorio es de 14 días a una temperatura de preservación de 4 °C.

- *Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)*

La metodología para el análisis de los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) se realizó de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNTA/SSA1-2012 y al método de referencia señalado en la NMX-AA-146-SCFI-2008 Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) a través de la

Cromatografía de Gases con Espectrometría de Masas (CG/EM) o Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución con detectores de fluorescencia y ultravioleta visible (UV-VIS). Siendo a determinar los siguientes compuestos: Benzo[a]pireno, Dibenzo[a,h]antraceno, Benzo[a]antraceno, Benzo[b]fluoranteno Benzo[k]fluoranteno Indeno (1,2,3-cd) pireno.

Colección de muestra.- Para recolectar, preservar y almacenar las muestras se utilizan contenedores de boca ancha con tapa de rosca y septum de PTFE, con una capacidad mínima de 250 mL.

La muestra se colecta de acuerdo a los procedimientos del plan de muestreo y dicho plan considera especial atención en disminuir al máximo cualquier alteración de la muestra. Siempre se utilizan guantes de nitrilo con monómeros de butadieno cuando se manejen los contenedores.

Se recolectan aproximadamente 250 g de la muestra, se elimina cualquier residuo de suelo fuera del contenedor e inmediatamente se sella el mismo. Se toma un duplicado de campo, esto permite al laboratorio contar con una muestra adicional para el análisis. Así mismo, se toma al menos una alícuota para el análisis de exploración y para la determinación de masa seca.

Manejo y transporte de la muestra.- La Norma Mexicana NMX-AA-146-SCFI-2008 no considera algún referente especial al manejo y transporte de la muestra.

Almacenamiento de la muestra.- El área de almacenamiento de muestras debe estar libre de vapores, de disolventes u orgánicos volátiles.

- *BTEX*

La metodología para el análisis de BTEX se realiza de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNTA/SSA1-2012 y al método de referencia señalado en la NMX-AAA-141-SCFI-2014 Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (BTEX) por Cromatografía de Gases con Detectores de Espectrometría de Masas y Fotoionización. Siendo a determinar los siguientes compuestos: Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos (Suma de isómeros).

Colección de muestra.- Para recolectar, preservar y almacenar las muestras se utilizan viales de vidrio de 60 mL con tapa y septa. Antes de salir a campo los viales que se utilizan se pesan, y se ajusta el peso lo más cercano a 0,01 g; se registra el peso de la tara y anota en la etiqueta del vial.

La muestra se colecta de acuerdo a los procedimientos del plan de muestreo y dicho plan considera especial atención en disminuir al máximo las alteraciones de la muestra para poder minimizar la pérdida de compuestos volátiles. Para transferir una muestra a los viales de suelo para bajas concentraciones que poseen una abertura relativamente estrecha, se utilizan muestreadores EnCore™ o de suelo para purga y trampa y un cortador de jeringas de plástico. Se usan guantes cuando se manejen los viales que se encuentran a peso constante

Se colecta aproximadamente 5 g de muestra, se retira la superficie del suelo u otros materiales sólidos que hayan sido expuestos a la atmósfera. Se limpia cuidadosamente el exterior del dispositivo de muestreo con un paño limpio o una toalla. Así mismo, se elimina cualquier residuo de suelo fuera del vial e inmediatamente sellar el vial con la tapa rosca y septa.

Se recogen al menos dos réplicas de las muestras, esto permite al laboratorio contar con una muestra adicional para análisis. La segunda muestra se toma del mismo

estrato de suelo o de la misma sección del residuo sólido que haya sido muestreado, y cercano al lugar del cual se colecta la muestra original.

Manejo y transporte de la muestra.- Todas las muestras para análisis de compuestos volátiles se mantienen a 4 °C aproximadamente, y son transportadas en contenedores apropiados y embarcadas al laboratorio en hielo.

Almacenamiento de la muestra.- Una vez en el laboratorio, las muestras se refrigeran a 4 °C hasta el análisis en el laboratorio. El área de almacenamiento de muestras debe permanecer libre de vapores de disolventes orgánicos. El tiempo máximo de conservación de la muestra es de 7 días previo al análisis en el laboratorio.

6.1.5.2 Agua

Para la evaluación de la calidad del agua de cuerpos receptores superficiales se consideran los acuerdos establecidos en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89, mientras que para los procedimientos de muestreo en cuerpos receptores se atendió lo establecido en la NMX-AA-014-1980.

El muestreo de los factores biológicos se llevó a cabo de la siguiente manera:

- *Coliformes fecales*

La muestra se colectó según lo establecido en la NMX-AA-042-SCFI-2015 (Enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* - Método del número más probable en tubos múltiples).

Se recolecta un mínimo 100 mL de muestra en frascos o bolsas estériles. La toma de muestra es en recipientes estériles con tiosulfato de sodio sólido (10 mg/envase de 100 mL) o con 0,1 mL de disolución estéril al 10%. Para su traslado las muestras deben de mantenerse a una temperatura de 4 ± 2 °C, y deberán refrigerarse a la misma temperatura hasta su análisis. Se puede analizar la muestra hasta 48 h después de su recolección conservándola a 2 ± 1 °C.

- *Coliformes totales*

La muestra se colectó según lo establecido en la NMX-AA-042-SCFI-2015 (Enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli*-Método del número más probable en tubos múltiples).

Se recolecta un mínimo 100 mL de muestra en frascos o bolsas estériles. La toma de muestra es en recipientes estériles con tiosulfato de sodio sólido (10 mg/envase de 100 mL) o con 0,1 mL de disolución estéril al 10%. Para su traslado las muestras deben de mantenerse a una temperatura de 4 ± 2 °C, y deberán refrigerarse a la misma temperatura hasta su análisis. Se puede analizar la muestra hasta 48 h después de su recolección conservándola a 2 ± 1 °C.

6.1.5.3 Aire

- Bióxido de azufre (SO₂)

La NOM-22-SSA-2010 establece que bióxido de azufre es generado por emisiones de fuentes naturales y de la combustión de compuestos de azufre; este es inhalable. En la NOM-038-SEMARNAT-1993, se establece el método analítico que se debe

de seguir para la evaluación del SO_2 , que será utilizando el Método de referencia (Pararrosanilina).

- Óxido nitroso (N_2O), Bióxido de nitrógeno (NO_2), Óxidos de nitrógeno (NO_x)

A partir de lo establecido en la NOM-CCAM-004-ECOL/1993 se determinarán estos parámetros utilizando el Método de referencia (Quimioluminiscencia en fase gaseosa).

- Ozono (O_3)

El ozono es un contaminante secundario que se forma por una reacción fotoquímica entre emisiones primarias de óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COVs) o hidrocarburos (HCs) en presencia de la radiación solar, aunado a las condiciones geográficas, climatológicas y meteorológicas del medio ambiente.

La NOM-036-SEMARNAT-1993 establece el método de medición del Ozono en el aire. El método de evaluación que la NOM anterior menciona es la evaluación por luminiscencia química.

- Óxido de carbono (CO)

El Óxido de Carbono es un gas inodoro e incoloro que se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono, consecuentemente pueden verterlo al aire los vehículos automotores y la industria, aunque en menor escala; algunos procesos naturales son capaces de emitirlo.

La NOM-CCAM-ECOL-1993 establece que el método de referencia utilizado para mediar la concentración de CO en el ambiente, es el de absorción infrarroja por medio de un fotómetro no dispersivo.

- Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP), Hidrocarburos aromáticos policíclicos o polinucleares (HAP), Partículas suspendidas (PST).

El material particulado es una mezcla compleja de sustancias en estado líquido o sólido, que permanece suspendida en la atmósfera por periodos variables de tiempo. Dentro de las Partículas Suspendidas, entran los Hidrocarburos aromáticos policíclicos o polinucleares (HAP), los cuales se encuentran establecidos en la NOM-025-SSA- 2014. Así en la NOM-035-SEMARNAT-1993 se establecen los métodos de medición de Partículas Suspendidas en el aire ambiente. El método que establece la NOM anterior es el de muestreo de alto volumen.

6.1.6 Memoria fotográfica de los trabajos efectuados

Se realizó un registro fotográfico del medio biótico en el Área Contractual, en el cual se incluyen las especies de flora y fauna que se registrarán durante los muestreos, además de fotos panorámicas de los distintos tipos de vegetación.

También se incluye un inventario fotográfico de patrimonio arqueológico.

6.1.7 Comparación con la Normatividad Ambiental Vigente

Se revisó la Normatividad Ambiental vigente para comparar los resultados obtenidos de los análisis de suelo, aire y agua, para determinar si rebasan los límites

máximos permisibles. Así mismo, se elaboraron listas de las especies de flora y fauna que entran dentro de alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), la Lista Roja de “The World Conservation Union” (IUCN, 2015) y los Apéndices I, II y III de la Convención Internacional sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (IUCN, 2015).

La lista de las Normatividad Ambiental Vigente Aplicable para las muestras de laboratorio, es la siguiente:

- NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.
- NMX-AA-105-SCFI-2014. Suelos–hidrocarburos fracción ligera por cromatografía de gases con detectores de ionización de flama o espectrometría de masas.
- NMX-AA-145-SCFI-2008. Suelos-hidrocarburos fracción media por cromatografía de gases con detector de ionización de flama–método de prueba.
- NMX-AA-134-SCFI-2006. Hidrocarburos de fracción pesada por extracción y gravimetría.
- NMX-AA-146-SCFI-2008. Hidrocarburos aromáticos Policíclicos (HAP) por cromatografía de gases/espectrometría de masas (CG/EM) o comatografía de los líquidos de alta resolución con detectores de fluorescencia y ultravioleta visible (UV-VIS).
- NMX-AAA-141-SCFI-2014. Suelos–benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX) por cromatografía de gases con detectores de espectrometría de masas y fotoionización–método de prueba.

- NOM-038-SEMARNAT-1993. Métodos de Medición para determinar la concentración de Bióxido de Azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
- NOM-037-SEMARNAT-1993. Métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
- NOM-036-SEMARNAT-1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
- NOM-035-SEMARNAT-1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.
- Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89.
- NMX-AA-014-1980. Cuerpos Receptores - Muestreo.
- NMX-AA-042-SCFI-2015. Enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* - Método del número más probable en tubos múltiples.
- NMX-AA-042-SCFI-2015. Enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* - Método del número más probable en tubos múltiples.

6.1.8 Determinación del índice de Incidencia

Para la determinación del índice de Incidencia, se aplicó la metodología específica para calcular el Índice de Incidencia que se encuentra en el apartado 5.3 “Determinación del Índice de Incidencia”, de la Guía para definir la Línea Base Ambiental Previo al Inicio de las Actividades Petroleras Terrestres.

7. Resultados

7.1 Descripción detallada de cada uno de los temas aplicables al proyecto

7.1.1 Generalidades

7.1.1.1 Delimitación del área de estudio

El Área Contractual Benavides-Primavera se localiza al norte del estado de Nuevo León, entre los municipios de China y General Bravo (Figura 9).

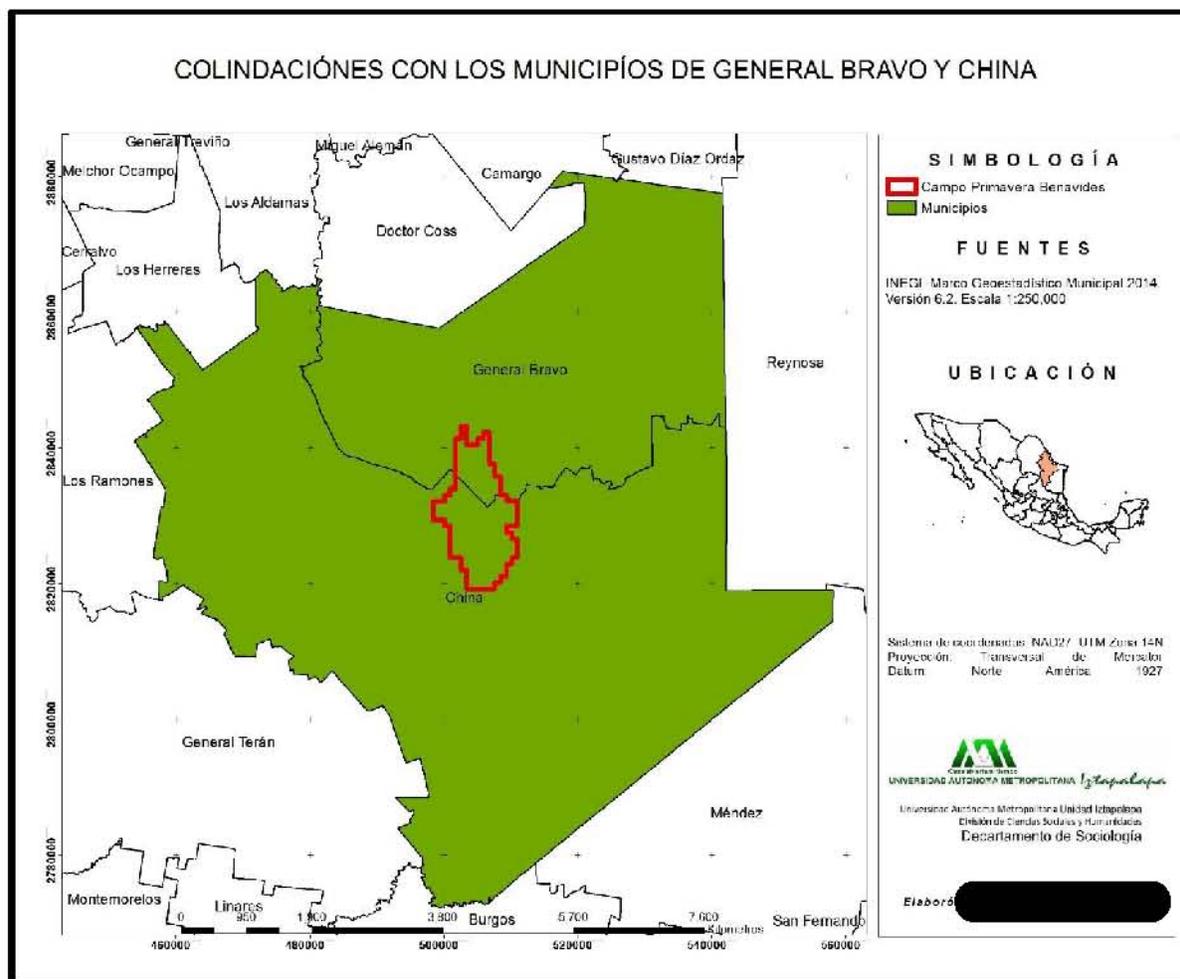


Figura 9. Delimitación del Área Contractual Benavides-Primavera.

7.1.1.2 Contexto regional

El Área Contractual Benavides-Primavera se localiza al norte del estado de Nuevo León en los municipios de China y General Bravo.

Se considera que el estado de Nuevo León cuenta con una diversidad biológica relevante, ya que se ubica en la transición de las regiones biogeográficas neártica y neotropical lo que provoca la ocurrencia de una elevada gama de sistemas ecológicos (Martínez *et al.*, 2009).

En cuanto a la hidrología del estado dentro de Nuevo León se pueden encontrar dos Regiones Hidrológicas, Bravo-Conchos y San Fernando-Soto La Marina, que a su vez albergan 12 cuencas hidrológicas. Dentro del estado de Nuevo León se encuentran cuerpos de aguas tanto naturales como artificiales; en cuanto a los cuerpos de agua naturales como ríos, dentro del estado se puede encontrar 30 ríos perennes principalmente ubicados en el centro y sureste de la entidad (Figura 10). En el caso de cuerpos artificiales es decir presas, hasta el momento en el estado existen 23 presas, de las cuales la Presa el Cuchillo se encuentra dentro del municipio de China a aproximadamente 25 km al oeste del Área Contractual Primavera-Benavides.



Figura 10. Hidrología del estado de Nuevo León.

Nuevo León es un estado compuesto mayormente por rocas sedimentarias, con excepción de unas cuantas zonas con rocas metamórficas e ígneas intrusivas localizadas puntualmente en ciertos municipios del estado como la Sierra Picachos en Sabinas Hidalgo en el centro norte del estado; el resto se originó a partir de los sedimentos acumulados en el fondo de los mares primitivos los cuales dieron origen a las rocas caliza, lutitas y areniscas, donde las rocas calizas se presentan casi de manera única en la Sierra Madre Oriental, y se combinan de manera esporádica con lutitas y areniscas; mientras que en la Planicie Costera del Golfo se presentan zonas

de origen aluvial, así como lutitas y areniscas, las cuales se mezclan en diversos grados formando conglomerados. En el Altiplano Mexicano se presentan en su mayor parte zonas de origen aluvial y en menor grado rocas calizas y lutitas y areniscas, es en esta zona donde se presentan además dos sitios importantes de origen lacustre en el municipio de Galeana, las cuales ocurren de manera aislada en otros municipios en el norte del estado como Anáhuac. Vale la pena destacar que en el sur del estado en la confluencia de la Sierra Madre Oriental y el Altiplano Mexicano se presentan zonas gypsófilas las cuales son de gran importancia desde el punto de vista florístico. La edafología del estado de Nuevo León se muestra en la Figura 11.

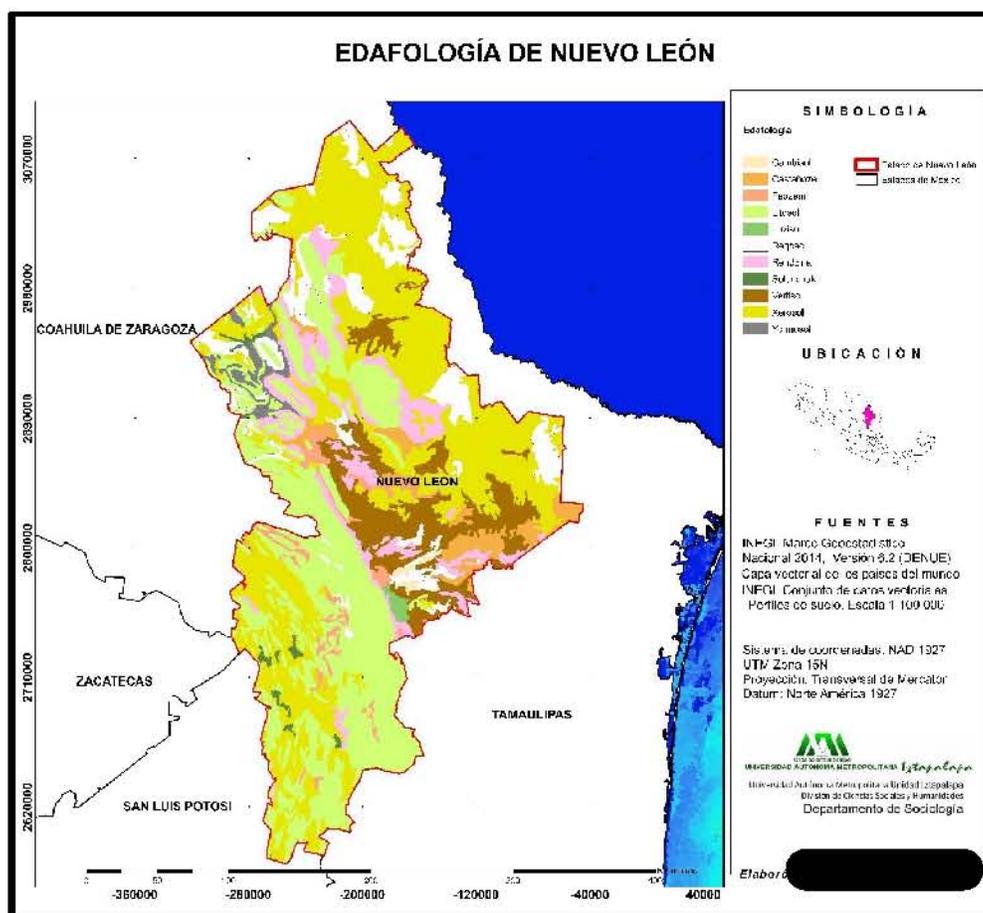


Figura 11. Edafología del estado de Nuevo León.

Las rocas más antiguas que se detectan en Nuevo León, son algunos esquistos de la era precámbrica en el municipio de Aramberri; por otra parte, la Sierra Madre Oriental es de origen Jurásico y Cretácico de la era Mesozoica, mientras que la Planicie Costera del Golfo se origina de manera más reciente en el terciario de la era Cenozoica.

La geomorfología de Nuevo León se define por las provincias geomorfológicas de la Sierra Madre Oriental, Gran Llanura de Norteamérica y Llanura Costera del Golfo, las cuales se dividen en 7 subprovincias. Con base en esta información podemos esperar una gran diversidad en cuanto a los tipos de suelos existentes en el estado. Considerando las provincias geomorfológicas del estado se tienen registrados suelos como los xerosoles, lúricos, cálcicos y háplicos, litosoles y rendzinas, aunque también existen asociaciones diversas de suelos que varían de acuerdo al sistema de topoformas: sierra pliegue, sierra compleja, bajadas y valles (INAFED, 2010).

Los climas en el estado de Nuevo León son dominados por los climas B (zona) S (tipo de vegetación) es decir, clima seco estepario con herbáceas. También hay presencia del clima BW, es decir seco desértico con xerófilas. En la Tabla 7 se observa como en el estado de Nuevo León dominan los climas secos. Debido a que el estado está en una amplia región de México caracterizada por su aridez, a excepción de las áreas cercanas a la Sierra Madre Oriental.

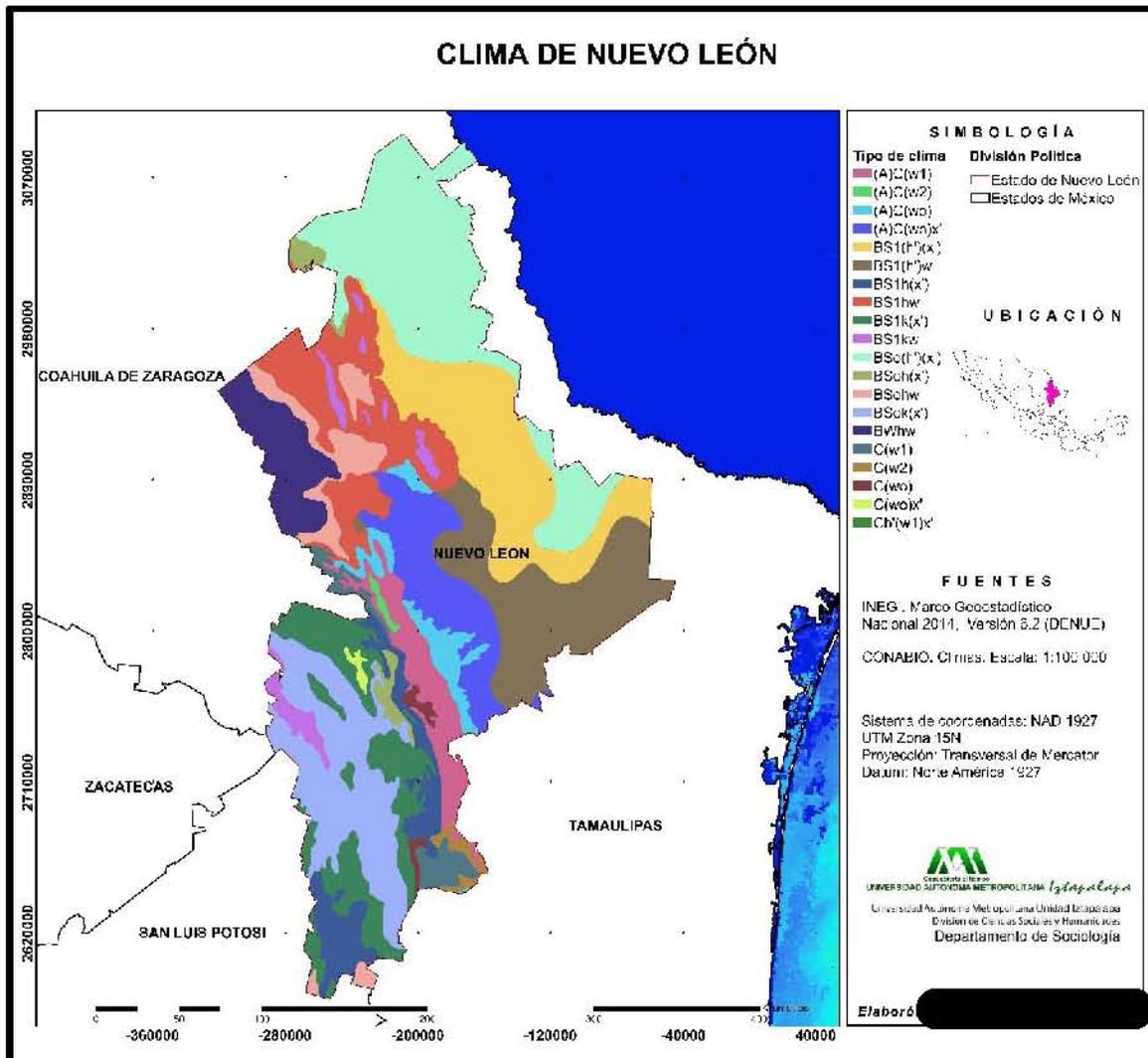


Figura 12. Climas del estado de Nuevo León.

Tabla 7. Tipos de clima en el estado de Nuevo León y porcentaje de la superficie estatal de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por [REDACTED]

Tipo o subtipo	Símbolo	Superficie estatal
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	ACw	9.11%
Semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año	ACx	10.60%
Templado subhúmedo con lluvias en verano	C(w)	4.88%
Templado subhúmedo con lluvias escasas todo el año	Cx	2.15%
Semifrío subhúmedo con lluvias en verano	C(E)(w)	0.10%
Semiseco muy cálido y cálido	BS1(h')	16.80%
Semiseco semicálido	BS1h	6.56%
Semiseco templado	BS1k	5.37%
Seco muy cálido y cálido	BS(h')	16.88%
Seco semicálido	BSh	14.45%
Seco templado	BSk	8.27%
Muy seco semicálido	BWh	4.83%

El régimen de precipitación pluvial muestra una gran variación, en las zonas más secas, localizadas en la Planicie Costera del Golfo, en los municipios de García, Mina y Bustamante y el Altiplano mexicano en los municipios de Galeana, Doctor Arroyo, Aramberri, Mier y Noriega y algunas zonas de General Zaragoza, la precipitación puede llegar a ser menor a los 200 mm anuales; en contraste, la zona con mayor precipitación y humedad se localiza en la vertiente este de la Sierra Madre Oriental, al sureste de la ciudad de Monterrey, en los municipios de Cadereyta Jiménez, Juárez, Santiago, Allende y Montemorelos con valores de entre 600 y 900 mm anuales, donde destacan especialmente zonas como la Sierra Cerro de la Silla y el cañón El Calabozo, los cuales están prácticamente inmersos en la zona metropolitana de Monterrey. De manera esporádica se presentan eventos tales como huracanes o tornados, mientras que heladas, granizadas y nevadas se restringen casi de manera exclusiva a la Sierra Madre Oriental y afectan zonas muy restringidas en esta zona (Velazco-García, 2009).

En el estado de Nuevo León dominan las lluvias de origen ciclónico (provenientes del golfo de México) y convectivas (que tienen lugar cuando el aire llega de varios sitios a una zona de baja presión y asciende en verano), aunque también hay lluvias asociadas a frentes fríos (que tienen origen en dos masas de aire de diferente temperatura; la masa de aire caliente, al tener menor densidad, asciende sobre la masa fría y, al subir, se enfría y se condensa provocando lluvias abundantes). En general las zonas menos lluviosas (menos de 250 mm anuales) del mundo son las que están ubicadas alrededor de los 30° de latitud, región de grandes desiertos. Nuevo León se encuentra en los 23° 11' y 27° 49' Latitud Norte, ubicándose en una región semiárida por naturaleza. Por lo tanto, el estado de Nuevo León presenta una precipitación media anual que oscila entre los 300 y 600 mm.

De acuerdo con el INEGI, el estado de Nuevo León presenta coberturas vegetales: el matorral tiene una cobertura de 67.25% del territorio estatal, le sigue el mezquital con 9.46%, el bosque con 9.0%, la agricultura con 6.72%, otros con 2.93%, el chaparral con 2.75%, y al final queda el pastizal con 1.89%. La cobertura vegetal del estado de Nuevo León, se presenta en la Figura 13.

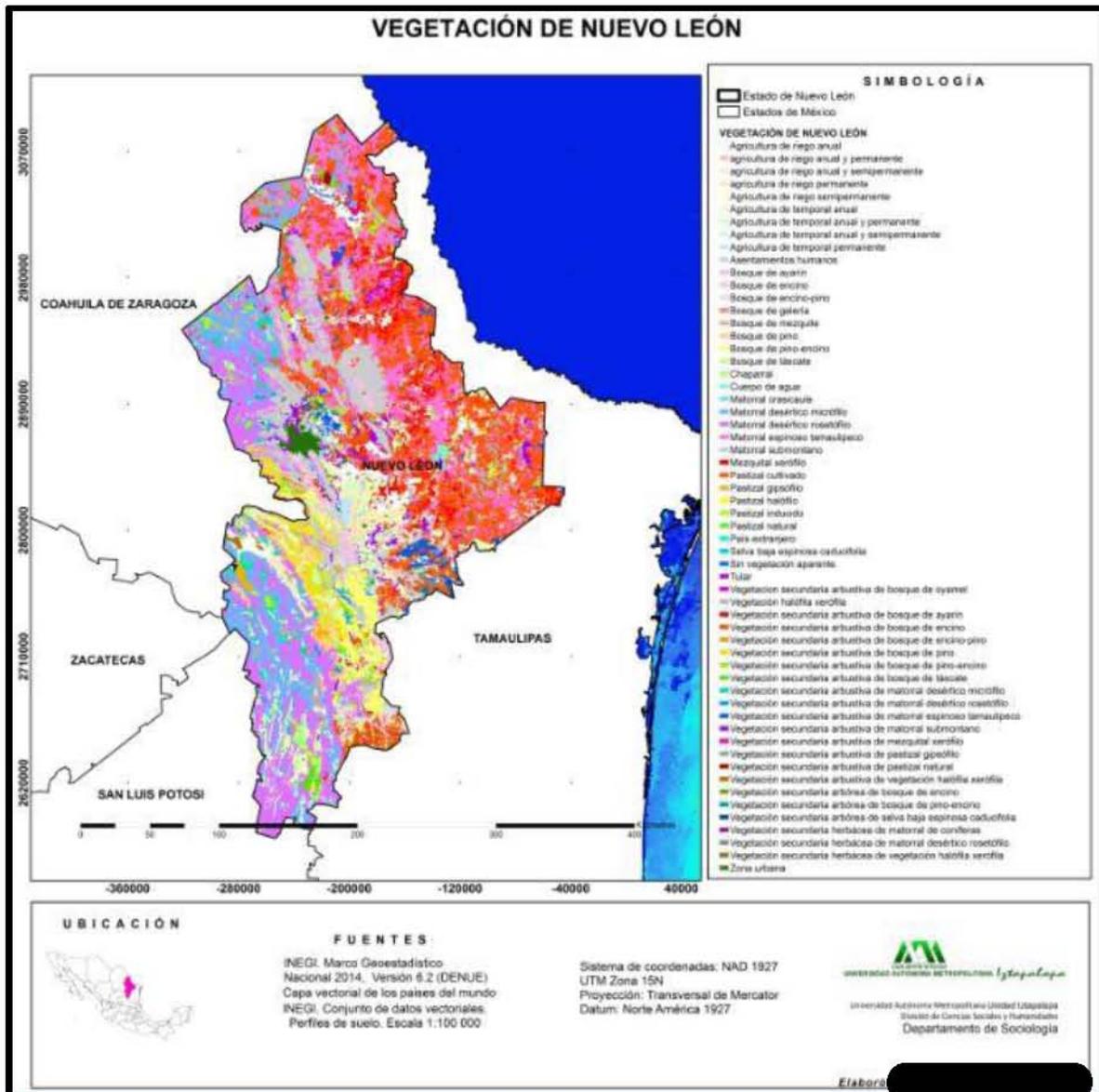


Figura 13. Vegetación del estado de Nuevo León.

La fauna silvestre del estado de Nuevo León es una mezcla de elementos nearticos y neotropicales, siendo precisamente esta área donde se presenta el límite septentrional de distribución de algunas especies de afinidad tropical. Esto deriva fundamentalmente por las condiciones fisiográficas que presenta la Sierra madre Oriental, la cual, funciona como un corredor biológico en la porción oriental con

orientación norte sur, pero al cambiar de dirección, se representa un límite a la distribución de especies con afinidades neotropicales o poco resistentes a las condiciones más xéricas que se distribuyen al norte de Monterrey.

Por otra parte, el estado de Nuevo León se considera como uno de los estados con mayor productividad industrial lo que resulta en ocupar uno de los primeros lugares en contaminación atmosférica, así como uno de los estados con mayor producción de residuos peligrosos, lo cual se traduce en afectaciones importantes al medio ambiente en suelo agua y aire.

Los incendios son otro tipo de daño ambiental, también ocasionados, en la mayoría de los casos, por la acción humana, las quemas agrícolas, los descuidos de fumadores, las fogatas, la quema de basura y la tala inmoderada (ramas y follaje seco actúan como combustible). Los impactos de los incendios sobre todos los ecosistemas son severos ya que provocan la reducción de la cobertura vegetal del terreno y predisponen a las masas forestales al ataque de plagas y enfermedades

En cuanto a los modelos de ordenamiento ecológico y desarrollo sustentable el estado de Nuevo León cuenta con tres instrumentos:

- Ordenamiento Ecológico General del Territorio,
- Programa de Ordenamiento Ecológico para la Cuenca de Burgos, y
- Plan de Desarrollo Estatal del estado de Nuevo León 2016-2018.

7.1.1.3 Contexto local

El Área Contractual Benavides-Primavera se ubica dentro de los municipios de China y General Bravo, es decir en la zona norte del estado de Nuevo León.

Municipio China

El municipio de China se encuentra en el estado de Nuevo León entre los 25° 55' y 25° 03' Latitud Norte y los 98° 25' y 99°28' Longitud Oeste. Altitud entre 100 y 200 m s.n.m. Colinda al Norte con los municipios de Los Herreras, Ls Aldamas, Doctor Cross y General Bravo; al Este con el estado de Tamaulipas, al Sur con el estado Tamaulipas y los municipios de General Terán; al Oeste con los municipios de General Terán, Los Ramones y Los Herreras. Ocupa el 6.6% de la superficie del estado de Nuevo León. Cuenta con 777 localidades y una población total de 10,697 habitantes.

Fisiografía.- El municipio de China se encuentra en la provincia Grandes Llanuras de Norteamérica (98%) y la Llanura Costera del Golfo Norte (2%). Dentro de la subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León (98%) y Llanura de Lomeríos (2%). Se encuentra dentro del sistema de topofomas de Lomerío de Laderas Tendidas con Llanuras (92%), Valle Típico (6%), Lomerío con Llanuras (1.9%) y Sierra Baja (0.1%)

Edafología.- El suelo dominante en el municipio de China es Vertisol (44.0%), Calcisol (23.8%), Regosol (8.9%), Chernozem (6.1%), Leptosol (4.7%), Kastañozem (4.5%), Solonchak (4.4%), Luvisol (1.8%) y Fluvisol (1.8%).

Uso de Suelo y Vegetación.- El uso de suelo en el municipio de China es de agricultura (50%) y zona urbana (2%), mientras que la vegetación es de matorral con 46% y pastizal con un 2%.

Uso potencial de la tierra.- Agrícola: Para agricultura mecanizada continua (94%), agricultura con tracción animal continua (1%), agricultura manual continua (1%), agricultura de manual estacional (1%), no apta para la agricultura (3%).

Pecuario: Para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola (94%), para aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (4%), no aptas para uso pecuario (2%).

Zona urbana.- En el municipio de China las zonas urbanas están creciendo sobre suelos y rocas sedimentarias del Cuaternario, en lomeríos; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Calcisol y Vertisol; tienen clima seco muy cálido y cálido, y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y matorrales.

Municipio General Bravo

El municipio General Bravo se encuentra en el estado de Nuevo León entre los 25° 36' y 26° 03' de Latitud Norte; y los 98° 34' y 99° 13' de Longitud Oeste. Altitud entre 50 y 400 m s.n.m. Colinda al Norte con el estado de Tamaulipas y el municipio de Doctor Coss; al Este con el estado de Tamaulipas; al Sur con lo municipio de China; al Oeste con el municipio de China. Ocupa el 2.9% de la superficie del estado de Nuevo León. Cuenta con 315 localidades y una población total de 5,385 habitantes.

Fisiografía.- El municipio de General Bravo se encuentra en la provincia Grandes Llanuras de Norteamérica (100%) y dentro de las subprovincias Llanuras de Coahuila y Nuevo León (100%). El municipio se encuentra en el sistema de topoformas Lomerío de laderas tendidas con llanuras (96%) y Sierra baja (4%).

Edafología.- El suelo dominante en el municipio de General Bravo es es Vertisol (40.6%), Calcisol (38.2%), Kastañozem (6.0%), Regosol (6.0%), Phaeozem (6.8%), Leptosol (5.3%), Solonchak (2.6%), Chernozem (1.3%).

Uso de Suelo y Vegetación.- El uso de suelo en el municipio de General Bravo es de agricultura (10%) y zona urbana (1%), mientras que la vegetación es de pastizal con un 47% y matorral con 43%.

Uso potencial de la tierra.- Agrícola: Para agricultura mecanizada continua (89%), agricultura con tracción animal continua (4%), agricultura manual estacional (4%), no apta para la agricultura (3%).

Pecuario: Para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola (89%), para aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (11%).

Zona urbana.- En el municipio de General Bravo las zonas urbanas están creciendo sobre suelos y rocas sedimentarias del Cuaternario, en lomeríos; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Vertisol y Calcisol; tienen clima semiseco muy cálido y cálido, y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y matorrales.

7.1.1.4 Identificación de infraestructura existente

7.1.1.4.1 Pozos

El Área Contractual Benavides-Primavera cuenta con 160 pozos (Tabla 8), de los cuales 88 pozos se encuentran activos. El Área contractual tiene 160 líneas de descarga y 8 gasoductos, de las cuales 107 líneas de descarga se encuentran operando.

Tabla 8. Pozos del Área Contractural Benavides-Primavera.

POZO	LONGITUD	LATITUD
BENAVIDES 1	25°34'59.88720" N	98°57'20.30400" O
BENAVIDES 2	25°35'51.92160" N	98°57'20.26080" O
BENAVIDES 3	25°34'07.88880" N	98°57'20.26080" O
BENAVIDES 4	25°36'32.45400" N	98°56'25.78920" O
BENAVIDES 5	25°35'25.22760" N	98°56'31.88400" O
BENAVIDES 6	25°34'33.27600" N	98°56'31.94880" O
BENAVIDES 7	25°34'33.96360" N	98°58'10.00200" O
BENAVIDES 8	25°36'44.21160" N	98°57'20.10960" O
BENAVIDES 9	25°35'51.35280" N	98°55'42.09600" O
BENAVIDES 10	25°35'25.87200" N	98°58'09.98400" O
BENAVIDES 11	25°38'03.30720" N	98°56'33.20160" O
BENAVIDES 12	25.62662	-98.95536
BENAVIDES 13	25.61942	-98.95536
BENAVIDES 14	25°36'18.00360" N	98°58'09.79680" O
BENAVIDES 15	25°38'29.36760" N	98°57'22.71240" O
BENAVIDES 16	25°33'41.90400" N	98°58'10.14960" O
BENAVIDES 17	25°33'41.74200" N	98°56'30.82560" O
BENAVIDES 18	25°34'10.79040" N	98°55'41.13840" O
BENAVIDES 19	25°34'59.23560" N	98°55'42.20760" O
BENAVIDES 20	25°38'29.20920" N	98°55'43.39560" O
BENAVIDES 21	25°37'43.66080" N	98°55'29.76240" O
BENAVIDES 22	25°37'37.15680" N	98°55'29.76240" O
BENAVIDES 23	25°38'58.62869" N	98°56'45.16933" O
BENAVIDES 24	25°38'58.62869" N	98°56'45.16933" O
BENAVIDES 25	25°39'33.05520" N	98°56'00.46680" O
BENAVIDES 26	25°39'47.92680" N	98°56'57.38880" O
BENAVIDES 27	25°39'12.15720" N	98°57'38.99880" O
BENAVIDES 28	25°38'29.91250" N	98°58'26.40706" O
BENAVIDES 29	25°39'06.72840" N	98°58'34.31280" O
BENAVIDES 30	25°39'45.24480" N	98°58'43.58532" O
BENAVIDES 31	25°40'02.53200" N	98°57'52.21800" O
BENAVIDES 32	25°40'53.25240" N	98°58'05.48760" O
BENAVIDES 33	25°40'17.57640" N	98°57'23.64120" O
BENAVIDES 35	25°40'23.57400" N	98°56'15.60480" O
BENAVIDES 36	25°40'39.25560" N	98°57'13.44600" O

POZO	LONGITUD	LATITUD
BENAVIDES 37	25°41'15.694802" N	98°56'29.29920" O
BENAVIDES 69	25°40'27.79266" N	98°57'23.66388" O
BENAVIDES 89	25°32'38.36177" N	98°59'04.36204" O
BENAVIDES 91	25°32'28.50720" N	98°57'55.80000" O
BENAVIDES 92	25°32'28.76280" N	98°57'32.00760" O
BENAVIDES 93	25°32'37.50720" N	98°57'10.14120" O
BENAVIDES 94	25°32'47.29920" N	98°57'53.50320" O
BENAVIDES 95	25°32'53.96640" N	98°58'17.22000" O
BENAVIDES 96	25°32'59.64360" N	98°57'24.47280" O
BENAVIDES 97	25°33'06.80040" N	98°57'44.17920" O
BENAVIDES 98	25°33'05.18040" N	98°58'03.88920" O
BENAVIDES 99	25°33'32.40360" N	98°58'22.71360" O
BENAVIDES 100	25°35'52.39680" N	99°00'23.48280" O
BENAVIDES 102	25°39'28.21680" N	98°56'57.26760" O
BENAVIDES 103	25°39'28.21680" N	98°55'18.19920" O
BENAVIDES 104	25°34'47.83080" N	98°54'40.05000" O
BENAVIDES 105	25°35'20.18040" N	98°54'42.71400" O
BENAVIDES 108	25°35'00.65040" N	98°53'55.20120" O
BENAVIDES 109	25°35'51.78840" N	98°54'04.68720" O
BENAVIDES 110	25°33'22.36680" N	98°58'02.08200" O
BENAVIDES 111	25°34'18.81840" N	98°57'59.03280" O
BENAVIDES 112	25°33'51.33240" N	98°57'13.12920" O
BENAVIDES 113	25°33'34.42248" N	98°56'59.01360" O
BENAVIDES 114	25°33'54.44640" N	98°56'52.73520" O
BENAVIDES 115	25°34'22.94760" N	98°57'06.16320" O
BENAVIDES 116	25°34'23.92716" N	98°57'07.05960" O
BENAVIDES 117	25°34'22.59480" N	98°57'05.27760" O
BENAVIDES 118	25°34'34.78080" N	98°56'16.51560" O
BENAVIDES 119	25°34'35.10480" N	98°56'17.40840" O
BENAVIDES 120	25°34'52.70160" N	98°56'16.51560" O
BENAVIDES 121	25°35'00.49200" N	98°56'50.82360" O
BENAVIDES 122	25°35'00.61440" N	98°56'50.82360" O
BENAVIDES 123	25°35'00.33720" N	98°56'50.43840" O
BENAVIDES 124	25°33'45.26546" N	98°57'55.9854 " O
BENAVIDES 125	25°35'13.10280" N	98°57'33.70680" O
BENAVIDES 126	25°35'27.07080" N	98°56'54.66480" O

POZO	LONGITUD	LATITUD
BENAVIDES 127	25°35'28.73760" N	98°57'23.85540" O
BENAVIDES 129	25°35'35.89440" N	98°56'08.41560" O
BENAVIDES 130	25°35'40.06320" N	98°56'31.52040" O
BENAVIDES 131	25°36'01.61640" N	98°56'22.88760" O
BENAVIDES 132	25°36'08.02228" N	98°56'43.37869" O
BENAVIDES 139	25°34'49.44360" N	98°58'03.21240" O
BENAVIDES 140	25°35'19.65480" N	98°57'11.34360" O
BENAVIDES 151	25°37'37.89480" N	98°56'16.25640" O
BENAVIDES 152	25°38'14.73360" N	98°55'48.82440" O
BENAVIDES 157	25°37'49.04040" N	98°56'55.14000" O
BENAVIDES 158	25°38'14.19396" N	98°56'1812120" O
BENAVIDES 160	25°39'10.91160" N	98°57'08.73720" O
BENAVIDES 161	25°39'23.94360" N	98°57'24.51600" O
BENAVIDES 162 D	25°39'41.15880" N	98°57'11.88720" O
BENAVIDES 162	25°39'40.66560" N	98°57'10.65240" O
BENAVIDES 164	25°39'43.13520" N	98°57'27.33840" O
BENAVIDES 165	25°38'57.79320" N	98°56'23.23840" O
PRIMAVERA 166	25°39'11.55024" N	98°56'36.27600" O
BENAVIDES 167	25°38'48.14340" N	98°56'39.15600" O
BENAVIDES 168 D	25°38'40.38360" N	98°55'50.59920" O
BENAVIDES 168	25°38'40.07976" N	98°55'50.64960" O
BENAVIDES 169	25°38'44.26440" N	98°56'15.23760" O
BENAVIDES 177-	25°40'54.37920" N	98°56'37.46400" O
BENAVIDES 178-	25°40'14.53440" N	98°56'28.33080" O
BENAVIDES 200	25°34'02.32320" N	98°57'45.95400" O
BENAVIDES 202	25°33'06.50880" N	98°56'05.44920" O
BENAVIDES 203	25°32'58.79040" N	98°55'38.57880" O
BENAVIDES 205	25°33'05.53320" N	98°56'05.44920" O
BENAVIDES 206	25°32'40.20000" N	98°55'52.20480" O
BENAVIDES 211	25°33'26.85240" N	98°55'53.32440" O
BENAVIDES 212	25°33'20.88360" N	98°55'08.39280" O
BENAVIDES 212 D	25°33'19.89720" N	98°55'15.96000" O
BENAVIDES 213	25°33'44.94600" N	98°55'40.05480" O
BENAVIDES 214	25°33'44.31960" N	98°55'05.97000" O
BENAVIDES 215	25°34'10.69320" N	98°55'19.71840" O
BENAVIDES 216	25°33'28.46160" N	98°54'25.62840" O

POZO	LONGITUD	LATITUD
BENAVIDES 225	25°35'20.02920" N	98°55'04.18440" O
BENAVIDES226	25°34'01.71120" N	98°56'04.88400" O
BENAVIDES 227	25°35'32.04960" N	98°54'47.72160" O
BENAVIDES 230	25°36'37.22400" N	98°54'32.83200" O
BENAVIDES 231	25°37'20.21160" N	98°55'42.43440" O
BENAVIDES 232	25°36'58.23000" N	98°55'36.26112" O
BENAVIDES 234	25°37'10.02540" N	98°55'24.90600" O
BENAVIDES 236	25°37'30.33480" N	98°55'08.90040" O
BENAVIDES 237	25°37'14.63160" N	98°55'02.42400" O
BENAVIDES 238	25°37'45.06960" N	98°55'17.03280" O
PRIMAVERA 2	25°35'51.92160" N	98°57'20.26080" O
PRIMAVERA 3	25°34'07.88880" N	98°57'20.26080" O
PRIMAVERA 4	25°31'01.05960" N	98°57'20.26080" O
PRIMAVERA 5	25°31'01.60320" N	98°56'22.20000" O
PRIMAVERA 6	25°30'09.61200" N	98°55'57.22680" O
PRIMAVERA 7	25°30'09.82800" N	98°57'36.48600" O
PRIMAVERA 9	25°32'19.62240" N	98°56'46.44240" O
PRIMAVERA 10	25°31'53.58720" N	98°55'56.89200" O
PRIMAVERA 11	25°32'19.44960" N	98°55'07.21200" O
PRIMAVERA 12	25°31'27.59160" N	98°55'07.37040" O
PRIMAVERA 13	25°30'35.47440" N	98°55'07.47840" O
PRIMAVERA 17	25°32'45.70080" N	98°57'36.13680" O
PRIMAVERA 18	25°32'45.53880" N	98°55'56.87040" O
PRIMAVERA 19	25°33'11.87280" N	98°56'46.33440" O
PRIMAVERA 20	25°33'12.07080" N	98°58'25.65120" O
PRIMAVERA 21	25°33'28.01160" N	98°57'31.08240" O
PRIMAVERA 22	25°33'38.95560" N	98°59'14.69040" O
PRIMAVERA 23	25°32'20.28120" N	98°58'25.77720" O
PRIMAVERA 24	25°33'35.49240" N	98°55'32.60640" O
PRIMAVERA 25	25°31'52.02120" N	98°54'18.77040" O
PRIMAVERA 26	25°32'46.10040" N	98°59'15.33120" O
PRIMAVERA 27	25°32'46.24800" N	98°59'15.21024" O
PRIMAVERA 102	25°30'47.98440" N	98°56'16.48680" O
PRIMAVERA 204	25°31'41.77560" N	98°57'51.28200" O
PRIMAVERA 206	25520271	-98924972
PRIMAVERA 209	25°32'04.41600 N	98°56'18.56040" O

POZO	LONGITUD	LATITUD
PRIMAVERA 303	25°31'56.46000" N	98°56'34.36800" O
PRIMAVERA 305	25°33'15.63120" N	98°54'43.16400" O
PRIMAVERA 307	25°31'33.65040" N	98°56'24.84240" O
PRIMAVERA 309	25°31'14.29320" N	98°56'03.48720" O
PRIMAVERA 310	25°32'49.75800" N	98°53'56.95440" O

7.1.2 Medio Abiótico

7.1.2.1 Geología y Geomorfología

La estructura geológica de la llanura esteparia del noreste de México se desarrolla dentro de las eras mesozoica y cenozoica. Partiendo de este criterio y siguiendo el cuadro geológico de la Tierra, la era cenozoica empieza en Nuevo León con las capas del Mioceno localizadas, en el extremo oriental de los estados General Bravo y China; el Oligoceno se encuentra en una capa aproximadamente de 15 km, orientada de Norte a Sur inicia en el recodo del río Bravo al noreste de Coahuila y llega hasta el norte del Cofre de Perote en Veracruz.

Hacia finales del Mesozoico y principios del Cenozoico ocurrieron movimientos muy fuertes, quedando el occidente de los llanos fuera del mar. Estos movimientos orogénicos contribuyen a la formación de sierras con dirección Norte-Noroeste a Sur-Sureste. "El movimiento fue más fuerte en la región de la Sierra Madre Oriental, formada al principio del Cenozoico". Otros movimientos orogénicos es probable que hayan ocurrido al mismo tiempo y que resultaron en intrusiones del magma (sierras de Picachos y Carrizal). Con la formación de estos terrenos muy quebrados, comienza el trabajo geológico de la erosión y denudación que no ha cesado aún en la actualidad.

Dentro del Área Contractual Benavides-Primavera se presentan suelos castaños o chestnut. Estos suelos aparecen en todas aquellas áreas con clima seco y templado (BS y CX) y vegetación natural de estepa, es decir, de humedad deficiente y vegetación de poca altura.

En la llanura esteparia, estos suelos se extienden en toda su gran extensión, ocupando la mayoría de los municipios de esta área. Las características varían de acuerdo a la ubicación del municipio respecto a la precipitación, temperatura y proceso geológico. Al oriente de los llanos (menos de 200 m.s.n.m), la textura es franco-arenosa, profunda y pequeños manchones arcillosos- profundos y salobres.

Desde el punto de vista tectónico, dentro del Área Contractual Benavides-Primavera el estilo estructural predominante es de origen distensivo, ocasionando un sistema de fallas geológicas normales, gravitacionales y de crecimiento.

La mayoría de las trazas de las fallas son longitudinales a las estructuras y sensiblemente paralelas entre sí, con una orientación preferencial NNW-SSE. En forma análoga se presentan escalonadas con caída hacia el oriente. Estas fallas dieron origen a importantes anticlinales que almacenan hidrocarburos mediante el fenómeno distensivo denominado “*Rollover*”, el cual permitió que los materiales muy plásticos recién depositados se plegaran conforme e veían afectados por el movimiento de las fallas.

En lo relativo a riesgos por sismicidad, la zona que comprende el Área Contractual Benavides-Primavera se localiza en la zona que menos actividad registra a nivel nacional, debido a su lejanía del frente de colisión de las placas de Cocos con la de Norteamérica (zona de subducción del Pacífico). Por otra parte, el Área contractual corresponde a una zona de lenta subsidencia (de 1 a 5 mm/año), debido a que constituye una cuenca sedimentaria marginal con mecanismos diagenéticos (compactación, reemplazamiento y fallamiento de crecimiento). Tampoco existe

riesgo de actividad volcánica, por carecer de rocas ígneas extrusivas dentro de la columna estratigráfica, la zona de afloramientos de este tipo de rocas se encuentra al SW de San Fernando y se trata de rocas ígneas intrusivas que actualmente se encuentran inactivas.

Geología Histórica y Tectónica

La Cuenca de Burgos donde se encuentra el Área Contractual Benavides-Primavera, es de edad Terciaria, y está constituida de un potente espesor de sedimentos que se extienden a lo largo de la Planicie Costera del golfo de México, quedando enmarcada por accidente tectónicos estrechamente relacionados con la formación de los pliegues de la Sierra Madre Oriental y los levantamientos de las Sierras de San Carlos y Crusillas así como de la parte Norte de la Provincia Sierra Tamaulipeca.

Hacia finales del período Cretácico y principios del Terciario la Orogenia Laramide alcanzó su máximo desarrollo, poniendo fin a la depositación Cretácica, elevando, plegando y afallando los grandes depósitos de Geosinclinal Mexicano. Simultáneamente a los plegamientos se origina un marcado hundimiento hacia el Oriente, iniciándose así una franca regresión marina que dio lugar a la gran depositación Terciaria.

Junto con los movimientos orogénicos Laramídicos principales se verifican otros de menor importancia, ocasionados por compactaciones diferenciales y reajustes de la propia cuenca, lo cual ocasiona suaves pulsaciones en los fondos marinos y fluctuaciones de las líneas de costa, dando por resultado interdigitaciones notables en los medios de sedimento. Los diferentes ciclos de depósitos fueron interrumpidos varias veces durante la Era Cenozoica y continuados con mayor intensidad, lo cual

origino la formación de marcadas discordancias, así como un complejo patrón de depósitos.

Aparentemente fue durante el Mioceno, cuando cesó la actividad tectónica, ya que no se han observado pliegues de importancia, que solo cubren discordantemente a la serie de bloques de falla y pliegues del Oligoceno.

La Cuenca está formada por sedimentos del Paleoceno al Reciente y las formaciones se encuentran expuestas a manera de franjas, orientadas con un rumbo general NNW-SSE, dispuestas de manera que las capas más antiguas yacen en la porción occidental, siendo más jóvenes hacia el oriente y notándose un marcado engrosamiento de los sedimentos en esa misma dirección. La sedimentación se efectuó en un mar eminentemente regresivo cuyas costas, con ligeras variantes, se fueron desplazando hacia el oriente.

Litológicamente, los depósitos están representados por una alteración de lutitas y arenas (

Figura 14), las cuales varían en su composición de acuerdo a las condiciones ambientales de depósito, ya que el mar de aquella época se retiraba paulatinamente hacia el oriente y tuvo una serie de transgresiones y regresiones que dieron origen a diversos depósitos clásticos, principalmente areno-arcillosos de origen deltáico o de barras (Oligoceno) y por supuesto marino somero (Epinerítico).

Una gran porción de la zona del Terciario se encuentra cubierta por depósitos recientes, impidiendo y dificultando el estudio de la geología superficial en forma creciente, es decir, se hace más compleja a medida que se acerca hacia la costa del golfo de México. De tal forma se ha observado que la acumulación sedimentaria fue proporcional a la depresión del Geosinclinal del Golfo, originándose depósitos de facies transicionales.

Se presenta una máxima aportación de sedimentos en una época de hundimiento lento, o bien durante la existencia de una plataforma estable. La acumulación sedimentaria fue menor con respecto a la depresión, por lo tanto, los sedimentos fueron alojados en zonas más profundas.

Los movimientos tectónicos actuaron moderadamente durante la depositación de los sedimentos terciarios, registrándose un máximo levantamiento a fines del Oligoceno, originándose que los sedimentos del Mioceno traslaparan a los depósitos del Viscksburg.

Todas las formaciones del Terciario tienen un echado regional predominante hacia el oriente, con deformaciones suaves formando terrazas estructurales y pequeños anticlinales orientados NNW a SSE sensiblemente paralelas a los ejes de los plegamientos de la Sierra Madre, indicándose que los esfuerzos deformantes provienen del W y SW y otros como consecuencia de esfuerzos deformantes hacia el Sur.

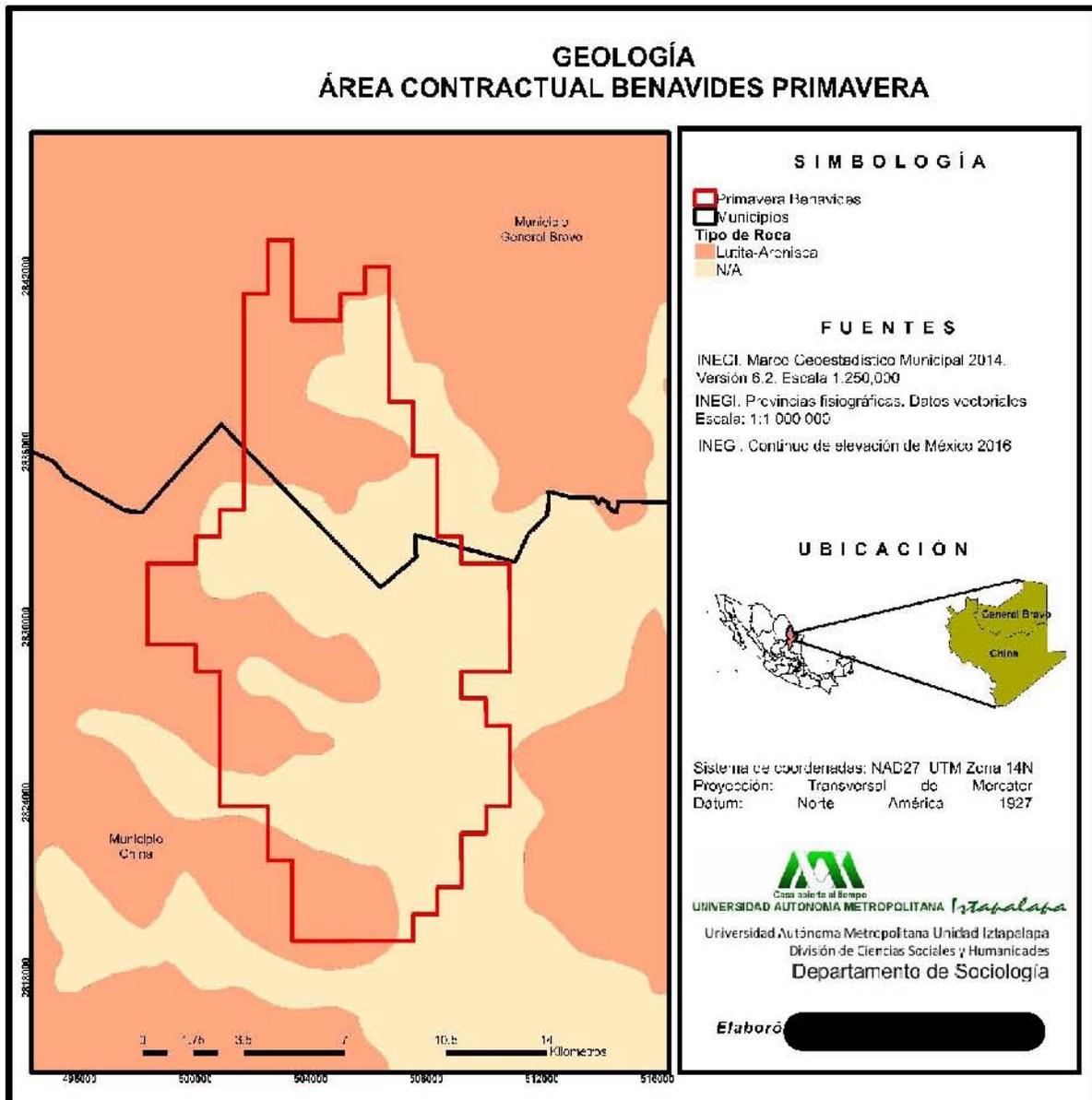


Figura 14. Geología del Área Contractual Benavides-Primavera.

En la faja de formaciones Eocénicas se han observado por geología superficial los anticlinales de la Presa Zacate, Aldama, Ocho, Pescada, Roma y Rancherías, así como el complejo estructuras de Vaquerías. Hacia el subsuelo los datos de geología y sismología indican depresiones por fallas normales o irregularidades del piso marino durante su depositación, o bien fallas de tiempo durante tiempos del Oligoceno.

Finalmente, durante el periodo del 7 de octubre de 2013 al 18 de marzo de 2014 se han reportado más de 100 sismos ($2.8 \leq M_c \leq 4.5$) por el Servicio Sismológico Nacional (SSN), los cuales han sido ubicados entre las ciudades de Cadereyta, China y General Terán-Montemorelos en el estado de Nuevo León. Los terremotos intraplaca que se originan al interior de los continentes son raros si se compara la tasa de ocurrencia de los sismos en regiones de límites de placas (p.e. costa del Pacífico mexicano), debido a que sus desplazamientos son muy lentos. Sin embargo, en regiones donde hubo actividad tectónica en el pasado geológico, como es el caso de la Sierra Madre Oriental y la Planicie Costera del golfo Norte, es común que se puedan generar sismos asociados a fallas pre-existentes (Figura 15; Montalvo *et al.*, 2014).

7.1.2.2 Clima y meteorología

7.1.2.2.1 Clima

De acuerdo a la capa de climas de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad 1:1000000 (CONABIO, 2001), el Área Contractual Benavides-Primavera, presenta tres tipos de clima: BSo(h')(x'), BS1(h')w y BS1(h')(x') (Figura 16).

BSo(h')(x'), arido, calido, temperatura media anual mayor de 22°C, y temperatura del mes mas frío mayor de 18°C, con lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.

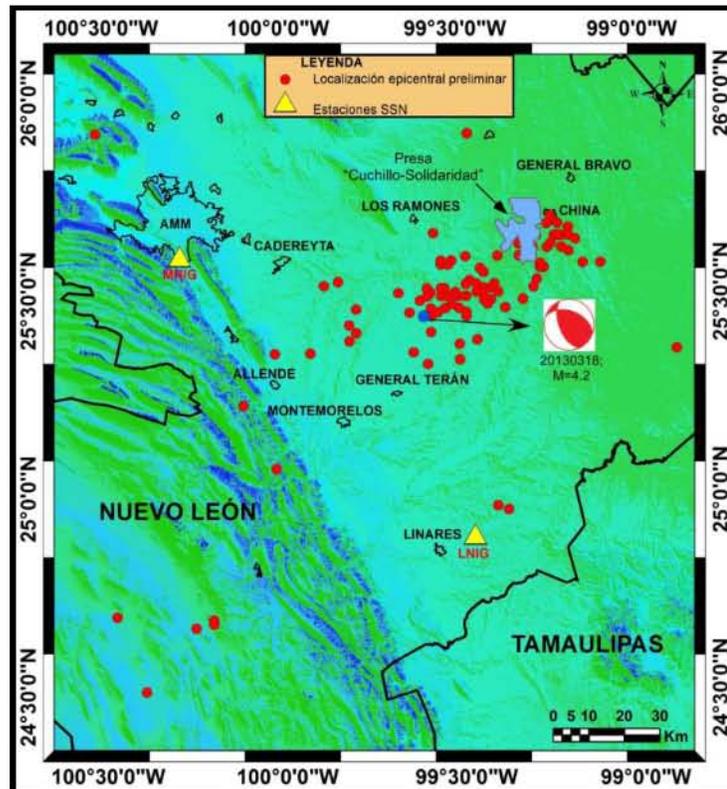


Figura 15. Distribución de la sismicidad en el estado de Nuevo León.

Los círculos rojos indican las localizaciones epicentrales proporcionadas por el SSN. Los triángulos en color amarillo la ubicación de las estaciones LNIG y MNIG en terrenos de la UANL. Además, se muestra el mecanismo focal propuesto por el SSN para el sismo del 18/03/2014 (MW = 4.2).

BS1(h')w, semiarido calido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes mas frío mayor de 18°C, con lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

BS1(h')(x'), semiarido, calido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes mas frío mayor de 18°C, con lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.

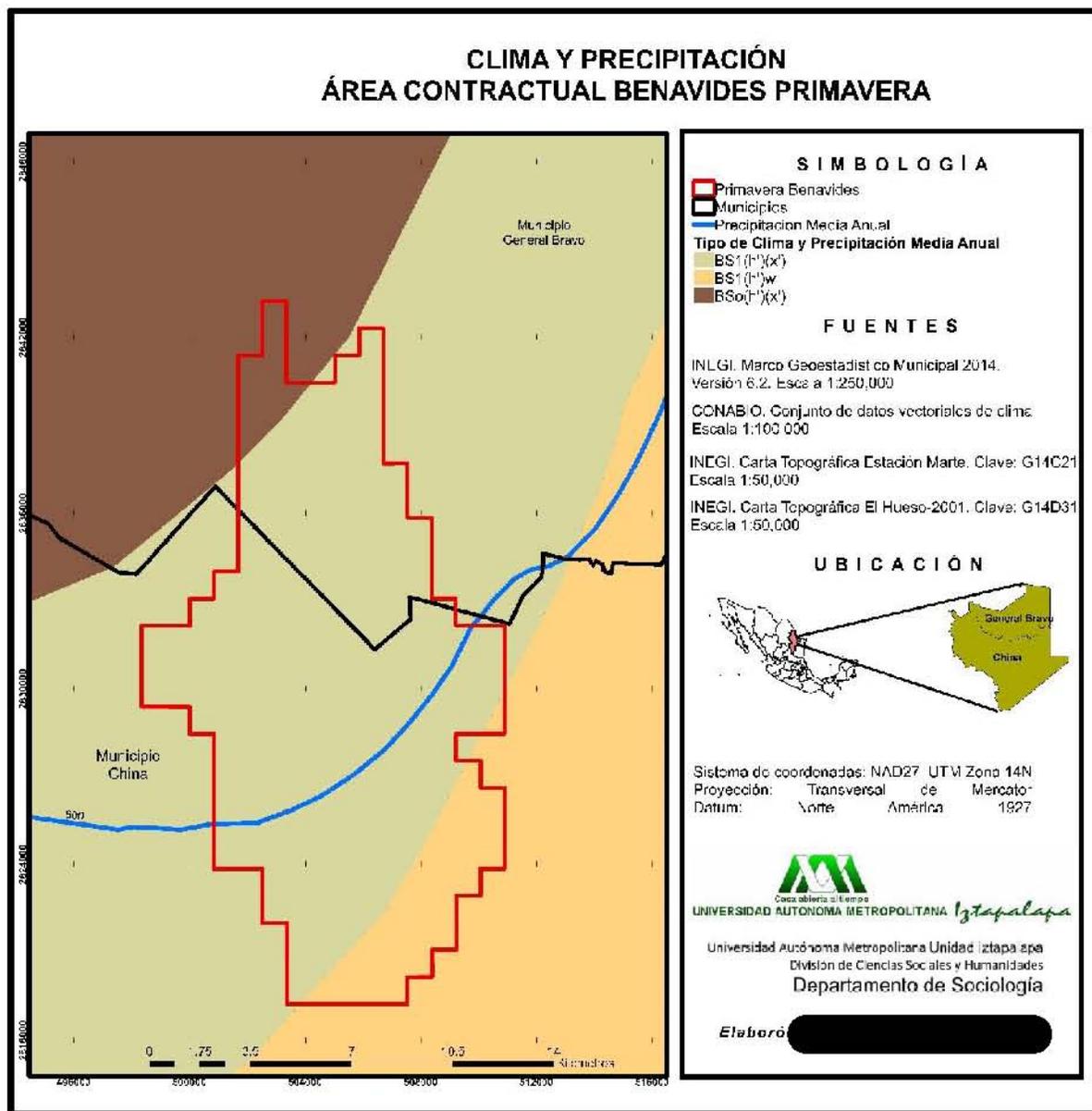


Figura 16. Clima del Área Contractual Benavides-Primavera.

7.1.2.2.1 Temperatura media anual y mensual

La temperatura promedio reportada para el Área Contractual Benavides-Primavera, según La Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, que se localiza en las coordenadas 25°43'59" de Latitud (N) y 99°19'14" de Longitud (O), a una Altitud: 134 m.s.n.m., presenta mínimos de 12.9 °C y máximos de 41.9 °C. Los promedios mensuales máximos y mínimos se muestran en la Tabla 9 y la Figura 17.

La temperatura promedio anual registrada por la estación meteorológica 19016 El Cuchillo, localizada en las coordenadas 25°43'05" de Latitud (N) y 99°15'21" de Longitud (O), a una Altitud: 145 m.s.n.m., es de 23.4 °C anuales.

Tabla 9. Temperatura (°C) promedio mensual registrada para el Área Contractual Benavides-Primavera.

	Promedio (°C)	Mínima (°C)	Máxima (°C)
Agosto	29.27	20.9	41.9
Septiembre	28.03	18.3	39.9
Octubre	25.42	12.9	36.0

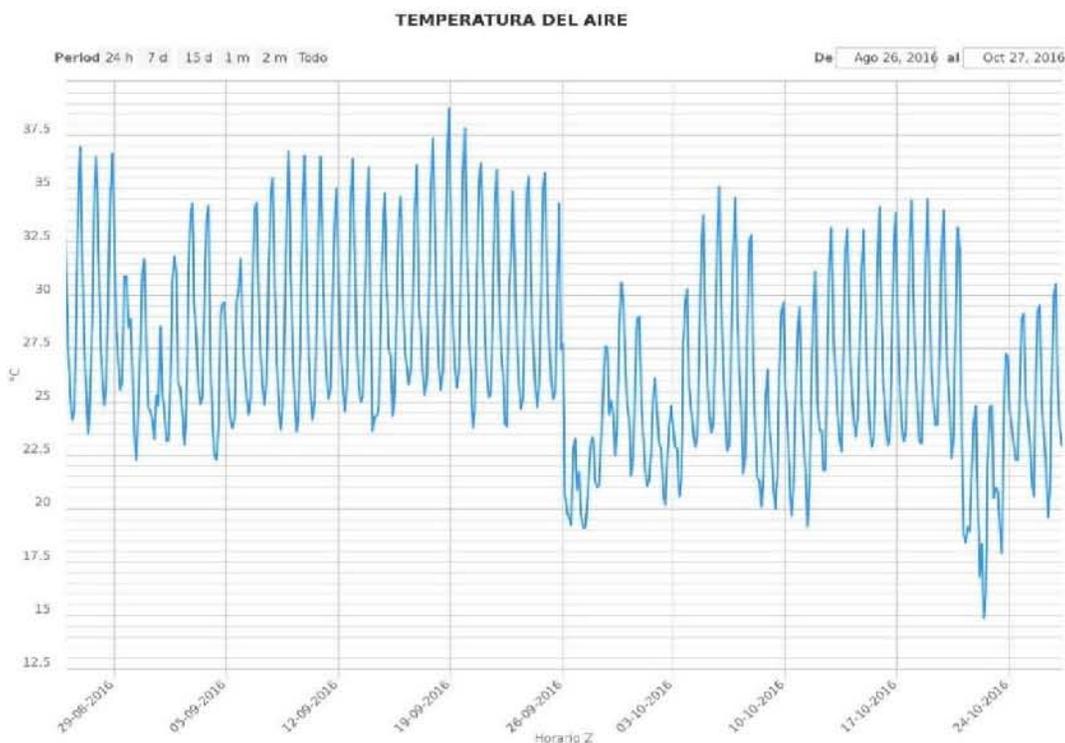


Figura 17. Promedio de la temperatura (°C) registrada en la Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, Nuevo León.

7.1.2.2.2 Precipitación media anual y mensual

La precipitación promedio reportada para el Área Contractual Benavides-Primavera, según La Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, que se localiza en las coordenadas 25°43'59" de Latitud (N) y 99°19'14" de Longitud (O), a una Altitud: 134 m.s.n.m., presenta mínimos de 0 mm y máximos de 6.6 mm. Los promedios mensuales máximos y mínimos se muestran en la Tabla 10 y la Figura 18).

La precipitación promedio anual registrada por la estación meteorológica 19016 El Cuchillo, localizada en las coordenadas 25°43'05" de Latitud (N) y 99°15'21" de Longitud (O), a una Altitud: 145 m.s.n.m., es de 564.0 mm anuales.

Tabla 10. Precipitación (mm) promedio mensual registrada para el Área Contractual Benavides-Primavera.

	Promedio (mm)	Mínima (mm)	Máxima (mm)
Agosto	0.00517	0	0.8
Septiembre	0.00028	0	0.5
Octubre	0.01126	0	6.6

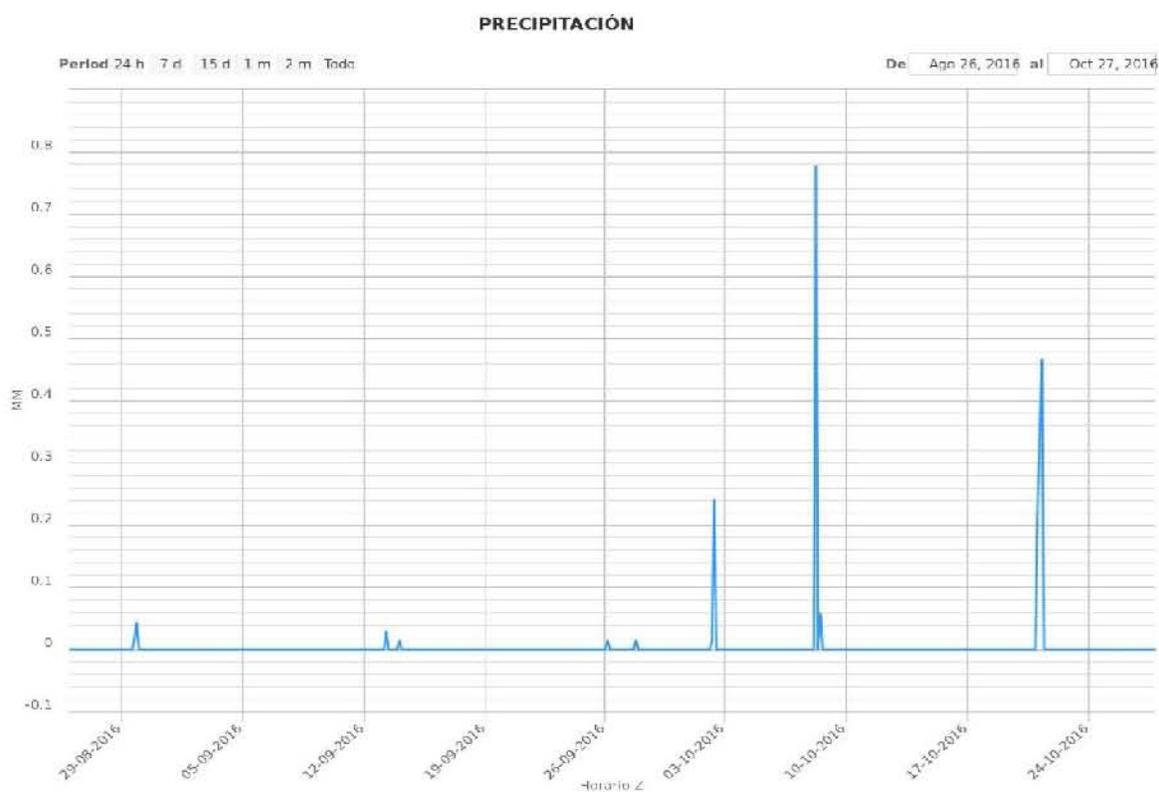


Figura 18. Promedio de la precipitación (mm) registrada en la Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, Nuevo León.

7.1.2.2.3 Eventos extremos

2008 Tormenta tropical Dolly. Se intensificó y convirtió en huracán categoría II de la escala Saffir-Simpson, impactando el 23 de julio en el Sur de la Isla del Padre, Texas. Posteriormente cruzó hacia Nuevo Laredo Tamaulipas, y atravesó el norte de los estados de Nuevo León y Coahuila.

En Nuevo León provocó vientos máximos sostenidos de 65 km/h y rachas de 85 km/h, además de cubrir con bandas nubosas y fuertes lluvias en gran parte del estado.

2010 Ciclón Alex. Se desarrolló a huracán mientras se desplazaba sobre el Noroeste del Golfo de México, y a huracán de categoría II de la escala Saffir-Simpson al acercarse a la costa Noreste del país, misma fuerza con la que tocó tierra en la costa Norte de Tamaulipas el día 30 de junio, lo que provocó gran cantidad de lluvia sobre los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila.

A pesar de que el estado de Nuevo León presentó una gran cantidad de lluvias, los máximos se presentaron en la parte Oeste del estado, en la zona cercana al municipio Juárez.

2010 Depresión tropical DOS del Océano Atlántico (DT-2 del Atlántico), estuvo asociada con una amplia circulación cuyas bandas nubosas se extendieron sobre los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí, originando precipitaciones importantes que agudizaron los daños causados por el huracán "Alex".

Los reportes de lluvia máxima puntual en 24 horas en Nuevo León, fueron 102.9 mm.

2010 Tormenta tropical Hermine. Fue la 8va tormenta tropical de la temporada, favoreció daños a la altura del Río Grande, así como lluvias intensas en Tamaulipas, Tabasco, Campeche, Oaxaca, Nuevo León, Puebla y San Luis Potosí.

2011 Tormenta Tropical Don. No hubo impacto directo en tierras mexicanas, sin embargo, impactó por el Sureste de Texas, EUA., el 29 de julio, extendiendo sus efectos como una baja presión remanente hacia los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila.

- 2013** Depresión tropical Ingrid. Inicialmente con categoría de huracán, afectó los límites de Tamaulipas con Nuevo León, aumentando las lluvias en esta zona.
- 2014** Tormenta tropical Dolly. Tocó tierra al noreste de Horconcos, Veracruz. Se desplazó y se debilitó a una baja presión con vientos máximos sostenidos de 45 km/h y rachas de 65 km/h, hasta llegar a los límites entre Tamaulipas y Nuevo León, donde se disipó. Aunque hubo aumento de lluvias, las máximas se presentaron en Veracruz y Tamaulipas.

7.1.2.2.4 Evaporación media anual

La evaporación media anual registrada por la estación meteorológica 19016 El Cuchillo, localizada en las coordenadas 25°43'05" de Latitud (N) y 99°15'21" de Longitud (O), a una Altitud: 145 m.s.n.m., es de 2,258.0 mm anuales.

7.1.2.2.5 Vientos: Dominantes, Rapidez y Dirección

La rapidez del viento promedio reportada para el Área Contractual Benavides-Primavera, según La Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, que se localiza en las coordenadas 25°43'59" de Latitud (N) y 99°19'14" de Longitud (O), a una Altitud: 134 m s.n.m., presenta mínimos de 0 km/hr y máximos de 30.4 km/hr. Los promedios mensuales máximos y mínimos se muestran en la Tabla 11 y la Figura 19.

Tabla 11. Rapidez del viento (km/hr) promedio mensual registrada para el Área Contractual Benavides-Primavera.

	Promedio	Mínima	Máxima
Agosto	3.24	0	28.8
Septiembre	10.45	0	30.4
Octubre	7.77	0	29.9

La dirección del viento promedio reportada para el Área Contractual Benavides-Primavera, según La Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, que se localiza en las coordenadas 25°43'59" de Latitud (N) y 99°19'14" de Longitud (O), a una Altitud: 134 m.s.n.m., presenta mínimos de 0 grados y máximos de 360 grados. Los promedios mensuales máximos y mínimos se muestran en la Tabla 12 y la Figura 20.

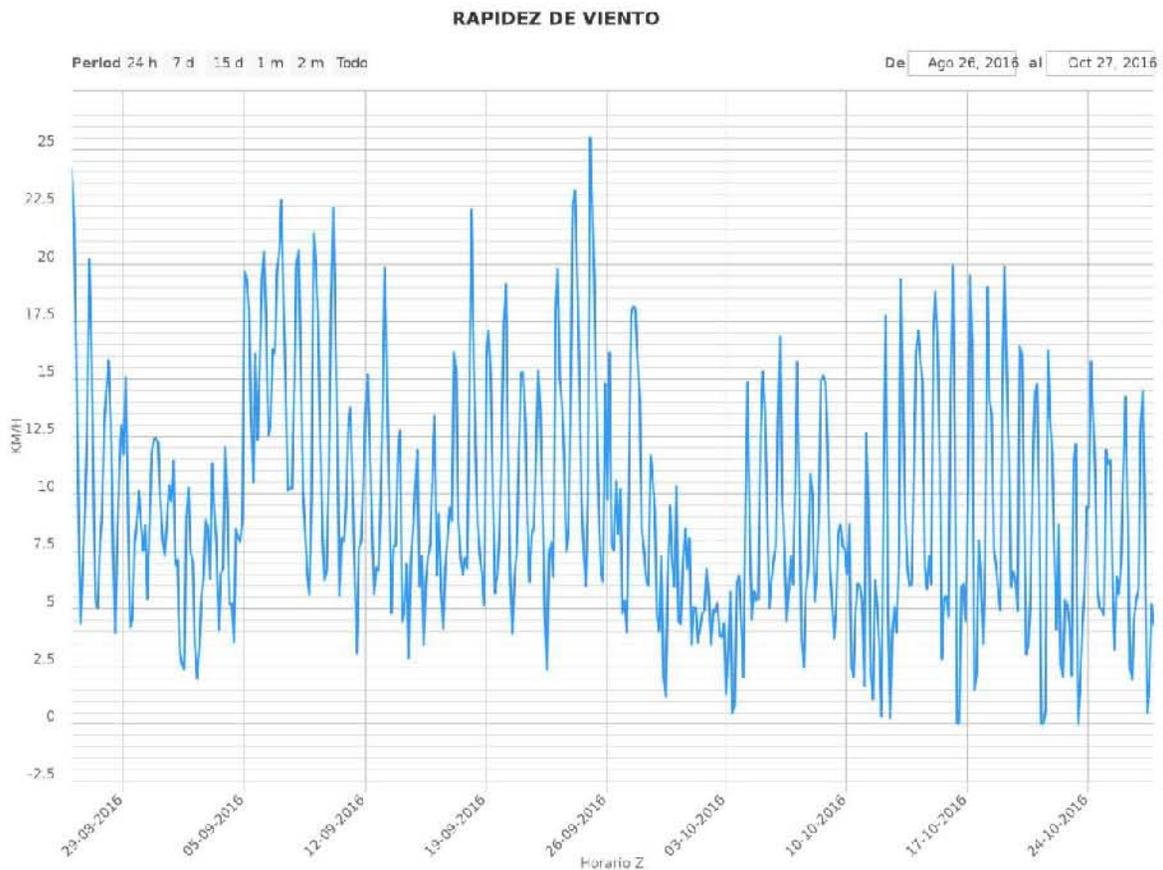


Figura 19. Rapidez del viento (km/hr) registrada en la Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, Nuevo León.

Tabla 12. Dirección del viento (grados) promedio mensual registrada para el Área Contractual Benavides-Primavera.

	Promedio	Mínima	Máxima
Agosto	208.63	0	360
Septiembre	155.54	0	360
Octubre	173.53	0	360



Figura 20. Dirección del viento (grados) registrada en la Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, Nuevo León.

7.1.2.2.6 Presión atmosférica

La presión atmosférica promedio reportada para el Área Contractual Benavides-Primavera, según La Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, que se localiza en las coordenadas 25°43'59" de Latitud (N) y 99°19'14" de Longitud (O), a

una Altitud: 134 m.s.n.m., presenta mínimos de 987.8 y máximos de 1008. Los promedios mensuales máximos y mínimos se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Presión atmosférica (milibares) promedio mensual registrada para el Área Contractual Benavides-Primavera.

	Promedio	Mínima	Máxima
Agosto	995.79	987.8	1002
Septiembre	997.44	991.3	1005.1
Octubre	998.39	988.8	1008

7.1.2.3 Hidrología superficial y subterránea

Hidrología superficial

El Área Contractual Benavides-Primavera se encuentra dentro de la Cuenca hidrológica Río Bravo-San Juan. El principal río que atraviesa el Área Contractual Benavides-Primavera es el Río San Lorenzo (Figura 21). El río San Juan (el más importante del estado), segundo afluente de importancia del río Bravo. Tiene como cuencas subcuencas intermedias: presa Marte R. Gómez, río San Juan, río Pesquería, río Salinas, río San Miguel, río Monterrey, río Ramos y río Pilón. El primer afluente importante es el río Salinas, que vienen de Coahuila, penetra en el municipio de Mina con dirección oeste-este atraviesa municipios de Mina y con dirección oeste-este atraviesa municipios de la zona centro-periférica al norte de Monterrey, hasta el río Pesquería. Este río intermitente sólo lleva caudales importantes en época de lluvias, recibiendo afluentes de escaso escurrimiento como son los arroyos Gomas y Picachos. El río Pesquería, atraviesa los municipios de García, Escobedo, Apodaca, Pesquería, Ramones, Los Herreras y lleva sus aguas al San Juan, los límites de China y Los Aldamas. Este río recibe, por margen derecha los arroyos Topo Chico y Ayancual; por margen izquierda recibe al Salinas y arroyos como el Ramos y Mojarra. El río Santa Catarina nace en la sierra de San José, cerca de los límites de Coahuila. Atraviesa parte de los municipios de Santiago, Santa Catarina, San Pedro, Monterrey, Guadalupe, Juárez y Cadereyta.

El río San Juan se origina en el arroyo La Chueca, dentro del Valle de Huajuco (sureste de Monterrey). Al recibir otros afluentes, fluye a la presa La Boca y sale a la llanura con el nombre de San Juan Pesquería. Por margen derecha recibe a los ríos Ramos, Garrapatas, Pílon y Mohinos. Desemboca en la presa Marte R. Gómez en el estado de Tamaulipas. El río Ramos nace en la sierra de La Cebolla, dentro de la gran Sierra Madre Oriental. Sus principales afluentes son los ríos Atongo y Blanquillo, atraviesa áreas de Allende, Montemorelos y Cadereyta para unirse al San Juan. El arroyo Garrapatas es otro afluente importante dentro de la región citrícola. Desemboca en el San Juan, al norte del municipio de General Terán. El río Pílon se forma en la confluencia del río Casillas y el Santa Rosa en el interior de la Sierra Madre, dentro de los municipios de Galeana y Rayones, baja a la llanura del sureste (región citrícola), atravesando los municipios de Montemorelos y General Terán hasta desembocar en el San Juan después de recibir agua de pequeños arroyos como el Juliana y Encadenado. Otro afluente del San Juan es el arroyo Mohinos, que sigue la misma dirección que el Pílon en la banda sur.

Almacenamientos.- Dentro de la región hidrológica “Río Bravo”, se han localizado cinco almacenamientos, entre los que sobresalen la presa Rodrigo Gómez (La Boca), que es el mayor embalse del estado. Su capacidad es de 40'000,000 m³. Sigue en orden de importancia, dentro de la región y del estado, la presa Agualeguas, con una capacidad total de 9'800,000 m³. El resto de los embalses son de alrededor de 1'000,000 m³. También en este río se construyó la presa “El Cuchillo” en el municipio de China, almacenando alrededor de 1,200 millones de m³ aproximadamente.

Infraestructura de agua potable.- El sistema hidráulico del estado de Nuevo León para el abastecimiento de agua potable está integrado por presas y acueductos.

En el estado existen tres presas principales que abastecen de agua potable a la zona conurbada de Monterrey: la presa El Cuchillo, en el municipio de China tienen

una capacidad de 1,123 millones de m³ y la presa Rodrigo Gómez (La Boca) en el municipio de Santiago, tiene una capacidad de 39.5 millones de m³ para un total de 1,462.5 millones de m³.

Existen nueve acueductos con diferentes diámetros: los acueductos San Roque-Cadereyta, Monterrey-García y el Cuchillo-Los Aldama tiene 18" de diámetro; un acueducto El cuchillo-Los Aldama tiene 24" de diámetro; el acueducto Mina-Monterrey tiene 36" de diámetro; los acueductos San Francisco-Monterrey y Huasteca – Monterrey tiene 48" de diámetro; otro acueducto Mina – Monterrey tiene 54" de diámetro; y los acueductos Cerro Prieto – Monterrey y El Cuchillo – Monterrey tiene 84" de diámetro. Además, existe un anillo de transferencia de 70 km de longitud con 48" y 60" de diámetro que semi-rodea a la zona conurbada de Monterrey en su parte norte y oriente. Tanto las presas como los acueductos se encuentran en buen estado y se les proporciona mantenimiento continuo.

Infraestructura de aguas residuales.- Nuevo León cuenta con 30 plantas de tratamiento de aguas residuales en el 2006 con una capacidad total de tratamiento de 19,221 litros por segundo en Montmorelos, San Rafael de Galeana y Rayones, así como otra planta en China.

En la zona conurbada de Monterrey existen tres plantas de tratamiento de aguas residuales con capacidad de tratamiento de 8,750 litros.

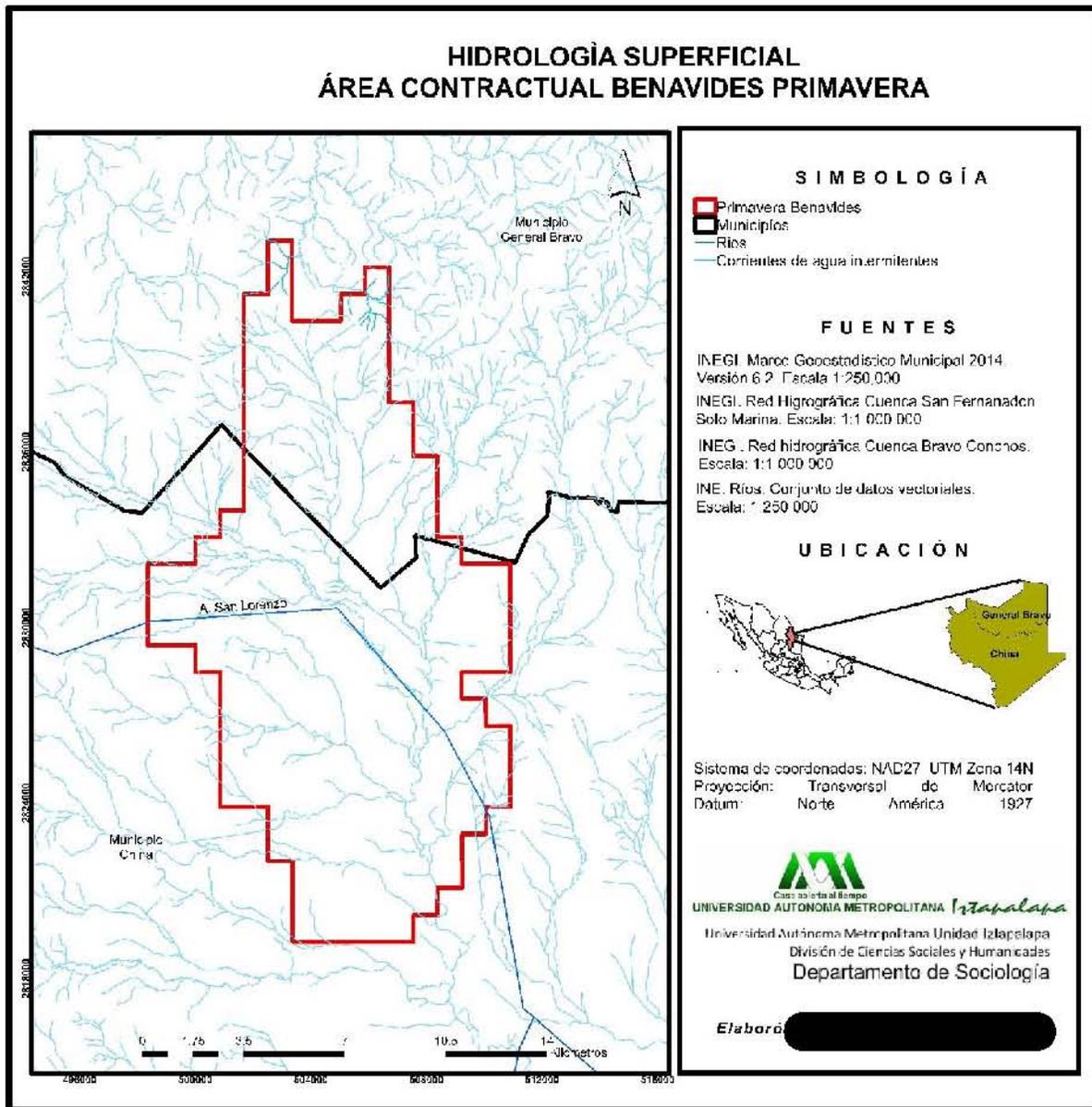


Figura 21. Hidrología Superficial del Área Contractual Benavides-Primavera.

Hidrología subterránea

El Área Contractual Benavides-Primavera se encuentra dentro del acuífero China-General Bravo con clave 1913, el cual se encuentra constituido por tres unidades hidrogeológicas: 1) la más somera que se encuentra conformada por material

granular que funciona como libre con espesores máximos de 30 metros y es de bajo a muy alto potencial geohidrológico; 2) una unidad conformada por un medio fracturado que se presenta en lutitas y areniscas fracturadas de la Formación Méndez, Midway, Wilcox, Carrizo, Big Ford y Pico Clay, que generalmente se aprovecha en conjunto con el acuífero granular cuando está subyaciéndolo y es de potencial bajo; y 3) calizas como las Formaciones Cupido y Aurora que pueden tener desde bajo a muy alto potencial geohidrológico.

La recarga del acuífero China-General Bravo, está representada por entradas verticales que provienen de filtraciones de canales y lagunas, infiltración por lluvia directa tanto en el material granular como en las sierras donde aflora el medio fracturado, y en las corrientes superficiales como el Río Santa Catarina y el Río San Juan, entre otros, y por excedentes de riego en las áreas agrícolas, es probable que también se tengan entradas horizontales provenientes de las sierras. Por otro lado, las salidas están representadas por el bombeo, por salidas horizontales hacia otros acuíferos y en menor proporción por evapotranspiración en las zonas donde el nivel estático es menor a los 5 metros de profundidad.

El acuífero granular conformado por materiales aluviales y fluviales, se caracteriza por presentar alta porosidad y elevada conductividad hidráulica en las zonas cercanas a las corrientes superficiales, donde se pueden extraer gastos hasta de 80 litros por segundo, en pozos de 25 m de profundidad. En el resto del área, fuera de las corrientes importantes de la zona, la porosidad de los sedimentos aluviales es muy baja, debido al alto contenido de arcilla, por lo que llega a funcionar como semi-confinante de la unidad de lutitas y areniscas.

La unidad del acuífero en lutitas y areniscas en general es de bajo potencial y funciona como acuífero libre donde se encuentra aflorando o donde subyace a los sedimentos aluviales en los lechos de los arroyos, mientras que donde subyace a los sedimentos aluviales arcillosos se comporta como un acuífero semi-confinado.

Las propiedades hidráulicas de esta unidad están en función del fracturamiento, que generalmente es relativamente mayor en las crestas de los anticlinales, sin embargo, en la zona la permeabilidad secundaria por fracturamiento es baja, por lo que sólo permite, como máximo, gastos no mayores a los 5 o 6 litros por segundo.

La unidad hidrogeológica en calizas de las formaciones Cupido y Aurora que en otras partes se aprovechan con gran éxito, en esta zona aún no se aprovecha, aunque es probable que esto se deba a su bajo potencial. Esta unidad generalmente funciona como un acuífero confinado. En la zona sur del anticlinal Papagayos, se perforó en el año 1974 un pozo profundo denominado Ramones número 1, con profundidad de 1,050 m, donde se perforó de 350 a 535 metros en la Formación Aurora, de 535 a 550 m en la Formación La Peña, y de 550 a 1,045 m en la Formación Cupido.

Niveles del agua subterránea

La profundidad al nivel estático en el acuífero China-General Bravo, en la medición piezométrica del año 2009, varió de 1.1 a 33 m. Debido a que la mayor parte de los pozos perforados en el medio granular se encuentra a lo largo de las corrientes superficiales, no se puede establecer una configuración generalizada de la profundidad al nivel estático, ya que los pozos con datos de profundidad se encuentran formando tres grupos. El primero es Los Ramones-Hidalgo, en el límite poniente del acuífero, donde las curvas de igual profundidad varían de 5 a 10 m, con valores puntuales mínimos de 4 m y máximos de 11.5 m. El segundo grupo se encuentra formado por Los Herrera, en la parte media norte del acuífero, al poniente del poblado. Los Herrera, donde las curvas de igual profundidad varían de 5 a 15 m, presentando valores puntuales mínimos de 5 m y máximos de 18 m.

El tercer grupo se forma en General Bravo-Doctor Coss en el límite oriental del acuífero, donde las curvas de igual profundidad varían de 5 a 15 m, con valores puntuales mínimos de 1 m y máximos de 17 m. Para el caso de la unidad en lutitas y areniscas fracturadas, las profundidades se muestran un poco más profundas con valores puntuales entre 3 y 33 m; las más someras están al sureste de Los Ramones y las más profundas al norte de la Presa El Cuchillo.

La distribución de los datos de profundidad al nivel estático en esta unidad se encuentra en la parte central del acuífero, en una franja oeste-este y se muestra en dos grupos. El primero de ellos localizado al sur-sureste de Los Ramones donde los valores de las curvas están entre 5 y 30 m de profundidad, y donde los valores de profundidad aumentan hacia el poniente. El segundo grupo se localiza al norte de la Presa El Cuchillo donde los valores de las curvas varían de 5 a 15 m, incrementándose de la presa hacia el norte. No se tiene información que indique los valores de profundidad al nivel piezométrico en el acuífero confinado en las calizas de las formaciones Cupido o Aurora.

En el medio granular las curvas de igual elevación del nivel estático varían de 100 metros sobre el nivel del mar a 230 m.s.n.m., disminuyendo en elevación, en forma general, de suroeste a noreste, siguiendo casi la misma dirección que la carretera Los Ramones-General Bravo. En forma particular, el flujo subterráneo ocurre de noroeste a sureste, de oeste a este y de suroeste a noreste, pero la tendencia general es a descargar hacia el noreste, siguiendo la dirección del Río San Juan. El flujo subterráneo muestra que la recarga se genera en toda la superficie del acuífero, pero principalmente a lo largo de las corrientes donde los sedimentos aluviales tienen una alta permeabilidad, pero particularmente, se muestra una gran recarga aguas abajo de la Presa El Cuchillo. En esta unidad de lutitas y areniscas fracturadas las curvas de igual elevación del nivel estático varían de 140 a 215 m

sobre el nivel del mar, disminuyendo en elevación de suroeste a noreste, mostrando un flujo subterráneo general en ese mismo sentido.

Las elevaciones del nivel estático de la unidad de sedimentos granulares y la de esta unidad fracturada, presentan elevaciones muy similares, por lo que se puede suponer, sobre todo donde ambas unidades funcionan como acuíferos libres, que funcionan como una sola unidad.

En el medio granular las curvas de igual evolución del nivel estático varían de -1 a 1 m en la zona de Los Ramones-Los Herrera, al este-noreste del acuífero, mientras que en la zona de China-Doctor Coss, las curvas varían de -4 a 1 m, mostrándose los valores negativos en China y Doctor Coss, mientras que los valores de cero evolución o positivos se muestran entre General Bravo y Congregación Cantú. Contrario a lo que sucede en el medio fracturado, en esta unidad se observa una evolución negativa muy cerca de la cortina de la Presa El Cuchillo, probablemente debido al cierre de compuertas de desfogue, a lo que sin duda son muy sensibles los sedimentos depositados a lo largo del Río San Juan.

Donde se observan valores de evolución ligeramente positivos, es probable que se deba a filtraciones de los canales y a los excedentes de riego. En la unidad en lutitas y arsenicas la evolución del nivel estático presenta una variación de -5 a 10 m, mostrándose los valores negativos al sur de Los Ramones, pasando transicionalmente a positivos en dirección de la Presa El Cuchillo, donde alrededor de ella, se define una curva de evolución positiva de 10 metros, lo que muestra la influencia de la recarga de esta presa sobre las lutitas y areniscas fracturadas de esta unidad acuífera.

Extracción del agua subterránea y su distribución por usos

El volumen de extracción de agua subterránea en el acuífero China-General Bravo es de 8.2 millones de metros cúbicos anuales. Predominan los volúmenes de uso agrícola, seguidos de los pozos para usos múltiples.

Balance de Agua subterránea

De acuerdo al balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero China-General Bravo es de 23.9 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde a la suma de los volúmenes que ingresan al mismo en forma de recarga vertical y entrada horizontal.

La descarga natural del acuífero China-General Bravo es de 15.7 millones de metros cúbicos anuales, que descargan a través del caudal base hacia el Río San Juan, manantiales, evapotranspiración en zonas donde el nivel del agua subterránea es somero y salidas subterráneas. El volumen de extracción de agua subterránea es de 8.2 millones de metros cúbicos anuales. El cambio de almacenamiento en el acuífero se considera nulo.

7.1.2.4 Calidad del aire

En la biosfera se encuentran interacciones en varias fases, una de ellas es la fase atmosférica, en condiciones normales el aire puro es una mezcla gaseosa compuesta por un 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno, y 1% de diferentes compuestos tales como el arón, el dióxido de carbono y el ozono. Cuando estas condiciones se ven alteradas se presenta un cambio en el equilibrio de estos

componentes, lo cual altera las propiedades físicas y químicas del aire, produciéndose lo que conocemos por contaminación atmosférica.

Bióxido de azufre (SO₂).- Importante contaminante primario. Es un gas incoloro y no inflamable, de olor fuerte e irritante. Su vida media en la atmósfera es corta, de unos 2 a 4 días. Casi la mitad vuelve a depositarse en la superficie húmeda o seca y el resto se convierte en iones sulfato.

En conjunto, más de la mitad del SO₂ que llega a la atmósfera es emitido por actividades humanas, sobre todo por la combustión de carbón y petróleo y por la metalurgia. Otra fuente muy importante es la oxidación del H₂S. En la naturaleza, es emitido en la actividad volcánica. En algunas áreas industrializadas hasta el 90% del SO₂ emitido a la atmósfera procede de las actividades humanas, aunque en los últimos años está disminuyendo su emisión en muchos lugares gracias a las medidas adoptadas.

Óxido nitroso (N₂O).- En la troposfera es inerte y su vida media es de unos 170 años. Va desapareciendo en la estratosfera en reacciones fotoquímicas que pueden tener influencia en la destrucción de la capa de ozono. También tiene efecto invernadero.

Procede fundamentalmente de emisiones naturales (procesos microbiológicos en el suelo y en los océanos) y menos de actividades agrícolas y ganaderas (alrededor del 10% del total).

Bióxido de nitrógeno (NO₂).- El bióxido de Nitrógeno forma parte de los contaminantes gaseosos que se producen como consecuencia del tráfico rodeado y de otros procesos de quema de combustibles fósiles. Su presencia en el aire contribuye a la formación y modificación de otros contaminantes del aire tales como el ozono y las partículas en suspensión, así como a la aparición de la lluvia ácida (WHO, 2003).

Óxidos de nitrógeno (NO_x).- Los óxidos de nitrógeno son el nítrico (NO), el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el óxido nitroso (N₂O).

El óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) se suelen considerar en conjunto con la denominación de NO_x. Son contaminantes primarios de mucha trascendencia en los problemas de contaminación.

El emitido en más cantidad es el óxido nítrico, pero sufre una rápida oxidación a dióxido de nitrógeno, siendo este el que predomina en la atmósfera. Los óxidos de nitrógeno tienen una vida corta y se oxidan rápidamente a nitrato (NO₃) en forma de aerosol o a ácido nítrico (HNO₃). Tiene una gran trascendencia en la formación del smog fotoquímico, del nitrato de peroxiacetilo (PAN) e influye en las reacciones de formación y destrucción del ozono, tanto troposférico como estratosférico, así como en el fenómeno de la lluvia ácida. En concentraciones altas produce daños a la salud y a las plantas y corroe tejidos y materiales diversos.

Ozono (O₃).- El ozono es una forma de oxígeno que se encuentra de manera natural en la estratosfera y que actúa como capa protectora de la Tierra frente a los efectos adversos de la radiación ultravioleta sobre la salud y el medioambiente.

En la troposfera, el ozono actúa como oxidante químico y es un componente principal del smog fotoquímico. El ozono puede afectar seriamente al sistema respiratorio humano (WHO, 2003).

Óxido de carbono (CO).- Incluyen el dióxido de carbono (CO₂) y el monóxido de carbono (CO). Los dos son contaminantes primarios.

Dióxido de carbono.- Es un gas sin color, olor ni sabor que se encuentra presente en la atmósfera de forma natural. No es tóxico. Desempeña un importante papel en el ciclo del carbono en la naturaleza y enormes cantidades, del orden de 1,012 toneladas, pasan por el ciclo natural del carbono, en el proceso de fotosíntesis.

Dada su presencia natural en la atmósfera y su falta de toxicidad, no deberíamos considerarlo una sustancia que contamina, pero se dan dos circunstancias que lo hacen un contaminante de gran importancia en la actualidad:

Es un gas que produce un importante efecto de atrapamiento del calor, el llamado efecto invernadero; y su concentración está aumentando en los últimos decenios por la quema de los combustibles fósiles y de grandes extensiones de bosques

Por estos motivos es uno de los gases que más influye en el importante problema ambiental del calentamiento global del planeta y el consiguiente cambio climático.

Monóxido de carbono (CO).- Es un gas sin color, olor ni sabor. Es un contaminante primario. Es tóxico porque envenena la sangre impidiendo el transporte de oxígeno. Se combina fuertemente con la hemoglobina de la sangre y reduce drásticamente la capacidad de la sangre de transportar oxígeno. Es responsable de la muerte de muchas personas en minas de carbón, incendios y lugares cerrados (garajes, habitaciones con braseros, etc.). Alrededor del 90% del que existe en la atmósfera se forma de manera natural, en la oxidación de metano (CH_4) en reacciones fotoquímicas. Se va eliminando por su oxidación a CO_2 .

La actividad humana lo genera en grandes cantidades siendo, después del CO_2 , el contaminante emitido en mayor cantidad a la atmósfera por causas no naturales. Procede, principalmente, de la combustión incompleta de la gasolina y el diésel en los motores de los vehículos.

Partículas suspendidas (PST).- Forman una mezcla compleja de materiales, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen, El tamaño de las partículas suspendidas varía desde 0.005 hasta 100 μm de diámetro aerodinámicos. Las partículas pueden tener un origen natural (ej. la polinización de las plantas, procesos geológicos e incendios forestales), y también antropogénico (ej. quema de combustible hasta la fertilización de campos agrícolas). Las partículas

pueden ser directamente emitidas de la fuente, las llamadas partículas primarias, o bien formarse en la atmósfera cuando en ésta reaccionan algunas sustancias (óxidos de nitrógeno óxidos de azufre, amoniaco, compuestos orgánicos, etc) siendo consideradas partículas secundarias.

7.1.2.5 Erosión

La erosión es un proceso geológico de desgaste natural de suelos, rocas y minerales expuestos en la superficie terrestre que requiere cientos o miles de años para transformar el relieve y es un factor que favorece los deslizamientos, los derrumbes, así como hundimientos (Gracia y Domínguez, 1998). Puede ser causada por procesos hídricos, eólicos, cársticos (disolución de calizas), marinos, glaciales o por la influencia humana (erosión antrópica). Las manifestaciones de la erosión natural no son apreciables a corto plazo, sino hasta que se encuentra en la fase final, cuando ya se ha perdido la mayor parte del suelo útil. Aunque siempre existe este tipo de erosión, ocurre a largo plazo. El equilibrio natural se altera y los procesos de erosión se aceleran debido a la influencia humana, como en el caso de apertura de caminos, desmonte de áreas para cultivo, silvicultura, urbanización, etc.

Erosión (Natural y Artificial)

La erosión acelerada ocurre en la región por un manejo inadecuado de recurso, principalmente en zonas agrícolas de temporal y en las laderas de pendiente moderada, debido a que cuenta con horizontes que muestran una baja o moderada estabilidad de agregados. Para el Norte de Tamaulipas, por cada 25 mm de agua que escurre superficialmente, se pierden de 300 a 400 kg/ha/año de suelo.

La erosión hídrica es un doble problema, primero por remover la porción fértil del suelo de su posición original y por otro, el hecho que los materiales particulados se depositan en los drenes, provocando problemas de azolve y necesidad de obras de mantenimiento, con una problemática creciente.

Ahora bien la intensificación de la erosión, es consecuencia de la combinación de los factores climáticos característicos de las zonas áridas, como son las oscilaciones extremas de temperatura entre el día y la noche, deforestación incontrolada para fines agropecuarios, los periodos de descanso en tiempo de siembras en las zonas agrícolas, por más de seis meses, de cubierta vegetal y por consecuencia, expuestos a la acción de los vientos que corren con una dirección SE-NW y con una intensidad de 33 a 54 km/h provocando fuerte erosión; los excesos e inadecuadas labores de mecanización tanto en riego como en temporal y la desecación de las lagunas costeras del golfo de México, donde la escasa cubierta vegetal, permite que la acción de los vientos sean lo suficientemente fuertes para provocar el desprendimiento y arrastre de partículas de suelo en áreas extensas con superficie casi uniforme y plana en suelos secos y sueltos.

Es necesario conservar el agua en el sitio donde llueve, asociado a la incorporación de prácticas de conservación de suelos y agua (cortinas rompevientos, surcado en contorno, tinas ciegas, presa de gaviones y diques, entre otros).

La erosión hídrica es un grave problema, debido a que los suelos erosionados se depositan en el fondo de drenes, azolvando y originan ensalitramiento de tierras bajo explotación. Para controlar la erosión hídrica, es reducir el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo con la colocación de los residuos de cosecha, (acolchado) realizando la labranza para captación de humedad para que la lluvia se infiltre.

Según Castillo (1998) existen seis corredores de erosión, 3 de ellos localizados en el área agrícola de riego, los cuales tienen un rumbo SE-NW, parten de la carretera 180 y convergen en la ciudad de Reynosa, Tamaulipas. Otros 3 corredores de erosión se identificaron en el área agrícola de temporal, son paralelos y tienen un rumbo SE-NW, uno de ellos coincide con el trazo de la carretera 97 y también convergen en uno solo hasta Reynosa.

Para atender el problema erosivo, se deben combinar varias acciones:

- Es conveniente mantener el nivel alto de agua en la Laguna Madre, permitiendo el flujo del mar por lugares estratégicos de la barra, a fin de evitar la evaporación gradual de la laguna, que favorece una mayor cantidad de arena al descubierto y sujeta a ser transportada por el viento tierra adentro.
- Favorecer la formación y protección de dunas en el litoral sobre áreas equidistantes a los corredores de erosión eólica, así como el fortalecimiento con pastos adaptables a suelos salinos para la protección de áreas degradadas cercanas al litoral.
- Incorporar cultivos de cobertura total, como el trigo, que al realizarse en fajas representa una extraordinaria protección al suelo ubicado entre las áreas degradadas y el inicio de los corredores de erosión.
- Aplicar dentro de los corredores de erosión la labranza de conservación, reducción de rastreos, utilización en la medida de las posibilidades de dos ciclos de siembra, mantener el mayor tiempo posible el esquilmo durante el periodo de descanso y el establecimiento de una primera etapa de cortinas rompevientos en áreas estratégicas donde se asegure su protección y mantenimiento.
- Proteger la superficie del suelo con una cubierta de residuos de cosecha, para reducir el impacto de las gotas de lluvia, además de que ayuda a conservar la humedad.
- Mantener los caminos, taludes o bordos de canales y drenes protegidos de pastos naturales para estabilizar y controlar la erosión y en consecuencia el azolvamiento de dichas obras de infraestructura hidráulica.

- La construcción de presas filtrantes con materiales vegetativos de la región, para contrarrestar la formación de cárcavas en suelos con escorrentías de mucha pendiente.

En las cárcavas previo suavizado los taludes, se debe plantar pastos permanentes y a veces se estabilizan con pequeños diques de retención.

- Formación de cinturones verdes y cortinas rompevientos protectoras a los centros poblacionales, así como labores de reforestación en los corredores de erosión identificados.

Sensibilidad a la erosión

La erosión es un proceso que sucede de forma natural y continua, los suelos son modelados superficialmente a través de los procesos de intemperismo natural del material parental y su deposición localmente o mediante su transportación, hacia otro sitio, donde la atención no debe ser puesta sobre erosión natural, sino la *erosión acelerada*, inducida por el hombre o por fenómenos naturales extraordinarios.

El detonante más importante para la erosión acelerada es la pérdida de la cobertura vegetal, causada por cambios en el uso del suelo, cambios climáticos a largo plazo o como resultado del intenso sobrepastoreo. La pérdida de la cobertura vegetal expone a los horizontes superficiales, ante la acción del viento y agua y reduce la capacidad y aptitud potencial para la producción primaria, de la vegetación natural, agricultura y ganadería.

El resultado final es una disminución en la aptitud del suelo. La erosión se manifiesta de tres formas:

- **Erosión laminar:** Es la forma más común de erosión y se presenta cuando las partículas de suelo desprotegido son desprendidas por el pisoteo del ganado, erosión eólica o impacto de gotas de lluvia y son transportadas por la escorrentía superficial hacia los sistemas hidrológicos cercanos. La erosión laminar se asocia a un descenso general del nivel de la productividad y aptitud del suelo, dejando numerosos pedestales en aquellos sitios protegidos por la masa de raíces de la vegetación remanente.
- **Erosión eólica:** Es un tipo de erosión menos común, pero su ocurrencia se presenta en lugares después de que la vegetación ha sido eliminada y se desprenden las partículas de los horizontes superficiales del suelo. Los signos tempranos de la erosión eólica comprenden la deposición de partículas de arena alrededor de plantas y micro-rugosidades sobre la superficie de las áreas expuestas. La condición extrema son las dunas, en extensos terrenos de arena con o sin estructura.
- **Erosión de cárcavas:** Este tipo de erosión es la más obvia y dramática demostración de erosión hídrica, aunque en la mayoría de las áreas es realmente menos significativa en términos de la degradación total de la tierra, en función de la superficie que puede ser afectada. La erosión de cárcavas raramente ocurre sin erosión laminar y, por el contrario, la erosión laminar es el inicio de la erosión en cárcavas. El detonante para el proceso, es la pérdida de vegetación, en áreas donde la micro-topografía recibe una escorrentía superficial concentrada durante las lluvias. La erosión en cárcavas puede ser disparada por la presencia de líneas de escorrentía natural, erosión inicial a lo largo de las marcas del "pie de vaca o terracetas de ganado", sitios destinados a bancos de material, huellas de paso de ganado, cortes y bordes de carreteras. El proceso empieza con "rills o canalillos" y termina con cárcavas de decenas de metros de profundidad.

La precipitación y el desmonte en la zona de estudio, favorece una intensa erosión, que se acentúa con el mal manejo de la tierra o uso inadecuado, donde las prácticas agropecuarias, son realizadas de forma errónea, haciendo los surcos de cultivo siguiendo el sentido de la pendiente, a lo largo de los paisajes geomorfológicos dominados por los lomeríos, de diferentes pendientes, generalmente cubiertos por los suelos de Leptosoles, Regosoles y Cambisoles, favoreciendo la continua y permanente pérdida de sus horizontes superficiales.

Actividad Erosiva Predominante

Dentro del Área Contractual Benavides-Primavera las actividades erosivas más importantes se encuentran la explotación de bancos materiales, que durante el transcurso del tiempo se han aprovechado para la construcción de las distintas vías de comunicación de la región, como son las vías de carreteras federales, estatales y las obras de PEMEX Exploración y Producción (PEP).

Estas actividades han provocado que se extienda la superficie de erosión en la zona, ya que no se cubre el suelo del área de explotación en el momento de abandonar los bancos.

Las actividades antropogénicas también han generado efectos erosivos, ya que se ha cambiado el uso del suelo en la zona, principalmente al ganadero e industrial, lo que ha dado como resultado las siguientes consecuencias:

1. Perturbación del suelo por exceso de brechas de deslinde y otros tipos de caminos de acceso.
2. Exceso de caminos vecinales.
3. Pistas aéreas.
4. Veredas y marcas sobre el terreno en forma radical y en forma rectangular que están acelerando el proceso de desertificación.

Cálculo de la erosión en el Área Contractual Benavides

Según el conjunto de datos vectoriales “Perfiles de suelos” escala 1:1000000 (INEGI, 2014), en el Área Contractual Benavides-Primavera se encuentran dos tipos de suelo (xerosol y vertisol) (

Figura 22) y tres tipos de subsuelo (lúvico, cálcico y crómico) (

Figura 23).

Debido a que la erosionabilidad del suelo (K) se obtiene mediante valores basados en el tipo de suelo, se calculó la erosión potencial en cada tipo de suelo/subsuelo dentro del área contractual. Para esto, utilizando las curvas de nivel, se estableció el punto con la altura máxima y la altura mínima, así como la distancia entre estos puntos. El resumen de estos datos se muestra en la Tabla 14.

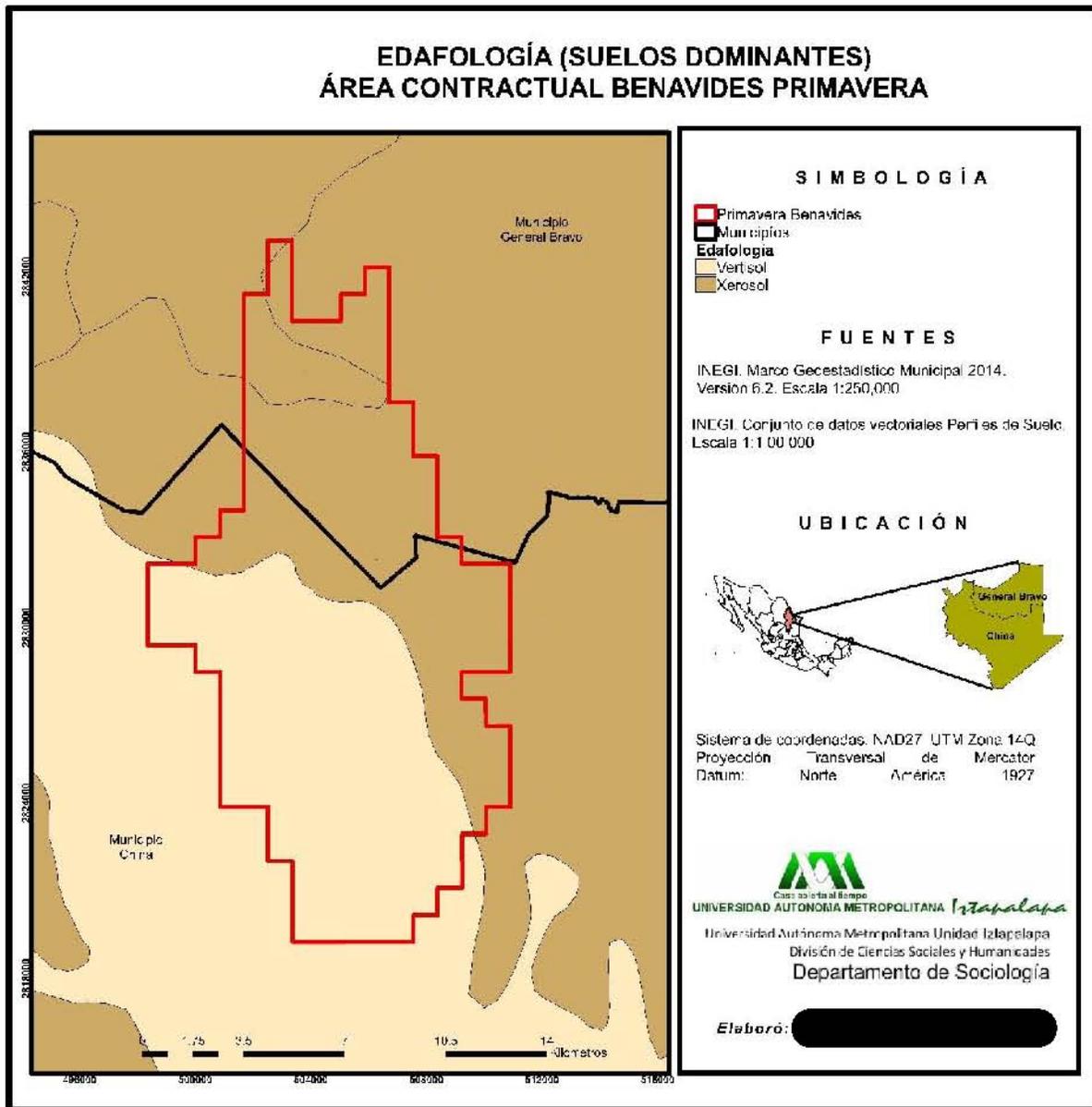


Figura 22. Tipos de suelo encontrados en el Área Contractual Benavides-Primavera.

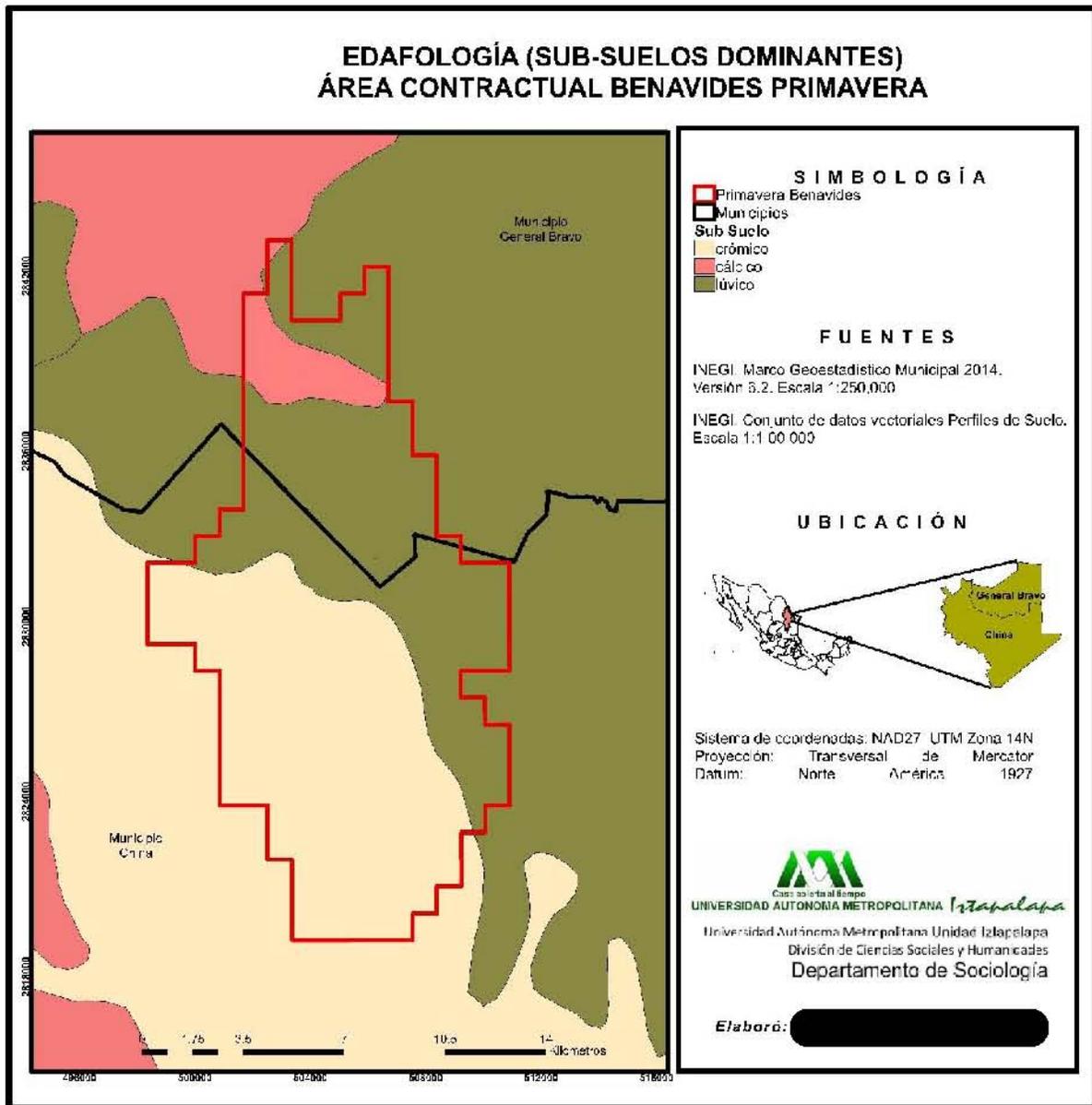


Figura 23. Tipos de subsuelo encontrados en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Tabla 14. Altura máxima, mínima y distancia entre los puntos de los tipos de suelo/subsuelo encontrados en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Benavides-Primavera							
WGS84 en decimales							
NOM_SUE1	NOM_SUB1	CLA_TEX	Altitud (m)		Long	Lat	Distancia entre puntos (metros)
Xerosol	lúvico	Media	Mínima	114	-98.903408	25.525250	
			Máxima	161	-98.942791	25.679963	
Xerosol	cálcico	Media	Mínima	129	-98.955112	25.659253	4,026.354379
			Máxima	150	-98.979413	25.688134	
Vertisol	crómico	Fina	Mínima	104	-98.917161	25.508513	13,371.968003
			Máxima	139	-99.014314	25.590991	

Para el cálculo de la **Erosividad de la lluvia (R)**, se consideró que el Área Contractual se encuentra dentro de la Región IV de erosividad, por lo cual, la erosividad de lluvia se calculó con el siguiente modelo:

$$R = 2.8559P + 0.002983P^2$$

Donde:

P = Precipitación media anual de la región.

La precipitación media anual del Área Contractual Benavides-Primavera, de acuerdo a la Estación Meteorológica 19022 General Bravo (DGE), es de 531.6 mm anuales, lo que equivale a 0.5316 m de lluvia anuales.

Sustituyendo el valor de la precipitación media anual, tenemos que la erosividad de la lluvia es para el Área Contractual Benavides-Primavera es:

$$R = 1.51903943$$

Los valores de **Erosionabilidad (K)** de los suelos/subsuelos presentes en el Área Contractual Benavides-Primavera, se enlistan en la Tabla 15.

Tabla 15. Tipos de suelo/subsuelo dominantes en el Área Contractual Benavides-Primavera, su textura y valor de erosionabilidad (K).

Suelo	Subsuelo	Textura	K
Xerosol	lúvico	Media	0.079
Xerosol	cálcico	Media	0.079
Vertisol	crómico	Fina	0.026

Para calcular la Longitud y Grado de pendiente (LS), en primer lugar, se calculó la **Pendiente media del terreno (S)** en cada uno de los tipos de suelo/subsuelo que se encuentran presentes en el Área Contractual Benavides-Primavera, se considera lo siguiente:

Xerosol lúvico

Altitud máxima (m): 161

Altitud mínima (m): 114

Longitud del terreno (m): 17,590.681089

$$S = 0.267186926$$

Xerosol cálcico

Altitud máxima (m): 150

Altitud mínima (m): 129

Longitud del terreno (m): 4,026.354379

$$S = 0.521563629$$

Vertisol crómico

Altitud máxima (m): 139

Altitud mínima (m): 104

Longitud del terreno (m): 13,371.968003

$$S = 0.261741578$$

Para calcular la **Longitud y Grado de pendiente (LS)**, se consideran los valores de la Pendiente Media del Terreno (S) obtenidos con anterioridad, y a longitud del terreno (λ):

El cálculo del Factor Longitud y Grado de pendiente (LS), de cada tipo de suelo presente en el Área Contractual Benavides-Primavera, se muestra a continuación:

Xerosol lúvico

$$S = 0.267186926$$

$$\lambda = 17,590.681089 \text{ m}$$

$$LS = 2.185325103$$

Xerosol cálcico

$$S = 0.521563629$$

$$\lambda = 4,026.354379 \text{ m}$$

$$LS = 1.218846994$$

Vertisol crómico

$$S = 00.261741578$$

$$\lambda = 13,371.968003 \text{ m}$$

$$LS = 1.898803509$$

El resumen de los datos obtenidos cuando se realizó la sustitución de los valores obtenidos en la ecuación de erosionabilidad, se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Resumen de la erosión en los distintos tipos de suelo/subsuelo en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Tipo de Suelo/Subsuelo	Erosividad de lluvia (R)	Erosionabilidad del suelo (K)	Longitud y Grado de Pendiente (LS)	Erosión potencial del suelo t/ha año
Xerosol lúvico	1.51903943	0.079	0.267186926	0.26
Xerosol cálcico	1.51903943	0.079	0.521563629	0.15
Vertisol crómico	1.51903943	0.026	0.261741578	0.07

El cálculo de la erosión potencial del suelo en el Área Contractual Benavides-Primavera, resulta en valores bajos, lo cual concuerda con la baja susceptibilidad a la erosión que presentan los suelos Xerosol y Vertisol (INEGI, 2004).

7.1.2.6 Infiltración

La infiltración es el movimiento del agua de la superficie hacia el interior del suelo. La capacidad de infiltración es la cantidad máxima de agua que un suelo puede absorber por unidad de superficie horizontal y por unidad de tiempo (Loredo-Osti *et al.*, 2007).

La capacidad de infiltración depende: 1) del estado de porosidad en la superficie del suelo; 2) del contenido de humedad del suelo al tiempo de la lluvia o del riego, y 3) de la permeabilidad del perfil. Los dos primeros factores son importantes para la rapidez de filtración del suelo (Braver *et al.*, 1980).

El Área Contractual Benavides-Primavera presenta suelo está compuesto por arcillas saturadas, las cuales tienen un grado muy bajo de permeabilidad, lo que impide que fluidos de menor densidad se filtren a mayores profundidades, y por lo tanto, son poco propensos a la dispersión y migración de los fluidos por efecto de lluvias e intemperismo.

7.1.2.7 Textura

La textura es la composición mecánica del suelo y es indicador de la relación que existe entre limo, arcilla y arena, es una característica edáfica muy importante. La textura puede modificarse a largo plazo, por la remoción selectiva de las partículas finas durante los procesos erosivos, como resultado de la mezcla del material subsuelo dentro de la capa superficial, o a través de la erosión acumulativa, la cual reduce el grosor de la capa superficial del suelo, como resultado de la depositación de sedimentos y materiales alóctonos provenientes de otras zonas. La textura tiene implicaciones en la regulación y partición del agua y en la atenuación de residuos depositados en el suelo.

De acuerdo al conjunto de datos vectoriales “Perfiles de suelos” escala 1:1000000 del INEGI, el Área Contractual Benavides-Primavera se encuentra compuesta por textura fina a media.

En cuanto al estudio de Tomografía de Resistividad Eléctrica, dentro del Área Contractual se observó que el suelo está compuesto por arcillas saturadas (con baja

permeabilidad), y solamente una pequeña parte del Área Contractual en la que se encuentra suelo Xerosol lúvico, presentó textura gravosa.

7.1.3 Medio Biótico

Diversidad del estado de Nuevo León

En el aspecto biótico, el estado de Nuevo León se localiza en la zona de transición de los dos reinos biogeográficos presentes en México, el reino Holártico al cual corresponden las comunidades naturales presentes en la sierra madre oriental, y el reino Neotropical que comprende las planicies al norte y sur del estado.

Existen dos regiones florísticas presentes en el estado de Nuevo León: la Región Mesoamericana de montaña y la Región Xerofítica Mexicana. La Región Mesoamericana de montaña presenta un notable dominio de especies herbáceas y algunos géneros como son *Quercus*, *Salvia*, *Eupatorium*, *Senecio*, *Stevia*, *Muhlenbergia*, los cuales presentan en esta región un importante centro de diversidad.

La otra región presente en el estado es la Región Xerofítica Mexicana, que incluye las grandes extensiones del norte y centro de la república que presentan un clima árido y semiárido. Esta región presenta una gran cantidad de endemismos, aproximadamente 68 géneros y dos familias (Fouquieriaceae y Crossosomataceae) exclusivas de estas zonas. A nivel específico se estima que del 50% al 75% de las especies de esta región son endémicas. Dentro de los géneros más representativos de esta región encontramos a *Agave*, *Dalea*, *Dasyllirion*, *Fouqueria*, y *Yucca*.

En cuanto a los tipos de vegetación presentes en el estado, estos corresponden en su mayoría a ambientes secos. El principal tipo de vegetación natural es el Matorral espinoso tamaulipeco, con una extensión de 11,745 km², seguido del matorral

submontano con 8,390 km² y el Matorral Desértico Micrófilo con 7,842 km², en el cuarto lugar de superficie se encuentra el Matorral Desértico Rosetófilo con una extensión de 7,378 km².

Otros tipos de vegetación importantes son los típicos encontrados en la sierra Madre Oriental como son el Bosque de Pino-Encino con 1,945 km², el Bosque de Encino-Pino con 1,257 km², el Bosque de Pino con 1,242 km² y Bosque de Encino con 1,184km². A continuación se mencionan todos los tipos de vegetación reportados para el estado y sus superficies respectivas (Tabla 17).

Tabla 17. Tipos de vegetación presentes en el estado de Nuevo León.

Tipo de vegetación	Superficie (km ²)	Tipo de vegetación	Superficie (km ²)
Matorral espinoso tamaulipeco	11,745	Pastizal Gipsófilo	346
Matorral Submontano	8,390	Pastizal Natural	250
Matorral Desértico Micrófilo	7,842	Pastizal Halófilo	208
Matorral Desértico Rosetófilo	7,378	Cuerpo de Agua Perenne interior	108
Pastizal Cultivado	7,042	Área de Riego Suspendido	84
Agricultura de Temporal	3,735	Agricultura de Temporal, Pastizal inducido	77
Mezquital	3,652	Bosque de Tascate	65
Agricultura de Riego	3,108	Agricultura de Temporal, Pastizal cultivado	60
Bosque de Pino-Encino	1,945	Bosque de Oyamel	32
Vegetación Halófila	1,461	Matorral Crasicaule	28
Chaparral	1,431	Área sin vegetación	23
Bosque de Encino-Pino	1,257	Agricultura de Riego Eventual	22
Bosque de Pino	1,242	Pastizal Cultivado, Agricultura de Temporal	17
Bosque de Encino	1,184	Pastizal Inducido, Agricultura de Temporal	13
Pastizal Inducido	825	Vegetación de Galería	8
Área Urbana	544	TOTAL	64,122

En cuanto en los tipos de vegetación presentes en el Área Contractual, los pastizales son el tipo de vegetación dominante, siendo el Pastizal Cultivado el que presenta mayor extensión (7,600 ha), seguido por la vegetación Halófila Xerófila (6,223 ha) (INEGI, 2015; Tabla 18).

Tabla 18. Tipos de vegetación y uso de suelo presentes en el área contractual Benavides-Primavera.

Tipo de vegetación y uso de suelo	Superficie (ha)
Pastizal cultivado	7,600
Vegetación halófila xerófila	6,239
Pastizal halófilo	3,025
Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	236
Pastizal inducido	169
Agricultura de temporal anual	55
Cuerpo de agua	41
Matorral espinoso tamaulipeco	13

Con respecto a la fauna, Nuevo León es el quinceavo estado con riqueza de vertebrados en México (Llorente-Bousquets, 2008). En cuanto a la diversidad de la herpetofauna, los estados norte del país presentan una riqueza considerable, aunque el caso específico del estado de Nuevo León no cuenta con una gran representatividad en los grupos de anfibios y reptiles, comparada con los demás estados en el país (Lemos-Espinal *et al.*, 2016). El registro de especies de herpetofauna dentro del estado de Nuevo León es de aproximadamente 139 (26 anuros y 113 reptiles), es decir, apenas un 11% de las especies totales para México (Nevarez-De los Reyes *et al.*, 2016).

Por otra parte, la Ornitofauna de estado de Nuevo León, de acuerdo a Contreras-Balderas *et al.* (2008), se encuentra representada por 20 órdenes, 64 familias, 238 generos y 419 especies, lo que representa el 39% de las especies reportadas para

México. El listado presentado por Lepage (2016) es el más actual, y para el estado registra un total de 485 especies.

Debido a que el Área Contractual Benavides-Primavera se encuentra en la ecoregión denominada matorral espinoso tamaulipeco (Contreras-Balderas *et al.*, 2008) y de acuerdo a los mapas de distribución, hábitos y hábitat de las especies de Nuevo León propuestos Howell y Webb (1995), se obtiene un listado potencial de 208 especies para el Área Contractual Benavides-Primavera.

En cuanto a la mastofauna, para el estado de Nuevo León se registran un total de 115 especies, las cuales se encuentran representadas en 24 familias y siete órdenes, siendo los órdenes mejor representados Rodentia, Chiroptera y Carnivora (Jímenez-Guzman, 1997). Llorente-Bousquets y Ocegueda (2008) reportan 126 especies para el estado, y el mayor número de especies se encuentran dentro del orden Rodentia y Chiroptera.

7.1.3.1 Flora y Vegetación

7.1.3.1.1 Composición florística

De las 62 especies registradas en el Área Contractual, 48 de ellas se determinaron a nivel de especie, 13 a nivel de género y una a nivel de familia, esto debido a que los organismos de estas 14 especies no presentaron los caracteres reproductivos necesarios para poder determinarlos hasta el nivel de especie. Lo anterior se justifica ya que los recorridos no se efectuaron en las etapas de floración y/o fructificación de estos organismos.

No obstante, a partir de los recorridos realizados en el área contractual se registraron 22 familias de plantas vasculares, dentro de estas familias se encontraron 48 géneros y 62 especies. A nivel de grandes grupos las más diversas

son las dicotiledóneas con 18 familias, 40 géneros y 50 especies mientras que las monocotiledóneas solo registraron cuatro familias, ocho géneros y 12 especies. No se registraron gimnospermas, helechos o plantas afines. El listado florístico de la flora del Área Contractual se presenta en la Tabla 19.

Tabla 19. Listado Florístico del Área Contractual Benavides-Primavera.

División Magnoliophyta	
Monocotiledóneas	
Familia	Nombre científico
Agavaceae	<i>Manfreda longiflora</i>
Agavaceae	<i>Yucca filifera</i>
Agavaceae	<i>Yucca treculeana</i>
Agavaceae	<i>Agave lechuguilla</i>
Bromeliaceae	<i>Hechtia glomerata</i>
Commelinaceae	<i>Tripogandra</i> sp.
Poaceae	<i>Andropogon aff virginicus</i>
Poaceae	<i>Andropogon</i> sp. 1
Poaceae	<i>Andropogon</i> sp. 2
Poaceae	<i>Cenchrus brownii</i>
Poaceae	<i>Poaceae</i> 1
Poaceae	<i>Setaria setosa</i>
Acanthaceae	<i>Melochia</i> sp.
Chenopodiaceae	<i>Atriplex acanthocarpa</i>
Chenopodiaceae	<i>Atriplex suberecta</i>
Chenopodiaceae	<i>Atriplex</i> sp.
Chenopodiaceae	<i>Monolepis nuttalliana</i>
Amaranthaceae	<i>Iresine</i> sp.
Asteraceae	<i>Baccharis wrightii</i>
Asteraceae	<i>Psilactis asteroides</i>
Asteraceae	<i>Varilla texana</i>
Asteraceae	<i>Ageratum</i> sp.
Asteraceae	<i>Encelia</i> sp.
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>

Cactaceae	<i>Opuntia leptocaulis</i>
Cactaceae	<i>Echinocactus texensis</i>
Cactaceae	<i>Echinocereus berlandieri</i>
Cactaceae	<i>Echinocereus posegeri</i>
Cactaceae	<i>Mammillaria heyderi</i> var. <i>meiacantha</i>
Cactaceae	<i>Mammillaria heyderi</i> var. <i>sphaerica</i>
Cactaceae	<i>Sclerocactus scheeri</i>
Cactaceae	<i>Stenocereus pruinosus</i>
Cactaceae	<i>Echinocereus</i> sp.
Cactaceae	<i>Sclerocactus</i> sp.
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cardiophylla</i>
Convolvulaceae	<i>Ipomoea rupicola</i>
Crassulaceae	<i>Sedum diffusum</i>
Euphorbiaceae	<i>Croton torreyanus</i>
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cathartica</i>
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>
Fabaceae	<i>Acacia rigidula</i>
Fabaceae	<i>Acacia schaffneri</i>
Fabaceae	<i>Calliandra conferta</i>
Fabaceae	<i>Ebenopsis ebano</i>
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>
Fabaceae	<i>Parkinsonia texana</i>
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>
Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i>
Malvaceae	<i>Abutilon grandifolium</i>
Malvaceae	<i>Pavonia</i> sp.
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.
Portulacaceae	<i>Talinum</i> sp.
Rhamnaceae	<i>Condalia spathulata</i>
Rhamnaceae	<i>Condalia hookeri</i>
Rhamnaceae	<i>Condalia viridis</i>
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>
Rhamnaceae	<i>Ziziphus obtusifolia</i>
Simaroubaceae	<i>Castela texana</i>
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>

Ulmaceae	<i>Celtis pallida</i>
Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i>
Zigophyllaceae	<i>Porlieria angustifolia</i>

7.1.3.1.2 Riqueza

Las familias más diversas presentes en Benavides-Primavera son Cactaceae con 11 especies, Fabaceae con ocho y Poaceae con seis (Figura 24). En cuanto a la diversidad de géneros se registraron a *Andropogon*, *Atriplex*, *Echinocereus* y *Condalia* como los géneros más diversos con tres especies cada uno. De igual forma se registraron nueve géneros con dos especies y 32 géneros con una sola especie.

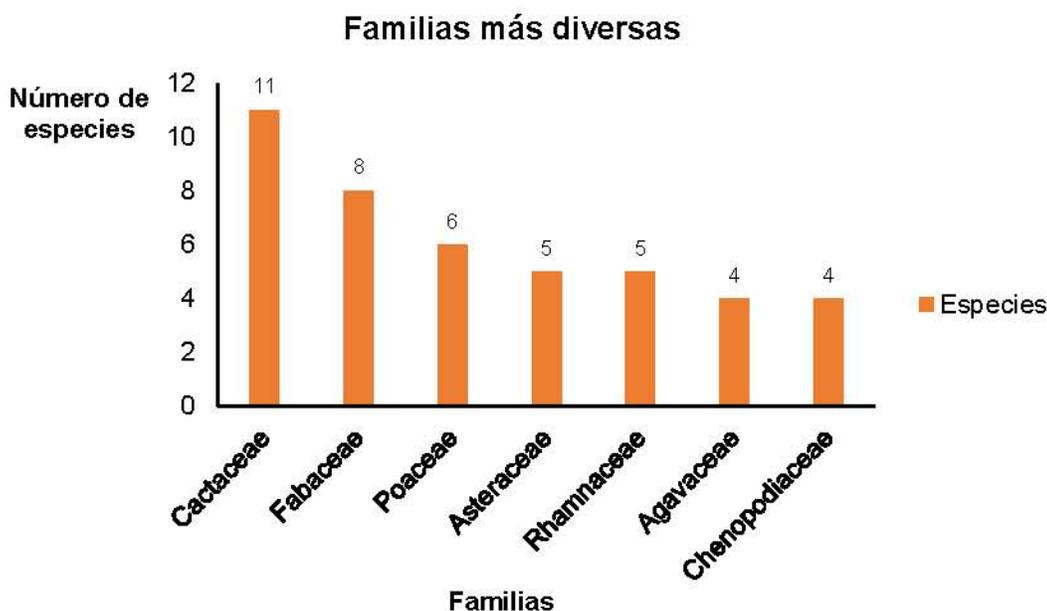


Figura 24. Familias más diversas en el área contractual Benavides-Primavera.

Especies endémicas

Después de realizar la revisión de la distribución de las especies encontradas en Benavides-Primavera se determinó su endemismo de acuerdo a la metodología

presentada en este documento, la cual se realizó tanto a nivel estatal como nacional. De acuerdo a lo anterior se encontraron únicamente dos especies endémicas de México, *Yucca filifera*, de la familia Agavaceae y *Stenocereus pruinosus*, de la familia Cactaceae (Tabla 20).

Tabla 20. Especies endémicas registradas en el área contractual Benavides-Primavera.

Familia	Especie	Endémica de Nuevo León	Endémica de México
Agavaceae	<i>Yucca filifera</i>	-	X
Cactaceae	<i>Stenocereus pruinosus</i>	-	X

Especies bajo protección

En el listado general de especies encontradas en el Área Contractual se identificaron dos especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, estas especies son *Manfreda longiflora*, de la familia Agavaceae, cuya categoría es la de especie Amenazada (A). La segunda especie es *Echinocereus poselgeri* de la familia Cactaceae, esta se encuentra bajo la categoría de Protección especial (Pr).

En cuanto a lineamientos internacionales de protección a especies en riesgo se identificaron cuatro especies bajo el estatus de “Low Concern” o Baja Preocupación (LC) en la Lista Roja de la Unión Internacional para Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). De igual forma al revisar los Apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) se encontraron enlistadas en el Apéndice II la Familia de Cactaceae, con sus respectivas excepciones. A continuación, se enumeran todas

las especies bajo alguna categoría de protección y la categoría asignada de cada una (Tabla 21).

Tabla 21. Listado de especies bajo alguna categoría de protección.

II= Apéndice II, A= Amenazada, Pr= Protección especial, LC= Baja preocupación, N/A= No aplica. NOM-059= NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	CITES	IUCN	NOM-059
Agavaceae	<i>Manfreda longiflora</i>	N/A	N/A	A
Cactaceae	<i>Echinocereus poselgeri</i>	II	LC	Pr
Cactaceae	<i>Stenocereus pruinosus</i>	II	LC	N/A
Cactaceae	<i>Mammillaria heyderi</i>	II	LC	N/A
Cactaceae	<i>Sclerocactus scheeri</i>	II	LC	N/A

Especies con algún uso local

Dentro de las especies registradas para el Área Contractual Benavides-Primavera, 21 especies cuentan con algún uso reportado, tanto en el estado como en otras localidades donde estas especies se distribuyen. A continuación, en la Tabla 22 se enlistan las especies con algún uso, así como su nombre común.

Tabla 22. Especies registradas en el área contractual Benavides-Primavera con algún tipo de uso.

Usos: Med.= Medicinal, Com.= Comestible, Forr.= Forraje, Comb.= Combustible, Orn.= Ornamental, Mad.=Maderable, Art.=Artesanal.

Familia	Nombre científico	Usos	Nombre común
Agavaceae	<i>Yucca filifera</i>	Orn., Forr., Comb., Com.	Izote
Agavaceae	<i>Yucca treculeana</i>	Com.	Izote
Agavaceae	<i>Agave lechuguilla</i>	Art.	Lechuguilla
Bromeliaceae	<i>Hechtia glomerata</i>	Com., Med.	Guapilla
Chenopodiaceae	<i>Atriplex acanthocarpa</i>	Forr.	Saladillo
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>	Com. Forr.	Nopal cuijo
Cactaceae	<i>Echinocactus texensis</i>	Com. Orn.	Manca caballo

Familia	Nombre científico	Usos	Nombre común
Cactaceae	<i>Echinocereus berlandieri</i>	Com.	Alicoche
Cactaceae	<i>Echinocereus posegeri</i>	Med., Orn.	Sacasil
Cactaceae	<i>Mammillaria heyderi</i> var. <i>meiacantha</i>	Orn.	Chilitos
Cactaceae	<i>Sclerocactus scheeri</i>	Orn.	Viznaguita ganchuda
Cactaceae	<i>Stenocereus pruinosus</i>	Orn., Med., Com., Comb.	Pitaya de mayo
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	Med., Art.	Sangregrado
Fabaceae	<i>Acacia schaffneri</i>	Comb.	Huizache chino
Fabaceae	<i>Ebenopsis ebano</i>	Comb., Mad.	Huapinole
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Orn., Comb., Mad.	Palo verde
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Comb., Mad.	Huizache
Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i>	Comb., Mad.	Huizache
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Med.	Tullidora
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Med.	Trompillo
Zigophyllaceae	<i>Portieria angustifolia</i>	Med.	Gayacán

Especies registradas como malezas

De las especies inventariadas en se reconocen como malezas a tres especies: *Atriplex suberecta*, de la familia Chenopodiaceae, *Solanum elaeagnifolium*, de la familia Solanaceae y *Verbena carolina*, de la familia Verbenaceae (Tabla 23).

Tabla 23. Listado de especies consideradas malezas. Se muestra su estatus migratorio y su nombre común.

Familia	Especie	Estatus migratorio	Nombre común
Chenopodiaceae	<i>Atriplex suberecta</i>	Exótica	Morenita
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Nativa	Trompillo
Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i>	Nativa	Ajenjo grande

7.1.3.1.3 Estructura cuantitativa de la vegetación

Se registraron 211 individuos, así como las diferentes variables estructurales para los 14 sitios de muestreo. Los sitios que registraron la mayor riqueza específica en el estrato arbóreo son BP1, BP4 y BP7 con dos especies cada uno. En contraparte, los sitios con menor riqueza de especies arbóreas son BP2, BP3, BP5, BP11, BP12, BP13 y BP14 con cero especies, debido a que no existe un estrato arbóreo en estas parcelas de muestreo (Tabla 24).

Tabla 24. Resumen estructural del estrato arbóreo y arbustivo por sitio de muestreo. S= riqueza; Am= altura promedio; COB= cobertura (m²); AB= área basal (m²).

ID-Sitio	Árboles			Arbustos		
	S	Am	COB	S	Am	COB
BP1	2	2.55	18.323	4	1.85	3.213
BP2	0	-----	-----	4	0.987	0.998
BP3	0	-----	-----	4	1.53	1.851
BP4	2	2.8	21.11	1	1.65	14.349
BP5	0	-----	-----	2	0.99	0.853
BP6	1	3.35	6.984	4	2.27	6.522
BP7	2	2.87	5.246	2	1.76	0.345
BP8	1	3.5	48.239	3	1.23	2.913
BP9	1	2.76	5.12	4	0.99	0.85
BP10	1	5	41.123	2	2.4	10.326
BP11	0	-----	-----	2	1.46	2.697
BP12	0	-----	-----	4	1.21	0.904
BP13	0	-----	-----	2	0.75	0.927
BP14	0	-----	-----	4	1.51	2.811

Para el caso del estrato arbustivo los sitios de muestreo con mayor riqueza específica son BP1, BP2, BP3, BP6, BP9, BP12 y BP14 con cuatro especies cada uno de ellos. Mientras que el sitio con menor riqueza es BP4 con una sola especie.

Asimismo, la parcela BP10 registro la altura promedio más elevada tanto en el estrato arbóreo como en el estrato arbustivo con 5 y 2.4 m respectivamente. En relación a la cobertura, el sitio de muestreo BP8 registro el valor más elevado para el estrato arbóreo con 48.239 m². Mientras que el sitio BP4 registró la mayor cobertura para el estrato arbustivo con 14.349 m².

La descripción de cada uno de los estratos en los diferentes tipos de vegetación se describe en los apartados siguientes.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo, en general, se encuentra poco desarrollado (probablemente debido a la temporada del año en que se realizó el muestreo), lo que se ve reflejado en la baja diversidad registrada, con 24 especies y 42 individuos muestreados. Cabe mencionar que tanto la riqueza específica como la densidad cambian en función del tipo de vegetación.

A continuación, se describe el estrato herbáceo de cada una de las comunidades vegetales presentes en Área Contractual Benavides-Primavera:

El estrato herbáceo de la *vegetación primaria de matorral xerófilo* registró una riqueza de 15 especies y una densidad promedio de 11 individuos/m² con una altura promedio de 0.38 m (Tabla 25). En este estrato se desarrollan especies de *Andropogon* sp., *Baccharis wrightii*, *Pavonia* sp., *Echinocactus texensis*, *Cenchrus brownii*, *Hectia* sp., *Mammillaria* sp., *Opuntia leptocaulis*, *Jatropha dioica*, *Psilactis asteroides*, *Varilla texana* y plántulas de *Prosopis laevigata*. Asimismo, es

importante mencionar que especies como *Echinocactus texensis*, *Hectia* sp., *Mammillaria* sp., se registraron únicamente en el estrato herbáceo de la vegetación primaria del matorral xerófilo.

Por otro lado, el estrato herbáceo en sitios de *vegetación secundaria derivada de matorral xerófilo* registra una densidad promedio de 21 individuos/m², una altura promedio de 0.44 m y una diversidad de 14 especies. En este estrato se desarrollan especies de *Andropogon* sp., *Ageratum* sp., *Atriplex acanthocarpa*, *Cenchrus brownii*, *Opuntia leptocaulis*, *Setaria setosa*, *Varilla texana* y plántulas de *Prosopis laevigata*.

Finalmente, el estrato herbáceo en el *pastizal cultivado* presenta la mayor densidad con 24 individuos/m², pero con la diversidad específica más baja, con únicamente tres especies: *Andropogon* sp. y plántulas de *Opuntia engelmannii* y *Prosopis laevigata*. Asimismo, la altura promedio de este estrato es de 0.46 m.

Por otro lado, la densidad de individuos por m² en el pastizal cultivado se debe principalmente a la gran abundancia de pastos presentes en esta comunidad vegetal. En contra parte, el estrato herbáceo de la vegetación primaria de matorral xerófilo se encuentra representado principalmente por cactáceas e individuos de *Varilla texana*.

Tabla 25. Valores estructurales del estrato herbáceo por tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Riqueza	No. Individuos	Densidad promedio (ind. m ²)	Intervalo de altura (m)	Altura promedio (m)
Vegetación primaria de matorral xerófilo	15	68	11	0.02-0.88	0.38
Vegetación secundaria de matorral xerófilo	14	118	21	0.11-0.77	0.44
Pastizal cultivado	3	26	24	0.3- 0.7	0.46

El número de individuos del estrato herbáceo es mayor en una etapa intermedia de la vegetación como es el caso de la vegetación secundaria derivada de matorral xerófilo, disminuyendo considerablemente en los sitios de muestreo donde se localiza vegetación primaria de matorral xerófilo. Así mismo, la mayoría de especies registradas en el estrato herbáceo corresponden a hierbas y no a plántulas de especies arbóreas o arbustivas.

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo presenta la mayor abundancia con un total de 145 individuos muestreados. Asimismo, es el estrato de mayor diversidad con un total de 20 especies (*Acacia aff rigidula*, *A. aff schaffneri*, *Atriplex*, sp., *Calliandra conferta*, *Castela texana*, *Celtis pallida*, *Condalia hookeri*, *C. viridis*, *Ebenopsis ebano*, *Encelia* sp., *Jatropha dioica*, *Karwinskia humboldtiana*, *Opuntia engelmannii*, *Parkinsonia aculeata*, *Parkinsonia texana*, *Porlieria angustifolia*, *Prosopis glandulosa*, *Prosopis laevigata*, *Yucca treculeana* y *Ziziphus obtusifolia*) y una altura promedio de 1.32 m.

El estrato arbustivo de acuerdo a la comunidad vegetal presente el Área Contractual presenta las siguientes características estructurales:

El estrato arbustivo de la vegetación primaria de matorral xerófilo registró una diversidad de 14 especies con una altura promedio de 1.50 m y una densidad de 0.428 individuos/m² (Tabla 26). En este estrato se desarrollan especies como *Calliandra conferta*, *Castela texana*, *Celtis pallida*, *Condalia hookeri*, *Condalia viridis*, *Ebenopsis ebano*, *Encelia* sp., *Karwinskia humboldtiana*, *Opuntia engelmannii*, *Porlieria angustifolia*, *Prosopis glandulosa*, *Prosopis laevigata*, *Yucca*

treculeana y *Ziziphus obtusifolia*, siendo las más conspicuas y frecuentes *Celtis pallida*, *Condalia hookeri*, *Porlieria angustifolia* y *Prosopis laevigata*. Cabe señalar que *Calliandra conferta*, *Castela texana*, *Condalia viridis*, *Ebenopsis ebano*, *Encelia* sp., *Karwinskia humboldtiana*, *Porlieria angustifolia*, *Prosopis glandulosa*, *Yucca treculeana* y *Ziziphus obtusifolia* se registraron únicamente dentro de comunidades vegetales conservadas, esta cifra representa el 50% de especies registradas para el estrato arbustivo en general.

Por otro lado, el estrato arbustivo de la vegetación secundaria derivada de matorral xerófilo registró 10 especies con una altura promedio de 1.22 m y una densidad de 0.392 individuos/m². El estrato arbustivo en esta comunidad vegetal se encuentra representado por *Acacia* aff. *schaffneri*, *A.* aff. *rigidula*, *Atriplex* sp., *Condalia hookeri*, *Jatropha dioica*, *Opuntia engelmannii*, *Parkinsonia aculeata*, *P. texana*, *Prosopis glandulosa* y *P. laevigata*, de las cuales *Jatropha dioica* es la única exclusiva al estrato arbustivo de la vegetación secundaria derivada de matorral xerófilo.

Finalmente, el estrato arbustivo del pastizal cultivado registró la menor diversidad específica con únicamente dos especies con una altura promedio de 0.75. Este estrato se encuentra representado por *Prosopis laevigata* y *Opuntia engelmannii*.

Tabla 26. Valores estructurales del estrato arbustivo por tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Riqueza	No. individuos	Densidad promedio (ind./m ²)	Cobertura promedio	Intervalo de altura (m)	Altura promedio (m)
Vegetación primaria de matorral xerófilo	14	75	0.428	39.82	0.6 – 2.2	1.5
Vegetación secundaria de matorral xerófilo	10	58	0.392	89.31	0.05 - 4	1.22
Pastizal cultivado	2	12	-----	-----	0.32 – 1.7	0.75

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo general se encuentra representado únicamente por cuatro especies con una altura promedio de 2.97 m. Asimismo, la especie dominante es *Parkinsonia texana* con un IVI de 17.44%. Sin embargo, hay que mencionar que este estrato fue nulo en ciertas parcelas de muestreo y en general presenta una baja riqueza específica.

Al representar el estrato arbóreo por tipos de vegetación se puede obtener información más detallada: para el caso de la vegetación primaria de matorral xerófilo se encuentra representado por las cuatro especies (*Parkinsonia aculeata*, *P. texana*, *Prosopis glandulosa* y *Yucca filifera*) y una altura promedio de 2.73 m. Asimismo, presenta una densidad promedio de 0.033 individuos/m² y una cobertura promedio de 45.5 m² (Tabla 27).

Por otro lado, para la vegetación derivada de matorral xerófilo se registran tres especies (*Parkinsonia aculeata*, *P. texana* y *Prosopis glandulosa*) con una altura promedio de 3.14 m. Cabe mencionar que la ausencia de *Yucca filifera* en comunidades secundarias pueda sugerir que esta especie es indicadora de comunidades conservadas dentro de la zona de proyecto. Asimismo, presenta una densidad de 0.035 individuos/m² con una cobertura de 39.099 m².

Tabla 27. Valores estructurales del estrato arbóreo por tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Riqueza	No. individuos	Densidad (ind./m ²)	Cobertura promedio (m)	Intervalo de altura (m)	Altura promedio (m)
Vegetación primaria de matorral xerófilo	4	10	0.033	45.5	2.1 - 3	2.73
Vegetación secundaria de matorral xerófilo	3	14	0.035	39.099	1.7 – 4.3	3.14
Pastizal cultivado	0	0	0	0	0	0

Finalmente, el estrato arbóreo dentro del pastizal cultivado es inexistente debido al desmonte de la vegetación nativa con la finalidad de actividades ganaderas.

7.1.3.1.4 Índice de Valor de Importancia para especies dentro del Área Contractual

A continuación, se presentan ordenados de mayor a menor los valores generales de IVI, así como los valores de Frecuencia relativa, Abundancia relativa y Dominancia relativa por especie (Tabla 28).

Con base en los IVI obtenidos, se puede observar que *Parkinsonia texana*, *Prosopis laevigata*, *P. glandulosa* y *Opuntia engelmannii* son las especies ecológicamente más importantes dentro de la zona de proyecto, con un IVI en conjunto de 61.8022, es decir, más del 50% de la importancia ecológica recae en cuatro especies. Posteriormente, se encuentran especies como *Yucca filifera*, *Parkinsonia aculeata*, *Condalia hookeri* y *Porlieria angustifolia* las cuales pueden ser consideradas con una importancia ecológica secundaria. Finalmente, se encuentra aquellas especies con valores de IVI por debajo de uno, *Atriplex* sp., *Yucca treculeana* y *Calliandra eriophylla* que presentan una importancia ecológica mínima dentro de la zona de proyecto.

Por otro lado, las especies con valores más elevados de Frecuencia relativa y Abundancia relativa son *Parkinsonia texana*, *Prosopis laevigata* y *Opuntia engelmannii*. Sin embargo, las especies con valores más elevados de Dominancia relativa son *Parkinsonia texana*, *Prosopis glandulosa* y *Yucca filifera*.

Tabla 28. Valores abundancia (AB), Altura promedio (Am), Frecuencia relativa (Fr), Abundancia relativa (ABr), Dominancia relativa (Dr) y IVI para cada especie arbórea y arbustiva dentro del área de proyecto.

Especie	AB	Am (m)	Cm (m)	Fr	ABr	Dr	IVI
<i>Parkinsonia texana</i>	19	2.01	31.264	10.41666	11.24260	40.3109	20.65674
<i>Prosopis laevigata</i>	49	1.21	1.957	14.58333	28.99408	8.18853	17.25531
<i>Prosopis glandulosa</i>	14	2.51	4.94	8.333333	8.284023	19.7787	12.13202
<i>Opuntia engelmannii</i>	23	0.71	0.793	14.58333	13.60946	7.08159	11.75813
<i>Yucca filifera</i>	3	2.1	3.2	4.16666	1.775147	15.9784	7.3067
<i>Parkinsonia aculeata</i>	8	3.17	8.464	2.08333	4.733727	4.03081	3.61595
<i>Condalia hookeri</i>	10	1.65	0.731	6.25	5.917159	0.34641	4.17119
<i>Porlieria angustifolia</i>	9	1.37	0.189	6.25	5.325443	0.23696	3.93746
<i>Celtis pallida</i>	8	1.61	0.951	2.08333	4.733727	1.00241	2.60649
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	3	1.52	2.078	4.166666	1.775147	0.66633	2.20271
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	7	1.82	0.913	2.08333	4.142011	0.10916	2.11150
<i>Acacia aff. schaffneri</i>	2	1.74	3.534	4.166666	1.183431	0.17830	1.84280
<i>Encelia sp.</i>	2	1.06	0.255	4.166666	1.183431	0.02073	1.79027
<i>Ebenopsis eban</i>	2	2.2	3.73	2.083333	1.183431	0.73322	1.33333
<i>Castela texana</i>	2	1.53	1.629	2.083333	1.183431	0.69401	1.32025
<i>Condalia viridis</i>	2	1.45	1.036	2.083333	1.183431	0.16900	1.14525
<i>Jatropha dioica</i>	2	0.47		2.083333	1.183431	0.03066	1.09914
<i>Acacia aff. rigidula</i>	1	3.4	6.832	2.083333	0.591715	0.39541	1.02348
<i>Atriplex sp.</i>	1	1.3	0.706	2.083333	0.591715	0.02665	0.90056
<i>Yucca treculeana</i>	1	1.3	1.112	2.083333	0.591715	0.01909	0.89804
<i>Calliandra eriophylla</i>	1	0.65	2.01	2.083333	0.591715	0.00255	0.89253

En la Figura 25 se puede observar únicamente tres especies con valores de IVI por arriba del 10% (*Parkinsonia texana*, *Prosopis laevigata* y *P. glandulosa*). Asimismo, se observa que la mayor cantidad de especies registradas en los muestreos tienen valores de IVI por debajo del 10%.

Por otra parte, se obtuvieron los IVI por especie dentro de la comunidad donde se desarrollan (matorral xerófilo y vegetación secundaria de matorral xerófilo) (Tabla 29). Se puede observar que dentro de la vegetación primaria de matorral xerófilo la

especie con mayor valor de IVI es *Prosopis laevigata* (18.42%), *Parkinsonia texana* (16.95%) y *Yucca filifera* (12.30%). Mientras que las especies con menor índice de importancia son *Yucca treculeana* (1.52%) y *Calliandra eriophylla* (1.51%).

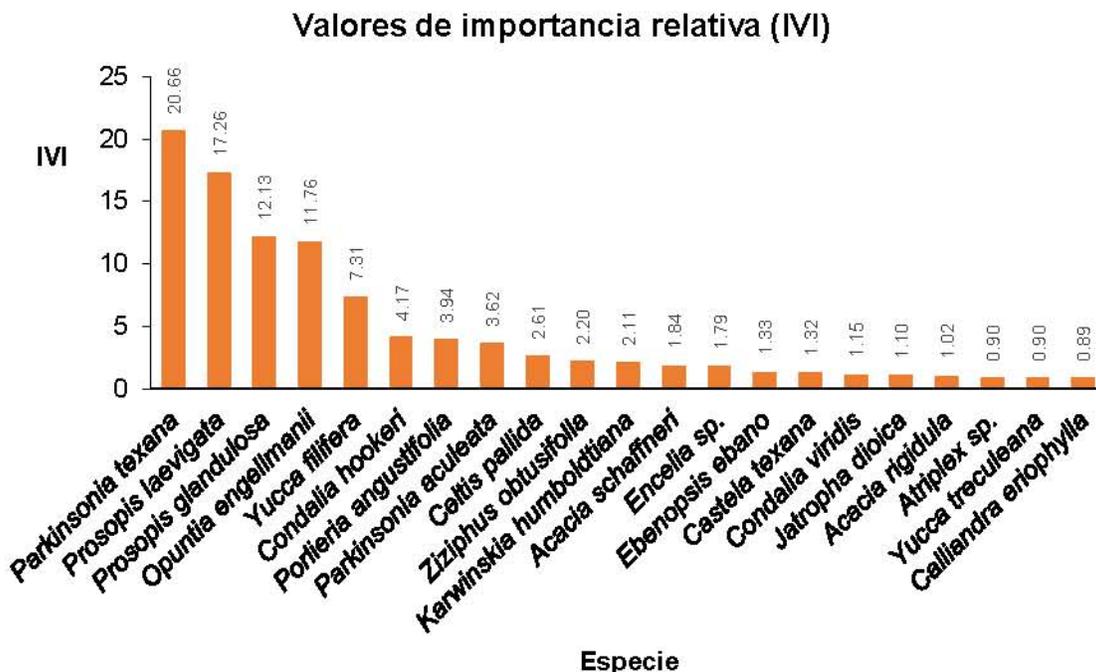


Figura 25. Valores de importancia relativa por especie a nivel general.

Tabla 29. Valores de IVI para cada especie por tipo de vegetación.

Especie	IVI 100%
<i>Prosopis laevigata</i>	18.4219967
<i>Parkinsonia texana</i>	16.95453157
<i>Yucca filifera</i>	12.30757556
<i>Portieria angustifolia</i>	7.73530831
<i>Prosopis glandulosa</i>	6.770885594
<i>Condalia hookeri</i>	5.634422181
<i>Celtis pallida</i>	4.931477388
<i>Opuntia engelmannii</i>	4.428983525
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3.988516788
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	3.830875498
<i>Encelia sp.</i>	3.037998798

Especie	IVI 100%
<i>Ebenopsis ebano</i>	2.358696087
<i>Castela texana</i>	2.334930224
<i>Parkinsonia aculeata</i>	2.208493598
<i>Condalia viridis</i>	2.016752356
<i>Yucca treculeana</i>	1.524291017
<i>Calliandra conferta</i>	1.514264794

Asimismo, en la Figura 26 se puede observar que *Prosopis laevigata*, *Parkinsonia texana* y *Yucca filifera* son las únicas especies dentro de la vegetación primaria de matorral xerófilo con valores de IVI por arriba del 10%. Un segundo grupo de especies lo forman aquellas con valores de IVI entre 2 y 8 %. En este grupo se encuentran *Porlieria angustifolia*, *Prosopis glandulosa*, *Condalia hookeri*, *Celtis pallida*, *Opuntia engelmannii*, *Karwinskia humboldtiana*, *Ziziphus obtusifolia*, *Encelia* sp., *Ebenopsis ebano*, *Castela texana* y *Parkinsonia aculeata*. Finalmente, un tercer grupo lo forman aquellas especies con un IVI menor a 2 %, entre las que se encuentran *Condalia viridis*, *Yucca treculeana* y *Calliandra eriophylla*.

Por otra parte, las especies con mayor importancia estructural en la vegetación secundaria de matorral xerófilo son *Parkinsonia texana* (26.54%), *Prosopis glandulosa* (19.60%), *Opuntia engelmannii* (16.38%) y *Prosopis laevigata* (13.95%). En contra parte las especies con bajos valores de IVI son *Jatropha dioica* (2.81%), *Condalia hookeri* (2.80%), *Acacia aff rigidula* (2.61%) y *Atriplex* sp. (2.34%) (Tabla 30).

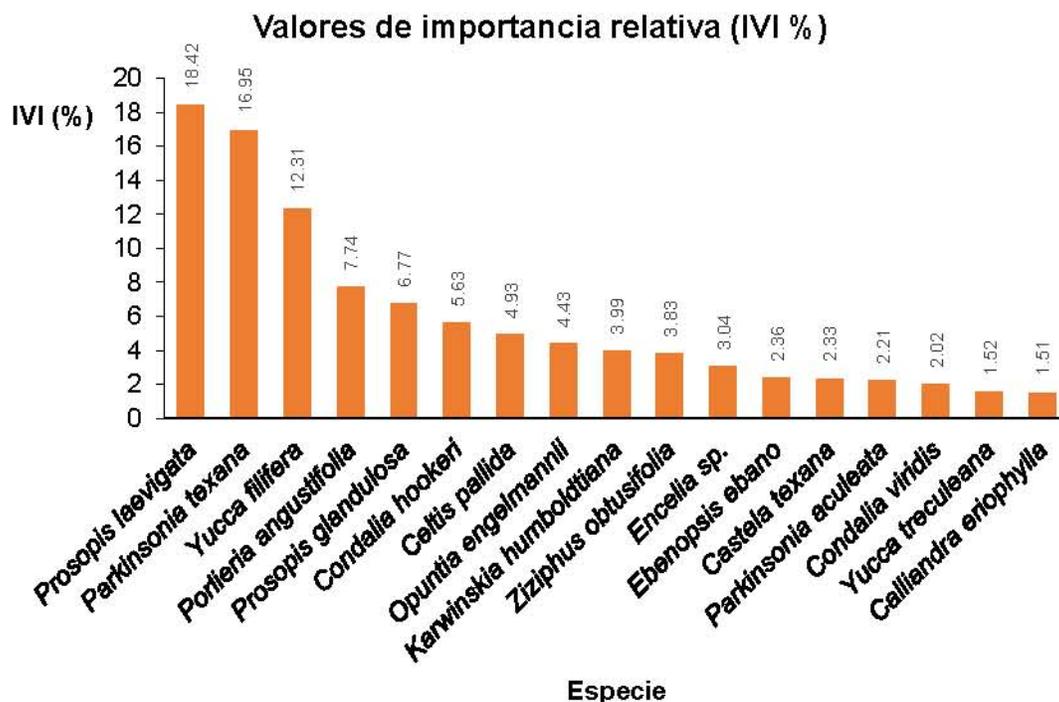


Figura 26. Valores de importancia relativa por especie a en la vegetación primaria de matorral xerófilo.

Tabla 30. Valores de IVI para cada especie por estrato para la vegetación secundaria derivada de selva alta perennifolia (Acahual).

Especie	IVI 100%
<i>Parkinsonia texana</i>	26.54061292
<i>Prosopis glandulosa</i>	19.60222095
<i>Opuntia engelmannii</i>	16.38886915
<i>Prosopis laevigata</i>	13.96627431
<i>Parkinsonia aculeata</i>	8.157002678
<i>Acacia aff schaffneri</i>	4.768557469
<i>Jatropha dioica</i>	2.813782208
<i>Condalia hookeri</i>	2.803916245
<i>Acacia aff rigidula</i>	2.617467272
<i>Atriplex sp.</i>	2.341296787

De igual modo, en la Figura 27 se puede observar cuatro especies con valores de IVI por arriba del 10% (*Parkinsonia texana*, *Prosopis glandulosa*, *Opuntia engelmannii*, y *Prosopis laevigata*), una por arriba del 5% (*Parkinsonia aculeata*) y cinco por debajo del 5% (*Acacia aff schaffneri*, *Jatropha dioica*, *Condalia hookeri*, *Acacia aff. rigidula* y *Atriplex sp.*

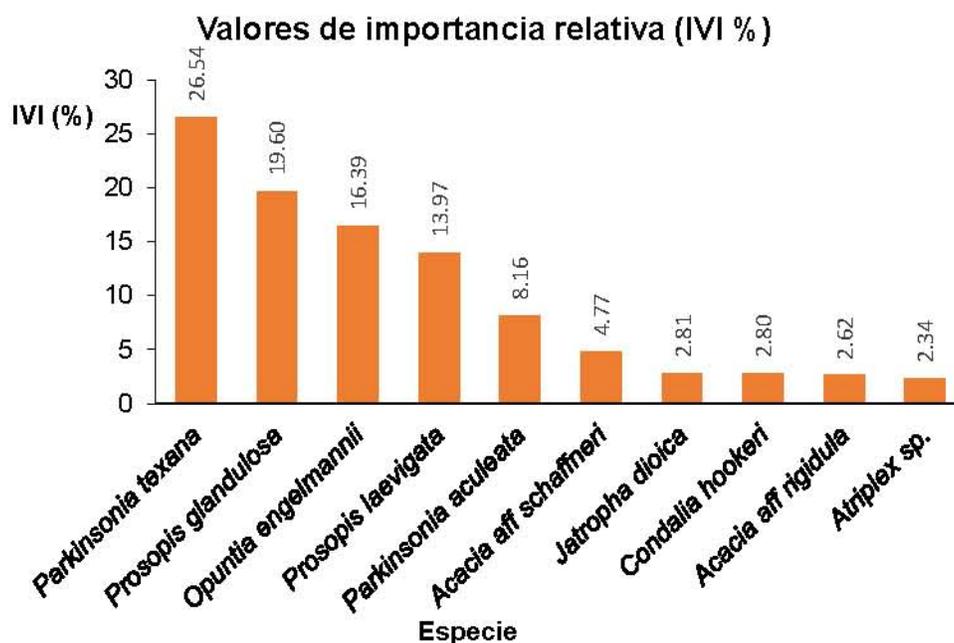


Figura 27. Valores de importancia relativa por especie a en la vegetación secundaria de matorral xerófilo.

7.1.3.1.5 Análisis de datos

Índices de Simpson y Shannon-Wiener en el área de proyecto

Se obtuvieron los valores de Simpson, Shannon-Wiener (H') y la riqueza específica para cada uno de los sitios de muestreo dentro el área de proyecto (Tabla 31).

Tabla 31. Valores del Índice de Shannon-Wiener por muestreo en el área de proyecto.

Sitio	Tipo de vegetación	# spp.	Simpson	Shannon-Wiener
BP1	Matorral xerófilo	9	0.84375	2.01403
BP2	Matorral xerófilo	7	0.61333	1.38971
BP3	Matorral xerófilo	7	0.8	1.73482
BP4	Matorral xerófilo	6	0.66049	1.34469
BP5	Veg. Sec. de matorral xerófilo	6	0.74603	1.53757
BP6	Veg. Sec. de matorral xerófilo	6	0.6752	1.37036
BP7	Veg. Sec. de matorral xerófilo	7	0.755	1.61234
BP8	Veg. Sec. de matorral xerófilo	6	0.73437	1.51108
BP9	Veg. Sec. de matorral xerófilo	8	0.8125	1.83409
BP10	Veg. Sec. de matorral xerófilo	3	0.47337	0.83051
BP11	Veg. Sec. de matorral xerófilo	3	0.16942	0.36764
BP12	Matorral xerófilo	5	0.5792	1.07558
BP13	Pastizal cultivado	3	0.63425	1.04665
BP14	Matorral xerófilo	8	0.75283	1.70677

Con base en los resultados obtenidos los sitios de muestreo B1, BP9 y BP14 registraron la mayor riqueza específica. Estos sitios corresponden a matorral xerófilo, vegetación secundaria de matorral xerófilo y matorral xerófilo respectivamente. En contraparte, los sitios con la riqueza más baja son BP10, BP11 y BP13 que corresponden a vegetación secundaria y pastizal cultivado.

Por otro lado, el sitio B1 y B9 registraron los índices de Simpson más elevados con 0.84 y 0.81 respectivamente. Estos índices indican una alta riqueza específica dentro de estos sitios de muestreo. Mientras que los sitios BP10 y BP11 registran valores de Simpson por debajo de 0.5, siendo las comunidades vegetales con menor riqueza dentro del área de proyecto. Cabe mencionar que la parcela con índice de Simpson más bajo corresponde a un pastizal cultivado.

En relación al índice de Shannon-Wiener, el sitio BP1 fue el único con un valor por arriba de 2. Este resultado indica que la parcela BP1 es el único sitio de muestreo con una riqueza moderada de especies y distribuidas de manera homogénea. En contra parte, las parcelas BP10 y BP11, con índices de 0.83 y 0.36 respectivamente, indican una baja riqueza de especies y una distribución inequitativa de las especies que presenta este sitio de muestreo. El índice de Shannon-Wiener para el resto de los sitios de muestreo oscila entre 1 y 1.85 indicando en general baja riqueza de especies.

Asimismo, se obtuvieron los valores promedio de Simpson y Shannon-Wiener por tipo de vegetación (Tabla 32).

Tabla 32. Resultados del Índice de Simpson y Shannon-Wiener por tipo de vegetación en el área de proyecto.

Tipo de vegetación	# spp.	Simpson	Shannon-Wiener
Vegetación primaria de matorral xerófilo	32	0.70826 ± 0.10649	1.54426 ±0.33668
Vegetación secundaria de matorral xerófilo	22	0.62369 ±0.22793	1.29479 ±0.51288

Se puede observar que la vegetación primaria de matorral xerófilo registró un mayor índice de Simpson y Shannon-Wiener lo que sugiere una mayor diversidad de especies, así como mayor equitatividad dentro la vegetación primaria de matorral xerófilo. Asimismo, registra la mayor riqueza específica con un total de 32 especies. En contra parte, la vegetación secundaria de matorral xerófilo presenta una menor diversidad y una mayor dominancia de especies.

Similitud florística

La Figura 28 muestra la similitud florística entre los sitios de muestreo. Se puede observar bajos valores de similitud entre parcelas, lo que sugiere un alto recambio de especies entre sitios de muestreo. Asimismo, el dendograma de similitud se divide en dos grupos. El primero se agrupo con un coeficiente del 8% de similitud. Este grupo se encuentra formado por los sitios BP1, BP4, BP10, BP2, BP12, BP5, BP11, BP13, BP8 y BP14. Estas parcelas de muestreo corresponden a matorral xerófilo, vegetación secundaria de matorral xerófilo y pastizal cultivado.

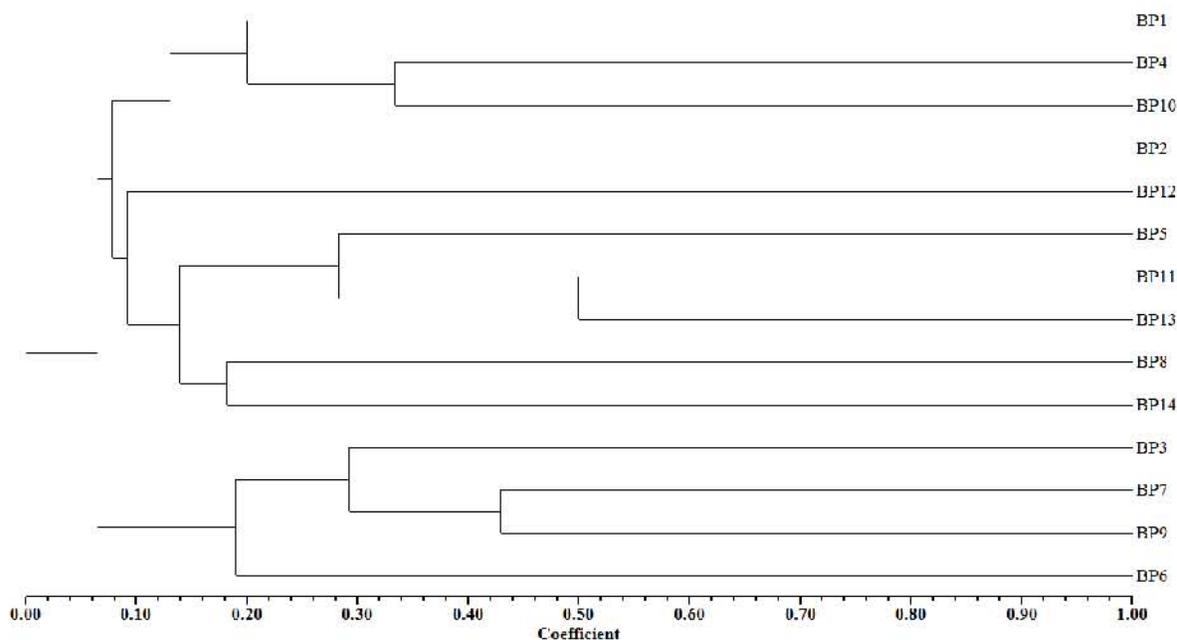


Figura 28. Similitud florística entre los diferentes sitios de muestreo. Coeficiente utilizado: Jaccard.

Por otro lado, el segundo grupo registra una similitud del 20% y lo componen los sitios BP3, BP7, BP9 y BP6 que corresponden a vegetación secundaria de matorral xerófilo y vegetación primaria de matorral xerófilo.

Dentro de primero grupo, los sitios florísticamente más similares corresponden a BP11-BP13 con un coeficiente de 0.5. Asimismo, este grupo BP11-BP13 corresponde a vegetación secundaria de matorral xerófilo y pastizal cultivado, respectivamente. Estos sitios comparten especies como *Andropogon aff. virginicus*, *Opuntia engelmannii* y *Prosopis laevigata*.

Por otra parte, dentro del segundo grupo los sitios de muestreo más similares son las parcelas BP7-BP9 que corresponden a vegetación secundaria de matorral xerófilo en ambos casos. En estos sitios las especies compartidas son *Condalia hookeri*, *Hechtia sp.*, *Opuntia leptocaulis* y *Prosopis glandulosa*.

Asimismo, se pueden identificar ciertas parcelas con peculiaridades florísticas, esto debido a que presentan bajos valores de similitud con el resto de los sitios de muestreo. Estas parcelas corresponden a los sitios BP1, BP2, BP12 y BP6. Estos sitios se caracterizan por presentar vegetación primaria de matorral xerófilo, con excepción de BP6 que corresponde a una asociación entre *Parkinsonia aculeata* y *Opuntia engelmannii*.

Los bajos valores de similitud entre parcelas sugieren una gran heterogeneidad florística entre sitios de muestreo, es decir, la composición de la flora de una parcela a otra cambia más del 50% de las especies, por lo que se puede concluir que la composición de especies entre parcelas es diferente a pesar de pertenecer al mismo tipo de vegetación.

7.1.3.2 Fauna

7.1.3.2.1 Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)

Para las clases anfibia y reptilia (herpetofauna), durante el trabajo en campo en el Área contractual Benavides-Primavera se registraron 83 individuos pertenecientes a 12 especies de los cuales, el orden Squamata fue el mejor representado con un 60% (Figura 29).

Del total de especies de herpetofauna, se registraron una especie para anfibios y 11 especies de reptiles. Las especies de reptiles registradas en el Área Contractual pertenecen a ocho familias, siendo la familia Phrynosomatidae la mejor representada con el 23% (Figura 30 y Tabla 33).

Representatividad de la herpetofauna por órdenes en el Área contractual Benavides-Primavera

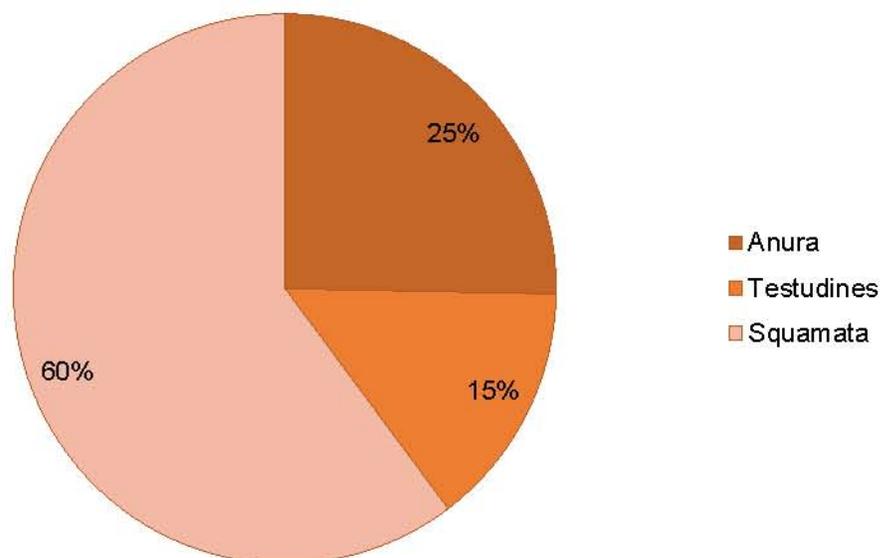


Figura 29. Representatividad de especies por orden de la herpetofauna registrada en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Representatividad de la herpetofauna por órdenes en el Área contractual Benavides-Primavera

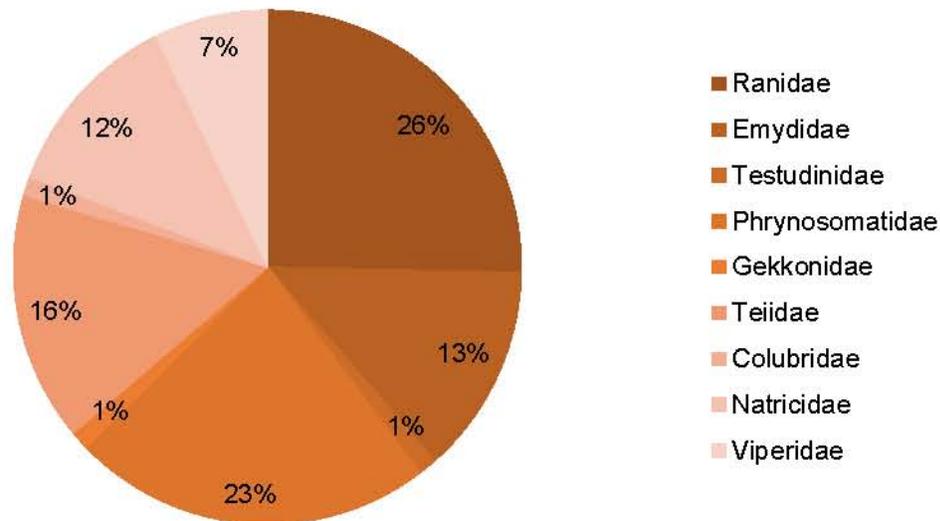


Figura 30. Representatividad de especies por familia de la Herpetofauna registrados en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Las especies mejor representadas fueron la rana *Lithobates berlandieri* con 21 registros, y la lagartija *Sceloporus olivaceus* con 14 registros. El punto BP5 fue el que presentó mayor número de organismos registrados (20 ejemplares, Figura 31).

Del total de 13 puntos de muestreo, los sitios con mayor número de especies en el polígono fueron los puntos BP10 con siete y BP5 con seis especies; en el punto BP9 no se obtuvieron registros de individuos de fauna (Figura 32).

La especie que presentó mayor abundancia relativa dentro del polígono fue *Lithobates berlandieri* con 25.30%, y por parte de los reptiles, las lagartijas *Sceloporus olivaceus* (16.86%) y *Aspidocelis gularis* (15.66%). Las especies menos

abundantes fueron *Gospherus berlandieri*, *Sceloporus variabilis* y *Hemidactylus turcicus* con un 1.20% (Tabla 33).



Figura 31. Número de registros de individuos de la herpetofauna en el Área Contractual Benavides-Primavera.

De los organismos registrados en el Área Contractual, seis especies se encuentran enlistadas por la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 34).

Tabla 33. Listado de las especies registradas, abundancia absoluta, abundancia relativa y porcentaje de aparición dentro del Área contractual Benavides-Primavera.
Abundancia Relativa (AR), Abundancia Absoluta (AA), Porcentaje de Aparición (PA).

Orden: Anura		A.R.	A.A.	P.A.
Familia	Nombre científico			
Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	0.2530	21	0.0882
Orden: Squamata (Lacertilia)				
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus olivaceus</i>	0.1686	14	0.1765
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus serrifer</i>	0.0481	4	0.0294
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	0.0120	1	0.0294
Gekkonidae	<i>Hemidactylus turcicus</i>	0.0120	1	0.0294
Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	0.1566	13	0.2353
Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	0.0120	1	0.0294
Natricidae	<i>Thamnophis proximus</i>	0.0361	3	0.0882
Natricidae	<i>Thamnophis marcianus</i>	0.0843	7	0.0588
Viperidae	<i>Crotalus atrox</i>	0.0722	6	0.1176
Orden: Testudines				
Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	0.1325	11	0.0882
Testudinidae	<i>Gopherus berlandieri</i>	0.0120	1	0.0294

Tabla 34. Especies de Anfibios y reptiles bajo alguna categoría de riesgo.
Incluye: NOM-059-SEMRANAT-2010: No enlistada (NL), Sujeto a protección especial (Pr), Amenazada (A); IUCN Red List: No enlistada (NE), Preocupación menor (LC), Casi amenazada (NT); CITES: No enlistada (NL), Apéndice II (A-II). Área Contractual Benavides-Primavera.

Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	Pr	LC	NL
<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga de orejas rojas	Pr	LC	NL
<i>Gopherus berlandieri</i>	Tortuga del desierto de Tamaulipas	A	LC	II
<i>Thamnophis proximus</i>	Culebra listonada occidental	A	LC	NL
<i>Thamnophis marcianus</i>	Culebra listonada manchada	A	LC	NL

Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
<i>Crotalus atrox</i>	Víbora de cascabel diamantada	Pr	LC	NL

Riqueza de especies en el Área Contractual Benavides-Primavera

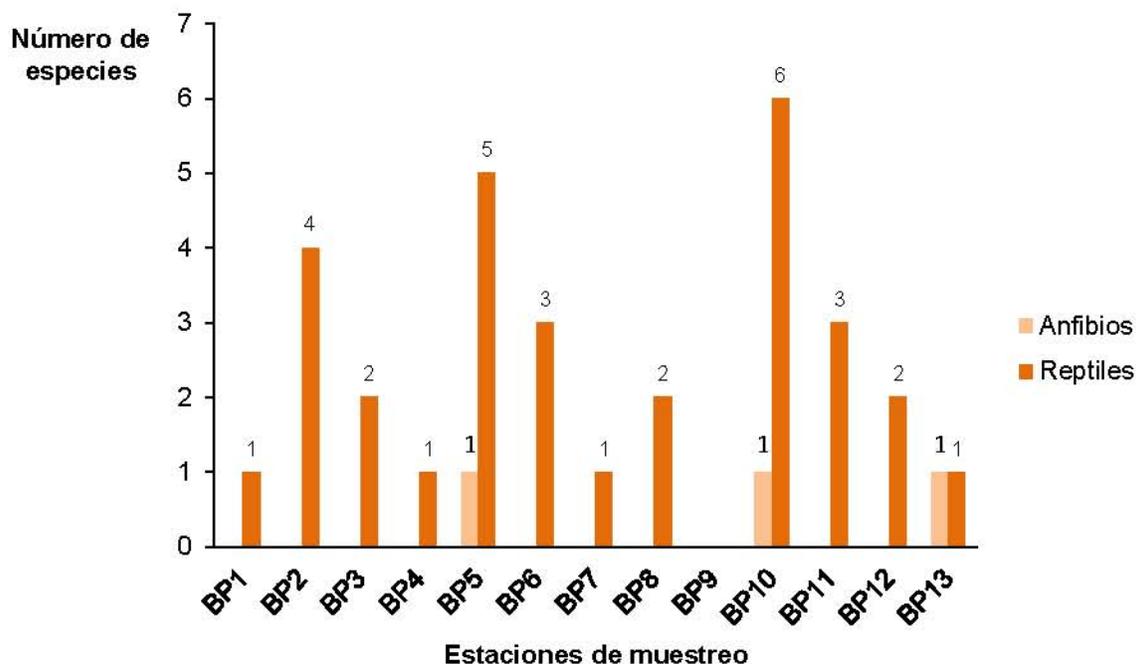


Figura 32. Riqueza de especies de la Herpetofauna presentes en los puntos de muestro dentro del Área Contractual Benavides-Primavera.

7.1.3.2.2 Ornitofauna (Aves)

Para el grupo de las aves se obtuvo un listado potencial de 280 especies de aves, lo cual representa un 57.73% del total de aves reportada para el estado de Nuevo León. En la Tabla 35 se muestra la composición taxonómica de este grupo faunístico, así como su estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 35. Composición taxonómica de las especies de aves enlistadas potencialmente para el Área Contractual Benavides-Primavera.

Ordenes	Familias	Especies	NOM-059-SEMARNAT-2010		
			Pr	A	P
19	52	208	14	6	2

En el trabajo de campo se observó un total de 64 especies incluidas en 15 órdenes y 29 familias (Tabla 36), lo cual representa el 13.19% de las especies de aves de Nuevo León, y el 30.77% del total de especies de aves registradas en la bibliografía para el Área Contractual Benavides-Primavera.

Tabla 36. Composición taxonómica de las especies de aves registradas en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Ordenes	Familias	Especies	Registros
15	29	64	412

En la Tabla 37 se enlista el total de especies de aves registradas durante el muestreo realizado en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Tabla 37. Lista de especies registradas en el muestreo de campo, en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije ala blanca
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	Pato real
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas diazi</i>	Pato mexicano
Galliformes	Odonthophoridae	<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí
Galliformes	Odonthophoridae	<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola col larga
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero americano
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildio
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilote
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero pico largo
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Pata amarilla mayor
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Pata amrilla menor
Charadriiformes	Laridae	<i>Chroicocephalus philadelphia</i>	Gaviota de Bonaparte
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	garza ganadera
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis cara blanca
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Agulilla rojinegra
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Agulilla cola blanca
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje
Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo americano
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien-te-veo
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano-tijereta rosado
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta
Passeriformes	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azul gris
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitalcoche pico curvo

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra
Passeriformes	Emberizidae	<i>Peucaea botterii</i>	Zacatonero de Botteri
Passeriformes	Emberizidae	<i>Peucaea cassinii</i>	Zacatonero de Cassin
Passeriformes	Emberizidae	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín
Passeriformes	Emberizidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra
Passeriformes	Emberizidae	<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo
Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento
Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortilla-conchile
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira

En cuanto a la representatividad de especies por órdenes de aves (Figura 33), el orden con más representantes en el Área Contractual Benavides-Primavera fueron los Passeriformes con un 44%. El siguiente orden fue el de los Charadriiformes con un 12%, en tercer lugar encontramos a los Pelecaniformes con un 9%, el 6% lo obtuvieron los Columbiformes. Accipitriformes y Anseriformes con un 5% cada uno se encuentran en el quinto y sexto lugar. De los órdenes con menos representantes tenemos que Falconiformes, Galliformes y Piciformes obtuvieron un 3% cada uno, mientras que los órdenes Ciconiiformes, Cuculiformes, Podicipediformes, Suliformes, Caprimulgiformes y Cathartiformes obtuvieron un 2% cada uno, correspondiente a una sola especie para cada grupo.

**Representatividad de especies de avifauna registradas por
orden en el Área Contractual "Benavides-Primavera"**

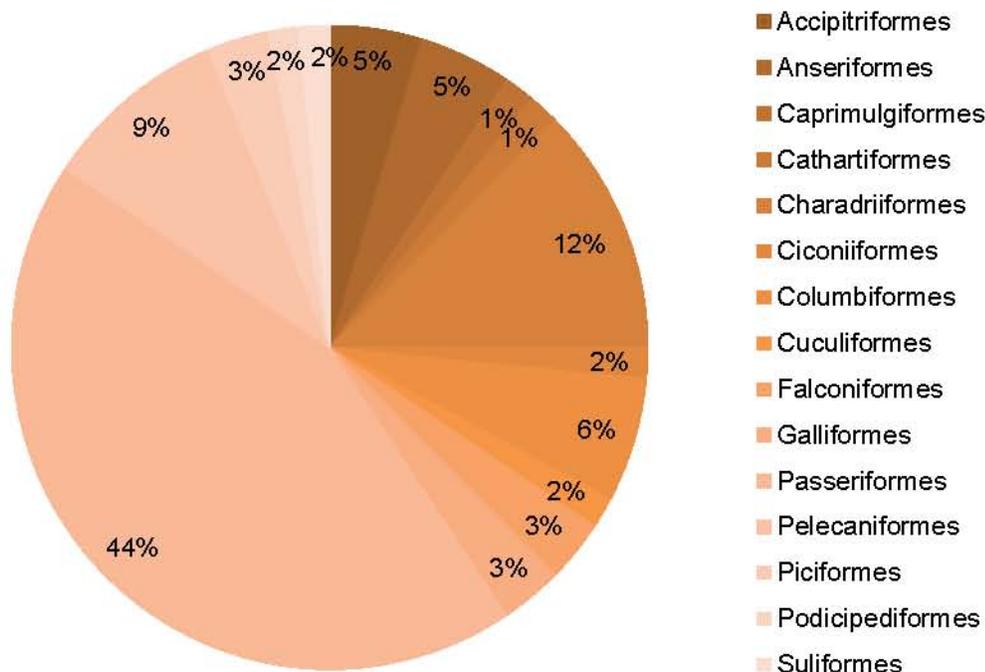


Figura 33. Representatividad de especies de aves por orden registradas en el Área Contractual Benavides-Primavera.

En la Figura 34 se presenta el porcentaje de especies por familia de aves, de acuerdo al total de especies de ornitofauna registradas en el Área Contractual Benavides-Primavera. La familia con el porcentaje mayor de representatividad fue Icteridae con seis especies, lo que corresponde a un 9%. Con un 8% correspondiente a cinco especies cada una se encuentran las familias Emberizidae, Scolopacidae y Ardeidae. Columbidae con cuatro especies representa el 6%, mientras que las familias Tyrannidae, Acciitridae, Anatidae, y Cardinalidae con tres especies cada uno, individualmente representan el 5%. Con el 3% de representatividad correspondiente al 3% cada una se encuentran las familias Falconidae, Hirundinidae, Mimidade, Odonthoforidae, Parulidae y Picidae. Por último, con un 2% correspondiente a una especie para cada una, se encuentran

representando las familias: Caprimulgidae, Cathartidae, Charadriidae, Ciconiidae, Cuculidae, Laniidae, Laridae, Phalacrocoracidae, Podicipedidae, Polioptilidae, Recurvirostridae, Remizidae, Threskiornithidae, y Troglodytidae.

Representatividad de especies de aves registradas por familia en el Área Contractual "Benavides-Primavera"

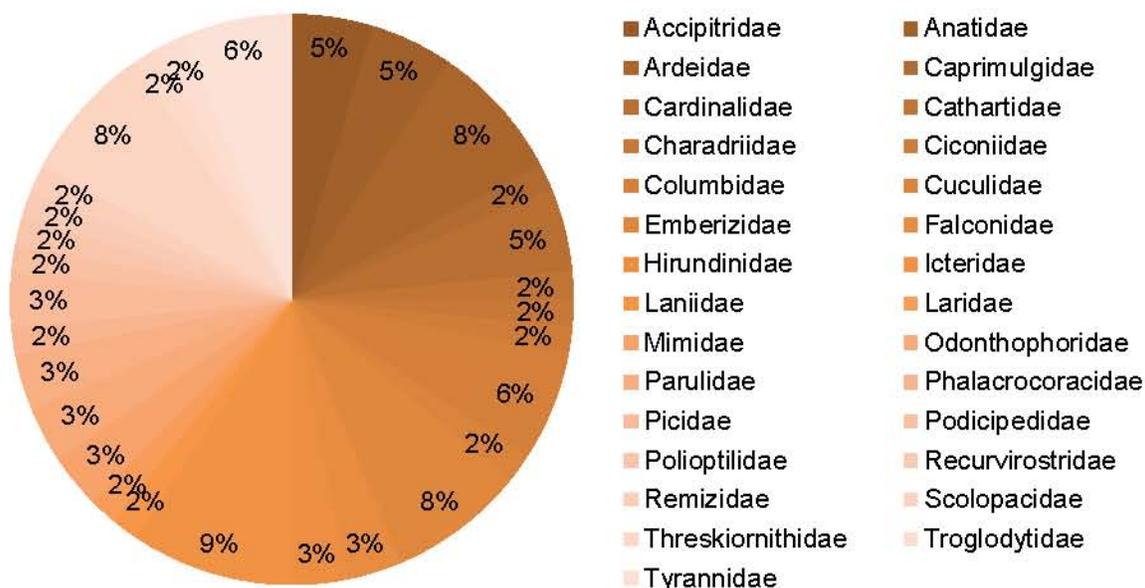


Figura 34. Representatividad de especies de aves por familia en el Área Contractual Benavides-Primavera.

En la Figura 35 se muestra la abundancia de registros por familia de aves, misma en la que podemos observar que la familia Icteridae es la que presenta mayor riqueza y mayor número de registros (182). La familia Columbidae, cuyos representantes son las palomas y coconitas, tiene 119 registros. Las familias Ardeidae e Hirundinidae tienen 61 y 52 registros respectivamente, seguido por las

familias Odonthophoridae con 50 registros y Polioptilidae con 48 registros. El resto de las familias oscilan entre un registro y 41 registros.

Número de registros de aves por familia en el Área Contractual Benavides-Primavera

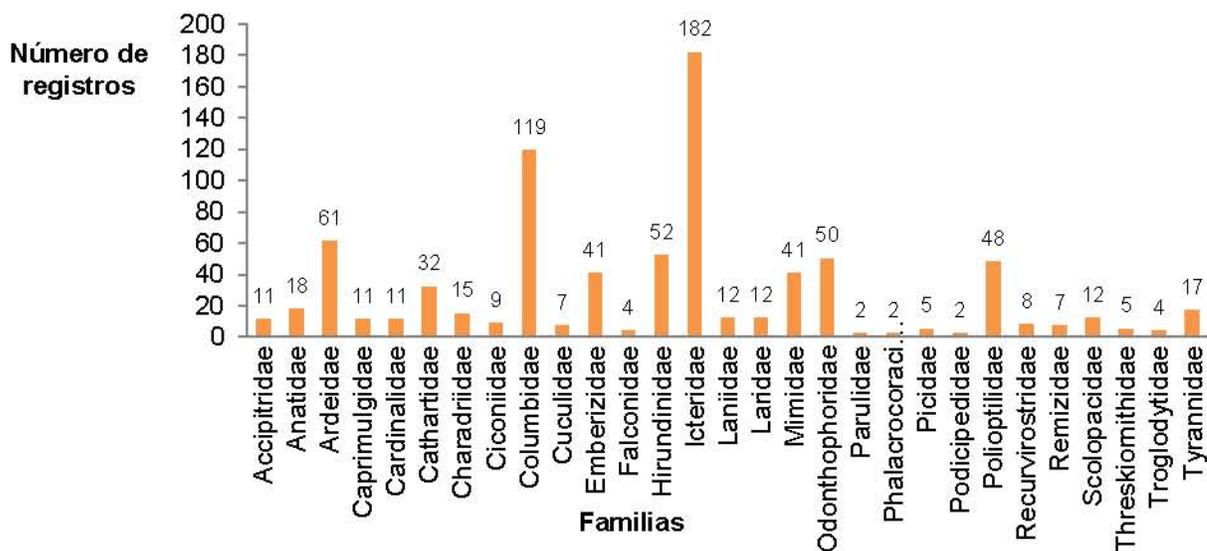


Figura 35. Registros de aves por familia registradas en el Área Contractual Benavides-Primavera.

En cuanto al número de especies de aves registradas por punto de muestreo, en la Figura 36 se observa que el punto con mayor número de especies registradas es el BP5 con 27 especies, seguida del BP4 con 22 especies y el BP10 con 20 especies. El punto con el menor número de especies de aves observadas es el BP9 con cinco especies. El resto de los puntos oscilan entre los ocho y 18 registros. Es importante mencionar que los puntos BP5, BP4, BP10 que son los que mayor número de especies se registraron, presentan cuerpos de agua. En contraste el punto BP9 no presenta cuerpos de agua en sus cercanías.

Número de especies de aves registradas por punto en el Área Contractual "Benavides-Primavera"

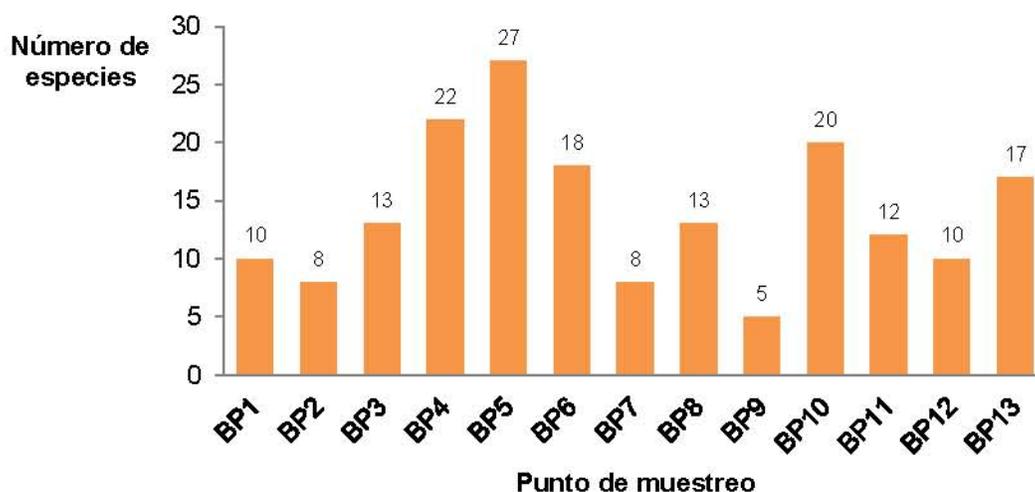


Figura 36. Número de especies de aves registradas por punto de muestreo en el Área Contractual Benavides-Primavera.

La clasificación de abundancia relativa para las especies de aves, y sus intervalos mínimos y máximos se muestran en la Tabla 38.

Tabla 38. Clasificación de abundancia relativa y sus intervalos mínimos y máximos calculados para el Área Contractual Benavides-Primavera.

Clasificación de Abundancia Relativa	Intervalo mínimo de categoría	Intervalo máximo de categoría
MR = Muy poco abundante	0	0.0334375
R = Poco abundante	0.0334375	0.066875
C = Moderadamente abundante	0.066875	0.1003125
A = Abundante	0.1003125	0.13375

En la Tabla 39 podemos observar las especies de aves presentes en el Área Contractual Benavides-Primavera y sus categorías de abundancia relativa. La especie más abundante es *Zenaida macroura*, la cual estuvo presente en todos los puntos de muestreo. Las especies moderadamente abundantes son *Agelaius*

phoeniceus y *Quiscalus mexicanus*. Las especies poco abundantes fueron *Colinus virginianus*, *Bubulcus ibis*, *Cathartes aura*, *Hirundo rustica*, *Polioptila caerulea*, *Mimus polyglottos*, y *Molothrus aeneus*. El resto de las especies entran en la categoría de muy poco abundante.

Tabla 39. Especies de aves presentes en el Área Contractual Benavides-Primavera, su abundancia relativa y su categoría de abundancia relativa.
MR= muy poco abundante; R= poco abundante; C= moderadamente abundante; A= abundante.

Espece	Nombre común	AR	Categoría AR
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijje ala blanca	0.0075	MR
<i>Cairina moschata</i>	Pato real	0.0025	MR
<i>Anas diazi</i>	Pato mexicano	0.0125	MR
<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí	0.04375	R
<i>Callipepla squamata</i>	Codorniz escamosa	0.01875	MR
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	0.0025	MR
<i>Columbina inca</i>	Tórtola col larga	0.0025	MR
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	0.01125	MR
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	0.00125	MR
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	0.13375	A
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	0.00875	MR
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	0.01375	MR
<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero americano	0.01	MR
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildio	0.01875	MR
<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilote	0.005	MR
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Costurero pico largo	0.00375	MR
<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	0.0025	MR
<i>Tringa melanoleuca</i>	Pata amarilla mayor	0.00125	MR
<i>Tringa flavipes</i>	Pata amrilla menor	0.0025	MR
<i>Chroicocephalus philadelphia</i>	Gaviota de Bonaparte	0.015	MR
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	0.01125	MR
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	0.0025	MR
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	0.005	MR
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	0.0125	MR
<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor	0.00375	MR
<i>Bubulcus ibis</i>	garza ganadera	0.0525	R
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra	0.0025	MR

Especie	Nombre común	AR	Categoría AR
<i>Plegadis chihi</i>	Ibis cara blanca	0.00625	MR
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	0.04	R
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	0.0025	MR
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguilla rojinegra	0.01	MR
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguilla cola blanca	0.00125	MR
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	0.0025	MR
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	0.00375	MR
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	0.00375	MR
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	0.00125	MR
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	0.00125	MR
<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	0.00125	MR
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bien-te-veo	0.005	MR
<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano-tijereta rosado	0.01375	MR
<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	0.015	MR
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala aserrada	0.02	MR
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	0.045	R
<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	0.00875	MR
<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirín cola oscura	0.005	MR
<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul gris	0.06	R
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuillacoche pico curvo	0.01375	MR
<i>Mimus polyglottos</i>	Cenzontle norteño	0.0375	R
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	0.00125	MR
<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	0.00125	MR
<i>Peucaea botterii</i>	Zacatonero de Botteri	0.00875	MR
<i>Peucaea cassinii</i>	Zacatonero de Cassin	0.0025	MR
<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín	0.005	MR
<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	0.0325	MR
<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	0.0025	MR
<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	0.0025	MR
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	0.00125	MR
<i>Cardinalis sinuatus</i>	Cardenal pardo	0.01	MR
<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	0.0875	C
<i>Sturnella magna</i>	Pradero tortilla-conchile	0.00375	MR
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	0.07	C
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	0.0625	R
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	0.0025	MR
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	0.00125	MR

En la Tabla 40 se enlistan las especies de aves que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo. En la NOM-059-SEMARNAT-2010 se enlistan en la categoría de sujeto a protección especial (Pr) las especies: *Mycteria americana*, *Accipiter cooperii*, *Parabuteo unicinctus* y *Geranoaetus albicaudatus* (sinonimia de *Buteo albicaudatus*). En la categoría de amenazada (A) se enlista la especie *Anas diazi* (sinonimia de *Anas platyrhynchos diazi*). En la categoría de en Peligro de Extinción, se encuentra enlistada la especie *Cairina moschata*. En cuanto a la IUCN solo la especie *Colinus virginianus* se enlista en la categoría casi amenazada (NT), el resto de las especies se enlistan en categoría de preocupación menor (LC). En cuanto a CITES, en su Anexo II enlista las siguientes especies: *Accipiter cooperii*, *Parabuteo unicinctus*, *Geranoaetus albicaudatus*, *Caracara cheriway* y *Falco sparverius*.

Tabla 40. Especies de aves bajo alguna categoría de riesgo en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Incluye: NOM-059-SEMARNAT-2010: No enlistada (NL), Sujeto a protección especial (Pr), Amenazada (A), En peligro de extinción (P); IUCN Red List: No enlistada (NL), Preocupación menor (LC), Casi amenazada (NT); CITES: No enlistada (NL), Apéndice II (II).

Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
<i>Cairina moschata</i>	Pato real	P	LC	NL
<i>Anas diazi</i>	Pato mexicano	A	LC	NL
<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí	NL	NT	NL
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr	LC	NL
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Pr	LC	II
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	Pr	LC	II
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Pr	LC	II
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	NL	LC	II
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	NL	LC	II

7.1.3.2.3 Mastofauna (Mamíferos)

En el Área Contractual no se capturaron quirópteros, se confirmó su presencia mediante avistamientos en el área.

Durante el trabajo en campo, con el uso de la cámara-trampa no se obtuvieron registros de mamíferos, sin embargo, el registro de éstos se llevó a cabo mediante el uso de métodos indirectos y avistamientos durante el muestreo en los sitios. En algunos casos, durante los avistamientos, los organismos no se pudieron capturar fotográficamente debido a la velocidad de su desplazamiento.

Se obtuvo un total de 15 especies y 82 individuos, de los cuales, se registraron cuatro órdenes y diez familias. Los órdenes mejor representados en el Área Contractual fueron Carnívora (36.58%) y Artiodactyla (28.04%, Figura 37), y las familias más representativas fueron Leporidae (19.51%), Canidae (19.51%) y Cervidae (15.85%, Figura 38); los registros fueron obtenidos mediante huellas y excretas cercanas a cuerpos de agua y en senderos o caminos de uso animal. En el caso de Rodentia, los registros se obtuvieron mediante excretas y avistamientos en madrigueras que se ubicaban a pies de la cobertura vegetal como en *Opuntia* sp., mientras que la mayoría de las liebres y conejos se realizaron mediante avistamientos directos.

De las especies registradas, el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) tuvo el mayor registro con 13 individuos.

Representatividad de la Mastofauna por órdenes en el Área Contractual Benavides-Primavera

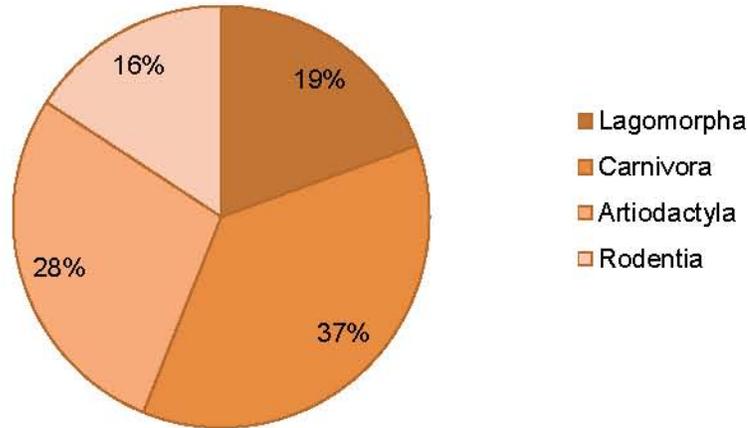


Figura 37. Representatividad de especies por orden de la Mastofauna registrada en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Representatividad de la herpetofauna por familias en el Área Contractual Benavides-Primavera

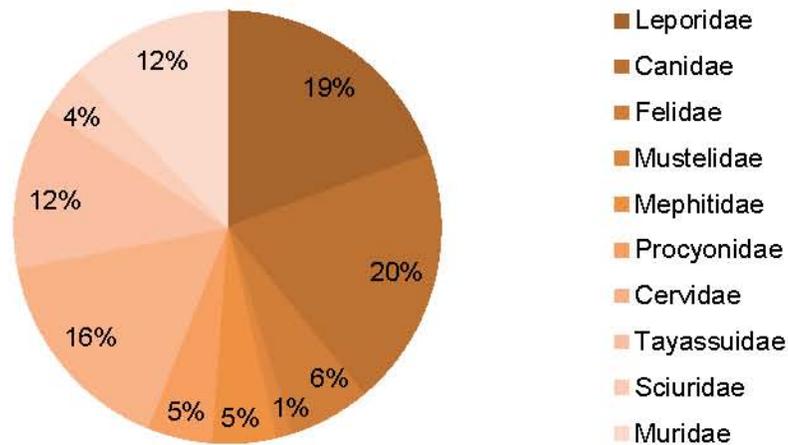


Figura 38. Representatividad de especies por familia de los mamíferos registrados en el Área Contractual Benavides-Primavera.

En cuanto a los puntos de muestreo, el punto BP10 tuvo el mayor número de organismos registrados (16 organismos, Figura 39); en cuanto a número de especies, los sitios con mayor registro de especies fueron los puntos BP5, BP6 y BP10 con 8, 8 y 7 especies respectivamente Figura 40.

El venado cola blanca (*O. virginianus*, 15.85%), el coyote (*Canis latrans*, 13.41%) y el pecarí de collar (*Pecari tajacu*, 12.9%) fueron las especies con mayor abundancia relativa en el área de estudio (Tabla 41).

Mediante el análisis de porcentaje de aparición, se registró que *O. virginianus* (16.12%), *Sylvilagus audubonii* (12.90%) y *Lepus californicus* (11.29%) tienen una presencia importante, siendo muy frecuentes dentro del Área Contractual (Figura 41).

Organismos registrados en el área contractual Benavides-Primavera

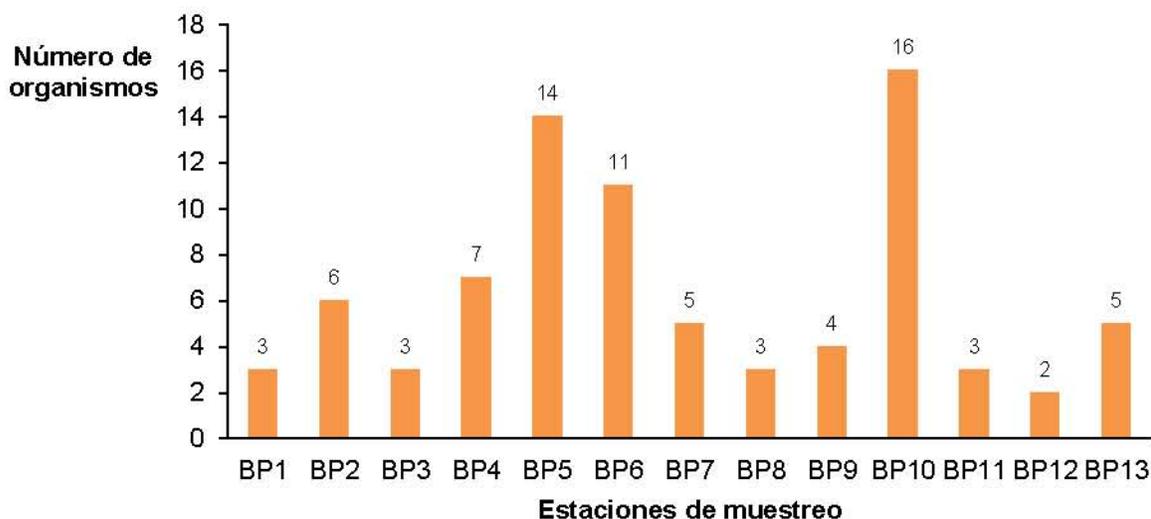


Figura 39. Número de organismos registrados en los puntos de muestreo dentro del Área Contractual Benavides-Primavera.

Riqueza de especies en el Área Contractual Benavides-Primavera

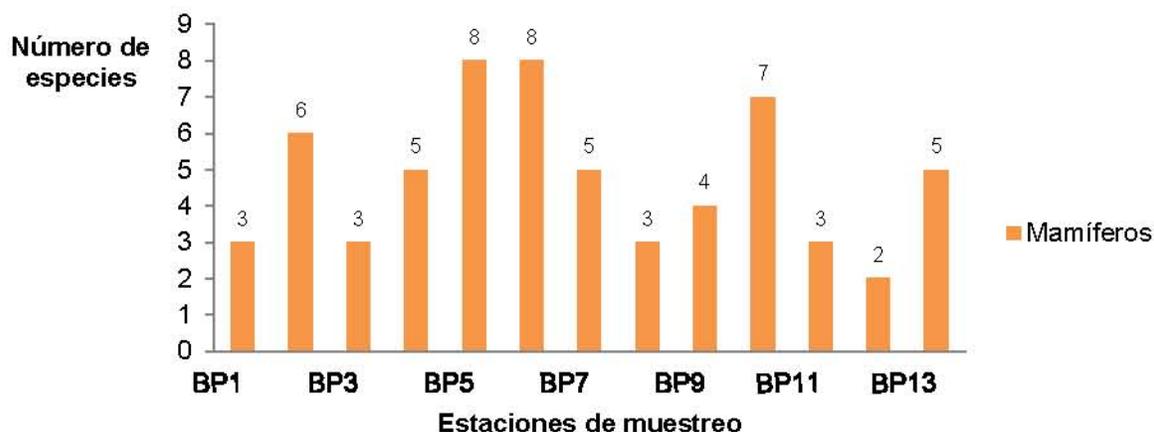


Figura 40. Riqueza de especies de los mamíferos presentes en los puntos de muestro dentro del Área Contractual Benavides-Primavera.

Tabla 41. Listado de las especies registradas, abundancia absoluta, abundancia relativa y porcentaje de aparición dentro del Área contractual Benavides-Primavera. Abundancia absoluta (AA), Abundancia Relativa (AR), Porcentaje de aparición; N=82 para abundancias y N=62 para porcentaje de aparición Aparición (PA).

Orden: Lagomorpha		AA	AR	PA
Familia	Nombre científico			
Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	7	0.0122	0.1129
	<i>Sylvilagus audubonii</i>	9	0.1098	0.129
Orden: Rodentia				
Sciuridae	<i>xerospermophilus pilosoma</i>	3	0.0366	0.0484
Muridae	<i>Peromyscus sp.</i>	5	0.061	0.0806
	<i>Sigmodon hispidus</i>	4	0.0488	0.0484
	<i>Sigmodon sp.</i>	1	0.0122	0.0161
Felidae	<i>Lynx rufus</i>	4	0.0488	0.0484
	<i>Puma concolor</i>	1	0.0122	0.0161
Canidae	<i>Canis latrans</i>	11	0.1341	0.0968

	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	5	0.061	0.0645
Mustelidae	<i>Mustela sp.</i>	1	0.0122	0.0161
Mephitinae	<i>Spilogale sp.</i>	4	0.0488	0.0484
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	4	0.0488	0.0645
Orden: Artiodactyla				
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	13	0.1585	0.1613
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	10	0.122	0.0484

La lista de las especies que se encuentran bajo alguna categoría por la Norma oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES, se presenta en la Tabla 42.

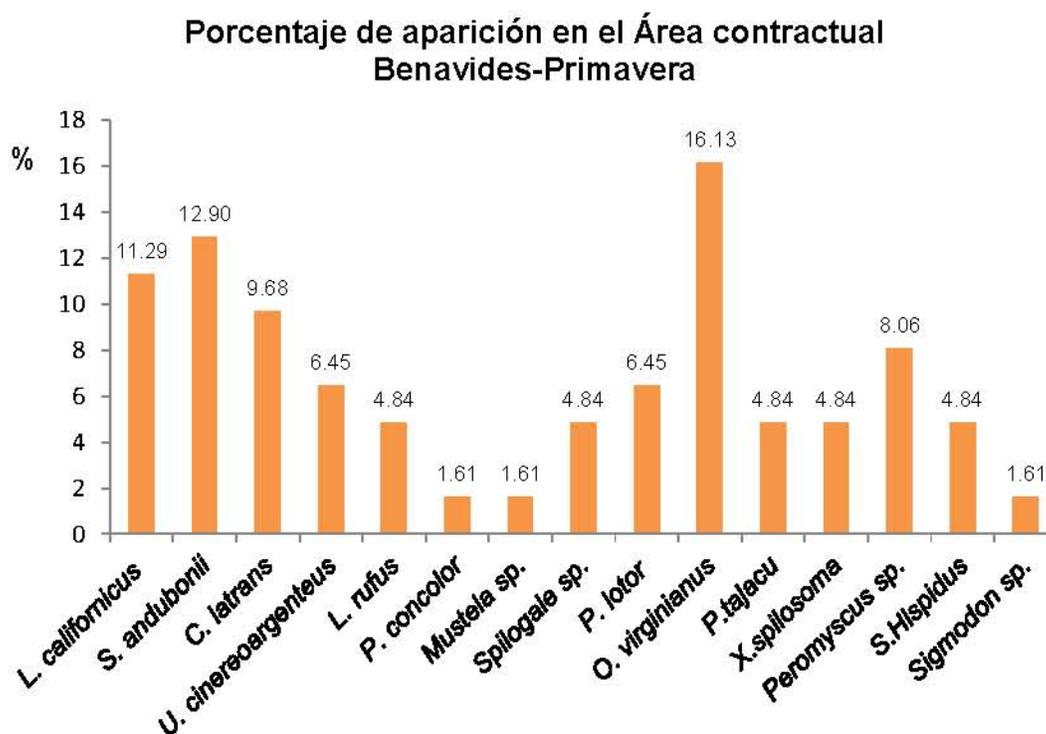


Figura 41. Porcentaje de aparición de la Mastofauna dentro del Área Contractual Benavides-Primavera.

Tabla 42. Especies de mamíferos bajo alguna categoría de riesgo.

Incluye: NOM-059-SEMRANAT-2010: No enlistada (NL), Sujeto a protección especial (Pr), Amenazada (A); IUCN Red List: No enlistada (NE), Preocupación menor (LC), Casi amenazada (NT); CITES: No enlistada (NL), Apéndice II (A-II). Área Contractual Benavides-Primavera.

Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	Pr	LC	NL
<i>Lynx rufus</i>	Lince americano	NL	LC	II
<i>Puma concolor</i>	Puma	NL	LC	I y II
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	NL	LC	III
<i>Pecari tajacu</i>	Pecari de collar	NL	LC	II

7.1.3.2.4 Análisis de Diversidad

7.1.3.2.4.1 Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)

La diversidad de anfibios y reptiles expresada por el índice de Shannon-Wiener en los diferentes tipos de vegetación del área, registra una mayor diversidad en el tipo de vegetación secundaria de matorral xerófilo ($H' = 1.897$) y con valor de cero en el pastizal halófilo, el tipo de vegetación más equitativo, ha sido el Pastizal cultivado ($J' = 0.8289$), en cuanto a la riqueza específica, la vegetación secundaria de matorral xerófilo ($Mg = 2.217$) presentó el mayor número, respecto a las demás coberturas vegetales presentes en el área de estudio (Tabla 43).

Tabla 43. Índice de Shannon-Wiener (H'), equitatividad de Pielou (J') e índice de Margalef (Dmg) para los puntos de muestreo del Área contractual Benavides-Primavera.

Tipo de vegetación	H'	J'	Mg
Pastizal cultivado	1.149	0.8289	1.365
Pastizal halófilo	0	-	0
Matorral xerófilo	1.19	0.7394	1.443
Vegetación secundaria de matorral xerófilo	1.897	0.8237	2.217

Del análisis de diversidad, para los puntos de muestreo que presentan cuerpo de agua respecto a los que no presentan, se registró que los sitios con cuerpo de agua tienen un valor mayor de diversidad (Tabla 44). Los sitios que presentaban cuerpos de agua, también registraron mayor equitatividad y riqueza específica.

Tabla 44. Índice de Shannon-Wiener (H'), equitatividad de Pielou (J') e índice de Margalef (Mg) para los puntos de muestreo del Área contractual Benavides-Primavera

Tipo de vegetación	H'	J'	Mg
V1	1.801	0.8196	1.996
V0	1.475	0.758	1.801

7.1.3.2.4.2 Ornitofauna (Aves)

En la Tabla 45, se observan los índices de diversidad de Margalef, Shannon-Wiener, y equitatividad de Pielou. De acuerdo al índice de Margalef la diversidad más alta se presentó en la vegetación secundaria de matorral xerófilo y la más baja en el pastizal cultivado. La diversidad más alta de aves de acuerdo al índice de Shannon-Wiener se presenta en la vegetación secundaria de matorral xerófilo y el índice de diversidad más bajo se presenta en el pastizal cultivado. En cuanto al índice de equitatividad de Pielou, el pastizal halófilo es el que presenta una distribución de la abundancia de las especies más homogénea, mientras que la vegetación secundaria de matorral xerófilo presenta la abundancia de las especies de manera más heterogénea.

En la Tabla 46 se muestran los resultados de los índices de diversidad de Margalef, Shannon-Wiener y equidad de Pielou comparando entre la presencia/ausencia de cuerpos de agua. En general la presencia de cuerpos de agua influye positivamente con el incremento de los índices de diversidad tanto de Shannon-Wiener ($H'=3.246$)

como de Margalef ($Mg=8.548$) lo cual difiere de manera contrastante con los índices obtenidos en ausencia de cuerpo de agua ($H'=2.71$; $Mg=5.268$). En cuanto a la equitatividad de Pielou, el valor de equidad fue más alto con presencia de cuerpo de agua ($J'=0.8101$); sin embargo, en ambas condiciones las especies se encuentran con abundancias más o menos homogéneas, lo que significa que la dominancia de algunas especies es baja.

Tabla 45. Índice de Margalef (Mg), Índice de Shannon-Wiener (H') y equitatividad de Pielou (J') de las aves presentes en cada tipo de vegetación del Área contractual Benavides-Primavera.

Tipos de vegetación	Mg	H'	J'
Vegetación halófila xerófila	7.045	3.099	0.846
Pastizal halófilo	7.077	3.073	0.828
Pastizal cultivado	3.206	2.093	0.739
Matorral espinoso tamaulipeco	3.189	2.231	0.7874

Tabla 46. Índice de Margalef (Mg), Índice de Shannon-Wiener (H') y equitatividad de Pielou (J') de las aves presentes en cada tipo de vegetación con presencia y ausencia de cuerpos de agua en el Área contractual Benavides-Primavera.

V1. Presencia cuerpo de agua, V0. Ausencia de cuerpo de agua.

Vegetación	H'	J'	Mg
V1	3.246	0.8101	8.548
V0	2.71	0.7967	5.268

7.1.3.2.4.3 Mastofauna (Mamíferos)

De acuerdo a los índices de diversidad y riqueza entre vegetaciones presentes en el área de estudio, la vegetación secundaria de matorral xerófilo presento una mayor diversidad y riqueza ($H'=2.346$, $Mg=319$), mientras que el pastizal cultivado fue el más equitativo ($J'=0.9708$; Tabla 47).

Tabla 47. Índice de Shannon-Wiener (H'), equitatividad de Pielou (J') e índice de Margalef (Mg) de mamíferos presentes en cada tipo de vegetación del Área Contractual Benavides-Primavera.

Tipo de vegetación	H'	J'	Mg
Pastizal cultivado	1.889	0.9708	2.731
Pastizal halófilo	1.475	0.9165	2.056
Matorral xerófilo	2.101	0.9125	3.057
Vegetación secundaria de matorral xerófilo	2.346	0.9148	3.19

Del análisis que se realizó para conocer la influencia que tiene un cuerpo de agua sobre la mastofauna, se registró que la diversidad es mayor en sitios con cuerpos de agua ($H'=2.388$), sin embargo, la influencia del cuerpo de agua registro una menor equitatividad respecto a los sitios con ausencia de este ($J'=0.9429$); La mayor riqueza se registró para los sitios con ausencia de cuerpo de agua ($Mg=3.338$; Tabla 48).

Tabla 48. Índice de Shannon-Wiener (H'), equitatividad de Pielou (J') e índice de Margalef (Mg) en la influencia sobre mamíferos al tipo de vegetación con presencia y ausencia de cuerpos de agua en el Área contractual Benavides-Primavera.

V1. Vegetación con cuerpo de agua, V0. Ausencia de cuerpo de agua.

Tipo de vegetación	H'	J'	Mg
V1	2.388	0.9048	3.244
V0	2.343	0.9429	3.338

7.1.3.2.4.4 Análisis integrado

Tal como se describió en la metodología, para el análisis de la estructura de las comunidades faunísticas del Área Contractual Benavides-Primavera se tomaron todos los datos combinados de los tres grupos de vertebrados terrestres.

Se registró que los sitios con mayor diversidad para toda el área fueron BP5 y BP6, ambos con la misma cantidad ($H' = 3.029$) y la menor diversidad se encontró en el punto BP12 ($H' = 1.669$); en cuanto a la riqueza, BP5 fue el sitio con mayor riqueza específica (7.952); y el sitio más equitativo corresponde a BP9 (Tabla 49).

se muestra el grado de acumulación de las especies registradas para el área del proyecto, nótese que el registro de especies nuevas tiende a cero, aunque no de manera gradual.

Tabla 49. Índice de Shannon-Wiener (H'), equitatividad de Pielou (J') e índice de Margalef (Mg) para toda el Área contractual Benavides-Primavera.

Punto de muestreo	H'	J'	Mg
BP1	2.046	0.7751	3.376
BP2	2.587	0.8949	4.708
BP3	2.599	0.8993	4.578
BP4	2.944	0.8834	6.235
BP5	3.029	0.8157	7.952
BP6	3.029	0.8996	6.636
BP7	2.354	0.8919	3.861
BP8	2.348	0.8124	3.827
BP9	2.062	0.9385	2.768
B10	2.847	0.8073	6.981
BP11	2.421	0.8376	4.492
BP12	1.669	0.6325	2.875
BP13	2.447	0.7701	4.521

En cuanto al nivel de completitud del muestreo para el Área Contractual Benavides-Primavera, se alcanzó un porcentaje aproximado del 64.08% (Figura 42). En la Tabla 49 se muestra el grado de acumulación de las especies registradas para el área del proyecto, nótese que el registro de especies nuevas tiende a cero, aunque no de manera gradual.

Tabla 50. Grado de acumulación de especies.

Dinamismo de la curva (Acumulación de especies)	Unidad de esfuerzo de muestreo, puntos de muestreo (BP1-BP13) curva suavizada con 100 aleatorizaciones												
	BP 1	BP 2	BP 3	BP 4	BP 5	BP 6	BP 7	BP 8	BP 9	BP1 0	BP1 1	BP1 2	BP1 3
Spp. Nuevas x día	14	11	10	13	18	5	3	4	0	4	1	1	7
Acumulación de Spp.	14	25	35	48	66	71	74	78	78	82	83	84	91

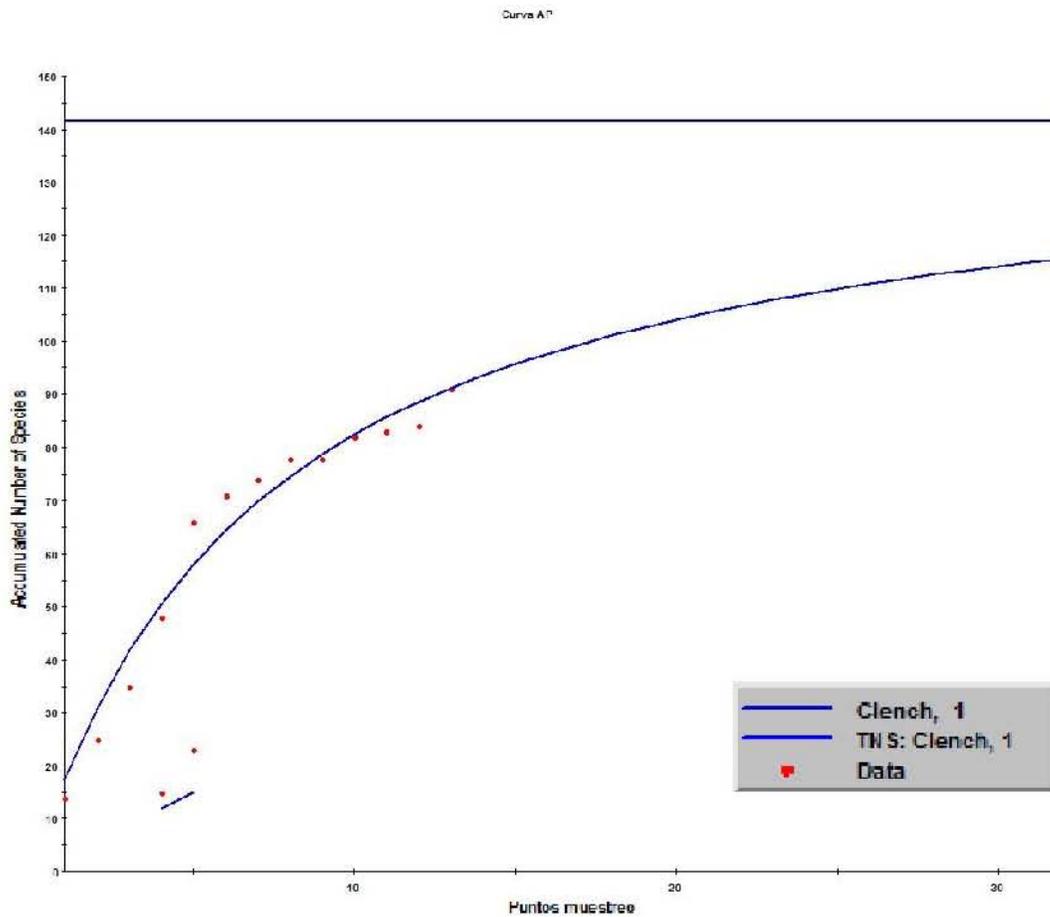


Figura 42. Curva de acumulación de especies registradas en el Área Contractual Benavides-Primavera

Para conocer el grado de similitud entre los diferentes puntos de muestreo, se realizó un dendrograma de similitud en base al índice de Shanon-Wiener en el programa PAST (Paleontological Statistics versión 3.06). En la Figura 43 se pueden distinguir que el grupo uno está conformado por los puntos BP5 y BP6, el grupo dos por BP7 y BP8, el tercer grupo lo forman BP2 y BP3, el grupo cuatro por los puntos BP1 y BP9, el grupo cinco por los puntos BP11 y BP13. En el siguiente nivel encontramos al grupo seis conformado por los grupos dos y cinco. El grupo siete se conforma por el grupo uno y el punto BP4. En el siguiente nivel encontramos que el grupo ocho se componen por el grupo ocho y el punto BP10. El grupo nueve se compone de los grupos dos y seis. En el siguiente nivel observamos que el grupo diez se componen del grupo cuatro y el BP12. El grupo 11 se compone por el grupo ocho y nueve. Finalmente, el grupo 12 se conforma por los grupos diez y 11.

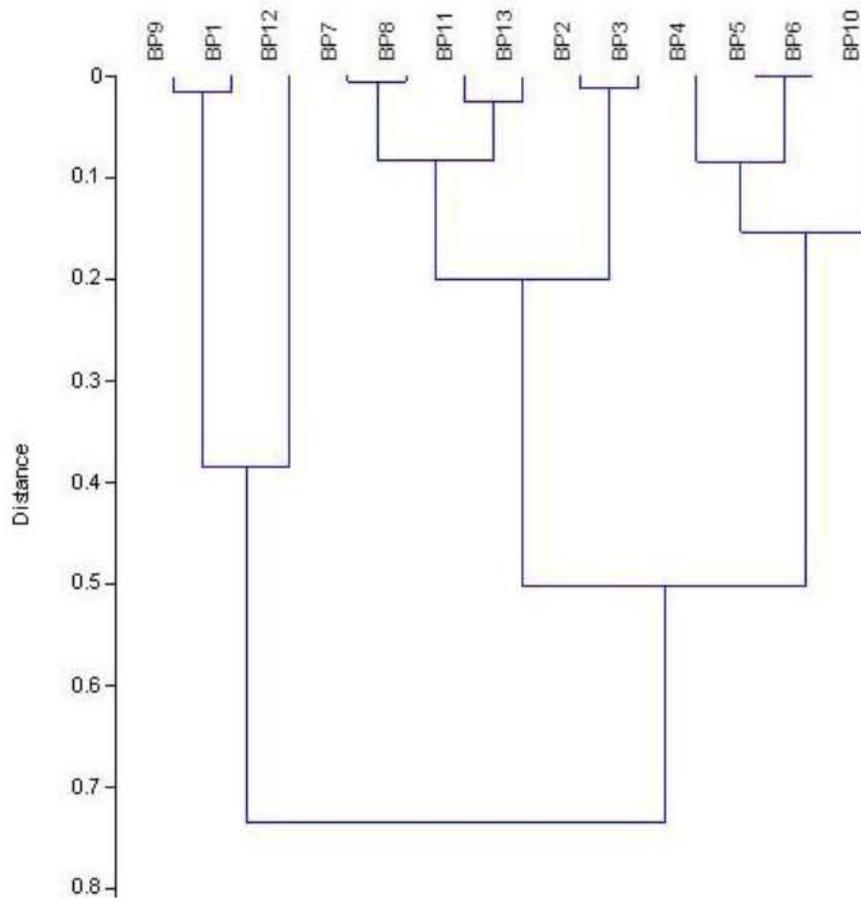


Figura 43. Dendrograma de similitud entre los puntos de muestreo realizados en el Área Contractual Benavides-Primavera.

7.1.3.3 Estado de Conservación del Área Contractual Benavides-Primavera

Las comunidades vegetales primarias (matorral xerófilo) que tendrían su distribución natural en el área de proyecto, han sido disminuidas por las actividades ganaderas, siendo sustituidas por los pastizales inducidos. Los índices de diversidad muestran valores elevados en los sitios de muestreo de vegetación primaria, lo que sugiere que en condiciones de no perturbación estas comunidades vegetales presentan valores moderados a altos en cuanto a su diversidad vegetal.

Las áreas con vegetación primaria, que son más diversas, están localizadas principalmente en la región norte del área contractual. En estos parches de vegetación primaria se desarrollan especies como *Calliandra conferta*, *Condalia viridis*, *Hectia* sp., *Ebenopsis ebano*, *Manfreda* sp., *Prosopis glandulosa*, *Yucca filifera*, *Y. treculeana* así como cactáceas como *Echinocactus texensis*, y *Mammillaria* sp., las cuales pueden ser consideradas como especies indicadoras de vegetación primaria dentro de la zona de proyecto.

Por otro lado, existen comunidades vegetales secundarias derivadas de matorral xerófilo. Estas comunidades se caracterizan por presentar como especies dominantes a *Prosopis laevigata*, *Parkinsonia aculeata* y *Opuntia engelmannii*. Los índices de diversidad en estas comunidades son heterogéneos, es decir, existen sitios de muestreo con valores de 0.81 y otros de 0.16, lo que sugiere una heterogeneidad en la estructura de las comunidades secundarias, lo que seguramente contribuye a la riqueza total de especies dentro de la zona de proyecto.

Por otro lado, cabe señalar el caso de *Opuntia engelmannii* si bien se trata de una especie nativa de la zona también es verdad que en lugares perturbado es muy abundante llegando a ser una especie dominante en dicha comunidad. Asimismo, *Parkinsonia aculeata* se observó principalmente en las orillas de caminos y en sitios perturbados llegando a formar parches monoespecíficos.

Por otro lado, de estas 62 especies reportadas, solo seis se encuentran bajo una categoría de protección, es decir, únicamente el 9.67 % de la flora del área de proyecto se encuentra protegida bajo alguna categoría de CITES, UICN o NOM-059-SEMARNAT-2010. En relación a las especies endémicas, únicamente dos son reportadas como endémicas a México y ninguna presenta un endemismo regional. Estas cifras sugieren que el área de proyecto es una región con valores bajos de endemismo.

Con base en estos resultados, se puede considerar que la zona de proyecto, en general, tiene un grado intermedio de riqueza y bajo endemismo vegetal. Asimismo, presenta un grado moderado de conservación de la flora local, ocasionado principalmente al reemplazo del matorral xerófilo por un pastizal cultivado con fines ganaderos. No obstante, existen comunidades vegetales primarias con índices de diversidad elevados, las cuales deben ser consideradas para su conservación ya que albergan cinco especies de cactáceas bajo algún status de conservación. Asimismo, estas comunidades primarias funcionan como centros de refugio y riqueza para la flora, y seguramente para la fauna, a nivel local. Razón por la cual deben ser resguardadas para asegurar tanto servicios ambientales como la diversidad biológica regional que alberga.

El área de estudio como se mencionó anteriormente se encuentra en la ecorregión denominada como Matorral espinoso Tamaulipeco, sin embargo, este tipo de vegetación se observó bastante fragmentada y en condiciones de crecimiento secundario.

Se observó la presencia de potreros, llanos de matorral cracicaule, acahuales, y pastizal con matorral mezclados, por lo que difícilmente se puede observar la vegetación original; sin embargo, dada la transformación del hábitat el número y abundancia de especies es favorecida por la presencia de cuerpos de agua que además de ser abrevaderos para el ganado cumplen la función de "Oasis" en un paisaje semidesértico con escasa cobertura arbórea. Las zonas cercanas a las estaciones de compresión se conservan las mismas características antes mencionadas, ya que dicha fragmentación es generalizada a lo largo de toda el Área Contractual Benavides-Primavera.

Finalmente es menester destacar la importancia que tienen los estudios y caracterizaciones faunísticas, ya que nos brindan información sobre la presencia de especies que pueden ser utilizadas en proyectos de conservación que pueden ir en conjunto con el desarrollo de proyectos de índole industrial-energético que brindaría un beneficio a nivel económico, social y ambiental de la región.

7.1.4 Áreas sensibles

7.1.4.1 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)

Dentro del Área Contractual Benavides-Primavera se encuentran tres Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's). Estas son UMA 83 Rancho la Palma, UMA 1387 Rancho Felicitas y UMA 1404 Nuevo Guayacán (Figura 44). Mientras que otras 81 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) se encuentran cercanas al Área Contractual (Tabla 51).

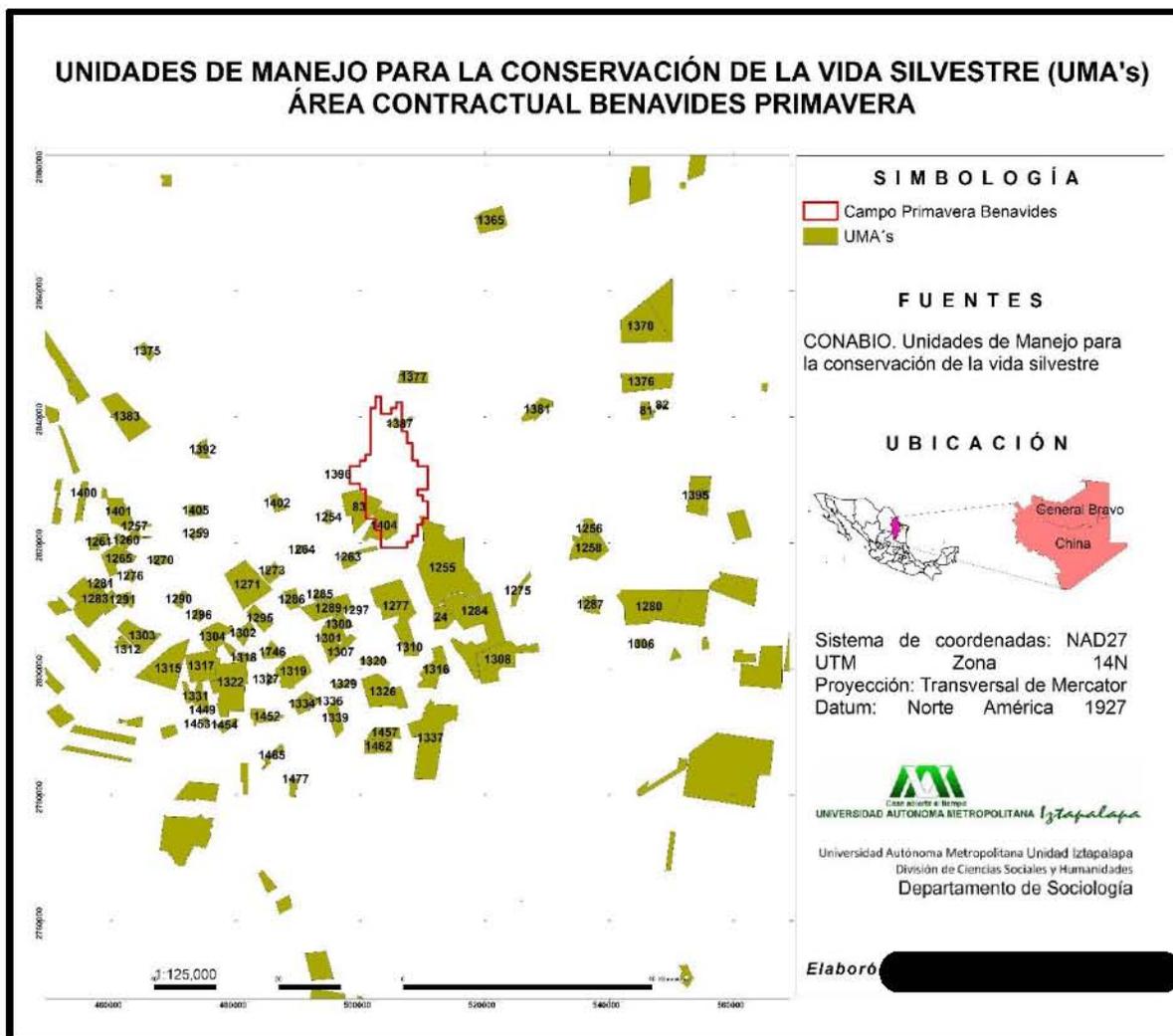


Figura 44. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Tabla 51. Distancia de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) al área contractual Benavides-Primavera.

Id. UMA	Nombre de la UMA	Distancia al Área Contractual (km)
24	Defensado	21.32652875940
81	3 Generaciones	41.92584906930
82	3 Generaciones	44.58007821050

Id. UMA	Nombre de la UMA	Distancia al Área Contractual (km)
83	Rancho La Palma	Dentro del área contractual
1254	Rancho San Pedro	11.45411286510
1255	Pelillos-La Esperanza y La Palmita	14.78349412190
1256	Rancho Los Ángeles	32.23554799270
1257	La Presa	41.11316168160
1258	Rancho Laguna Los Indios	32.92093129000
1259	Zaragoza	32.17701271960
1260	Rancho San José	43.69973483730
1261	Rancho Carricitos	47.74790235430
1263	Venado Mocho	12.58069338970
1264	Rancho El Cedro	17.48905520270
1265	Rancho El Gran Chaparral	45.42444156310
1270	San Antonio 2	38.70737895700
1271	Rancho El Jarocho	27.55839793980
1273	La Mancuema	23.36052415940
1275	El Porvenir	25.78229697060
1276	Rancho San Roberto	43.91430238100
1277	Charco Largo	18.04925946570
1280	San Rafael-Calabozo-Purgatorio	44.84349154680
1281	Los Sauces	48.92215230690
1283	El Coyote	48.50373622200
1284	El Tule	24.69550803180
1285	Gatos Pardos	20.25866158860
1286	San Carlos	23.39384503830
1287	Rancho San Isidro No. 2	36.49399866930
1289	Rancho El Cañón Dos	20.91449736360
1290	Rancho Las Comitas	37.83700643600
1291	La Paradita	46.27853605930
1295	La Crusita	28.94722665410
1296	Rancho San Cristóbal	36.42948901450
1297	Las Tresquilitas	21.65927159110
1300	Santa Cruz	23.17454069830
1301	La Pitahaya	24.80849231000
1302	El Ebanito	32.20575341280
1303	Come Cabras	46.27045209450

Id. UMA	Nombre de la UMA	Distancia al Área Contractual (km)
1304	La Carbonera	35.82942147070
1306	La Gloria	46.31830505440
1307	Mata de Huaje	25.42600388510
1308	Corralín	30.98492782890
1310	Cuatro Milpas	24.11993169630
1312	San Juan, La Calabacilla, La Herradura	48.31285455840
1315	El Ebanito	44.60726049110
1316	El Retiro	27.95642426270
1317	San Pedro del Jaujal	40.29854158080
1318	Rancho La Esperanza	34.71922666610
1319	20 de Enero	31.62192769560
1320	Rancho San Juanito	26.13736257170
1322	Desarrollo Cinegético Carbonera, S. C.	39.30099841660
1326	El 30 de Enero	30.51422456700
1327	El Comanche	34.55984458910
1329	Los Ébanos	30.22474507160
1331	San Miguel	43.86821316980
1334	Retamitas	35.04785983890
1336	Retamitas	34.10221301050
1337	Rancho Presa Nueva	37.44230128120
1339	El Pescadito	35.26662635030
1365	Los Llanitos	40.49350933540
1370	El Cuatralvo-La Pita	45.88776995620
1375	Puerto de La Barreta	43.39606781700
1376	El Mezquite	43.01933174190
1377	Iras y No Volverás	15.17523924840
1381	La Sierra	25.40870213910
1383	Santa Rita	43.60882145410
1387	Rancho Felicitas	Dentro del área contractual
1392	El Rialito	30.59207740690
1395	Santa Elvia	48.62266061820
1396	La Esperanza	8.66658633821
1400	El Sabinito	49.30158909740
1401	Azalea	43.95982307080
1402	San Juan	18.67628223440

Id. UMA	Nombre de la UMA	Distancia al Área Contractual (km)
1404	Nuevo Guayacán	Dentro del área contractual
1405	Las Delicias	31.67416395740
1449	Rancho San Cristóbal	44.41279754600
1452	El Bonito	39.64748748770
1453	El Fresnal	45.70143640030
1454	Jacalitos	43.91551243250
1457	Los Chileros	36.34326404110
1462	Rancho El Rosario	38.20689705070
1465	Rancho El Calvario	43.78102471530
1477	Rancho El Venadito	45.50601954810
1746	San José De La Cruz	31.14061615550

7.1.4.2 Sitios RAMSAR

En el Área Contractual Benavides-Primavera no se ubica algún sitio RAMSAR, siendo el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre la más cercana al Área Contractual que se encuentra a 120.26 km de distancia.

7.1.4.3 Regiones terrestres prioritarias

Dentro del Área Contractual Benavides-Primavera no se encuentran regiones terrestres prioritarias, las más cercana es la Región Terrestre Sierra de San Carlos que se encuentra a 85.47 km de distancia. Otras Regiones Terrestres que se encuentran relativamente cercanas al Área Contractual Benavides-Primavera son Sierra Picachos, El Potosí-Cumbres de Monterrey, Matorral Tamaulipeco del Bajío Río Bravo, Cañón Iturbide y Laguna Madre (Tabla 52).

Tabla 52. Distancia del Área Contractual Benavides-Primavera a la Regiones Terrestres Prioritarias cercanas.

Nombre	Distancia (km)
Sierra de San Carlos	85.48
Sierra Picachos	88.27
El Potosí-Cumbres de Monterrey	111.18
Matorral tamaulipeco del bajo río Bravo	111.92
Cañón de Iturbide	118.00
Laguna Madre	118.05

7.1.4.4 Regiones hidrológicas prioritarias

Dentro del Área Contractual Benavides-Primavera no se encuentran Regiones Hidrológicas Prioritarias, siendo la más cercana la Región Hidrológica Río San Juan y Río Pesquería a 17.12 km de distancia. Las otras dos regiones cercanas al Área Contractual son Río Bravo Internacional y Río San Fernando a 71.54 y 83.33 km de distancia respectivamente (Figura 45).

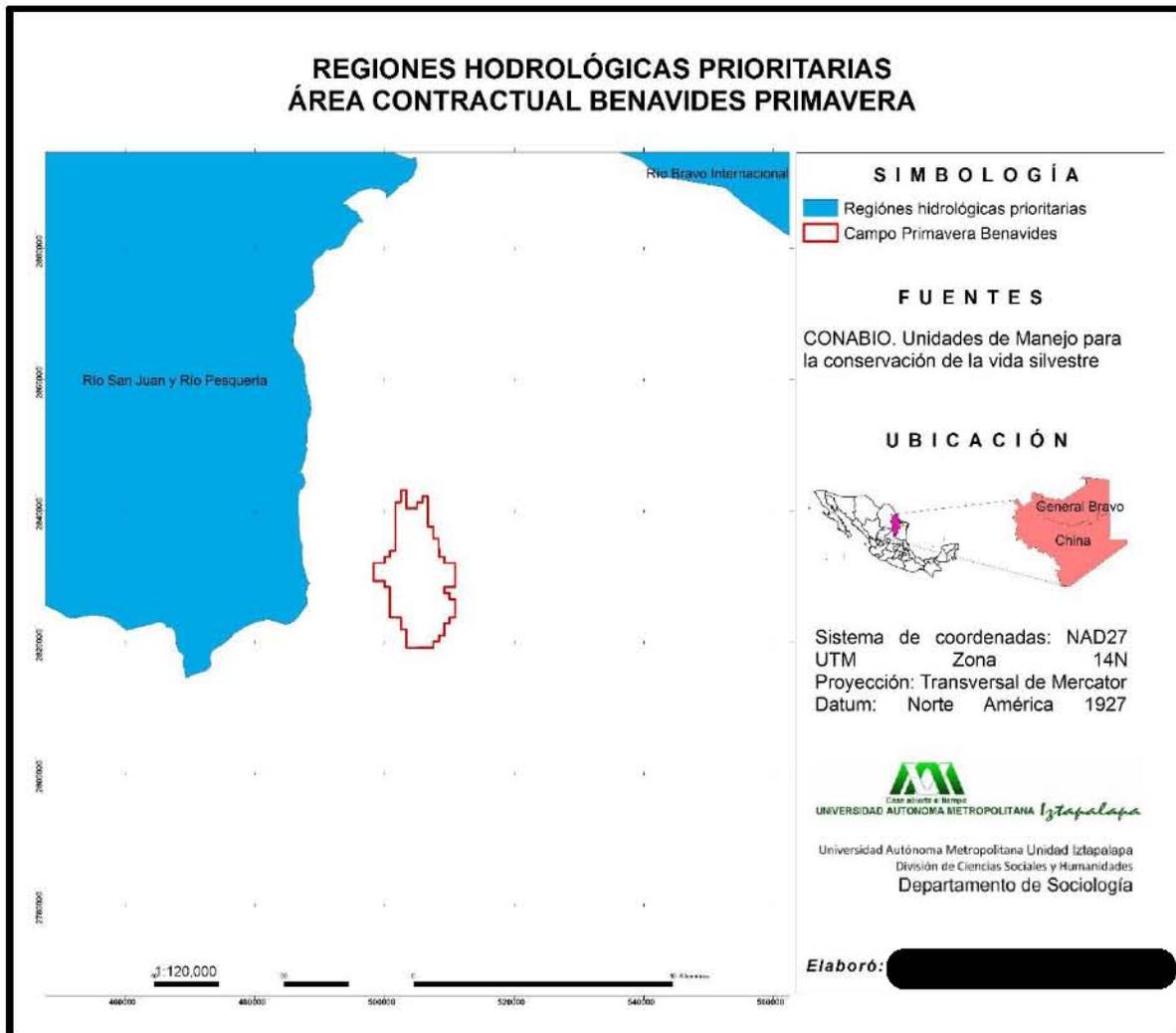


Figura 45. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al Área Contractual Benavides-Primavera.

7.1.4.5 Áreas Naturales Protegidas

En el Área Contractual Benavides-Primavera no se encuentran Áreas Naturales Protegidas (ANP's). Las ANP's más cercanas al Área Contractual son: ANP Cumbres de Monterrey a 114.22 km, ANP C.A.D.N. Bajo Río San Juan a 115.76 km, ANP Laguna Madre - Delta del Río Bravo a 119.51 km y ANP Cerro de la Silla a 123.36 km.

7.1.4.6 Rutas de migración

El matorral Tamaulipeco es un ecosistema que domina valle Inferior del Río Bravo. Aunque la vegetación es más alta y frondosa en las áreas riparias que en las secas, estos sitios proveen hábitats para nidación y alimentación y sirven también como corredores para movimiento de los animales. El Matorral Tamaulipeco es hogar de más de 600 especies de vertebrados y más de 1,100 especies de plantas. Muchos animales y plantas de esta área no se presentan en ningún otro sitio, incluyendo dos felinos en peligro como jaguarundi y ocelote (Chapman y Papoulias, 2003).

La tala de matorral para uso agrícola comenzó en 1900 y para 1988 más del 95% de todo hábitat había sido destruido para uso urbano o agropecuario. La escasa superficie tiene un régimen de propiedad privada y se encuentra en pequeños manchones, los cuales resultan incapaces de soportar la alta diversidad biológica natural de estos ecosistemas.

En la Laguna Madre (laguna hipersalina), es de gran preocupación mantenimiento de los pastos que son de gran utilidad como criaderos para la vida silvestre y como sitios de invernación de aves. Los pastos se han perdido por cambios a la baja en la salinidad de la laguna por excavación para comunicar la Laguna superior con la inferior (a consecuencia de la vía intercostera del Golfo) y los incrementos de desviación de agua para la agricultura. La laguna ha perdido 30% de los pastos desde 1960 hasta 1988.

Desde junio de 1990 se ha presentado un florecimiento de algas cafés que se ubica en la zona sur de la laguna en invierno por la influencia de los vientos que acompañan a los frentes fríos.

Aunque las mareas inundan con poca frecuencia algunas superficies, éstas sostienen tapetes de algas verde-azules, los cuales son hábitats esenciales para especies como garza piquirosa (*Egretta rufescens*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), chorlito alejandrino (*Charadrius alexandrinus*), y chorlito melódico (*Charadrius melodus*).

7.1.1 Análisis de Paisaje

La metodología propuesta para el diagnóstico de Línea de Base Ambiental, el análisis del paisaje se realiza de una forma integral - tomando en cuenta cuestiones ambientales, territoriales, sociales y el valor estético - para ello la primera etapa es la búsqueda de bibliografía y de metodologías usadas para el estudio del paisaje; además de realizar la búsqueda de información de programas sectoriales y/o trabajos que tengan información relacionada con las características paisajísticas de las regiones y zonas donde se localizan los diferentes bloques petroleros, y que incluyan cuestiones bióticas, abióticas y antrópicas.

Dentro de la primera etapa del estudio de paisaje, se lleva a cabo la delimitación del área de estudio o ámbito de estudio; para este trabajo, el ámbito ya está definido, es el Área Contractual ya asignada.

La delimitación de dichas áreas, se hace conforme a la existencia de campos de explotación de hidrocarburos que establece la industria petrolera, acorde a las características geológicas y de la posibilidad de explotar ese espacio ya delimitado de acuerdo a cierto tiempo y capital financiero disponible. Por tal motivo se habla de una delimitación político administrativa -el Campo- ahora denominado: bloque o área contractual, que es la más pequeña dimensión territorial que genera la industria petrolera (Checa-Artasu, 2017 *en prensa*).

La delimitación de las zonas de estudio (áreas contractuales), no es necesario que la establezcamos, debido a que ya están preestablecidas, éstas tienen una extensión determinada de varios kilómetros cuadrados, retomando a Checa-Artasu (2017 *en prensa*) “la delimitación se hace de acuerdo al potencial geológico del territorio, en ocasiones estas superan y se superponen a la delimitación administrativa de los municipios, así como el régimen de propiedad o la distribución agraria”.

A través del análisis del paisaje de las áreas contractuales, se pueden conocer detalladamente las particularidades del espacio geográfico del área contractual, el conocimiento de las características internas es de utilidad para determinar como la explotación del petróleo que se realiza puede incidir en el territorio donde se realiza la actividad extractiva y a la población que reside en el lugar.

Después de hacer la delimitación del ámbito de estudio, la etapa siguiente es realizar un análisis de la organización del paisaje existente, en este caso, en las áreas contractuales; para ello se toman en cuenta los factores naturales y humanos.

El análisis se hace tomando en cuenta la estructura formal y la cobertura de suelo; dentro de la estructura formal, entran los rasgos y características significativos del relieve, hidrografía, geomorfología, que condicionan la organización y estructura del paisaje y ayudan a definir las relaciones visuales y funcionales del territorio (Muñoz, 2012; Checa-Artasu, 2017 *en prensa*). La cobertura vegetal, está integrada por sistemas de vegetación, la presencia de fauna, la implantación humana y láminas de agua, dichos elementos definen parte de la apariencia externa del paisaje.

Los sistemas vegetales, se toman en cuenta, por ser elementos clave para poder realizar un análisis del paisaje, asimismo su distribución en el territorio responde a fenómenos naturales o derivados de la gestión antrópica del paisaje. A través de la

organización de la cubierta vegetal se puede realizar una caracterización del paisaje (Muñoz, 2012:64).

La implantación humana, es decir el componente antrópico, debe de tomar en cuenta características básicas de demografía, uso de suelo, actividad económica, ya “que en ocasiones son determinantes en el carácter del paisaje” (Muñoz, 2012:64).

Los elementos ya mencionados dentro de la estructura formal y la cobertura de suelo, se describen para el Área Contractual, primero con la búsqueda de información y se complementa con el trabajo de campo, para ello en líneas posteriores, se describen los elementos encontrados en el trabajo de campo en el área contractual.

La etapa consecutiva a la organización del paisaje es determinar las unidades del paisaje, que son definidas como: “un área geográfica con una configuración estructural, funcional o perceptiblemente diferenciada, única y singular que ha ido adquiriendo las características que la definen tras un largo periodo de tiempo” (Muñoz, 2012:66); mediante estas se puede resumir la caracterización del paisaje y conocer la diversidad paisajística del territorio.

Las unidades de paisaje permiten analizar cómo ha sido la evolución del territorio por fenómenos naturales y la acción antrópica; es importante mencionar que tienen una extensión, delimitación y nomenclatura diferenciada, formando así áreas que tienen un mismo carácter paisajístico, es decir cierta uniformidad; también para cada unidad se deben identificar los patrones existentes y los límites que separan a cada patrón uno.

Dentro del análisis paisajístico para un área contractual, el uso de unidades ayuda a identificar y señalar la existencia de variedad paisajística y permite describir los

diferentes procesos de transformación presentes y a futuro que pueden incidir en las unidades de paisaje previamente determinadas.

Es importante mencionar que dentro del Área Contractual se establecen puntos estratégicos, para la toma de panorámicas y realizar el análisis visual del paisaje, por ello se hace uso de la cuenca visual, que son definidas como “el entorno visual de un punto” (Fernández-Castañedas, 1977 en Teva, 1996), se incluye el análisis visual debido a que es una variable que se toma en cuenta para realizar la valoración paisajística.

Para el trabajo de campo se han determinado los principales puntos de observación desde los que se puede contemplar el paisaje, estos puntos “son los lugares del territorio desde donde se percibe con mayor probabilidad el paisaje” (Muñoz, 2012:146), a partir de ellos se estiman las cuencas visuales. En los sitios que se eligen como puntos de observación se realiza la captura de fotografías panorámicas, los sitios son elegidos de acuerdo a las características del relieve que presenta el área contractual (zonas con alta exposición visual y por ende con cotas altitudinales altas).

Las etapas propuestas en la metodología son las que se aplican para el análisis del paisaje: se hace la revisión de la bibliográfica, se describe y justifica la delimitación del ámbito de estudio -el área contractual-, se describe parte de la estructura formal y la cobertura de suelo, que se complementan con los hallazgos del trabajo de campo; de igual manera se determinan las diferentes unidades del paisaje existentes dentro del área contractual, se seleccionan los puntos de observación para realizar el análisis visual del paisaje, mediante la determinación de cuencas visuales; las unidades de paisaje y los puntos de observación son susceptibles a modificaciones de acuerdo a los hallazgos y resultados de trabajo de campo.

7.1.1.1 Análisis del Paisaje Área Contractual Campo Benavides-Primavera

Ámbito de Estudio

El Área Contractual Benavides-Primavera se ubica en el estado de Nuevo León, dentro de los municipios China y General Bravo, tiene una superficie total de 172 km² (Figura 46).

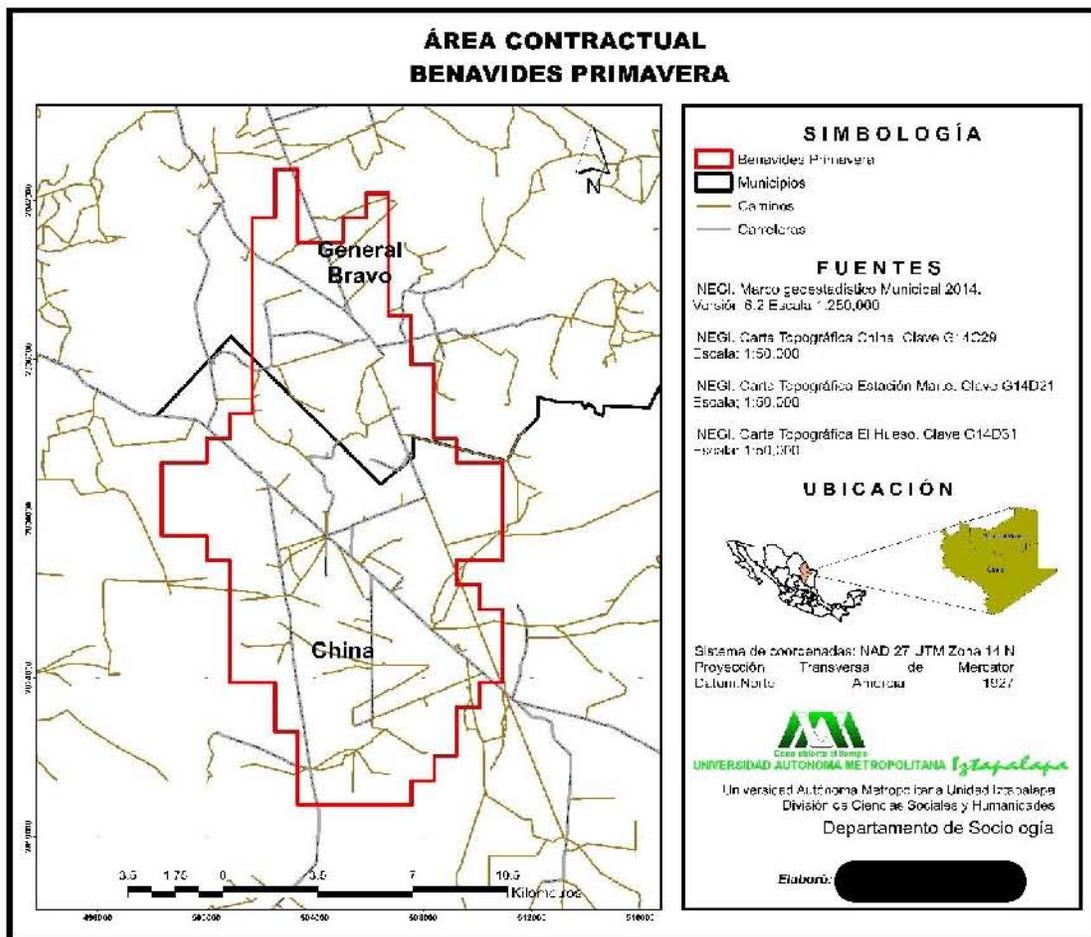


Figura 46. Ubicación del Área Contractual Benavides-Primavera.

Organización del Paisaje

En la organización del paisaje, se toma en cuenta factores naturales y humanos, se realizó la revisión de las principales características que puede tener la estructura formal y la cobertura de suelo del Área Contractual.

En esta sección se dan las principales características de la estructura formal, donde entran las características abióticas del lugar, dicha información se obtuvo de organismos oficiales como INEGI; CONABIO y programas sectoriales, planes de desarrollo municipales y estatales. Finalmente se describen las características de la cobertura de suelo, las características bióticas y antrópicas, que definen parte de la estructura externa del paisaje.

Estructura Formal

Para dar a conocer los rasgos y características que integran la estructura formal del lugar se ha optado por dividir este apartado en: geomorfología, orografía, hidrología, a partir de las características se da una breve descripción de aspectos generales del lugar.

Orografía (Relieve)

El estado de Nuevo León presenta un relieve variado, la Sierra Madre Oriental atraviesa el estado, por lo cual la altitud varía entre 3500 a 4000 m snm. La zona que presenta el territorio más accidentado se encuentra en la parte suroeste del estado. Sin embargo, los municipios donde se ubica el Área Contractual Benavides-Primavera, se ubican dentro de la región Oriente del estado, en dicha zona el territorio es poco accidentado; y se encuentra formada por llanuras y lomeríos.

El terreno del Área Contractual cuenta con elevaciones de 110 m s.n.m. hasta los 160 m aproximadamente, presenta un desnivel de 50 m; la mayor parte del terreno está integrado por lomeríos (

Figura 47). El relieve del Área Contractual presenta tales características que de acuerdo a la geología y topografía la parte del campo donde se observa mayor presencia de cotas altitudinales es en la parte norte, con cotas altitudinales que presentan valores de 140 a 160 m snm.

A través de la fisiografía se conocen los rasgos característicos del territorio, da una visión general del relieve; las provincias y subprovincias son establecidas de acuerdo a la homogeneidad del territorio (unidades homogéneas) y a partir de características físicas (geología, topografía, hidrología etc.).

Las provincias fisiográficas que atraviesan el estado de Nuevo León son tres; Sierra Madre Oriental, Grandes Llanuras de Norteamérica y Llanura Costera del Golfo Norte. El Área Contractual se ubica dentro de la provincia Grandes Llanuras de Norteamérica y dentro de la subprovincia fisiográfica Llanuras de Coahuila y Nuevo León. La provincia "presenta una alternancia de llanuras y lomeríos compuestos por rocas sedimentarias del terciario que no han sido plegadas fuertemente, por lo que muestran un relieve suave, semejante a una penillanura" (González, 2003).

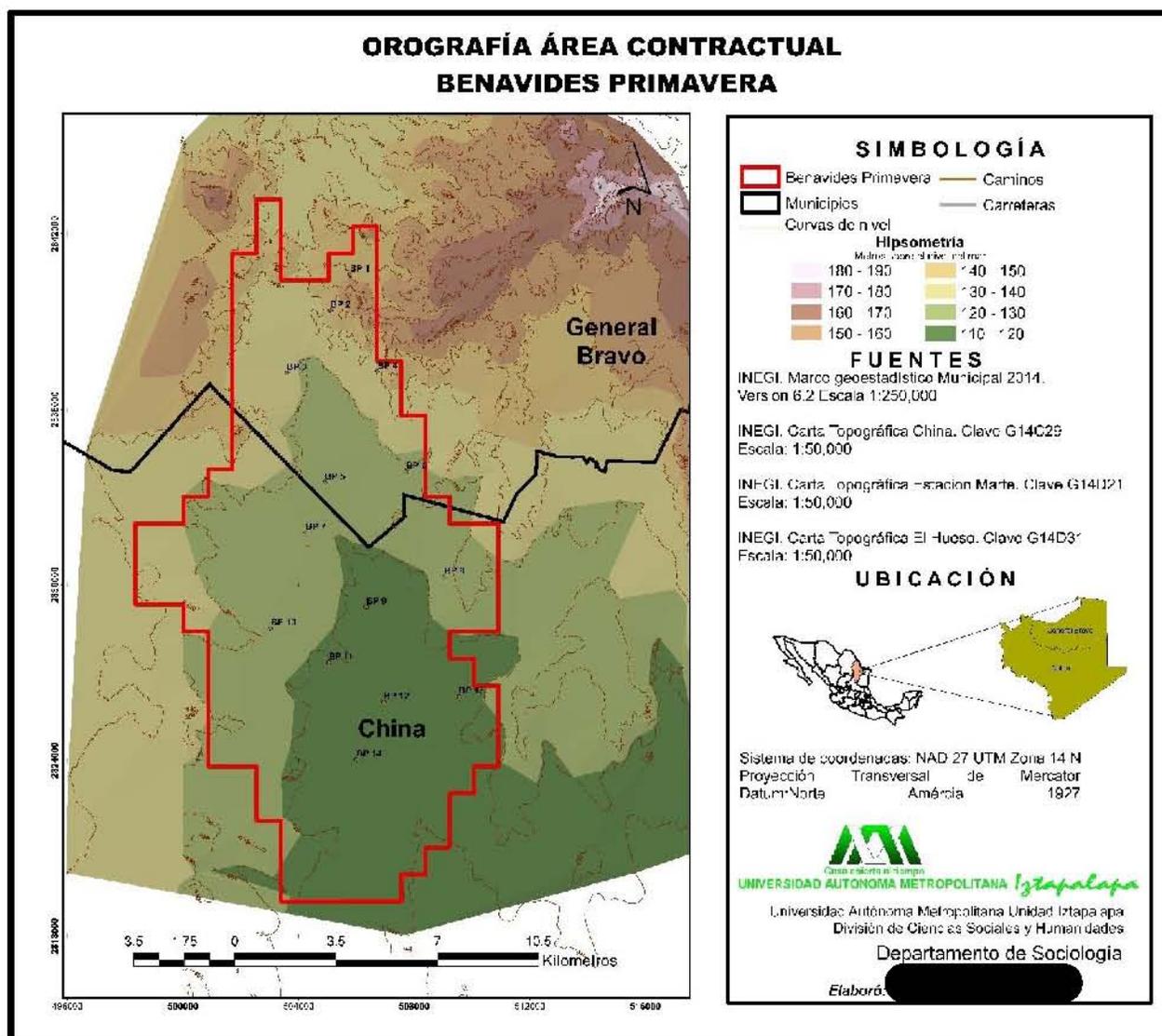


Figura 47. Relieve de Área Contractual Benavides-Primavera.

La subprovincia en que se sitúa el Área Contractual, presenta terreno con formas de Lomerío que son lomeríos de laderas tendidas con llanuras (Figura 48), en las cercanías del área predominan terrenos con formas de valle típico; el terreno en su mayoría no presenta rasgos sobresalientes.

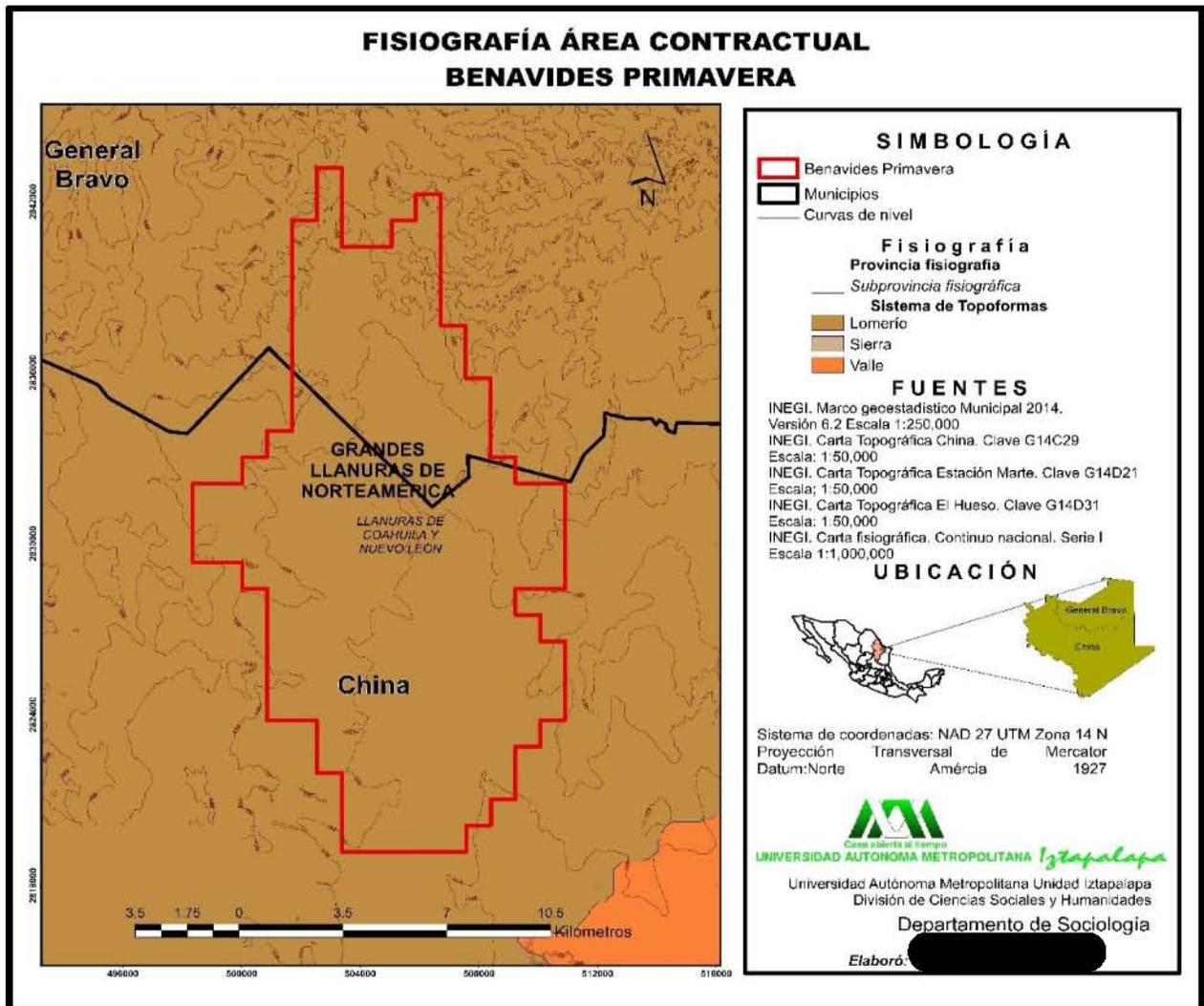


Figura 48. Fisiografía del Área Contractual Benavides-Primavera.

La fisiografía ayuda a conocer los rasgos característicos del territorio (da una visión general del relieve). Cabe mencionar que las provincias y subprovincias son establecidas de acuerdo a la homogeneidad del territorio (unidades homogéneas) y a partir de características físicas (geología, topografía, hidrología, etc.). Para realizar un estudio/diagnóstico de paisaje es importante conocer la fisiografía, se toma en cuenta para establecer las unidades paisajísticas, junto con las características físicas del ámbito de estudio.

Hidrología

El estado de Nuevo León se ubica dentro de cuatro regiones hidrológicas, la RH24 Bravo Conchos, RH25 San Fernando Soto la Marina, RH26-Pánuco y RH37A El Salado; la región RH24 Bravo Conchos es la que cubre gran parte del territorio del estado. La zona oriente del estado se encuentra dentro de las regiones RH24 Bravo Conchos y RH25 San Fernando Soto la Marina.

El territorio del Área Contractual se encuentra dentro de las Cuencas RH25D San Fernando y RH24B Bravo-San Juan; las subcuencas hidrográficas que irrigan el campo Benavides-Primavera son: Río San Lorenzo RH25Dc y Río San Juan RH24Bb. La subcuenca RH25Dc Río San Lorenzo cubre cerca de 95% del área y el 5% restante de la parte Norte del Área Contractual Benavides-Primavera es irrigado por la subcuenca RH24Bb Río San Juan (

Figura 49).

Los arroyos que irrigan el terreno del Benavides-Primavera son: Arroyo El Salado en la parte norte del Área Contractual pertenece a la RH24Bb Río San Juan; la parte centro del área es bañada por los arroyos Yesitos, el Meco, Jaras, Sacahuistal, Colchado y San Bernardo que pertenecen a la RH25Dc San Lorenzo. La parte sur del Área Contractual es irrigada por Arroyos el Bayo, Sacahuistal, Jauja, San Lorenzo y Guayacán que pertenecen a la misma subcuenca hidrográfica.

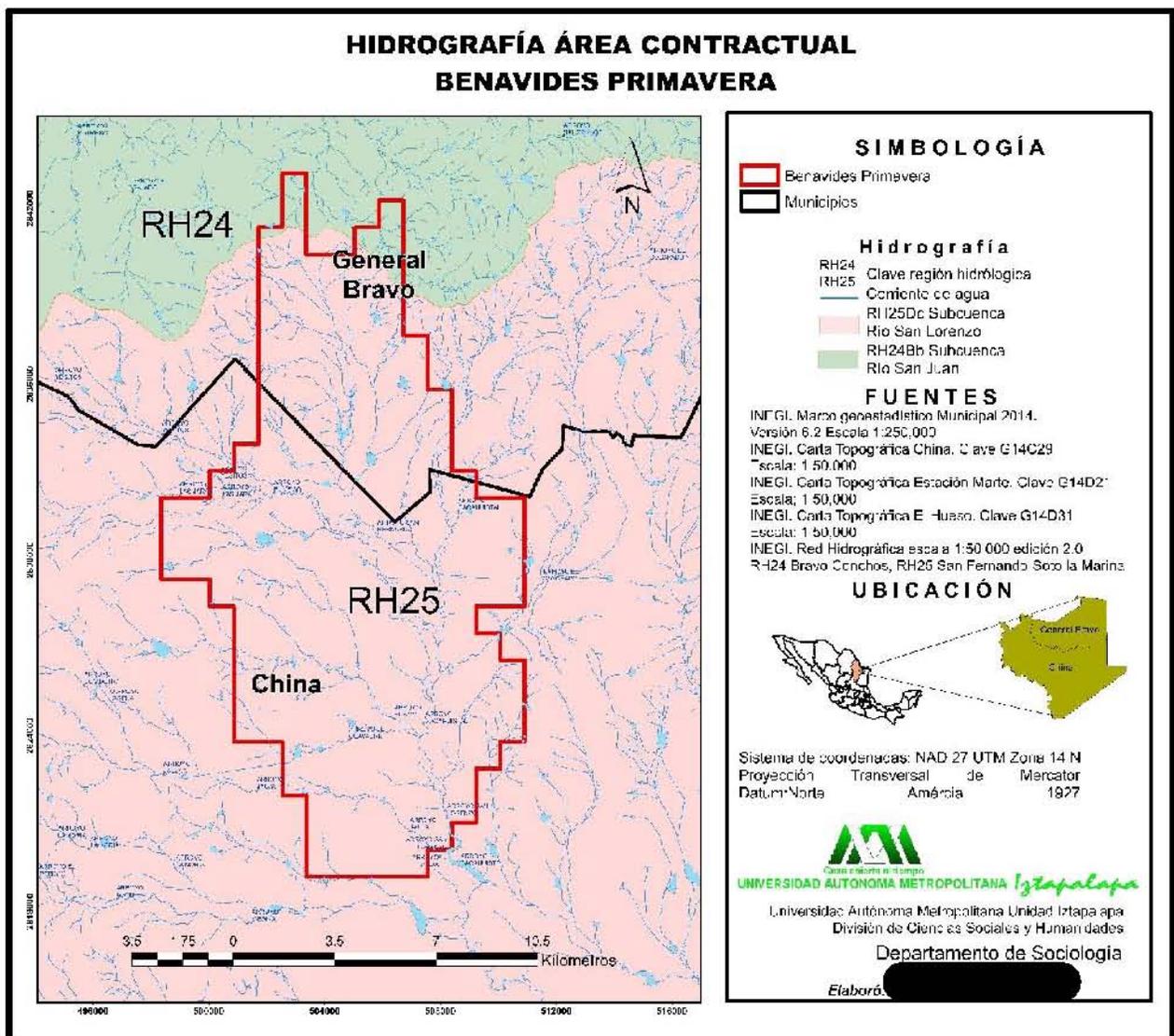


Figura 49. Hidrología del Área Contractual Benavides-Primavera.

Cobertura de Suelo

La cobertura de suelo tal como lo define Muñoz (2012) está integrada por sistemas de vegetación, implantación humana y cuerpos de agua; estos elementos forman parte de la estructura externa del paisaje, por ende, son parte fundamental de la apariencia externa del paisaje.

Así mismo los sistemas de vegetación son parte fundamental para el análisis del paisaje, por medio de estos se puede deducir la incidencia de fenómenos naturales o resultado de la acción antrópica en el territorio, asimismo la organización de la cubierta vegetal en el entorno determina el carácter del paisaje y ayuda a delimitar las unidades paisajísticas.

Por otro lado, la acción antrópica es importante en la conformación del paisaje, dentro de la metodología propuesta por Muñoz y adaptada para el presente análisis, a la acción antrópica se le conoce como implantación humana que es definida como “aquellos elementos que la sociedad ha dispuesto en un territorio y que en ocasiones son determinantes en el carácter del paisaje (Muñoz, 2012:64).

La cubierta vegetal del territorio corresponde a las condiciones de diferentes factores ambientales como lo son: la temperatura, latitud, humedad y los diversos tipos de suelo, a esto se suma la acción antrópica. De acuerdo con las características climatológicas, en el municipio China y General Bravo, prevalecen climas de tipo: Seco muy cálido y cálido (BS(h')), semiseco muy cálido y cálido (BS1(h')) y semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año (ACx), la precipitación anual que prevalece es de 500 a 700 mm y temperaturas de 20 a 24 °C; el tipo de clima junto con factores ambientales permiten que se generen un tipo de vegetación de Chaparral, Mezquital, Matorral (INEGI, 2014; 2015).

El tipo de vegetación que prevalece en el Área Contractual Benavides-Primavera es vegetación secundaria, la vegetación primaria ha sido alterada por acción antrópica debido a que las actividades predominantes en los municipios son: la ganadería, la agricultura y la industria extractiva, éstas han reconfigurado el territorio.

La vegetación que predomina dentro del Área Contractual Benavides-Primavera, según INEGI (2013) es de: agricultura de temporal anual, matorral espinoso tamaulipeco, pastizal cultivado, pastizal halófilo, pastizal inducido, vegetación

secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila. El tipo de vegetación que abarca gran parte de la cobertura del área es pastizal y vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila (Figura 50).

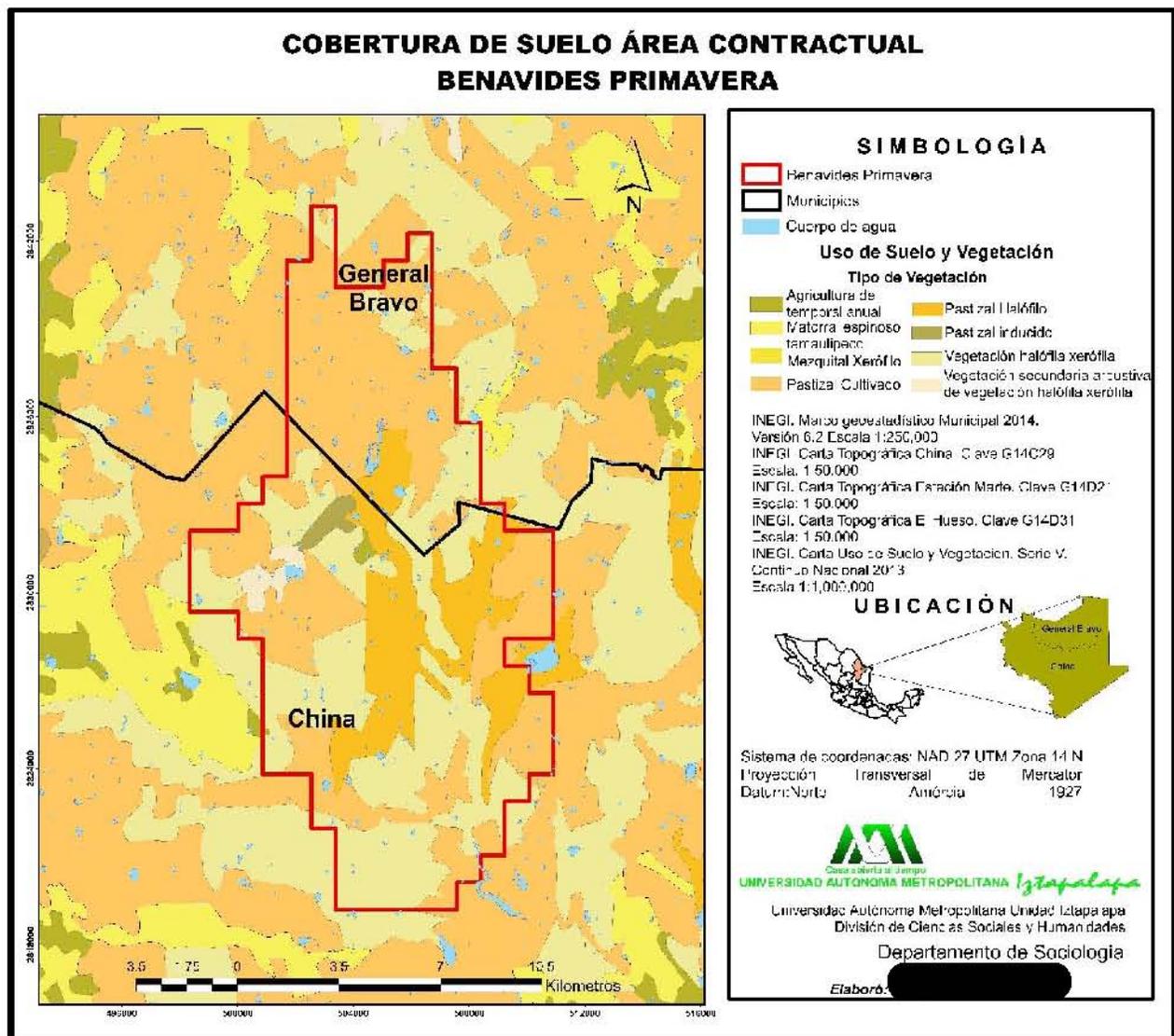


Figura 50. Uso de suelo y vegetación del Área Contractual Benavides-Primavera.

Unidades del Paisaje

Según Muñoz (2012) y Checa (2017 *en prensa*) las unidades de paisaje son áreas geográficas que presentan un carácter paisajístico con cierta homogeneidad y con ciertos patrones; las unidades de paisaje tienen una extensión y delimitación que forma unidades únicas. En el entorno que estudie el paisaje se establecen varias unidades paisajísticas que pueden pertenecer a un mismo tipo de paisaje, éstas son establecidas/delimitadas de acuerdo a los rasgos característicos que presente el territorio y a su vez permite clasificarlas en diferentes tipos de unidades.

El delimitar las unidades de paisaje permite conocer la diversidad paisajística de un entorno, en este caso la delimitación de éstas nos permite conocer la diversidad existente dentro de un Área Contractual. Para poder establecer o delimitar las unidades se toman en cuenta las características de la organización del paisaje, que ya se han descrito en el apartado anterior, así mismo se toman en cuenta los diferentes patrones que presenta el territorio que se relacionan con la cobertura de suelo existente en el lugar.

El Área Contractual se encuentra dentro de la misma provincia, subprovincia fisiográfica y sistema de topofomas, por lo tanto, para este caso no se logró delimitar las unidades usando la fisiografía, que es primordial para establecer las unidades de paisaje. En la delimitación también se toma en cuenta los diferentes patrones existentes en el territorio, estos pueden ser de tipo: forestales, agroforestales, agrícolas, urbanos y ligados al agua: costas, causes, ríos y humedales.

A simple vista se identificó que el patrón existente en el campo es de tipo agrícola con poca cobertura vegetal, sobresale más la cubierta vegetal presente en las cercanías de arroyos, cañadas y cuerpos de agua; lo anterior se relaciona con la información obtenida a través de INEGI, donde sobresale que en el Área Contractual

predomina vegetación de tipo pastizal cultivado, que se asocia con los mosaicos que se observan dentro de Área Contractual.

El reconocimiento de las unidades de paisaje se realizó in situ y de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en campo. En el trabajo de campo se visitaron puntos previamente establecidos, que corresponden a los puntos donde se realizó el muestro de flora y fauna, de acuerdo a las características observada y a la información recabada en cada uno de ellos, se establecieron las unidades paisajísticas, las tomas panorámicas para hacer el análisis visual.

El Área Contractual cuenta con el mismo tipo de estructura formal, para establecer las unidades de paisaje se tomó en cuenta la cubierta vegetal observada in situ; el trabajo de campo se llevó a cabo del 20 al 24 de septiembre de 2016, se realizó el muestro en diferentes sitios del Área Contractual (Tabla 1).

En cada uno de los puntos existen diferentes tipos de vegetación, con base al tipo de vegetación que se halló se establecieron las unidades de paisajísticas y la nomenclatura para cada una.

Tabla 53. Sitios de muestreo área contractual Benavides-Primavera.

Punto de Muestreo	Coordenadas UTM		Altitud	Tipo de vegetación
	X	Y		
BP 1	505769	2840616	157	Matorral xerófilo
BP 2	505101	2839385	147	Matorral xerófilo
BP 3	503593	2837256	136	Matorral xerófilo
BP 4	506727	2837301	141	Matorral xerófilo
BP 5	504908	2833510	127	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo
BP 6	507722	2833881	131	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo
BP 7	504247	2831797	130	Matorral xerófilo
BP 8	509038	2830282	129	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo
BP 9	506341	2829257	122	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo

BP 10	503040	2828526	130	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo
BP 11	505044	2827364	122	Vegetación secundaria de Matorral xerófilo
BP 12	506948	2826005	119	Matorral xerófilo
BP 13	509543	2826191	119	Pastizal cultivado
BP 14	506000	2824036	119	Matorral xerófilo

Se delimitaron cuatro unidades de paisaje, dos son del mismo tipo de paisaje UP01-MX y UP03MX Lomerío con matorral xerófilo y se encuentran separadas, la tercera unidad UP02-VSPX lomerío con vegetación secundaria de matorral xerófilo y una última unidad UP04-PC lomerío con pastizal cultivado; todas las unidades de paisaje se delimitaron de acuerdo al resultado arrojado en el muestreo.

La primera unidad UP01-MX y UP03MX lomerío con matorral xerófilo se sitúa al norte del Área Contractual, dentro de dicha unidad se localizan los puntos de muestreo BP1, BP2, BP3, BP4, en estos sitios se halló presencia de vegetación primaria con especies de suelos salinos, la vegetación presente presentaba pequeñas señales de perturbación, el estrato dominante fue de tipo arbustivo.

La segunda unidad delimita UP02-VSPX lomerío con vegetación secundaria de matorral xerófilo, abarca la parte centro del Área Contractual, dentro de esta se sitúan los puntos de muestreo BP5-BP11; en la zona que comprende la unidad se observó presencia de vegetación secundaria de matorral xerófilo con abundancia de estrato arbustivo, en partes de la unidad había presencia de especies invasoras como gramíneas, también se observaron signos de perturbación.

En tercera unidad UP02-VSPX Lomerío con Vegetación secundaria de Matorral Xerófilo, únicamente se situaron dos puntos de muestreo BP12 Y BP14, a partir de los cuales se estableció ésta, el área que comprende la unidad presentó vegetación

conservada, con el estrato arbustivo bien representado y poca presencia de gramíneas.

La última unidad UP04-PC lomerío con pastizal cultivado, se sitúa al sureste del Área Contractual y en ella se localizó el punto de muestreo BP13, la zona presentaba tierras de cultivo aparentemente abandonadas por presencia de gramíneas invasoras.

El tipo de paisaje presente dentro del Área Contractual es de lomerío con matorral xerófilo, debido a las características salinas del suelo, dentro del área se observaron puntos con vegetación primaria conservada, sin embargo, predominada vegetación secundaria de matorral xerófilo que convive con especies invasoras (

Figura 51).

Dentro de las unidades de paisaje establecidas puede figurar como recurso paisajístico, la vegetación presente en la zona norte del Área Contractual, debido a que presenta características aparentes de conservación y presenta el terreno con mayores cotas altitudinales, también dentro del campo hay zonas frágiles debido al uso agrícola del suelo, también es vulnerable a presentar contaminación por las diferentes actividades extractivas que se llevan dentro de cada unidad.

Cabe recalcar que la delimitación de dichas unidades se hizo de acuerdo al patrón del territorio y de la cubierta vegetal que predominante en la zona, se tomó como complemento el relieve y en específico la fisiografía, a pesar de que es la misma en toda el área.

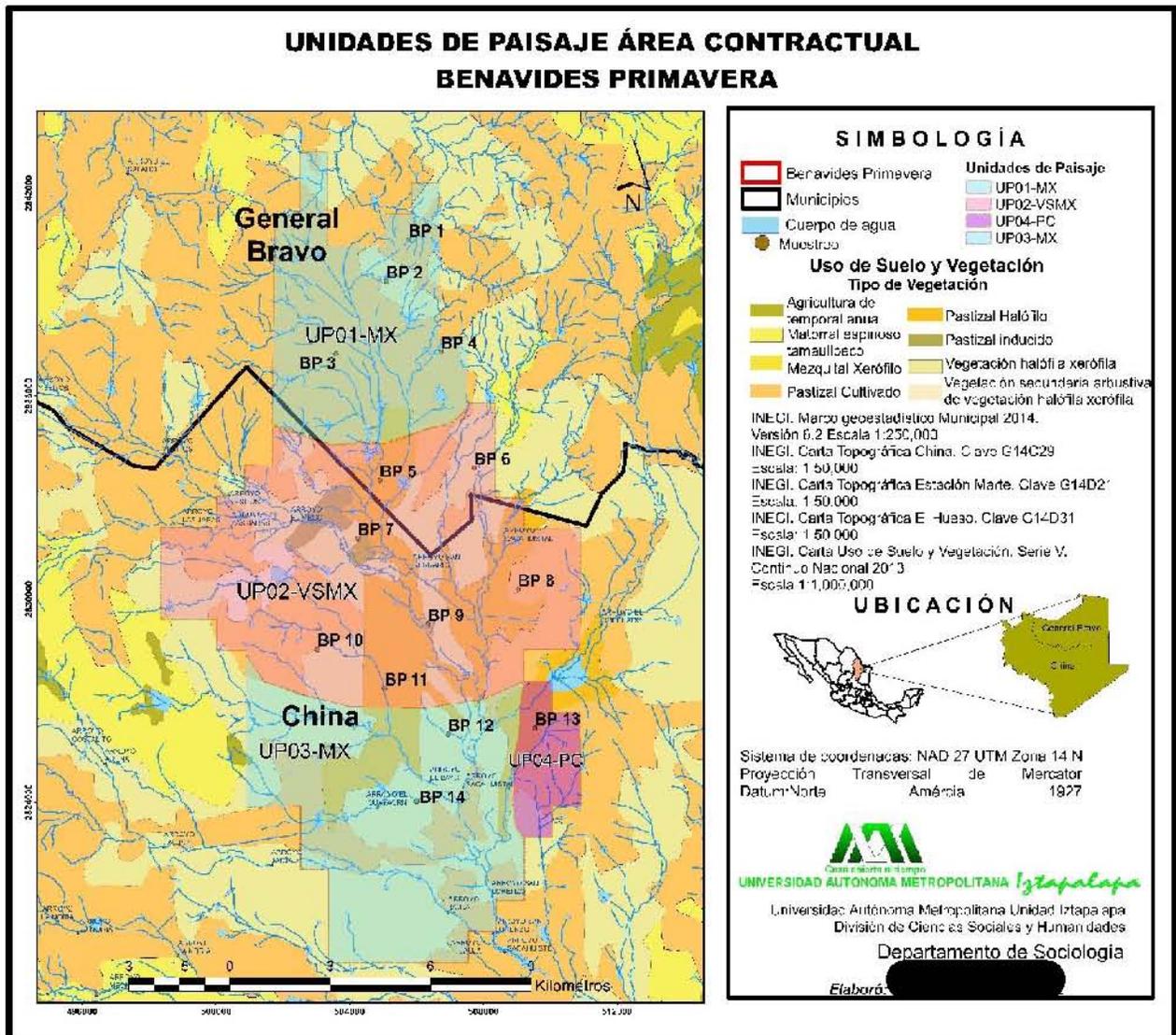


Figura 51. Mapa con las Unidades de Paisaje (U.P) del Área Contractual Benavides-Primavera.

Análisis Visual

Para realizar el análisis visual, se recurrió al uso de la herramienta de cuencas visuales, a partir de estas se puede establecer el alcance visual desde un punto, se incluye esta parte, ya que es una variable que se toma en cuenta para realizar la valoración del paisaje. Para poder hacer uso de la herramienta en el trabajo de campo se establecieron puntos de observación. En los puntos de observación establecidos se realizaron panorámicas, para realizar la estimación de la cuenca visual únicamente se seleccionaron los puntos más altos y que permiten tener mayor visibilidad del terreno.

Los puntos de observación se tomaron en las cercanías de los sitios de muestreo (flora y fauna) y varios se ubican dentro de las unidades de paisaje delimitadas, se establecieron cuatro puntos, tres se localiza dentro de las UP01-MX Lomerío con matorral xerófilo y sólo uno se ubican dentro de la UP02-VSMX Lomerío vegetación secundaria de con matorral xerófilo (

Figura 52).

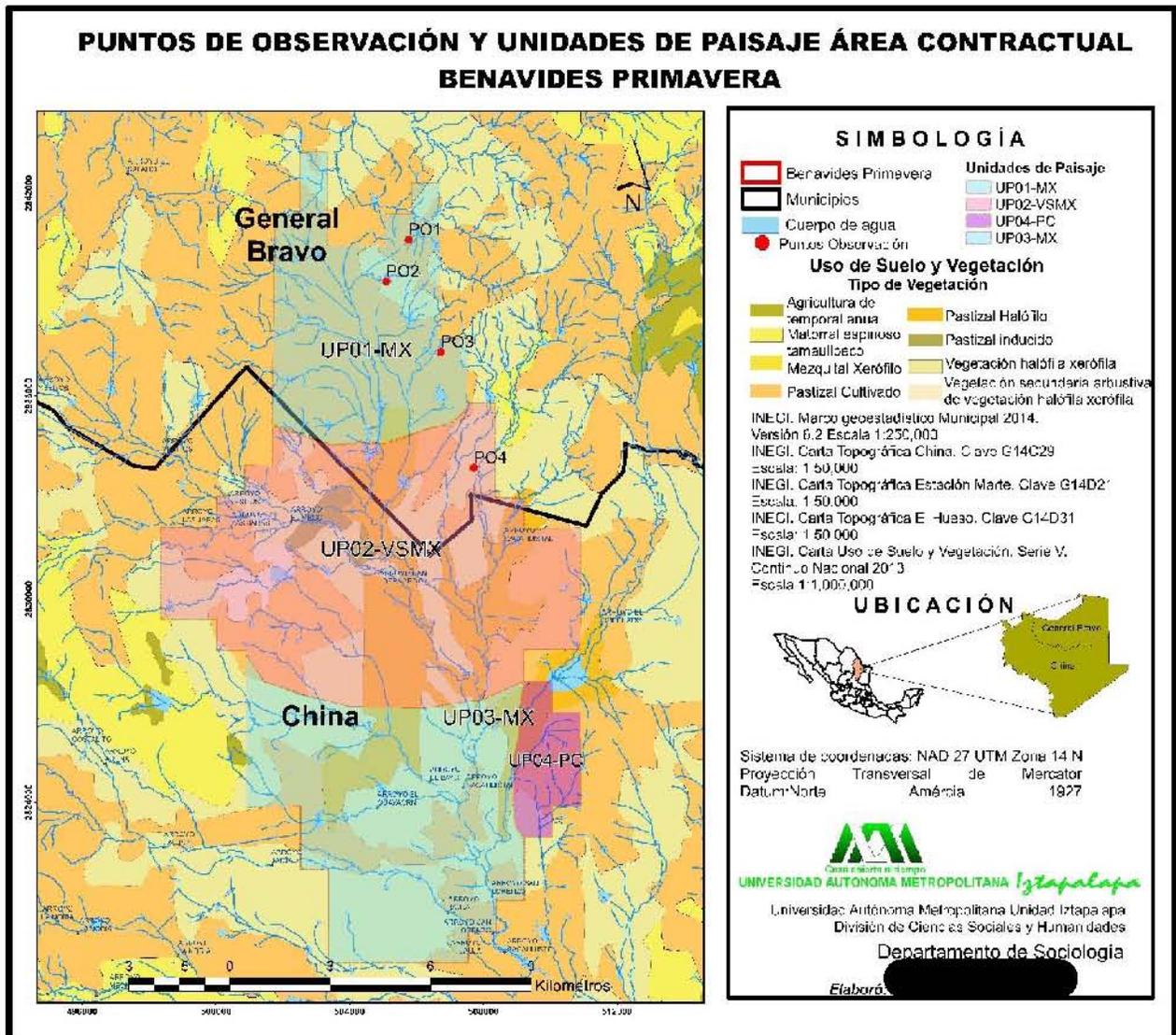


Figura 52. Mapa con las Unidades de Paisaje (U.P.) y con los Puntos de Observación (P.O.) del Área Contractual Benavides-Primavera.

Punto de observación N1 (PO1). UP01-MX Lomerío con matorral xerófilo

Este punto de observación se localizó en las cercanías de donde se realizó el muestreo de flora y fauna (BP1). Se ubica dentro de la primera unidad paisajística delimitada (

Figura 53).



Figura 53. Primer punto de observación dentro de la UP01-MX dentro del área contractual Benavides-Primavera.

Punto de observación N2 (PO2). UP01-MX Lomerío con matorral xerófilo

El punto de observación se localizó en las cercanías de donde se realizó el muestreo de flora y fauna (BP2). Se ubica dentro de la UP01-MX, donde se observa la presencia matorral xerófilo y estrato arbustivo (

Figura 54).



Figura 54. Segundo punto de observación dentro de la UP01-MX dentro del área contractual.

Punto de observación N3 (PO3). UP01-MX Lomerío con matorral xerófilo

El punto de observación se localizó en las cercanías de donde se realizó el muestreo de flora y fauna (BP4). Se ubica dentro de la UP01-MX donde se observa la presencia de vegetación xerófila con aparente perturbación (

Figura 55).



Figura 55. Tercer punto de observación dentro de la UP01-MX dentro del área contractual.

Punto de observación N4 (PO4). UP02-VSMX Lomerío vegetación secundaria de con matorral xerófilo

El punto de observación se localizó en el centro del área contractual, cercano al punto de muestreo de flora y fauna BP6. Se ubica dentro **UP02-VSMX** donde se

observa la presencia de vegetación secundaria de matorral xerófilo con algunos estratos arbustivos (

Figura 56).



Figura 56. Punto de observación (PO4) lado N, dentro de la UP-04 del Área Contractual.

Cuenca Visual

De los puntos de observación que se establecieron, únicamente se tomaron dos para realizar la cuenca visual, los puntos seleccionados fueron PO5 y PO4, se eligieron por presentar la altitud más elevada del terreno de los sitios visitados, además cada uno representa un tipo de paisaje existente dentro de las unidades paisajísticas delimitadas y del Área Contractual.

Valoración del Paisaje

Para la valoración del paisaje de cada una de las unidades paisajísticas existentes dentro del área contractual se toma en cuenta los métodos para determinar la valoración del paisaje y la fragilidad visual de las unidades, se usan el método de Muñoz (2012) y el método de Escribano (1987).

Para asignar el valor del paisaje es necesario analizar y revisar la información obtenida con todos los elementos que integran el paisaje (Tabla 54).

Tabla 54. Criterios que justifican el valor del paisaje propuesta por Muñoz (2012).

VALOR	CRITERIOS
MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura del paisaje nítida; sustrato con una organización apropiada de usos en el territorio. • Recursos paisajísticos/rasgos distintivos, merecedores de protección • Una muy alta valoración social del paisaje. Enclave identitario para la población del lugar. • Paisaje que conforma un referente visual en el territorio o que está muy expuesto visualmente. • Paisaje muy singular o representativo del territorio, o con presencia de escenarios de alta calidad visual. • Tiene una importancia clave en el mosaico territorial.
ALTO	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de paisaje reconocible; el patrón característico todavía es evidente. Cierta aspecto de integridad y coherencia en la organización de los componentes principales. • Algunos recursos paisajísticos son merecedores de protección • Paisaje que presenta zonas de alta exposición visual • Paisaje de cierta singularidad o representatividad • Tiene importancia dentro del mosaico territorial
MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuras del paisaje distinguible, el sustrato paisajístico está con frecuencia enmascarado por los usos que se desarrollan. • Pueden aparecer recursos paisajísticos merecedores de protección • No tiene una valoración social destacada.
BAJO	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura del paisaje degradada, el paisaje muestra una organización del paisaje confusa y poco legible. • Raramente existen recursos paisajísticos de interés especial. • En la valoración social las personas implicadas muestran una apreciación baja.

MUY BAJO	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura del paisaje dañada; el sustrato paisajístico esta distorsionada por los usos que se desarrollan en él. • No existen aspectos que representan interés de conservación • En las preferencias de la población se manifiesta una fuerte preocupación sobre la evolución del paisaje
----------	--

Se revisó la tabla de criterios de Muñoz, para asignar la valoración del paisaje a cada unidad delimitada, para realizar la valoración se realizó una matriz, con 20 criterios que se agrupan en los cinco tipos de valores.

De acuerdo al número de criterios que presente se verifica que tipo de valor tiene cada unidad de paisaje, para ello se creó una escala (Tabla 55, Tabla 56) donde viene el rango de valores que se ha establecido.

El resultado obtenido para cada una de las unidades paisajísticas fue ***“Interés de conservación”***.

Tabla 55. Matriz para asignar el valor paisajístico por Unidad de Paisaje.

Valor Paisajístico	Criterios Paisajísticos	UP01-MX	UP02VSMX	UP03-MX	UP04-PC
MUY ALTO	Estructura del paisaje nítida; sustrato con una organización apropiada de usos en el territorio.				
	Recursos paisajísticos/rasgos distintivos, merecedores de protección				
	Una muy alta valoración social del paisaje. Enclave identitario para la población del lugar.				
	Paisaje que conforma un referente visual en el territorio o que está muy expuesto visualmente.				
	Paisaje muy singular o representativo del territorio, o con presencia de escenarios de alta calidad visual.				
	Tiene una importancia clave en el mosaico territorial.				
ALTO	Estructura de paisaje reconocible; el patrón característico todavía es				

	evidente. Cierta aspecto de integridad y coherencia en la organización de los componentes principales.				
	Algunos recursos paisajísticos son merecedores de protección				
	Paisaje que presenta zonas de alta exposición visual				
	Paisaje de cierta singularidad o representatividad				
	Tiene importancia dentro del mosaico territorial				
MEDIO	Estructuras del paisaje distinguible, el sustrato paisajístico está con frecuencia enmascarado por los usos que se desarrollan.				
	Pueden aparecer recursos paisajísticos merecedores de protección				
	No tiene una valoración social destacada.				
BAJO	Estructura del paisaje degradada, el paisaje muestra una organización del paisaje confusa y poco legible.				
	Raramente existen recursos paisajísticos de interés especial.				
	En la valoración social las personas implicadas muestran una apreciación baja.				
MUY BAJO	Estructura del paisaje dañada; el sustrato paisajístico esta distorsionada por los usos que se desarrollan en él.				
	No existen aspectos que representan interés de conservación				
	En las preferencias de la población se manifiesta una fuerte preocupación sobre la evolución del paisaje.				
	Total				

Fuente: Elaboración propia a partir de Muñoz, 2012

*Para este caso, no se toman en cuenta la participación social, debido a que no hay localidades formales dentro del Área Contractual.

Tabla 56. Valor Paisajístico para cada unidad de Paisaje.

Escala	Valores	UP01-MX	UP02-VSMX	UP03-MX	UP04-PC
Valor Muy alto	6				
Valor Alto	5				
Valor Medio	3				
Valor Bajo	3				
Valor Muy bajo	3				

*Fuente: Elaboración propia a partir de Muñoz, 2012.

7.1.2 Patrimonio Arqueológico

El patrimonio es definido como el conjunto de bienes culturales y naturales tangibles e intangibles, generados localmente, y que una generación hereda/transmite a la siguiente con el propósito de preservar, continuar y acreditar dicha herencia (DeCarli, 2006).

Por otro lado, **Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas**, en el Capítulo III. De los Monumentos Arqueológicos, Artísticos e Históricos define a los monumentos arqueológicos como:

“ARTICULO 28.- Son monumentos arqueológicos los bienes muebles e inmuebles, producto de culturas anteriores al establecimiento de la hispánica en el territorio nacional, así como los restos humanos, de la flora y de la fauna, relacionados con esas culturas”.

Por lo cual, es necesario mencionar que sólo se toma en cuenta la existencia de monumentos arqueológicos, entendiendo ésta “como producto de culturas anteriores al establecimiento de la hispánica” (Cottom, 2001).

El estudio de esta sección consistió en las siguientes fases:

Investigación y Revisión bibliográfica (Fase 1. Etapa previa a Campo).

El área contractual Benavides-Primavera, se ubica en la Región Oriente del estado de Nuevo León, concretamente en el municipio de China y General Bravo (

Figura 57). El diagnóstico realizado en el Área Contractual Benavides-Primavera, se efectuó mediante etapas: investigación bibliográfica y campo.

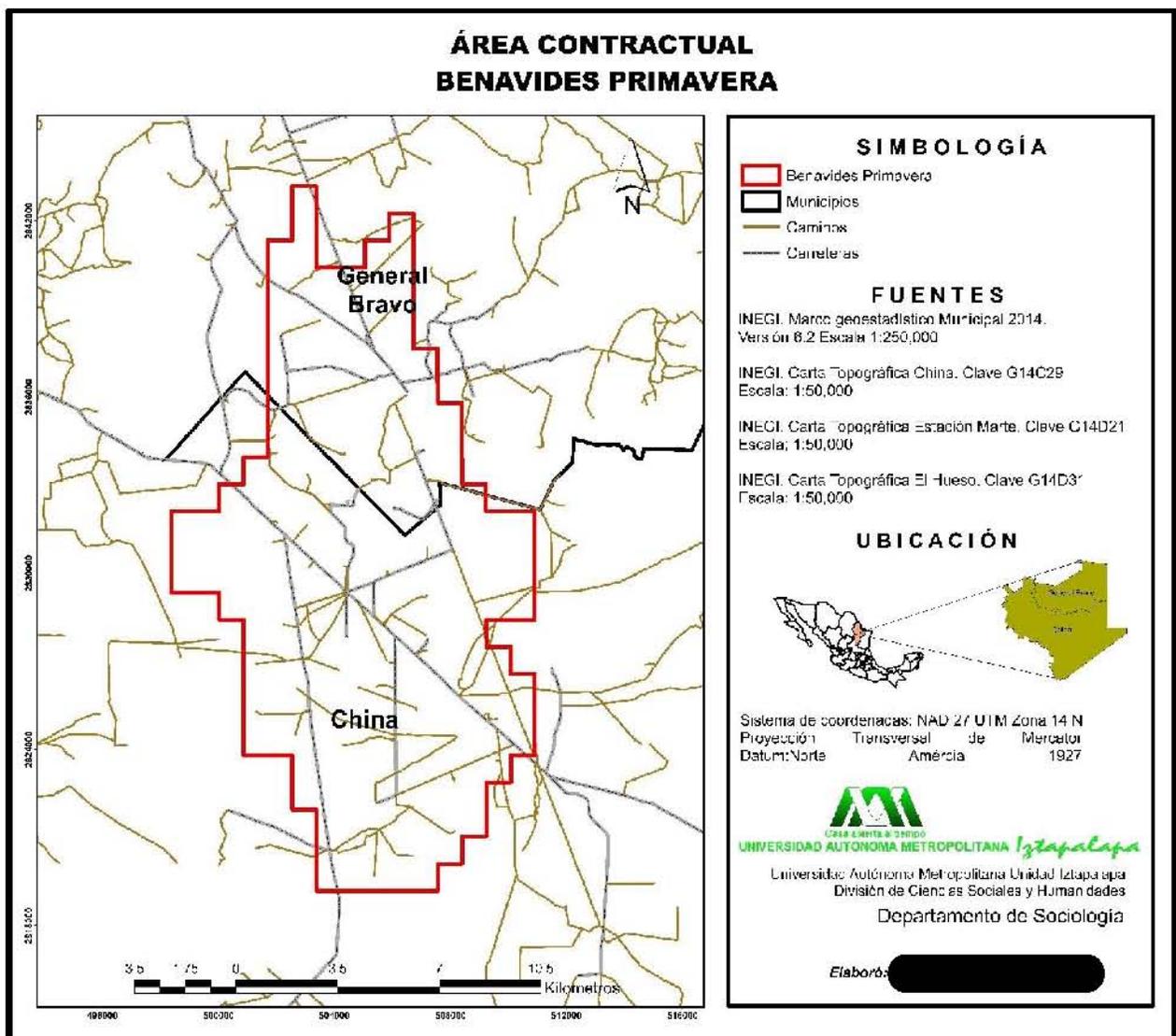


Figura 57. Mapa del Área Contractual Benavides-Primavera. Se ubican dentro de la delimitación política del municipio de Juárez.

Los municipios de China y General Bravo se localizan en la zona norte del país y en el oriente del estado de Nuevo León, con referencia a la cuestión arqueológica en los últimos años y al trabajo que realizó la arqueóloga Beatriz Braniff, se ha tomado en cuenta el área cultural conocida como “Aridoamérica”, el cual se encontraba fuera del interés de los diversos especialistas, en total contraste con la muy conocida y explorada Mesoamérica.

El espacio conocido como Aridoamérica, o como Beatriz Braniff lo nombró “la gran chichimeca” “la chichimeca calli”, fue ignorada por muchos años, un espacio poco explorada, por lo tanto, no se conoce gran parte de la historia de la región. La prioridad fue estudiar las ruinas de la parte sur de México, tal como lo señala W. Jiménez Moreno, quedando olvidada la “comarca de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas que con el sur de Texas forman una unidad y es lo que se considera como el verdadero núcleo de la llamada Aridoamérica o Norteamérica desértica, es decir, el área de los nómadas en contraste con los sedentarios de Mesoamérica”.

Los pobladores de la gran chichimeca fueron diversos grupos como: los mayos, yaquis, seris, pápagos, pimas, paipáis, cucapás, entre otros; distribuidos en los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Baja California; en el caso particular del estado de Nuevo León, como señala Israel Cavazos Garza, en su artículo El noreste: Nuevo León, existieron Alazapas, Huachichiles, Coahuiltecos y los borrados.

Los pequeños grupos indígenas nómadas vivían en las cuevas, en los montes, en los repechos de las rocas o en los barrancos de los ríos, mismos que desconocían la agricultura y eran cazadores-recolectores. Cabe señalar que a diferencia de los grupos mesoamericanos “en las actuales entidades de Tamaulipas, Nuevo León, y Coahuila se extinguieron completamente los indígenas prehispánicos”, lo anterior se debe a variados factores, en los que destaca el choque cultural que sufrieron cuando se trató de apartarlos de su nomadismo ancestral, trabajos forzados y

enfermedades; diversos grupos que rechazaron el contacto por la relación tan violenta que tuvieron con los blancos y mestizos, ya que varios siglos del México colonial y del México independiente están marcados por los enfrentamientos con los indígenas.

Se sabe de la existencia de antiguos pobladores en la zona Norte del país a partir del hallazgo de yacimientos de tipo rupestre, concentración, paleontológicos (pinturas rupestres, fósiles) y demás material de interés histórico encontrados en diferentes sitios de la región, como: La Morita, el cual es el vestigio histórico más antiguo del estado de Nuevo León; también se encuentran los sitios conocidos como La Piedra Parada, Cerro del Fraile, la Tarima, Paso de Indio, Cueva Ahumada, La Ceja, esta última ubicada en el municipio de China.

Los sitios donde regularmente se encuentran manifestaciones de interés arqueológico-histórico es en: lomas, cuevas y frontones pétreos, en este tipo de lugares es donde regularmente los grupos humanos buscaban resguardo de las condiciones del tiempo o de animales que habitaban la zona.

En los últimos años profesionales en el tema han hecho diversas incursiones, para conocer el territorio conocido como Aridoamérica; uno de ellos es la investigadora Araceli Rivera quien ha recorrido la región centro-sur de Nuevo León, concretamente los municipios de General Bravo, China, Cadereyta, General Terán, Linares y General Zaragoza

“Ha explorado diez yacimientos paleontológicos con fauna del Pleistoceno: ejemplares aislados, concentraciones de restos de animales diversos: mamut, mastodonte, bisonte, llama, camello, caballo, algunos en posible relación con herramientas elaboradas por el hombre en la época Paleoindia,

de por lo menos 8,000 años de antigüedad, calculado a partir de las características de las herramientas.”¹

Uno de los hallazgos más significativos es la osamenta hallada en febrero de 2008, en el municipio de China, la cual es conocida como “la Dama de China” es de suma importancia, debido a que “representa el primer entierro del Periodo Arcaico (1000–1500 a.C.) que se ha encontrado para la parte central de Nuevo León, donde sólo se tenían evidencias de lítica que hacían referencia a la ocupación humana”². Los especialistas consideran que en vida la “Dama de China” perteneció a un grupo de la llanura que era nómada y estaba formado por cazadores-recolectores.

Existen registros de “yacimientos paleontológicos en municipios como General Bravo, Doctor Coss, China, General Terán, Linares, Galeana, Aramberri, Zaragoza y Montemorelos³

Después de dar un antecedente histórico, resultado de la revisión bibliográfica y de acuerdo a las diversas investigaciones realizadas en el área, se sabe que, en la región noreste del estado de Nuevo León cuenta con diversos sitios de interés patrimonial, lo cual es de interés histórico, arqueológico y antropológico, porque mediante estos descubrimientos y con los estudios correspondientes se puede interpretar la realidad de los grupos humanos habitantes de la zona de una época prehistórica y prehispánica.

¹ Información obtenida del boletín oficial del INAH

<http://www.inah.gob.mx/es/boletines/5671-identifican-ritual-de-invierno-en-nuevo-leon-de-hace-8-000-años>

² <http://www.inah.gob.mx/es/boletines/2275-retorna-dama-de-china>

³ Información obtenida de la página oficial del INAH

<http://www.inah.gob.mx/es/boletines/5671-identifican-ritual-de-invierno-en-nuevo-leon-de-hace-8-000-años>

Por lo anterior es importante tener presente que, dentro del área contractual, existe la posibilidad de que exista algún vestigio y/o yacimiento, por ello para complementar el diagnóstico, además de la revisión bibliográfica, fue necesario consultar y solicitar información en sitios e instituciones oficiales, es decir, en instituciones encargadas del resguardo y preservación del patrimonio en el país, como son: Secretaría de Cultura (SC), Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA), Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y el Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA).

Se obtuvo mayor información de la Dirección de Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas e Históricas y al Centro del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) Nuevo León, puesto que se solicitó información concreta con el propósito de obtener datos concretos sobre la posible existencia de monumentos arqueológicos en la zona.

Para el municipio de China y General Bravo se solicitó lo siguiente:

- Registros de yacimientos arqueológicos registrados (Abiertos y no abiertos al público)
- Campañas de prospección y de referencia
- Excavaciones de urgencia
- Excavaciones programadas
- Excavaciones de prospección arqueológica
- Expedientes abiertos

Es necesario mencionar que la información obtenida no fue suficiente, debido a que las dependencias no proporcionaron la ubicación exacta de las zonas arqueológicas registradas no abiertas al público⁴

La Dirección de Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas e Históricas del INAH, cuenta con 51 registros en el municipio de China y 25 registros en el municipio de General Bravo, sin embargo, como ya se mencionó no se tiene la ubicación exacta de los lugares.

De acuerdo a la información proporcionada se tiene en cuenta que dentro del Área Contractual Benavides-Primavera o en las cercanías es posible que se encuentren los siguientes sitios (Tabla 57).

⁴ Argumentando lo siguiente: “la ubicación de los sitios arqueológicos que no se encuentran abiertos al público es de clasificación reservada por 12 años, a partir del 15 de abril de 2009, de conformidad en lo previsto en el artículo 13, fracción V de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental”-

Tabla 57. Información de registros de yacimientos arqueológicos registrados.

Información de Registros de Yacimientos Arqueológicos Registrados									
ID	CLAVE	Folio_Real	NOMBRE	ESTADO	MUNICIPIO	CONCENTRACIÓN	RUPESTRES	PALEONTOLÓGICOS	YACIMIENTOS
18088	G14C2819001	2ASA00018967	LA CEJA (RESTAURANT)	NUEVO LEÓN	CHINA		X		
18111	G14C3819008	2ASA00019038	LA LUZ	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
18122	G14C3919001 R	2ASA00019084	LUZ VIEJA	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
18125	G14C3919003	2ASA00019087	LOS CIGARROS	NUEVO LEÓN	CHINA	X		X	
18126	G14C3919004	2ASA00019088	LA MASCOTA	NUEVO LEÓN	CHINA	X		X	
18127	G14C3919005	2ASA00019089	LA LEONA	NUEVO LEÓN	CHINA	X		X	
18403	G14D4119001	2ASA00022835	CERRITO DE JESÚS	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
36442	G14C2919006	2ASA00023660	EL MIRADOR	NUEVO LEÓN	CHINA	X	X		
37453	G14C3919006	2ASA00023540	EL GALVAN	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
37460	G14C2919001	2ASA00023543	JOSÉ MARÍA	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
37461	G14C2919002	2ASA00023544	JOSE MARÍA II	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
37462	G14C2919003	2ASA00023545	LA CAMPANA	NUEVO LEÓN	CHINA	X			

ID	CLAVE	Folio_Real	NOMBRE	ESTADO	MUNICIPIO	CONCENTRACIÓN	RUPESTRES	PALEONTOLÓGICOS	YACIMIENTOS
37463	G14C2919004	2ASA00023546	LA CAMPANA II	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
37464	G14C2919005	2ASA00023547	LA CAMPANA III	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
37751	G14C2919007	2ASA00023669	EL MIRADOR II	NUEVO LEÓN	CHINA	X		X	
37752	G14C8719055	2ASA00023549	EL MORRITO	NUEVO LEÓN	CHINA	X		X	
37753	G14C8719056	2ASA00023670	EL MORRITO II	NUEVO LEÓN	CHINA	X		X	
37757	G14C2919008	2ASA00023552	EL REBAJE	NUEVO LEÓN	CHINA	X		X	
37761	G14C2919011	2ASA00023555	LA RANA	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
37762	G14C8719059	2ASA00023672	LA TUNA	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
37763	G14C3919007	2ASA00023563	LAS HERMANAS	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
37766	G14C3819019	2ASA00023566	LAS MUJERES	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
37768	G14C2919009	2ASA00023568	RANCHO ZARAGOZA	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
37769	G14C2919010	2ASA00023569	SAN JUAN	NUEVO LEÓN	CHINA		X		
40812	G14C1819013	2ASA00023820	LA CEJA	NUEVO LEÓN	CHINA	X	X		

ID	CLAVE	Folio_Real	NOMBRE	ESTADO	MUNICIPIO	CONCENTRACIÓN	RUPESTRES	PALEONTOLÓGICOS	YACIMIENTOS
47035	G14C2819008	2ASA00009409	CHINA XII	NUEVO LEÓN	CHINA	X	X		
47036	G14C2819009	2ASA00009410	CHINA XIII	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47037	G14C2819010	2ASA00009411	EL CUCHILLO	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47038	G14C2819011	2ASA00009412	EL CUCHILLO II	NUEVO LEÓN	CHINA	X		X	
47039	G14C2819012	2ASA00009413	EL CUCHILLO III	NUEVO LEÓN	CHINA	X		X	
47040	G14C2919012	2ASA00009414	CHINA XI	NUEVO LEÓN	CHINA	X			X
47043	G14C1919024	2ASA00009417	CHINA VIII	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47058	G14C1919039	2ASA00009432	GENERAL BRAVO IX	NUEVO LEÓN	CHINA	X			X
47059	G14C1919040	2ASA00009433	GENERAL BRAVO X	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47060	G14C1919041	2ASA00009434	GENERAL BRAVO XI	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47061	G14C1919042	2ASA00009435	GENERAL BRAVO XII	NUEVO LEÓN	CHINA	X			X
47062	G14C1919043	2ASA00009436	GENERAL BRAVO XIV	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47063	G14C1919044	2ASA00009437	GENERAL BRAVO XIII	NUEVO LEÓN	CHINA	X			

ID	CLAVE	Folio_Real	NOMBRE	ESTADO	MUNICIPIO	CONCENTRACIÓN	RUPESTRES	PALEONTOLÓGICOS	YACIMIENTOS
47064	G14C1919045	2ASA00009438	GENERAL BRAVO XV	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47065	G14C1919046	2ASA00009439	GENERAL BRAVO XVI	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47066	G14C1919047	2ASA00009440	GENERAL BRAVO XVII	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47067	G14C1919048	2ASA00009441	GENERAL BRAVO XVIII	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47068	G14C1919049	2ASA00009442	CHINA	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47069	G14C1919050	2ASA00009443	CHINA II	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47070	G14C1919051	2ASA00009444	CHINA III	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47071	G14C1919052	2ASA00009445	CHINA IV	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47072	G14C1919053	2ASA00009446	CHINA V	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47073	G14C1919054	2ASA00009447	CHINA VI	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47074	G14C1919055	2ASA00009448	CHINA IX	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47075	G14C1919056	2ASA00009449	CHINA X	NUEVO LEÓN	CHINA	X			
47077	G14C1919058	2ASA00009451	CHINA VII	NUEVO LEÓN	CHINA	X			

ID	CLAVE	Folio_Real	NOMBRE	ESTADO	MUNICIPIO	CONCENTRACIÓN	RUPESTRES	PALEONTOLÓGICOS	YACIMIENTOS
18388	G14D1119001	2ASA00022816	LA VAQUITA	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
40807	G14B8219001	2ASA00023824	BURGOS I	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
40808	G14B8219002	2ASA00023858	BURGOS II	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
40809	G14D1219001	2ASA00023762	EL GRULLO	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
40814	G14D1119016	2ASA00023823	CHICHARRAS	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
40817	G14D1119019	2ASA00023861	LA ROSITA	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
40818	G14D1119022	2ASA00023826	LECHUZA	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
40823	G14D1119020	2ASA00023863	POZO ALTAMIRA	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
40824	G14D1119021	2ASA00023774	LINZER 1	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
40825	G14D1219002	2ASA00023827	NARCISO	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
47044	G14C1919025	2ASA00009418	GENERAL TAPIA VII	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
47045	G14C1919026	2ASA00009419	GENERAL TAPIA	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
47046	G14C1919027	2ASA00009420	GENERAL TAPIA II	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			

ID	CLAVE	Folio_Real	NOMBRE	ESTADO	MUNICIPIO	CONCENTRACIÓN	RUPESTRES	PALEONTOLÓGICOS	YACIMIENTOS
47047	G14C1919028	2ASA00009421	GENERAL TAPIA III	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
47048	G14C1919029	2ASA00009422	GENERAL TAPIA IV	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
47049	G14C1919030	2ASA00009423	GENERAL TAPIA V	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
47050	G14C1919031	2ASA00009424	GENERAL TAPIA VI	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
47051	G14C1919032	2ASA00009425	GENERAL BRAVO	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
47052	G14C1919033	2ASA00009426	GENERAL BRAVO III	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			X
47053	G14C1919034	2ASA00009427	GENERAL BRAVO IV	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
47054	G14C1919035	2ASA00009428	GENERAL BRAVO VI	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
47055	G14C1919036	2ASA00009429	GENERAL BRAVO V	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
47056	G14C1919037	2ASA00009430	GENERAL BRAVO VII	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			
47057	G14C1919038	2ASA00009431	GENERAL BRAVO VIII	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			X
47076	G14C1919057	2ASA00009450	GENERAL BRAVO II	NUEVO LEÓN	GRAL. BRAVO	X			

Respecto a la información solicitada al Centro INAH Nuevo León referente a Campañas de prospección y de referencia realizadas en la zona, la respuesta fue la siguiente: “Existe el proyecto Registro y Catalogación de sitios arqueológicos en el extremo Sur de Nuevo León, INAH Procede Nuevo León”.

Referente a las Excavaciones de urgencia (rescates y salvamentos), respondieron que “A la fecha no se han presentado denuncias o hallazgos circunstanciales que demande la realización de excavaciones de urgencia en dichos municipios”.

Con relación a Excavaciones programadas, la respuesta fue “A la fecha no se han programado excavaciones en dichos municipios”.

Excavaciones de prospección arqueológica en los municipios ya mencionados, respondieron que “A la fecha no se han realizado excavaciones de prospección arqueológica en dichos municipios”.

Por último, en cuanto a expedientes abiertos, el Centro INAH Nuevo León menciona que “A la fecha no tenemos expedientes abiertos en dichos municipios”.

Inspección superficial (Fase 2. Trabajo de Campo)

El método propuesto para realizar el trabajo de campo consistió en realizar una inspección visual en el Área Contractual. En primera instancia la propuesta fue realizar un recorrido para inspeccionar toda la superficie involucrada, y así registrar o descartar la presencia de elementos de carácter patrimonial (arqueológico) así como evidencias en la superficie de los sitios arqueológicos o en espacios aislados.

La inspección superficial consistió en realizar un recorrido desde un vehículo, mediante un circuito previamente diseñado para cubrir visualmente la zona

delimitada del área contractual, también se inspeccionó el área cercana a puntos donde se realizó el muestreo de flora y fauna (

Figura 58).

Los puntos de muestreo fueron 14, en cada uno de ellos se inspecciono visualmente un radio de 500 m, en los caminos el radio visual fue de 200 m, en las carreteras principales el radio de inspección visual fue de 300 m.

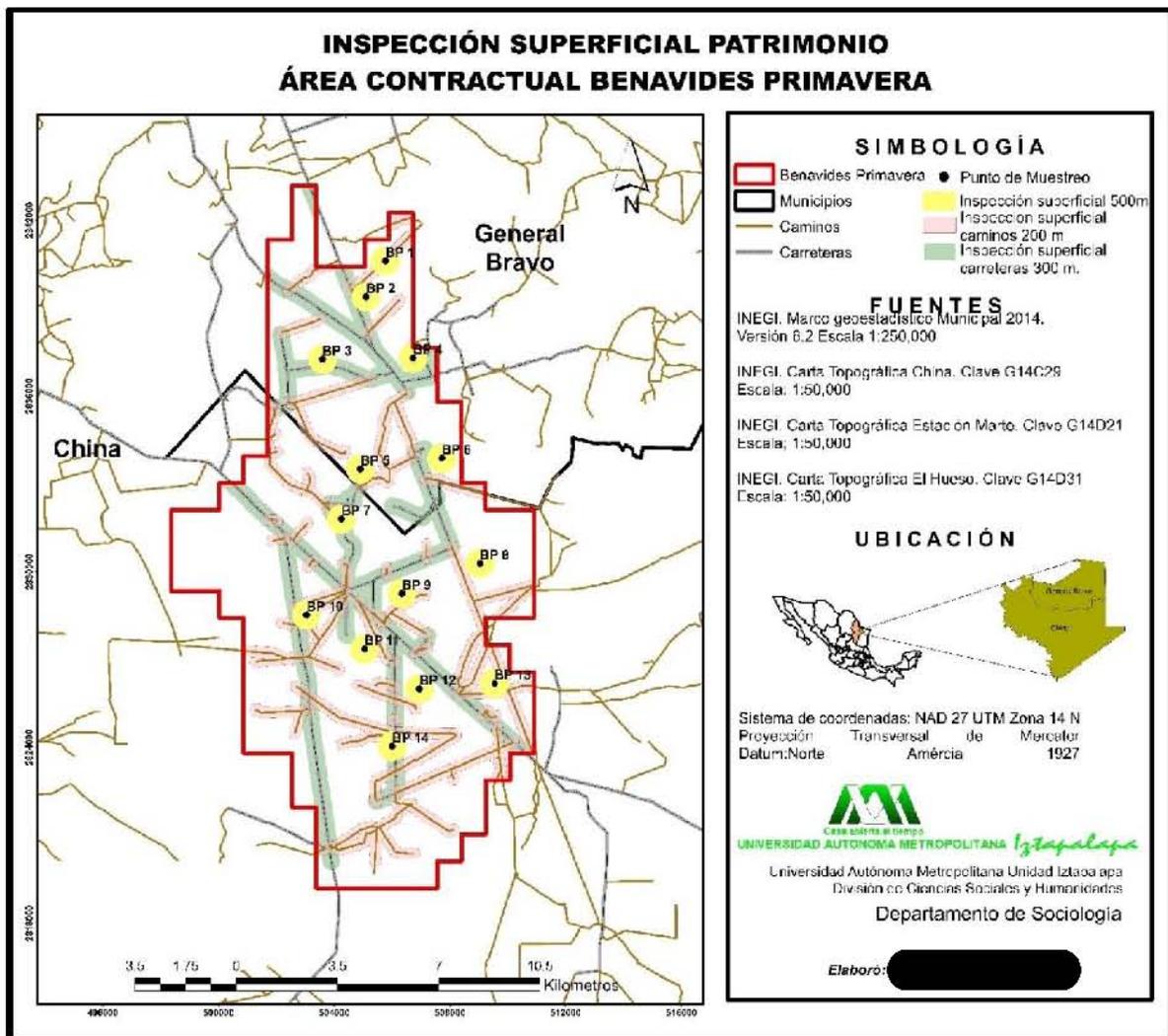


Figura 58. Puntos de muestreo de flora y fauna, donde se realizó una inspección superficial, aparecen las rutas de la inspección visual y el alcance. El trabajo de inspección superficial se realizó durante cuatro días, del 20 al 24 de septiembre de 2016 (Anexo IX), en los puntos de muestreo del área contractual no se encontró material/elemento arqueológico o la existencia de montículos que hicieran referencia a un posible sitio arqueológico, en las primeras inspecciones superficiales de los puntos no se encontraron hallazgos de carácter arqueológico, para el caso del Área Contractual Benavides-Primavera no se recurrió al uso de entrevistas para obtener mayor información, ya que las cabeceras municipales se encuentran alejadas y dentro del Área Contractual existen localidades con poca población, se descartó la herramienta, además los puntos de muestreo se encuentran distribuidos dentro del campo.

Resultados. (Fase 3. Categorización)

Después de la revisión bibliográfica, la consulta en sitios oficiales y solicitud de información específica en dependencias gubernamentales sobre yacimientos arqueológicos registrados en los municipios de China y General Bravo, así como la inspección superficial realizada durante el trabajo de campo, se descarta temporalmente la presencia de sitios y elementos de carácter arqueológico.

Sin embargo, es necesario mencionar que existe probabilidad de encontrar elementos arqueológicos de los diferentes grupos nómadas que habitaron la zona denominada Aridoamérica.

7.2 Análisis e interpretación de los estudios realizados

7.2.1 Registro de daños preexistentes

Dentro del Área Contractual Benavides-Primavera, se tienen registros de más de 100 fugas ocurridas en Líneas Descargas (LDD) y gasoductos que van de los pozos a alguna de las estaciones existentes en el área (Anexo X). Todas ellas se presentaron en fechas anteriores a junio del presente año, antes de que el **Consortio 5M del Golfo S.A.P.I. de C.V.** le fuera entregada el Área Contractual para su operación.

7.2.2 Investigación histórica

El Área Contractual Benavides-Primavera se encuentra dentro de la Cuenca de Burgos. La Cuenca de Burgos inició su exploración con compañías extranjeras que establecieron producción entre los años 1931-1937 en los campos La Presa, Rancherías, Lajitas y Laredo. Posteriormente PEMEX inicio la exploración en 1939 hasta que en 1945 descubrieron yacimientos de gas y condensado en el pozo Misión 1 (estructura de Peñitas), cerca del Río Bravo, su método de localización fue a través de la geología del subsuelo, resultando productor de gas y destilado en arenas de Formación Vicksburg del Oligoceno, posteriormente, a este descubrimiento surgieron otros como son: Zacate-101 en 1954, Peñalva-101 en 1959 y Matamoros-1 en 1966, estableciéndose así cuatro fronteras productoras la del Oligoceno, Eoceno, Paleoceno y Mioceno.

La Cuenca de Burgos se caracteriza por presentar rocas sedimentarias de origen marino cuya edad fluctúa del Jurásico Superior al Cretácico y Terciario. En esta cuenca predominan las formaciones terrígenas con excelentes rocas generadoras, almacenadoras, sello y eficiente sincronía entre la generación y almacenamiento de

hidrocarburos, de tal manera que se tiene un gran número de yacimientos de gas y condensados.

La producción de esta cuenca inició desde 1965 y su desarrollo y explotación tuvo un auge que le permitió alcanzar una producción máxima de 670 millones de pies cúbicos diarios de gas a principio de los setenta, mostrando posteriormente una declinación progresiva hasta los primeros años de la década de los noventa.

Dentro del Área Contractual Benavides-Primavera, se tiene registro de más de 100 fugas ocurridas en Líneas de Descarga (LDD) y gasoductos que van de los pozos a algunas de las estaciones existentes en el área. Todas ellas se presentaron en fechas anteriores a que el **Consortio Petrolero 5M del Golfo S.A.P.I. de C.V.** le fuere entregada el Área Contractual para su operación.

7.2.3 Métodos indirectos: tomografía de resistividad eléctrica

Dentro del Área Contractual Benavides-Primavera, se cuenta con un registro de posibles fugas ocurridas en Líneas Descargas (LDD) que van de los pozos a alguna de las estaciones existentes en el área y gasoductos que pasan de una estación a otra. Todas ellas se presentaron en fechas anteriores a junio del presente año, por lo cual el **Consortio Petrolero 5M del Golfo S.A.P.I. de C.V.** eligió al Corporativo de Tecnología e Investigación Ambiental (CTIA), y fue quien realizó el estudio geofísico mediante la técnica de Tomografía de Resistividad Eléctrica en 98 sitios, con la finalidad de estudiar las propiedades resisitivas del subsuelo y evaluar el daño causado por la presencia de contaminantes.

El conjunto de todos los perfiles permitió conocer la distribución geoespacial de la resistividad del subsuelo, como respuesta de los distintos materiales que conforman

los estratos, y de acuerdo con el análisis de la información, conforme a las variaciones de resistividad y continuidad lateral.

La implementación de la tomografía de resistividad eléctrica en este estudio se debió a que se ha probado que este método es una herramienta útil para detectar la migración de la pluma de contaminantes dentro de la zona de estudio. Por tanto, dicha técnica permite obtener información con mayor detalle y analizar un área mayor del subsuelo, en comparación con técnicas de sondeo eléctrico vertical.

De los 98 sitios donde se realizó el estudio de Tomografía de Resistividad Eléctrica, 15 sitios presentaron anomalías en sus perfiles, los cuales fueron:

Pozo Benavides 92 en la Estación Primavera 2a

En el pozo Benavides 92 se realizaron cuatro perfiles geoelectricos de los cuales sólo un perfil (B92_3+800) presentó anomalías que pueden deberse a que en la parte más profunda del perfil se tiene el contacto georesistivo con la subunidad U1b (material arcilloso con presencia de limos que muestran regular permeabilidad y humedad) (Figura 59).

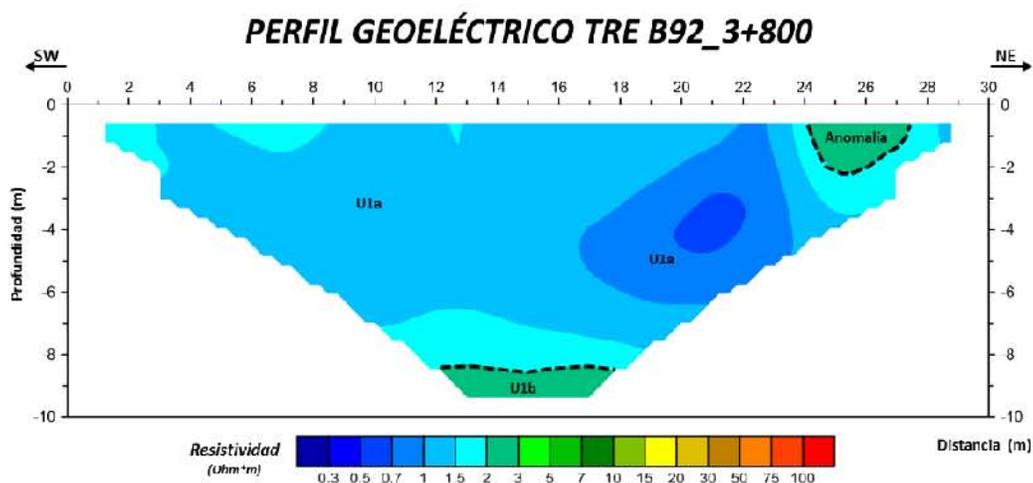


Figura 59. Perfil geoelectrico con anomalía del Pozo Benavides 92 (Estación Primavera 2a).

Pozo Benavides 94 en la Estación Primavera 2

De tres perfiles que se realizaron en el pozo Benavides 94 solo un perfil (B94_2+053) presentó una anomalía en la parte somera del perfil, la cual puede relacionarse con material impactado por agua congénita proveniente de la fuga ocurrida (Figura 60).

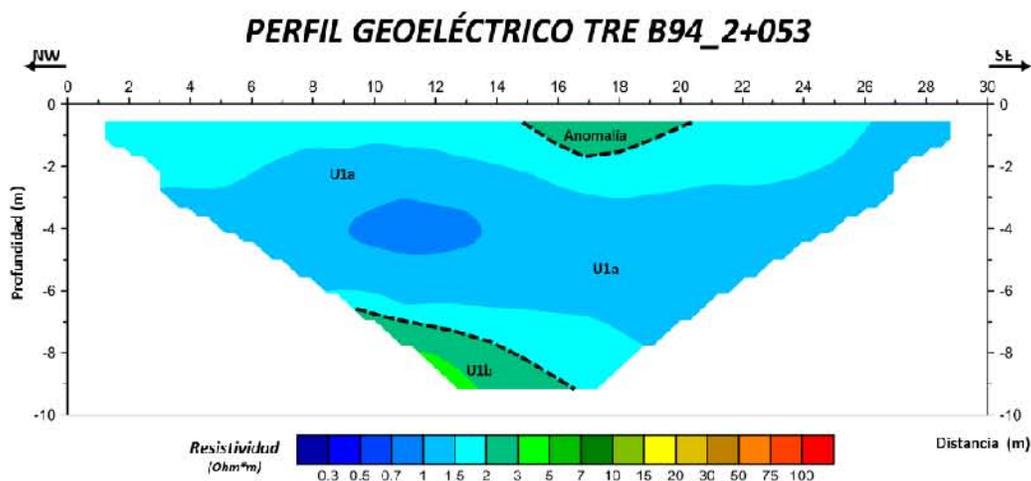


Figura 60. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 94 en la Estación Primavera 2.

Pozo Benavides 130 en la Estación Benavides 1

En el pozo Benavides 130 se realizaron cinco líneas de tomografía de resistividad eléctrica de las cuales, tres líneas presentaron anomalías. La anomalía del perfil 0+275 (Figura 61) muestran zonas de mayor resistividad en la superficie, esta elevación en la resistividad puede deberse a la presencia de algún agente externo, tal como restos de agua congénita, que por su contenido de hidrocarburos elevan la resistividad propia del medio.

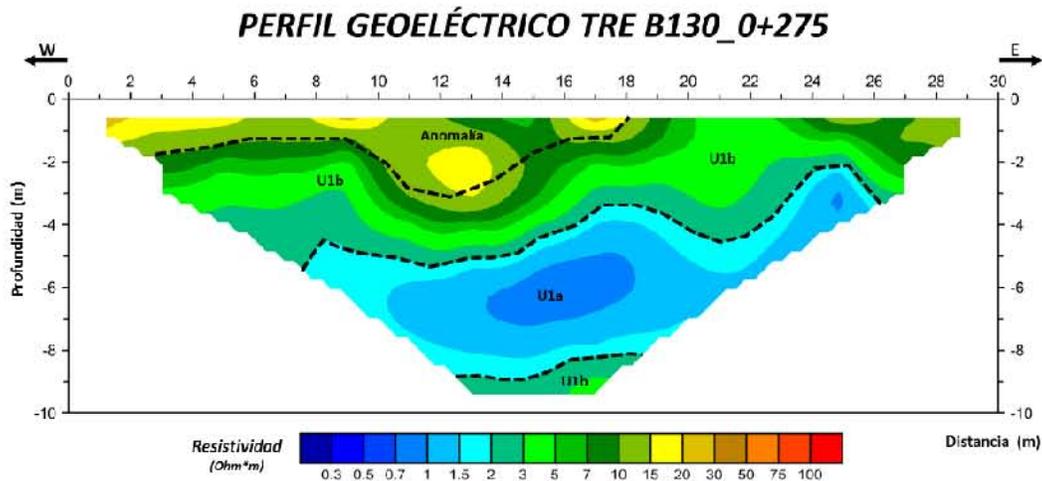


Figura 61. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 130 en la Estación Benavides 1.

Mientras que los perfiles 0+500 y 0+501 que se realizaron uno paralelo al otro, muestran una composición de arcillas casi en su totalidad, a excepción de los últimos metros de longitud, donde se observa que incrementa la resistividad aparente (Figura 62, 63).

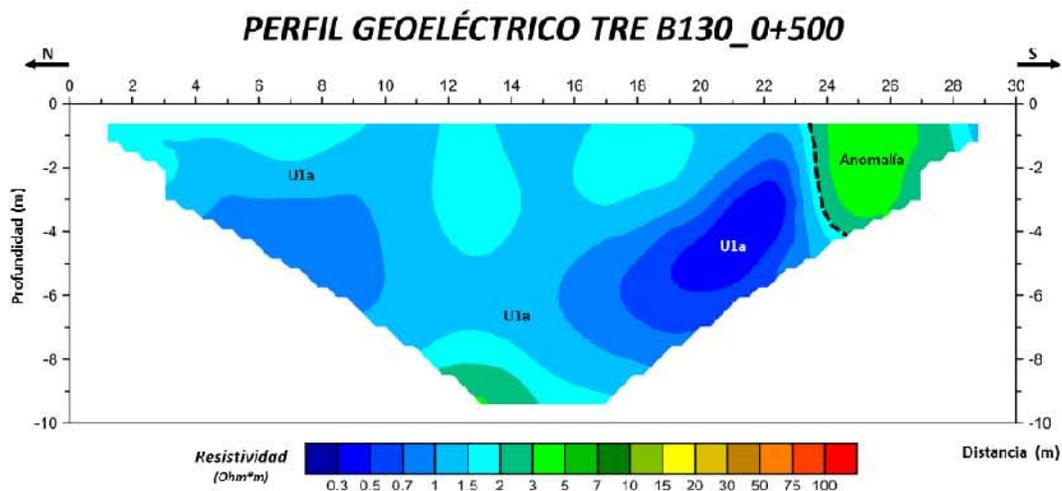


Figura 62. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 130 en la Estación Benavides 1.

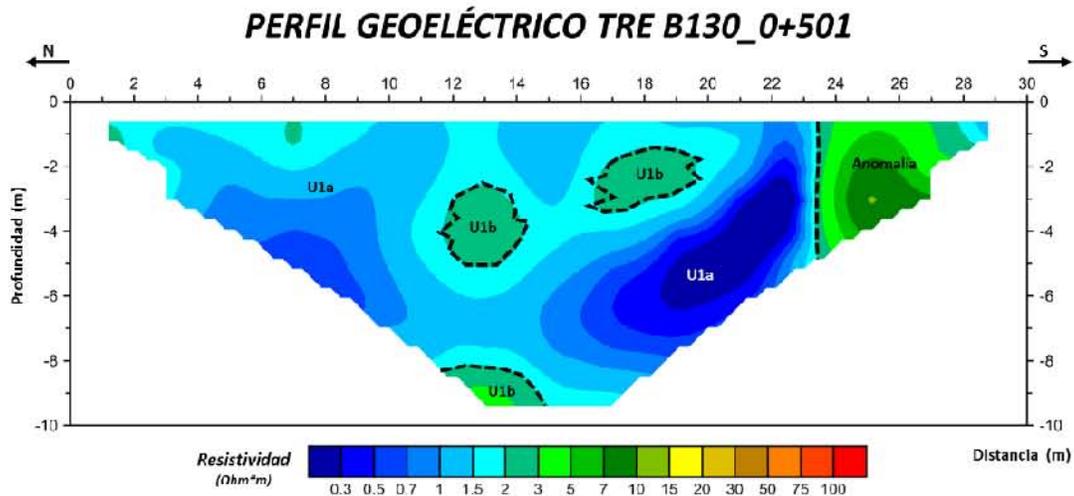


Figura 63. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 130 en la Estación Benavides 1.

Pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2

En este pozo se realizaron 22 líneas de tomografía de resistividad de eléctrica, de los cuales 6 perfiles presentaron anomalías. Los perfiles que presentan estas anomalías son 2+257, 2+495, 2+500 (1 y 2), 2+921, 2+920 y 2+922 (Figura 64, Figura 65, Figura 66, Figura 67, Figura , Figura y Figura 70). En estos perfiles se observó que el subsuelo está compuesto por material arcilloso en su gran mayoría. La presencia de anomalías superficiales, requieren atención detallada debido al contraste que presenta con el medio circundante, esto puede ser atribuido a posibles fluidos externos al medio natural, tal como agua congénita, producto de la fuga.

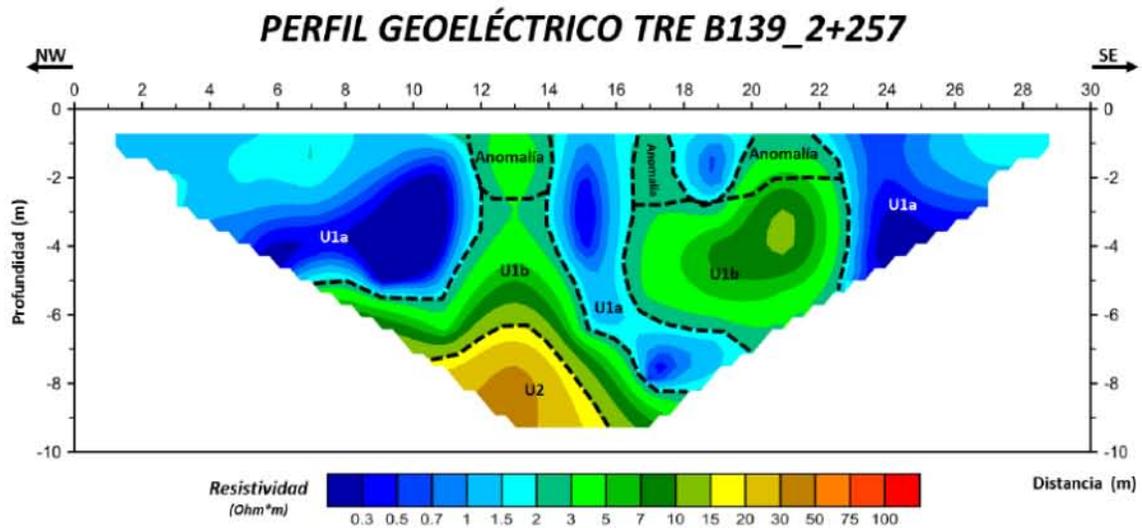


Figura 64. Perfil geoelectrico con anomalia en el pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2.

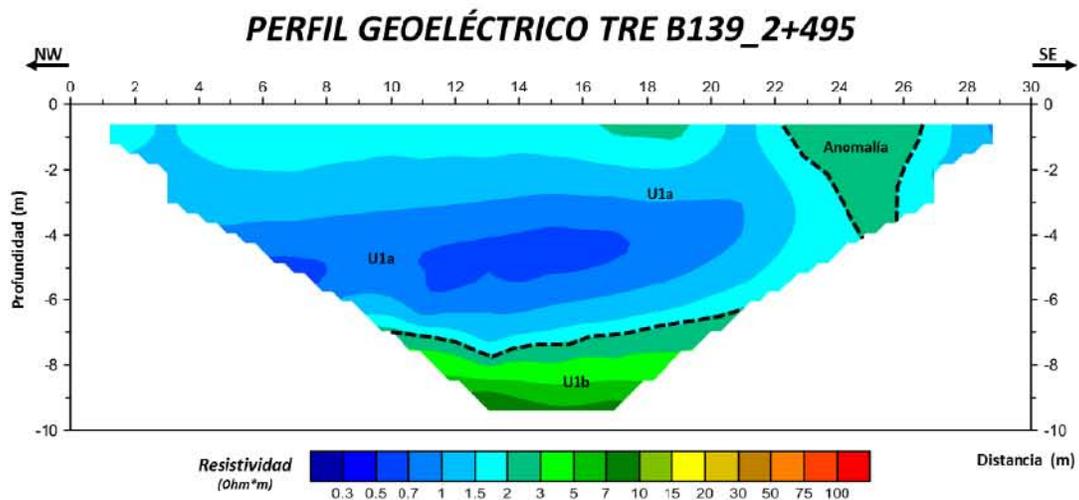


Figura 65. Perfil geoelectrico con anomalia en el pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2.

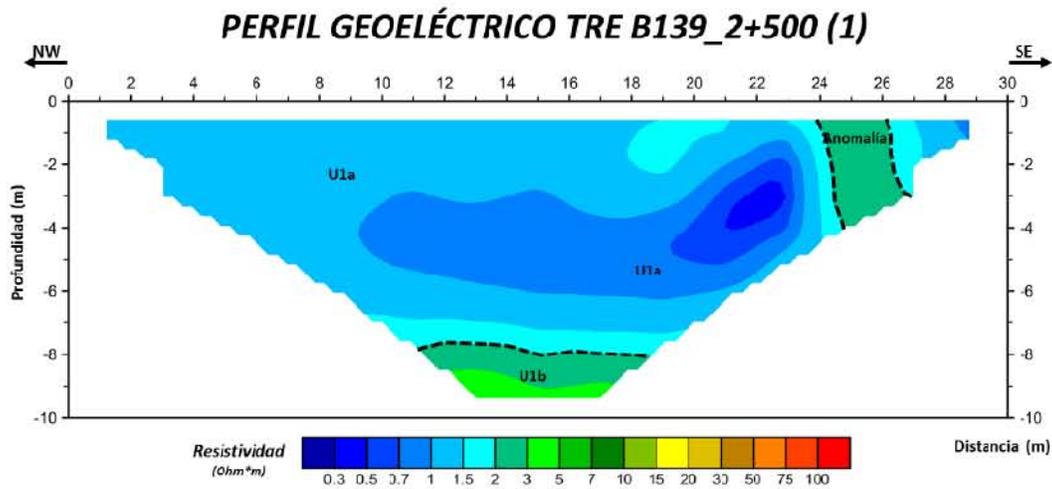


Figura 66. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2.

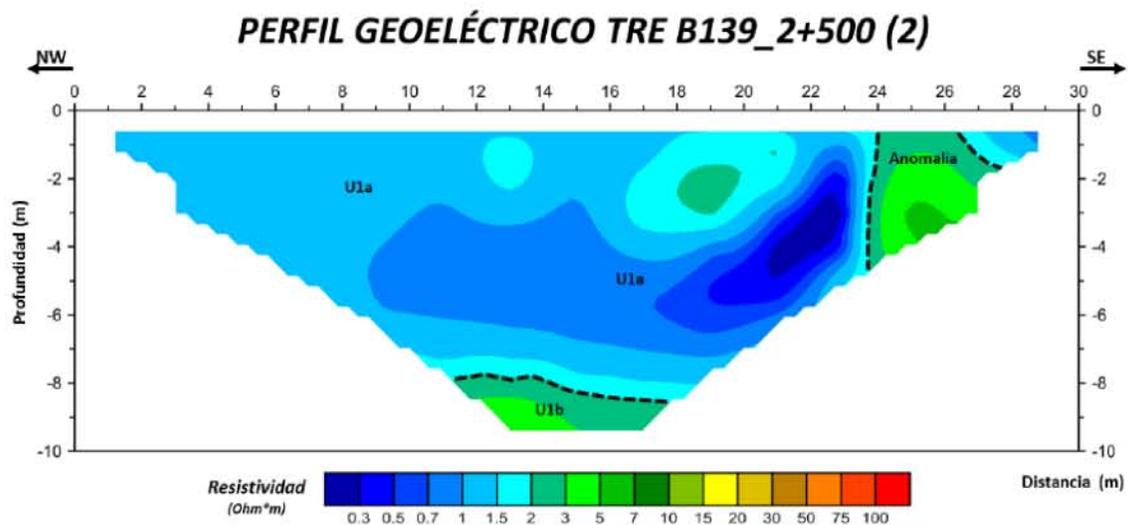


Figura 67. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2.

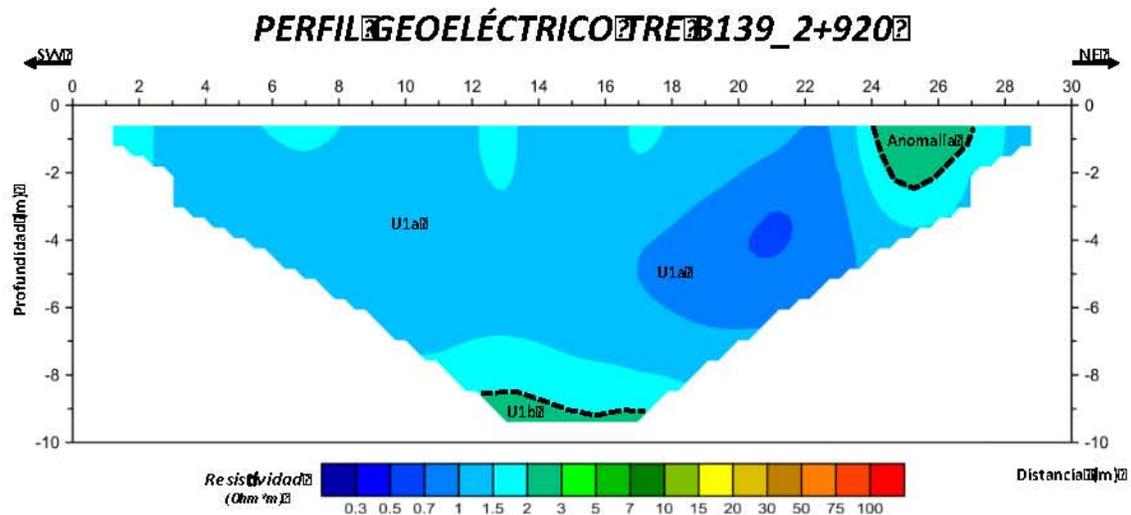


Figura 68. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2.

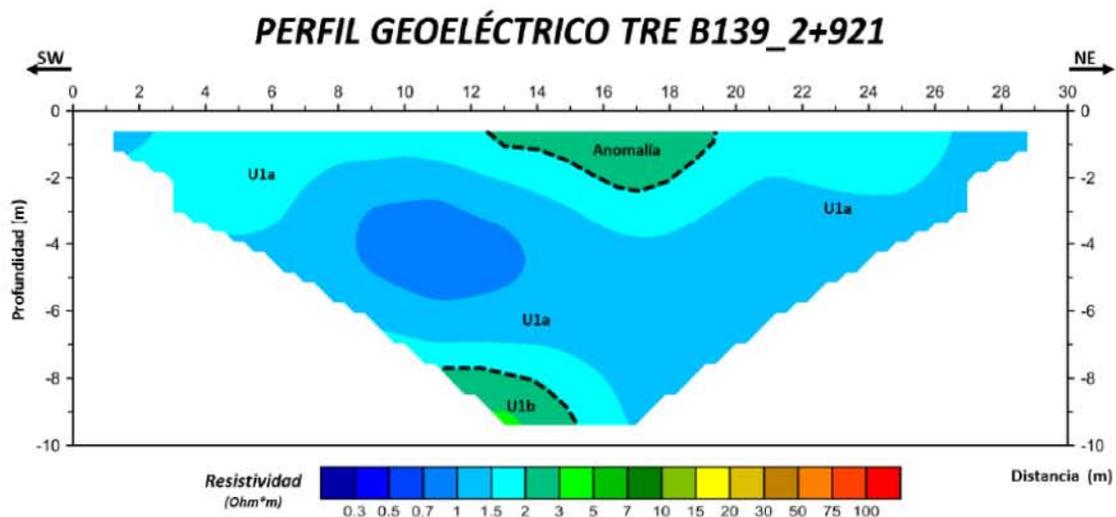


Figura 69. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2.

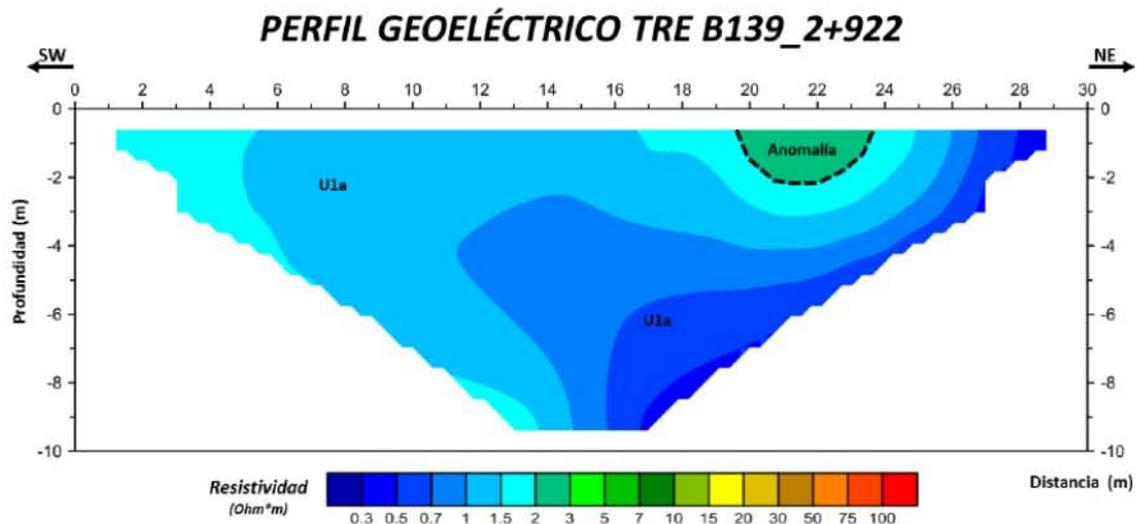


Figura 70. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2.

Pozo Benavides 161 en Estación Benavides 2

El estudio geofísico constó de una línea de tomografía de resistividad eléctrica, la cual se realizó en el punto de fuga (1+350), abarca 30 m de longitud y alcanza a mostrar comportamiento estratigráfico que predomina en los primeros 10 m de profundidad. En este perfil se tiene una distribución de estratos horizontal que se ve interrumpida en la parte sómera por un cuerpo de mayor resistividad que contrasta con el medio circundante (Figura 69). Por lo cual, se recomienda un estudio más detallado para cuantificar el grado de contaminación y sus alcances, mediante un estudio de caracterización Fase II.

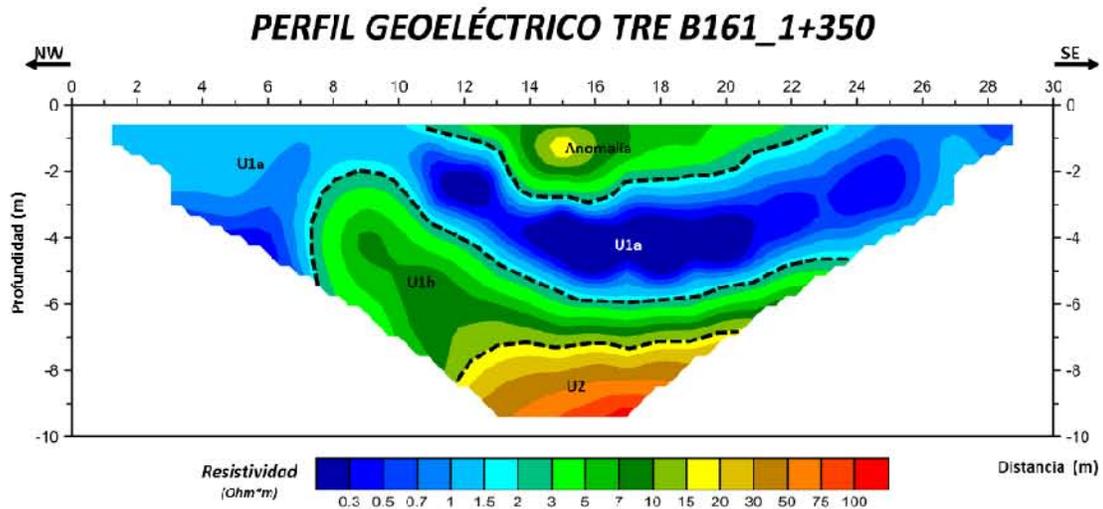


Figura 69. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 161 en la Estación Benavides 2.

Pozo Benavides 166 en la Estación Benavides 2

Se tiene registro histórico de 7 puntos fuga para el ducto que corre del Pozo Benavides 166 a la Estación Primavera 2. De estos sólo un perfil presentó evidencia (0+665) de anomalía, ya que las arcillas presentan un valor más bajo (Figura 70). El resto de los perfiles no presentó evidencia de contaminación, ya que no se presentaron cambios de resistividad en la zona somera, que puedan asociarse a una anomalía causada por la presencia de hidrocarburos.

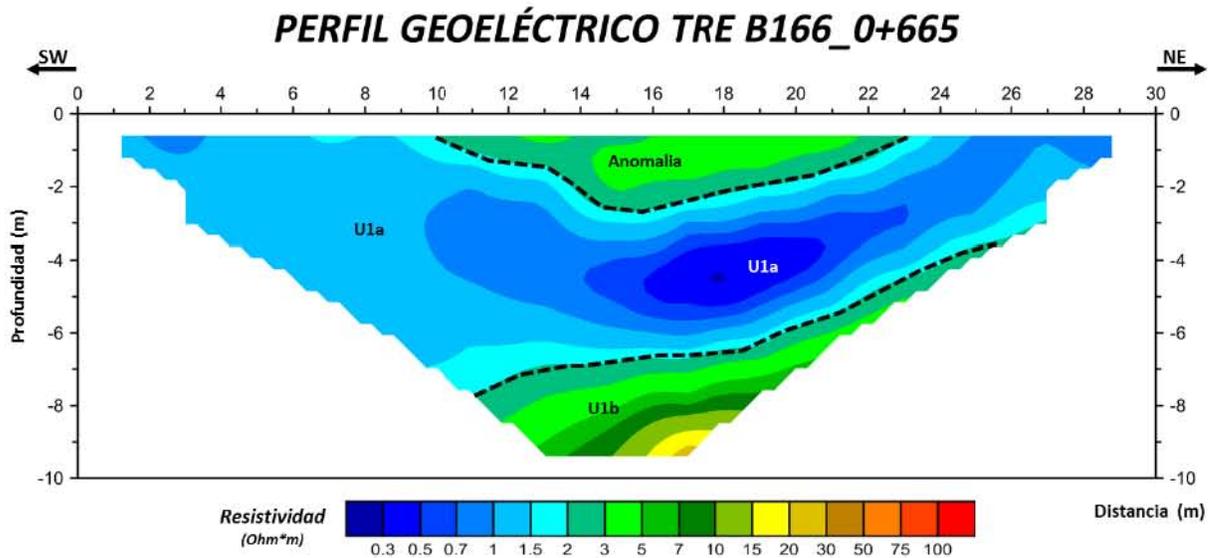


Figura 70. Perfil geoelectrico con anomalia en el pozo Benavides 166 en la Estación Benavides 2.

Gasoducto Primavera 1.

Por otro lado, se tienen 6 Perfiles Geoelectricos, que se realizaron en cada uno de los puntos de fuga, con la finalidad de conocer la estratigrafia del subsuelo, en ellos, sólo se detectó una anomalia.

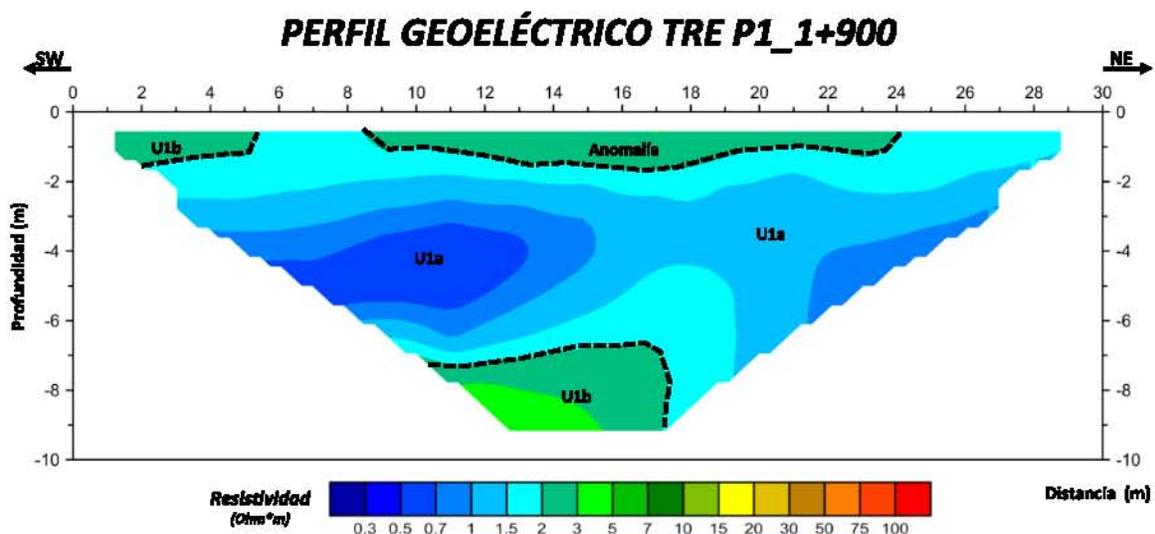


Figura 72. Perfil geoelectrico con anomalia en el punto de fuga 1.

Finalmente, para los sitios mencionados anteriormente se recomienda realizar un estudio más detallado para cuantificar el grado de contaminación horizontal y vertical mediante un estudio de caracterización Fase II, para delimitar con mayor exactitud la zona contaminada.

7.2.4 Análisis e Interpretación de los resultados de las pruebas analíticas realizadas

7.2.4.1 Análisis de Suelo

7.2.4.1.1 Resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes y Comparación de la Normatividad Ambiental Vigente Aplicable

Los sitios de donde se llevó a cabo el muestreo de suelo fueron sitios reportados como posibles áreas impactadas. Estas fueron seleccionadas en levantamiento de campo por el personal de la empresa **Consortio Petrolero 5M del Golfo, S.A.P.I. de C.V.**, donde aparentemente ocurrieron fugas dentro del área contractual y que al momento de la toma de muestra presentaban señas visibles: cambios de coloración, remoción de suelo, etc. De los cuales se detectaron un total de 18 sitios. (

Figura 71, se anexan análisis de suelo). Las pruebas analíticas fueron tomadas por el laboratorio ambiental acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) Laboratorios y Suministros Ambientales e Industriales S.A. de C.V. (LABSA). En cada sitio de muestreo se tomaron 4 muestras a dos profundidades (0.3 y 1 m).

De los 18 sitios muestreados, sólo 3 rebasaron los límites máximos permisibles de conformidad a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 (Figura 71), siendo esta identificada por el **Consortio Petrolero 5M del Golfo, S.A.P.I. de C.V.**, como la fuga 3 (Id. Laboratorio BNB3), la cual es cercana a la Estación Benavides 1. En este sitio, dos de las cuatro muestras tomadas a 1 m de profundidad rebasaron los límites

permisibles en Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno e Hidrocarburos de Fracción Ligera.

Los otros dos sitios que rebasan los límites máximos permisibles (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012) se encuentran dentro del polígono que comprende la estación Benavides 2a.

El primer sitio es el que la empresa denominó como fuga 11 (Id. Laboratorio BNB11) en este sitio de las cuatro muestras que se tomaron, sólo una muestra rebasó los límites máximos permisibles, tanto a nivel superficial (0.3 m) como en profundidad (1 m) en los siguientes contaminantes: Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno e Hidrocarburos de Fracción Ligera.

El segundo sitio se encuentra cercano al Pozo Benavides 92 (Id. Laboratorio BNB9). De las cuatro muestras tomadas en este sitio, dos fueron las que rebasaron los límites máximos permisibles, una muestra (Id. Laboratorio BNB9-3) rebaso estos límites tanto en la zona superficial (0.3 m) como a profundidad (1 m) en los siguientes contaminantes: Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno. Mientras que la muestra (Id. Laboratorio BNB9-4) sólo rebasó los límites máximos permisibles del Benceno, y Etilbenceno a 1 m de profundidad. Cabe mencionar que en este último sitio (Id. Laboratorio BNB9) también se realizó el estudio de Tomografía de Resistividad Eléctrica, en la cual se identificó una pequeña anomalía en uno de los cuatro perfiles que se realizaron.

Debido a los dos factores (análisis de laboratorio y tomografía de resistividad eléctrica), se recomienda la realización de un estudio de caracterización Fase II para delimitar con mayor exactitud la zona afectada.

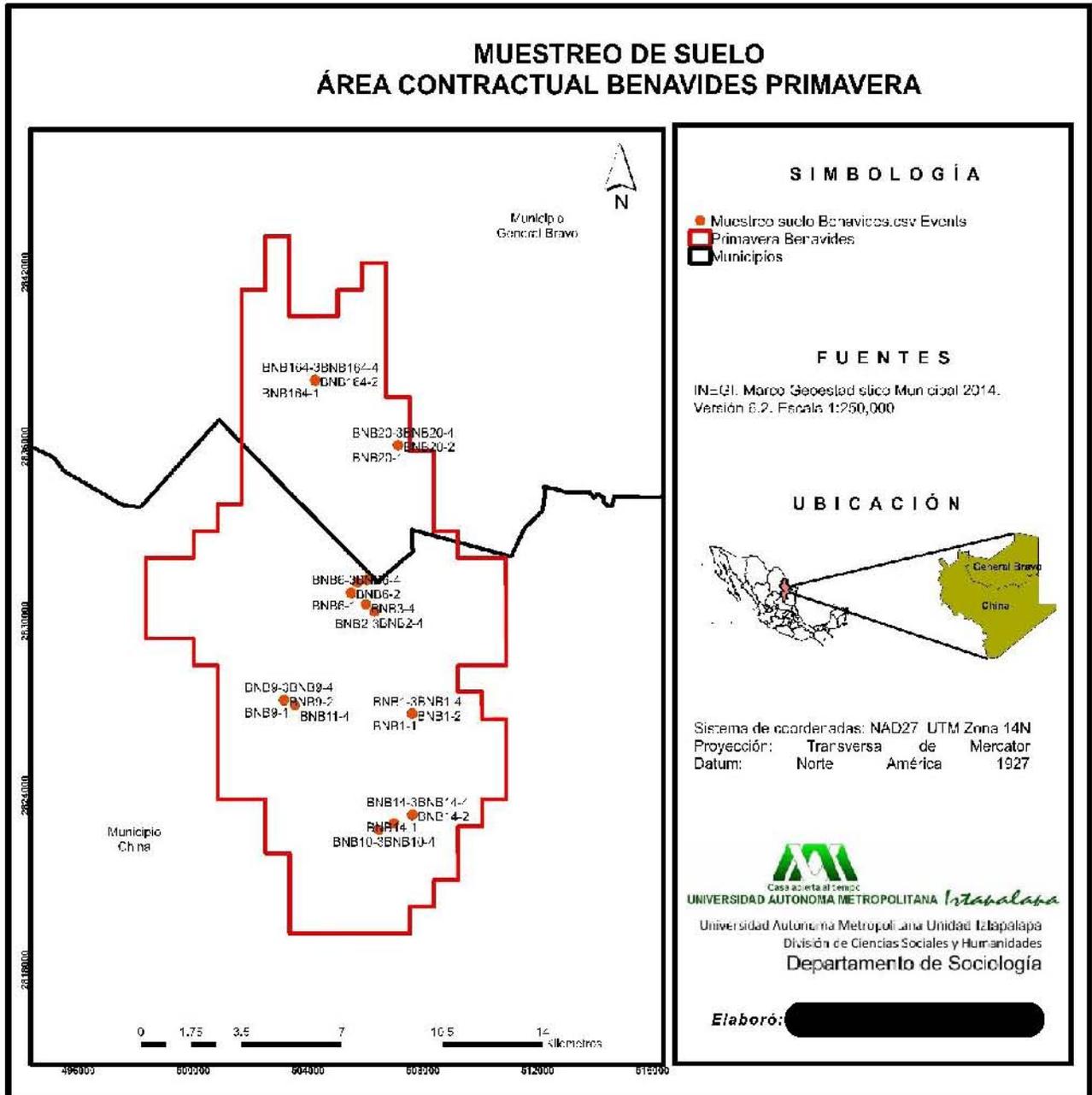


Figura 71. Puntos de muestreo para suelo en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Tabla 58. Sitios de suelo muestreados que rebasan los Límites Máximos Permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Sitios contaminados	Muestra (Id. Laboratorio)	Latitud N	Longitud W	Profundidad (m)	Contaminante	Resultados de laboratorio (mg/kg)	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación (mg/kg) (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012)	Cumplimiento
Fuga 3 Benavides 130	BNB3.3	25°35'38.31"	98°56'24.98"	1	Benceno	10.33 ± 1.02	6	No cumple
					Tolueno	48.12 ± 4.14	40	No cumple
					Etilbenceno	15.76 ± 1.38	10	No cumple
					Xileno	57.55 ± 11.69	40	No cumple
					Hidrocarburos de fracción ligera	322.82 ± 19.03	200	No cumple
	BNB3-4	25°35'38.18"	98°56'25.09"	1	Benceno	77.08 ± 7.65	6	No cumple
					Tolueno	96.94 ± 8.34	30	No cumple
					Etilbenceno	72.81 ± 6.42	10	No cumple
					Xileno	290.29 ± 42.54	40	No cumple
					Hidrocarburos de fracción ligera	1340.85 ± 132.18	200	No cumple
Fuga 9 Benavides 92	BNB9-3	25°33'51.64"	98°58'07.03"	0.3	Benceno	43.97 ± 4.36	6	No cumple
					Tolueno	84.06 ± 7.23	40	No cumple
					Etilbenceno	52.53 ± 4.63	10	No cumple
					Xileno	230.14 ± 46.0	40	No cumple
				1	Benceno	61.31 ± 6.08	6	No cumple
					Tolueno	118.91 ± 10.0	10	No cumple
					Etilbenceno	99.01 ± 8.73	40	No cumple
					Xileno	330.63 ± 67.0	6	No cumple
	BNB9-4	25°33'51.71"	98°58'06.99"	1	Benceno	6.8 ± 0.67	6	No cumple
					Etilbenceno	10.11 ± 0.89	10	No cumple

Sitios contaminados	Muestra (Id. Laboratorio)	Latitud N	Longitud W	Profundidad (m)	Contaminante	Resultados de laboratorio (mg/kg)	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación (mg/kg) (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012)	Cumplimiento
Fuga 11 E.R. Primavera 2	BNB11-1	25°33'45.59"	98°57'53.70"	0.3	Benceno	34.36 ± 3.41	6	No cumple
					Tolueno	72.87±6.27	40	No cumple
					Etilbenceno	54.56 ± 4.81	10	No cumple
					Xileno	161.45 ± 32.81	40	No cumple
					Hidrocarburos de fracción ligera	667.94 ± 65.84	200	No cumple
				1	Benceno	35.31 ± 3.50	6	No cumple
					Tolueno	64.10 ± 6.27	10	No cumple
					Etilbenceno	51.29 ± 4.52	40	No cumple
					Xileno	149.62 ± 30.41	6	No cumple
					Hidrocarburos de fracción ligera	709.60 ± 69.95	200	No cumple

7.2.4.2 Análisis de Agua

7.2.4.2.1 Resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes

Los sitios donde se llevo a cabo el muestreo de agua fue en 12 represas que se encuentran dentro del Área Contractual Benavides-Primavera (

Figura 72). Todas las represas que se muestrearon rebasaron los límites máximos permisibles en los siguientes parámetros: aceites y grasas, coliformes fecales, coliformes totales, sólidos disueltos, cloruros y SAAM (Sustancias Activas al Azul de Metileno) (se anexan análisis de agua). Esto puede deberse al uso de suelo que presenta el Área Contractual que es de manejo agrícola, pecuario, forestal.

En el caso de que las represas rebasen los límites máximos permisibles como es el caso de coliformes fecales, coliformes totales, sólidos disueltos, puede deberse al ganado que se encuentra dentro del Área Contractual y que va a cubrir sus necesidades básicas de obtención de agua en las represas. En cuanto a que las Sustancias Activas al Azul de Metileno rebasaron los límites máximos permisibles se puede deber al lavado doméstico, e industrial de ropa u otras operaciones de limpieza.

Finalmente, los cuerpos de agua que rebasaron los límites máximos permisibles de los aceites y grasas de acuerdo a la Ley Federal de Derechos en su Artículo 224, esto puede deberse a la actividad agropecuaria que se realiza dentro del Área Contractual Benavides-Primavera. Debido a que las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos de animal y vegetal.

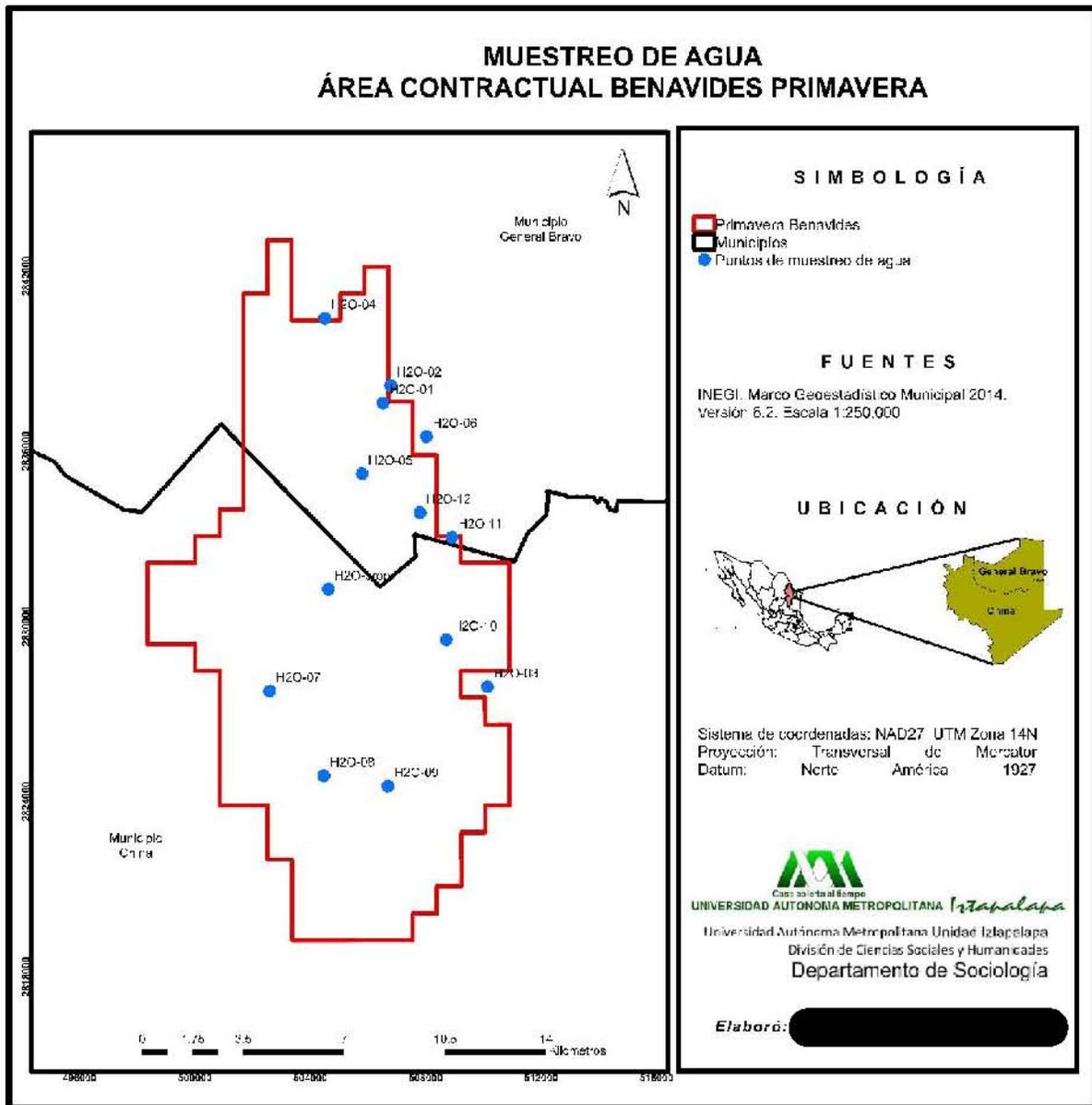


Figura 72. Puntos de muestreo de agua dentro del Área Contractual Benavides-Primavera.

7.2.4.3 Análisis de Aire

7.2.4.3.1 Resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes y Comparación de la Normatividad Ambiental Vigente Aplicable

El muestreo de aire se llevó a cabo en cuatro sitios dentro del Área Contractual Benavides-Primavera. Los resultados del laboratorio mostraron que ningún parámetro rebasa los Límites Máximos Permisibles (LMP) (Tabla 59, se anexan análisis de aire). Estos resultados indican que las actividades que se llevan dentro del Área Contractual Benavides-Primavera no afectan la calidad de aire de la zona.

Tabla 59. Resultados de calidad de aire en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Identificación	CO	SO ₂	NO ₂	NO	NO _x	O ₃	HCT	PST	PM-10
Unidades	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	µg/m ³	µg/m ³
Norma	NOM-021-SSA1-1993	NOM-022-SSA1-2010	NOM-023-SSA1-1993			NOM-022-SSA1-2010		NOM-025-SSA1	
LMP	11	0.11	0.21	N.A.	N.A.	0.11	N.A.	N.A.	75
1.Estación de compresión Benavides 1	0.0865	0.0563	0.0420	0.1066	0.1463	0.0113	0.0302	16.02	14.74
2.Estación de Compresión Benavides 2	0.0983	0.0310	0.0390	0.0849	0.1237	0.0136	0.0599	20.86	17.04
3.Estación de Compresión Benavides 4	0.1152	0.0357	0.0424	0.1141	0.1540	0.0142	0.0543	19.60	15.88
4.Estación de Compresión Primavera 2	0.0746	0.0403	0.0532	0.0990	0.1499	0.0131	0.0348	16.54	13.45

7.2.4.4 Condiciones climáticas y físicas que afectan el comportamiento de los contaminantes

En el Área Contractual Benavides-Primavera, la cantidad de hidrocarburos derramada tal vez no fue detectada con el método indirecto y análisis analítico de las fugas registradas históricamente debido a la baja permeabilidad que presentan las arcillas impide que los fluidos de menor densidad se filtren a mayores profundidades, o simplemente por que el contaminante migró por efecto de lluvias e intemperismo.

7.2.5 Distribución y el comportamiento de los contaminantes en el suelo, subsuelo y acuíferos: Rutas de migración

El suelo del Área Contractual Benavides-Primavera al estar compuesto por arcillas saturadas con un grado muy bajo de permeabilidad, es lo que puede llegar a impedir que fluidos de menor densidad se filtren a mayores profundidades y estén propensos a dispersión y migración por efecto de lluvias e intemperismo.

7.2.6 Ubicación, descripción y uso actual de los puntos potencialmente contaminados

A partir de los análisis de laboratorio realizados a las muestras de suelos, tres sitios fueron detectados con contaminantes que rebasan los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Estos se ubican en la zona donde el uso de suelo es de manejo agrícola, pecuario, forestal (plantaciones; Tabla 60). El cual describe los diferentes sistemas de manejo por el hombre y que constituyen propiamente una cubierta de usos de suelo. En este grupo se incluyen:

Agrícola.- Son áreas de producción de cultivos que son obtenidos para su utilización por el ser humano ya sea como alimentos, forrajes, ornamental o industrial.

Pecuario.- Lugares donde se realiza la explotación ganadera de manera intensiva o extensiva para la obtención de diferentes productos (carne, huevo, leche, etc.).

Forestal.- Se refiere a la utilización de especies forestales cultivadas ex profeso o bien manejadas para la obtención de diferentes productos (madera, aceites, celulosa, etc.).

Tabla 60. Ubicación y uso actual de los puntos que rebasan los límites máximos permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Sitios contaminados	Muestra (Id. Laboratorio)	Latitud N	Longitud W	Contaminante	Uso de suelo CONABIO, 2008
Fuga 3 Benavides 130	BNB3	25°35'38.31"	98°56'24.98"	Benceno, Tolueno Etilbenceno, Xileno, Hidrocarburos de fracción ligera	Manejo agrícola, pecuario, forestal (plantaciones)
Fuga 9 Benavides 92	BNB9-3	25°33'51.64"	98°58'07.03"	Benceno, Tolueno Etilbenceno, Xileno	Manejo agrícola, pecuario, forestal (plantaciones)
Fuga 11 E.R. Primavera 2	BNB11-1	25°33'45.59"	98°57'53.70"	Benceno, Tolueno Etilbenceno, Xileno, Hidrocarburos de fracción ligera	Manejo agrícola, pecuario, forestal (plantaciones)

7.2.7 Tipo de contaminante, cantidad aproximada de liberación al ambiente

Este apartado no aplica, ya que al realizar las actividades en campo, no estaban ocurriendo fugas o derrames de hidrocarburos en ese momento.

7.2.8 Área y volumen del suelo contaminado

El área y volumen aproximado del suelo contaminado en los tres sitios dentro del Área Contractual Benavides-Primavera, que rebasaron los límites máximos permisibles se presentan en la Tabla 61 con el contaminante y el área y volumen aproximado para estos sitios. Cabe destacar que para los sitios que rebasaron los límites máximos permisibles (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012) se recomienda realizar un estudio más detallado para cuantificar el grado de contaminación horizontal y vertical mediante un estudio de caracterización Fase II para delimitar con mayor exactitud la zona contaminada.

Tabla 61. Área y Volumen aproximado del suelo contaminados en el Área Contractual Benavides-Primavera.

Sitios cont.	Muestra (Id. Lab.)	Lat. N	Long. W	Prof. (m)	Cont.	Resultados de laboratorio (mg/kg)	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación (mg/kg) (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012)	Cumple/ No Cumple	Área (m ²) Aprox.	Volumen (m ³) Aprox.
Fuga 3	BNB3-3	25°35'38"	98°56'24"	1	Benceno	10.33 ± 1.02	6	No cumple	29	29
					Tolueno	48.12 ± 4.14	40	No cumple		
					Etilbenceno	15.76 ± 1.38	10	No cumple		
					Xileno	57.55 ± 11.69	40	No cumple		
					Hidrocarburos de fracción ligera	322.82 ± 19.03	200	No cumple		
	BNB3-4	25°35'38"	98°56'25"	1	Benceno	77.08 ± 7.65	6	No cumple		
					Tolueno	96.94 ± 8.34	30	No cumple		
					Etilbenceno	72.81 ± 6.42	10	No cumple		
					Xileno	290.29 ± 42.54	40	No cumple		
					Hidrocarburos de fracción ligera	1340.85 ± 132.18	200	No cumple		
BNB9-3		98°58'07"	0.3		43.97 ± 4.36	6	No cumple	95.5	95.5	

Sitios cont.	Muestra (Id. Lab.)	Lat. N	Long. W	Prof. (m)	Cont.	Resultados de laboratorio (mg/kg)	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación (mg/kg) (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012)	Cumple/ No Cumple	Área (m ²) Aprox.	Volumen (m ³) Aprox.
		25°33'51"			Benceno					
					Tolueno	84.06 ± 7.23	40	No cumple		
					Etilbenceno	52.53 ± 4.63	10	No cumple		
					Xileno	230.14 ± 46.0	40	No cumple		
					Benceno	61.31 ± 6.08	6	No cumple		
					Tolueno	118.91 ± 10.0	10	No cumple		
					Etilbenceno	99.01 ± 8.73	40	No cumple		
					Xileno	330.63 ± 67.0	6	No cumple		
	BNB9-4	25°33'51"	98°58'06"	1	Benceno	6.8 ± 0.67	6	No cumple		
					Etilbenceno	10.11 ± 0.89	10	No cumple		

Sitios cont.	Muestra (Id. Lab.)	Lat. N	Long. W	Prof. (m)	Cont.	Resultados de laboratorio (mg/kg)	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación (mg/kg) (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012)	Cumple/ No Cumple	Área (m ²) Aprox.	Volumen (m ³) Aprox.
Fuga 11	BNB11-1	25°33'45"	98°57'53"	0.3	Benceno	34.36 ± 3.41	6	No cumple	69.2	69.2
					Tolueno	72.87 ± 6.27	40	No cumple		
					Etilbenceno	54.56 ± 4.81	10	No cumple		
					Xileno	161.45 ± 32.81	40	No cumple		
					Hidrocarburos de fracción ligera	667.94 ± 65.84	200	No cumple		
				1	Benceno	35.31 ± 3.50	6	No cumple		
					Tolueno	64.10 ± 6.27	10	No cumple		
					Etilbenceno	51.29 ± 4.52	40	No cumple		
					Xileno	149.62 ± 30.41	6	No cumple		
					Hidrocarburos de fracción ligera	709.60 ± 69.95	200	No cumple		

7.3 Registro y descripción de daños ambientales

7.3.1 Identificación del daño ambiental

Componente	Factores	Conclusión del diagnóstico Daño Ambiental
Edafología	Cantidad de suelos	La erosión potencial del suelo en el Área Contractual Benavides-Primavera es baja, ya que su valor varía entre 0.07 a 0.26 t/ha año, lo cual concuerda con la baja susceptibilidad a la erosión que presentan los suelos Xerosol y Vertisol.
	Calidad de suelos	De los 18 sitios muestreados para suelos sólo tres sitios rebasaron los límites máximos permisibles (NOM-138-SEMARNAT/SSA 1-2012). Los sitios se encontraron contaminados por Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno e Hidrocarburos de fracción ligera. Los sitios contaminados son: BNB3: área aproximada= 29 m ² y volumen aproximado= 29 m ³ BNB9: área aproximada= 95.5 m ² y volumen aproximado= 95.5 m ³ BNB11: área aproximada= 69.2 m ² y volumen aproximado= 69.2 m ³ Como conclusión se recomienda realizar un estudio más detallado para cuantificar el grado de contaminación horizontal y vertical mediante un estudio de caracterización Fase II para delimitar con mayor exactitud la zona contaminada.
Geomorfología	Geoformas	La alteración de las geoformas en Área Contractual ha sido mínima, esto al alterarse únicamente algunos puntos al existir cuerpos de agua artificial. En general se presenta un terreno sin elevaciones o pendientes importantes, por lo que las alteraciones en específico para la instalación de estaciones de bombeo son irrelevantes.
	Estabilidad del relieve	Al considerarse una zona sin elevaciones o pendientes, las modificaciones resultado de desmontes e instalaciones de cualquier tipo no ha afectado la estabilidad del relieve.

Componente	Factores	Conclusión del diagnóstico Daño Ambiental
Hidrología Superficial	Calidad	De los 12 sitios seleccionados para muestrear agua, todos rebasaron los límites máximos permisibles en los siguientes parámetros: aceites y grasas, coliformes totales, coliformes totales, sólidos disueltos, cloruros y SAAM (Sustancias Activas al Azul de Metileno). Esto puede deberse al uso de suelo que presenta el Área Contractual que es de manejo agrícola, pecuario, forestal.
	Escorrentías superficiales	En el Área contractual Benavides-Primavera no hay cuerpos de agua permanentes, solo de temporal. Cabe destacar que en la época del año (secas) en que se realizó las actividades de campo no se encontraron cuerpos de agua naturales. Adicionalmente a lo anterior, es importante mencionar que en el Área Contractual existen zonas de abrevaderos los cuales fungen como zonas de florecimiento de flora y fauna al facilitar la obtención de recursos para la mayoría de las especies del Área Contractual.
Hidrología Subterránea	Infiltración de agua	De acuerdo con CONAGUA el Acuífero China-General Bravo este no se encuentra sobreexplotado. Indicando que existe una disponibilidad de 15'682,138 m ³ anuales.

Componente	Factores	Conclusión del diagnóstico Daño Ambiental
Vegetación	Cobertura vegetal	<p>El Área Contractual Benavides-Primavera de acuerdo con INEGI se presentan los siguientes tipos de vegetación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matorral Espinoso Tamaulipeco • Pastizal halófilo • Vegetación halófila xerófila (Matorral xerófilo) • Pastizal inducido • Pastizal cultivado • Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila (Vegetación secundaria de matorral xerófilo) • Agricultura de temporal <p>De acuerdo a las observaciones y resultados obtenidos durante el trabajo de campo para la caracterización de la vegetación de la zona de interés, se puede observar que a casusa de las actividades antropogénicas como son la agricultura, ganadería e instalaciones de pozos de extracción, gran parte de la vegetación originaria del Área Contractual ha sido removida.</p> <p>Se resalta el hecho de que la vegetación de la zona se encuentra actualmente en un proceso de regeneración dando lugar únicamente a comunidades vegetales secundarias con parches aislados y reducidos de vegetación originaria.</p> <p>Por lo anterior las comunidades vegetales dominantes en el Área Contractual Benavides-Primavera son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pastizal inducido • Pastizal cultivado • Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila (Vegetación secundaria de matorral xerófilo) <p>Las comunidades originales han sido rezagadas a parches en la zona noreste y sur del Área Contractual donde se encuentran el Pastizal halófilo y la Vegetación halófila xerófila (Matorral xerófilo).</p> <p>Existen zonas donde la vegetación es nula esto debido a que son caminos de acceso (caminos de terracería y caminos rurales), rancherías y estaciones de compresión.</p>

Componente	Factores	Conclusión del diagnóstico Daño Ambiental
Vegetación	Individuos de especies vegetales	<p>Como se menciona en el apartado anterior, el Área Contractual se encuentra en su mayoría en un proceso de regeneración que se refleja en la dominancia de comunidades vegetales secundarias, (Pastizal inducido, Pastizal cultivado y Vegetación secundaria de matorral xerófilo).</p> <p>Por lo anterior y en relación a los índices de diversidad presentados en este documento, los cuales se compararon con índices de trabajos previos en la zona de interés y en relación a zonas aledañas dentro del estado de Nuevo León, se puede ver una baja diversidad vegetal de la zona, lo cual se considera ya que alrededor del 60% de la importancia ecológica vegetal del sitio (Índice de Valor de Importancia = 61.8) recae en cuatro especies: <i>Parkinsonia texana</i>, <i>Prosopis laevigata</i>, <i>Prosopis glandulosa</i> y <i>Opuntia engelmannii</i>.</p> <p>En conclusión dado a la pérdida de cobertura vegetal, así como a la dominancia de solo cuatro especies en el sitio y a que las 63 especies registradas, corresponden al 53% de las especies esperadas para el Área Contractual, se infiere la pérdida de individuos vegetales de la zona, que como se ha mencionado en este documento se encuentra en proceso de recuperación debido al alto de actividades de desmonte.</p>
	Individuos de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Para el Área Contractual se han registrado dos especies bajo estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (<i>Manfreda longiflora</i> y <i>Echinocereus posegeri</i>), es decir las mismas especies esperadas de acuerdo a la lista potencial elaborada previo a las actividades de campo. Por lo que es posible esperar que no exista una pérdida significativa de especies protegidas por esta NOM en el Área Contractual.
Fauna	Biodiversidad	<p>En general los índices esperados de diversidad para la flora de Área Contractual superan los valores de 1.8, un índice similar se obtuvo únicamente en un punto al norte del Área Contractual, lo que indica que aunque la parte norte es una de las zonas con mayor diversidad, no se acerca a los valores esperados para los registros en comunidades vegetales similares.</p> <p>Como se mencionó anteriormente, en el supuesto de que no existan posteriormente eventos de desmonte en el Área Contractual, es posible que se recuperen las condiciones originales de la zona o que se aumente la biodiversidad actual del sitio, esto debido a que el Área Contractual se encuentra rodeada de áreas con alto grado de conservación lo que puede ocasionar que la flora y fauna original se restablezca nuevamente a esta.</p>

Componente	Factores	Conclusión del diagnóstico Daño Ambiental
Fauna	<p>Individuos de especies animales</p>	<p>En cuanto a este apartado, si bien se considera que la cantidad de especies observadas en el sitio es el 31% de la las especies potenciales consideradas previo a los trabajos de campo, es importante mencionar que la fauna del Área Contractual es como una comunidad estable esto debido a la disponibilidad de alimento, es decir, mamíferos pequeños y reptiles de los cuales dependen grandes felinos y cánidos los cuales fueron reportados mediante rastros.</p> <p>En cuanto a las aves del sitio se observa que las comunidades de vegetación secundaria de matorral xerófilo representan una zona que beneficia en la distribución de este, lo cual aunado a la presencia de algunos cuerpos de agua artificiales, hacen en general al Área Contractual un ambiente idóneo para desarrollarse.</p> <p>La presencia de herpetofauna se considera baja en gran parte por las condiciones climatológicas, esperando que en época de lluvias la cantidad de especies e individuos, principalmente de anfibios, aumente considerablemente.</p>
	<p>Individuos de especies dentro de la NOM-059-2010</p>	<p>Existen en el Área Contractual un total de 13 especies bajo estatus de conservación, lo que representa aproximadamente el 40% de las especies potencialmente registradas para la zona, lo anterior resulta en que las especies de importancia ecológica encuentran los elementos necesarios para residir.</p> <p>Con base en lo anterior se considera que no existe una afectación importante en cuanto a las especies protegidas de la zona.</p>
	<p>Hábitats</p>	<p>La comunidad de matorral xerófilo, observada en varios de los puntos de muestreo, permite que las especies puedan encontrar diferentes microhábitat y zonas de resguardo del sol, incluso más que el propio matorral xerófilo en condición primaria. Lo anterior sumado a la presencia de cuerpos de aguas artificiales y permanentes, genera condiciones para la residencia de especies de todos los grupos de fauna.</p>

Componente	Factores	Conclusión del diagnóstico Daño Ambiental
Fauna	Biodiversidad	<p>De acuerdo con lo observado en campo, el Área Contractual presenta una comunidad de fauna con estratos tróficos bien asentados, es decir las especies encuentran los elementos necesarios para establecer una residencia permanente en la zona, como es el caso del pecarí y el venado cola blanca.</p> <p>En cuanto a los índices de diversidad, se obtuvieron valores que indican una biodiversidad alta, esto resultado en gran medida a que las actividades antropogénicas que se realizan en el Área Contractual se llevan a cabo en su mayoría en horas de poca o nula actividad de la fauna, es decir durante los picos de temperatura máxima, lo que evita en cierta medida la interacción con la fauna.</p>
	Corredores biológicos	<p>Si bien se observa que la zona está fragmentada por caminos de caminos de acceso que conecta estaciones de bombeo y rancherías, la afluencia de vehículas y la presencia de personal en la zona es mínima lo que permite a las especies de fauna desplazarse libremente por la zona conservando los corredores que se mantuvieron después de los eventos de desmonte de vegetación, así como los que surgieron con la nueva disposición de la vegetación.</p>

7.3.2 Valoración del daño ambiental: Índice de Incidencia

Factores	Conclusión Diagnóstico Daño ambiental	Signo del efecto	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	INCIDENCIA	INDICE DE INCIDENCIA
Cantidad de suelos	Erosión en suelos	-	1	3	1	1	3	3	3	3	1	19	0.55555556
Calidad de suelos	Pasivos identificados de suelos contaminados (con delimitación de superficie, volumen y contaminante (s) por sitio).	-	3	3	2	3	3	3	3	1	1	22	0.72222222
Geoformas	Alteración de geoformas	-	3	3	2	3	3	1	1	1	1	18	0.5
Estabilidad del relieve	Pérdida de la estabilidad del relieve		3	3	1	1	3	3	3	1	1	19	0.55555556
Calidad	Contaminación los cuerpos de agua	-	3	3	2	2	3	2	3	1	1	20	0.61111111
Escorrentías superficiales	Alteración en flujo del patrón hidrológico	-	1	3	2	2	1	1	1	1	3	15	0.33333333
Infiltración de agua	Acuíferos sobreexplotados y/o Contaminados	-	3	3	2	2	3	2	3	1	1	20	0.61111111
Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal originaria	-	3	3	2	2	1	1	1	1	1	15	0.33333333
Individuos de especies	Evidencia de la pérdida de individuos de especies vegetales	-	3	3	2	2	1	1	1	1	1	15	0.33333333
Individuos de especies en NOM-059-SEMARNAT-2010	Especies Vegetales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	3	3	2	2	1	1	1	1	1	15	0.33333333

Factores	Conclusión Diagnóstico Daño ambiental	Signo del efecto	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	INCIDENCIA	INDICE DE INCIDENCIA
Biodiversidad	Evidencia de la pérdida de la biodiversidad	-	3	3	2	2	1	1	1	1	1	15	0.33333333
Individuos de especies animales	Evidencia de la pérdida de individuos de especies animales	-	1	3	2	2	1	2	2	1	1	15	0.33333333
Individuos de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Especies animales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	1	3	2	2	1	2	2	1	1	15	0.33333333
Hábitats	Reducción de hábitats	-	1	3	2	2	1	2	2	1	1	15	0.33333333
Biodiversidad	Pérdida de la biodiversidad	-	1	3	2	2	1	2	2	1	1	15	0.33333333
Corredores biológicos	Pérdida de corredores biológicos	-	3	3	2	2	1	2	2	1	1	17	0.44444444
Calidad del aire	identificación de contaminantes atmosféricos	-	3	1	2	3	1	2	2	3	3	20	0.61111111

7.3.3 Descripción de los daños ambientales

7.3.3.1 Medio Abiótico

7.3.3.1.1 Daños ambientales al medio abiótico

De manera general los daños ambientales del medio abiótico en el Área Contractual Benavides-Primavera presentan daños moderadamente relevantes como es el caso de las geoformas que se encuentran dentro del Área Contractual, las cuales no han sido mínimamente alteradas, sólo para algunos puntos han sido alterados para la

realización de cuerpos de agua artificiales. En cuanto a la estabilidad del relieve este de igual forma no ha sido alterado de manera drástica debido a que el Área Contractual no presenta elevaciones o pendientes importantes al momento de haber realizado instalaciones de estaciones de bombeo o extracción de los hidrocarburos.

Por otra parte, la hidrología superficial del Área Contractual en su factor de escorrentías superficiales no se presentan cuerpos de agua permanentes, solo de temporal. Cabe destacar que dentro del Área Contractual existen zonas de abrevaderos que a su vez sirven como áreas de florecimiento de flora y fauna, ya que les facilitan el recurso a la mayoría de las especies que se distribuyen dentro del Área Contractual.

En lo que se refiera a la calidad del agua en el Área Contractual Benavides-Primavera, de los 12 sitios seleccionados para muestrear agua, todos rebasaron los límites máximos permisibles en los siguientes parámetros: aceites y grasas, coliformes totales, coliformes fecales, sólidos disueltos, cloruros y SAAM (Sustancias Activas al Azul de Metileno). Lo cual puede deberse al uso de suelo que del Área Contractual que es de manejo agrícola, pecuario, forestal.

En cuanto la hidrología subterránea no se ha visto afectada por las actividades que realizadas en el Área Contractual, ya que de acuerdo a CONAGUA el Acuífero China-General Bravo este no ha sido sobre explotado. Este organismo indica que existe una disponibilidad de 15'682,138 m³ anuales para los municipios (China y General Bravo) donde se encuentra el Área Contractual.

Finalmente en cuanto a la edafología del Área Contractual la cantidad de suelo la erosión potencial del suelo es baja con un valor de entre 0.07 a 0.26 t/ha año, debido al tipo de suelos que presenta el Área Contractual Xerosol y Vertisol.

Cabe destacar que la calidad del suelo si ha sido afectada por las actividades de extracción de hidrocarburos que se realiza dentro del Área Contractual, ya que de los 18 sitios muestreados para determinar la calidad de suelos tres sitios rebasaron los límites máximos permisibles (NOM-138-SEMARNAT/SAA1-2012). Los tres sitios se encontraron contaminados por Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilemo e Hidrocarburos de fracción ligera. Los sitios contaminados son:

BNB3: área aproximada= 29 m² y volumen aproximado= 29 m³

BNB9: área aproximada= 95.5 m² y volumen aproximado= 95.5 m³

BNB11: área aproximada= 69.2 m² y volumen aproximado= 69.2 m³

Como conclusión se recomienda realizar un estudio más detallado para cuantificar el grado de contaminación horizontal y vertical mediante un estudio de caracterización Fase II para delimitar con mayor exactitud la zona contaminada.

7.3.3.2 Medio Biótico

7.3.3.2.1 Flora y Vegetación

De acuerdo con los resultados obtenidos para la flora y vegetación del Área Contractual Benavides- Primavera, de las 62 especies reportadas en el presente trabajo superan las 38 especies reportadas por Domínguez *et al.* (2013) para el matorral espinoso tamaulipeco en las localidades de Los Ramones, China y Linares, así como las 30 especies reportadas por Rodríguez *et al.* (2013) y las 45 especies reportadas por Alanís-Rodríguez (2015). Sin embargo, representa una baja diversidad en comparación con la flora reportada para otros sitios de General Bravo y Nuevo León (Estrada-Castillón *et al.*, 2012). Cabe mencionar que los pastizales y la vegetación secundaria, cubren la mayor parte del Área Contractual Benavides-

Primavera, y estos tipos de vegetación son pobres en cuanto a la presencia de especies arbóreas, son precisamente estas especies arbóreas las que proporcionan un microhábitat más fresco y húmedo en sus alrededores, y son estas condiciones favorables las que probablemente propician la colonización de otras especies tanto de arbustos como de herbáceas.

Por otra parte, Domínguez *et al.* (2013) determinaron que los géneros más diversos son *Acacia* (5), *Croton* (2) y *Opuntia* (2). Estos resultados no coinciden del todo para la flora reportada para el Área Contractual Benavides-Primavera, en donde los géneros registrados con una alta diversidad fueron *Condalia* y *Andropogon* con tres especies cada uno. Asimismo, el género *Opuntia* registró dos especies *Opuntia engelmannii* y *Opuntia leptocaulis* cifra que coincide con los reportado por Domínguez *et al.* (2013).

Por otro lado, a nivel de familia Cactaceae y Fabaceae resultaron ser las más diversas con 11 y ocho especies respectivamente. Esta gran abundancia de la familia Fabaceae dentro del Área Contractual coincide con lo reportado por García y Jurado (2008) y González *et al.* (2010) quienes mencionan que las fabáceas son las más frecuentes y abundantes en el noreste de México. Por otro lado, González y Rocha (2010) comentan que la familia Fabaceae exhibe una gran plasticidad en su reproducción y adaptación a condiciones adversas. Asimismo, González-Rodríguez *et al.* (2011) comentan que también presenta mayor tolerancia al déficit hídrico, lo que estaría sugiriendo una mayor tolerancia a la sequía. Con base en estos argumentos, estaría siendo explicada la gran diversidad de esta familia en la región.

En relación a los índices de diversidad, Domínguez *et al.* (2013) reportan índices de 1.88 a 2.3 para comunidades vegetales similares. Estos valores de Shannon-Wiener coinciden únicamente para dos sitios de muestreo BP1 y BP9, que corresponden a matorral xerófilo y vegetación secundaria de matorral xerófilo. Por lo que el índice de Shannon-Wiener que se obtuvo para los sitios muestreados en el Área Contractual sugieren bajos valores de diversidad para esta comunidad vegetal. Asimismo, Domínguez (2009), Canizales *et al.* (2009) y González *et al.* (2010) reportan una diversidad (índice de Shannon-Wiener) para el noreste de México entre 2.5 y 3. Los valores de diversidad anteriores superan los reportados para el Área Contractual de 2.1 (el valor más alto). Con base en lo anterior, el Área Contractual Benavides-Primavera presenta un nivel bajo de riqueza de especies en comparación con otros sitios del noreste del estado de Nuevo León. Cabe destacar que los muestreos se realizaron en época de secas y se ha reportado que la precipitación acentúa y favorece cambios significativos en la estructura y composición de la vegetación (Domínguez *et al.* 2013).

Es importante mencionar que la similitud florística entre sitios de muestreo es baja (menor a 30%) esta cifra sugiere una alta heterogeneidad florística entre los sitios de muestreo. Asimismo, a pesar de registrar tipos de vegetación similares entre parcelas la composición florística llega a ser diferente. Lo cual, sugiere que dentro de las comunidades secundarias existen diferencias que pueden estar relacionadas con el tiempo de regeneración que lleva cada comunidad vegetal. Asimismo, la diversidad vegetal dentro del Área Contractual no puede ser explicada únicamente por la diversidad alfa, por lo que el componente de la diversidad juega un papel importante para explicar la diversidad vegetal dentro de la zona de proyecto.

En relación a la importancia ecológica de las especies, cabe destacar que más del 60% recae en 5 especies únicamente. Con base en estos resultados *Parkinsonia texana*, *Prosopis laevigata*, *Prosopis glandulosa*, *Opuntia engelmannii* y *Yucca filifera*

son las especies vegetales, a nivel general, con mayor importancia ecológica dentro del Área Contractual.

No obstante, los valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) cambian en función al tipo de vegetación. Dentro de las comunidades primarias de matorral xerófilo las especies ecológicamente más importantes son *Prosopis laevigata*, *Parkinsonia texana* y *Yucca filifera* que en conjunto tienen un IVI del 47.68%. Por otra parte, dentro de las comunidades secundarias derivadas de matorral xerófilo las especies ecológicamente más importantes son *Parkinsonia texana*, *Prosopis glandulosa*, *Opuntia engelmannii* y *Prosopis laevigata* con un IVI en conjunto de 76.49%. Cabe señalar, la usencia de *Yucca filifera* dentro de las comunidades secundarias lo que sugiere que es una especie característica de zonas primarias de vegetación, contrario a *Opuntia engelmannii* que adquiere mayor importancia ecológica dentro de las comunidades secundarias de matorral xerófilo. Asimismo, *Prosopis glandulosa* tiene un papel ecológicamente importante dentro de las comunidades secundarias y no así en la vegetación primaria. Estos resultados coinciden con lo reportado por Domínguez *et al.* (2013) para el matorral espinoso tamaulipeco en China, Nuevo León. Estos autores reportan a *Opuntia engelmannii* y *Prosopis laevigata* con los valores de IVI más elevados dentro de esta comunidad vegetal.

En campo la vegetación se observó bastante fragmentada y en condiciones de crecimiento secundario, donde fue evidente la presencia de potreros y extensas áreas de pastizal cultivado, por lo que únicamente se encontraron parches de la vegetación original. Sin embargo, dada la transformación del hábitat, el número y abundancia de especies de fauna se ve favorecida por la presencia de cuerpos de agua que además de ser abrevaderos para el ganado cumplen la función de “oasis” en un paisaje semidesértico con escasa cobertura arbórea. Las zonas cercanas a las estaciones de compresión de gas presentaban las mismas características antes

mencionadas, ya que dicha fragmentación es generalizada a lo largo de toda el Área Contractual Benavides-Primavera.

7.3.3.2.2 Fauna

Herpetofauna

La riqueza de la herpetofauna en el Área Contractual Benavides-Primavera estuvo representada por 12 especies, lo cual es importante destacar con las 132 especies reportadas por Lemos-Espinal *et al.* (2016) para el estado de Nuevo León. Con lo anterior el Área Contractual Benavides-Primavera resgistró para el presente estudio sólo el 9.09% del total de la riqueza del estado de Nuevo León.

El bajo número de registros que se obtuvo para anfibios se debió a que los espacios húmedos que existen son mínimos dentro del Área Contractual (Caramillo, 1993). De acuerdo a lo anterior, la mayor diversidad y riqueza de especies fue registrada para el tipo de vegetación secundaria de matorral xerófilo que corresponde a los puntos BP2, BP5, BP10, BP12 y BP13, de los cuales cuatro presentaron cuerpos de agua, siendo benéfica esta característica para la rana (*L. berlandieri*), la cual presenta una alta filopatría a espacios húmedos (Pineda y Halffter, 2004), así como *Thamnophis marcianus* quien se mostró preferente a estos espacios.

Las zonas áridas, presentan una gran homogeneidad en tipos de microhábitats, los cuales influyen en las especies. También se observaron pastizales cultivados para forrajeo y ganado, lo cuales, crean ecotonos, que en algunos sitios beneficiaba a determinados organismos; sin embargo, existe el caso como en el punto de muestreo BP9 donde no se observó herpetofauna.

Respecto a las tortugas registradas, *Trachemys scripta* se encontró asociada a todos los cuerpos de agua que se encontraron dentro del área contractual, la cual

resultó ser abundante, a diferencia de *Gopherus berlandieri*, la cual fue posible verla en una sola ocasión en el punto BP8, siendo esta especie afín a pastizales o matorrales.

Ornitofauna

En el Área Contractual Benavides-Primavera se observaron 64 especies que representan el 13.19% de las especies de aves enlistadas por Lepage (2016), para el estado de Nuevo León. El 30.77% de las 64 especies mencionadas anteriormente tienen probabilidad de encontrarse en el Área Contractual dependiendo de la época del año (Howell y Webb, 1995 y Contreras-Balderas *et al.* 2008).

Para el Área Contractual Benavides-Primavera, el orden con más representantes fue el de los Passeriformes, esta característica es propia del grupo, ya que es el más diverso de las aves modernas (Gill, 1990).

En cuanto a la representatividad de especies por familia es la de los ictéridos la que se encuentra en primer lugar con un 9% del total de especies que se observaron en el Área Contractual. La familia Icteridae es una familia que se encuentra en prácticamente todo el país, y en algunos casos pueden llegar a encontrarse especies de esta familia en grandes densidades (Olmo-Linares, 2009), por lo cual no se extraña que sea precisamente esta familia la que esté al frente de las demás en cuanto a representatividad de especies y a número de registros en el presente estudio. En contraste las familias en las que solo se registró una especie, se debe generalmente a que son específicos en cuanto a su hábitat y hábitos como es el caso de las aves acuáticas (Howell y Webb, 1995) o tienen representantes de distribución neotropical como es el caso de algunos cuculidos americanos (Rangel-Salazar *et al.*, 2013), o bien se trata de familias monotípicas, es decir, con una sola especie representante de la familia, o familias que en México solo tienen una

especie que los representa, tal es el caso de las familias Remizidae y Laniidae (Sibley y Monroe, 1990; Howell y Webb, 1995).

En cuanto a la abundancia de aves por punto de muestreo se puede argumentar que los puntos donde hubo más riqueza específica, se debió principalmente a la presencia de cuerpos de agua, factor que produce un efecto de “oasis” en el clima semidesértico propio del Área Contractual. Las aves y la fauna en general se ven beneficiada por este efecto, además de atraer especies de hábitos acuáticos, con el consiguiente incremento en la riqueza de especies (Krebs, 1985).

Podemos observar que la especie con el valor más alto de abundancia relativa es *Zenaida macroura*, especie que en particular fue observada principalmente volando sobre los puntos de muestreo. La especie *Agelaius phoeniceus*, es la segunda en cuanto a abundancia relativa, muy a pesar de que solo se registró en dos puntos de muestreo, sin embargo, se trata de una especie gregaria con afinidad a cuerpos de agua y puede alcanzar grandes densidades en un espacio relativamente reducido. El caso anterior también se presenta en *Molothrus aeneus* y *Quiscalus mexicanus* (Howell & Webb, 1995; Olmo-Linares, 2009).

En cuanto a los índices de diversidad se observó que la mayor diversidad de acuerdo con los índices de Margalef y Shannon-Wiener se encuentra en la vegetación secundaria de matorral xerófilo, observada en varios de los puntos de muestreo, este tipo de vegetación permite que las especies puedan encontrar diferentes microhábitat y zonas de resguardo del sol, incluso más que el propio matorral xerófilo en condición primaria. Tanto el pastizal cultivado como el halófilo, al no tener suficiente cobertura las especies de aves encuentran pocos refugios ante el clima por lo tanto tienen los índices de diversidad más bajos.

En el caso de los índices de biodiversidad por presencia ausencia de cuerpos de agua en el Área Contractual, se puede argumentar junto con las observaciones

antes mencionadas que la presencia de cuerpos de agua artificiales que se encontraron en los diferentes puntos tiene un efecto positivo en la abundancia de especies, ya que en un clima semidesértico la ausencia de agua es un factor limitante de la diversidad y abundancia de las especies.

Mastofauna

En el Área Contractual Benavides-Primavera la mastofauna se encontró representada por 15 especies, repartidas en cuatro órdenes y diez familias, de esta riqueza, la mayor parte de estos mamíferos son ecotípicos y todas las familias en las que se clasifican tienen afinidad a la región Neártica; esta riqueza representa el 13.04% de las 115 especies de mamíferos reportados para el estado de Nuevo León por Jiménez-Guzmán *et al.* (1997).

Los cuerpos de agua y la vegetación asociada a ellos provee a la fauna refugios donde pueden mitigar las altas temperaturas y sequía, aumentando la diversidad de los sitios (Ceballos y Valenzuela, 2010), en este caso para zonas áridas; esto se corroboró con el análisis de diversidad, ya que los cuerpos de agua muestran una alta diversidad ($H' = 2.388$), sobre todo en la vegetación secundaria de matorral xerófilo ($H' = 2.346$) con cuerpos de agua fueron los sitios con la mayor diversidad para los mamíferos. Principalmente del orden carnívora, estos espacios puede funcionar como un sitio donde además de ingerir agua, la disponibilidad del alimento es mayor requiriendo un gasto energético menor (Ojastí, 2000; Bateman y Fleming, 2011); *Procyon lotor* es afín a estos espacios (Aranda, 2000; Valenzuela, 2005) y en todos los sitios con cuerpos de agua se encontró presente sin restricción de la vegetación del área.

El ámbito hogareño de la mayoría de los mamíferos registrados es muy amplio, principalmente el de los felinos y cánidos (*Lynx rufus*, *Puma concolor*, *Canis latrans*

y *Urocyon cinereoargenteus*; Ceballos y Olivia, 2005) lo que explica su presencia en los diversos tipos de vegetación del Área de Contractual Benavides-Primavera.

Por otra parte *Odocoileus virginianus*, *Sylvilagus audubonii*, *Lepus californicus* y *Pecari tajacu*, son especies abundantes dentro del Área de Contractual, gran parte de ellos fueron registrados mediante observaciones directas, y de las que se destaca el avistamiento de una manada de ocho individuos de pecarí de collar; los tres primeros forman parte importante de la dieta de *Puma concolor*, *Lynx rufus*, *Canis latrans* (Romero, 1993, Nuñez *et al.*, 2000; López-Soto *et al.*, 2004, Mclean *et al.*, 2005; Rosas-Rosas y Bender, 2012).

También se observaron mamíferos pequeños como *Sigmodon hispidus* y *Xerospermophilus spilosoma*, los cuales forman parte de la dieta del coyote, lince, zorra gris y *Mustela sp.*

Para el caso de los murciélagos, no se obtuvo registro como se mencionó con en los resultados, esto puede deberse a que en el Área de Contractual se observó una densidad muy limitada a escasa de insectos, y no se encontraron refugios natural o antrópico (espacios como construcciones abandonadas), no se observó la floración de cactáceas, el único fruto encontrado fue el de *Opuntia sp.*, en este sentido, la riqueza de murciélagos está influenciada por las interacciones con otros organismos y los factores ecológicos, como el alimento disponible, heterogeneidad del hábitat y el propio clima (Brown, 2001). En el área de estudio se presentó la actividad de fuertes vientos y está registrado que el dinamismo de los murciélagos desciende al presentarse este factor (Moreno y Tuttle, 2005; Ortiz-Badillo, 2015).

El no obtener registro, no indica que este grupo de mamíferos no se encuentre dentro del Área Contractual, ya que se ha reportado la presencia de *Leptonycteris nivalis* que es una especie polinizadora en el pastizal halófilo en Galeana, Nuevo León. Otras especies reportadas preferentes de zonas áridas son *Pteronotus davyi*,

Nyctinomops macrotis, *Corynorhinus mexicanus*, *Lasiurus blossevilli* y *L. cinereus*, que son especies que utilizan espacios abiertos, cuerpos de agua, y forrajean en busca de insectos (Ortiz-Badillo, 2015); a esto, se hace referencia que en nuestro punto de muestreo BP5 (donde se ubica una estación de operación de 24 horas) fue posible observar un organismo de este grupo, volando a una altura aproximadamente de entre 5 a 7 metros de distancia del suelo.

7.3.3.2.3 Daños ambientales al medio biótico

Como se ve reflejado en los resultados obtenidos para la caracterización de la flora y fauna de Área Contractual Benavides–Primavera, existe una moderada afectación a las comunidades vegetales, así como en las poblaciones de las diferentes especies de fauna que habitan esta área.

De acuerdo con lo anterior y relacionado a la identificación de daños ambientales, se considera que en general los daños son resultados de las actividades ganaderas de la zona, las cuales se caracterizan por la remoción de la vegetación original para dar paso a extensiones de pastizal cultivado con especies propias para la alimentación del ganado.

Si bien es evidente la afectación a la vegetación en la zona por las actividades ganaderas, es importante resaltar que la comunidad faunística se encuentra mejor conservada esto al presentarse evidencias de grandes felinos y cánidos como *Lynx rufus*, *Puma concolor*, *Canis latrans* y *Urocyon cinereoargenteus*, lo cual indica que el Área Contractual conserva o contiene características ideales para su desarrollo, como pueden ser cuerpos de agua y disposición de alimento como pequeños mamíferos.

Por lo anterior, se puede concluir que si bien la vegetación ha sido afectada por las actividades de desmonte para la instalación de los pozos de extracción y ductos junto con sus respectivos Derechos de Vía (DDV), esta afectación en comparación

con el desmonte realizado por las actividades ganaderas es considerablemente menor. También es importante resaltar que en la actualidad podemos observar zonas en las que se presentan procesos de recuperación de la vegetación original.

En cuanto a la fauna se puede resaltar que al ser mínimas o nulas las actividades durante las tardes y noches en el Área Contractual, así como en zonas puntuales como en las estaciones de compresión, esto ha permitido a las especies desarrollarse sin alteraciones importantes en la zona de interés y establecer redes tróficas exitosas.

7.4 Registro y descripción de pasivos ambientales (daños preexistentes)

Con base en los resultados obtenidos en la caracterización ambiental del Área Contractual Benavides-Primavera, se identificaron tres sitios contaminados, que rebasan los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. En función a lo anterior se determinó el área y volumen aproximado de los sitios contaminados. Los sitios se encontraron contaminados por Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno e Hidrocarburos de fracción ligera. Los tres sitios presentan contaminación a 1 m de profundidad, a continuación, se presenta el área y volumen aproximado de los sitios contaminados:

BNB3: área aproximada= 29 m² y volumen aproximado= 29 m³

BNB9: área aproximada= 95.5 m² y volumen aproximado= 95.5 m³

BNB11: área aproximada= 69.2 m² y volumen aproximado= 69.2 m³

Cabe resaltar que en el caso de los BTEX son compuestos orgánicos volátiles y los hidrocarburos de fracción ligera son derivados del tipo de trabajos que se realizan en el Área Contractual Benavides-Primavera como es el caso de la extracción de hidrocarburos, fugas, etc. Los cuales representan un riesgo para la salud humana.

Finalmente, con todos los puntos anteriores, se recomienda realizar un estudio más detallado para cuantificar el grado de contaminación horizontal y vertical mediante un estudio de caracterización Fase II para delimitar con mayor exactitud la zona contaminada.

8. Referencias

- Aguiló, A. (Ed). 1993. Guía para la elaboración de estudios del medio físico, Cáp. XI. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Madrid, España. 841 p. BLM. 1980.
- Aguirre-León, G. 2014. Capítulo 3. Método de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. In: Gallina Tessaro, S. y López-González, C. (Eds.). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Instituto de Ecología (INE), Universidad Autónoma de Querétaro. 346 pp.
- Alanís G. Cano G. y Rovalo M. 1996. Vegetación y flora de Nuevo León. Una guía botánico-ecológica. 1a Ed. Monterrey: Impresora Monterrey, SA de CV.
- Alanís-Rodríguez E., Jiménez-Pérez J., Mora-Olivo A., Martínez-Ávalos J.G., Mata-Balderas J.M., Chávez-Costa C.A. y Rubio-Camacho A. E. 2015. Estructura y diversidad del matorral submontano contiguo al área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. *Acta Botánica Mexicana* 113: 1-19.

- Alvarez-Castañeda, S. T., Álvarez-Castañeda, S. T., Álvarez, T. y González-Ruiz, N., 2015. "Guía para la Identificación de los Mamíferos de México en Campo y Laboratorio". México: Pandora Impresores, S.A. de C.V.
- American Ornithologists' Union, 2006. "The AOU Check-list of North American Birds". 7a ed. USA: Edita.
- Aranda Sánchez, J.M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO. México. 255 pp.
- Argueta Villamar, A., Cano Asseleih, L. M., & Rodarte, M. L. (1994). Atlas de las plantas de la medicina tradicional Mexicana. Mexico: Instituto Nacional Indigenista 1786p.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A. & Mustoe, S. 2000. "Bird Census Techniques". 2° ed. London U.K.: Bird Life International-Academic Press.
- Bibby, C. J., Jones, M. & Marsden, S., 1998. "Expedition Field Techniques. Bird Surveys". London: Whith BirdLife International and the Expedition Advisory Centre. EAC, Royal Geographical Society (with Institute of British Geographers).
- BOLFOR; Mostacedo Bonifacio; Fredericksen, Todds S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.
- Bureau of Land Management (U.S.D.I.). Visual simulation techniques. Government Printing Office. Washington D.C., USA. En: MOPT 1992. Aguiló, A. (Ed). 1993. Guía para la elaboración de estudios del medio físico, Cáp. XI. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Madrid, España. 841 p. BLM. 1980. Bureau of Land Management (U.S.D.I.). Visual simulation techniques. Government Printing Office. Washington D.C., USA. En: MOPT 1992.
- Canfield, R. 1941. Application of the line-intercept method in sampling range vegetation. Forestry, 39: 388-396.

- Canizales V., Alanís R. E., Aranda R., Mata B., Jiménez P. J., Alanís S., Uvalle J. I. y Ruiz B. 2009. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Revista Chapingo, Series Ciencias Forestales y del Ambiente* 15:115-120
- Castillón E. E., Quintanilla J. Á. V. y Jurado E. 2005. Leguminosas del norte del estado de Nuevo León, México. *Acta botánica Mexicana* 73: 1-18.
- Ceballos G. y J. Arroyo-Cabrales. 2012. Lista Actualizada de los Mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología, Nueva época: Año 2 Núm. 1.* pp. 54.
- Ceballos, G. y G. Oliva, coordinadores. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 986 pp.
- Checa-Artasu M. Los paisajes culturales del petróleo en México. Una metodología para su análisis en Checa-Artasu; Pere Sunyer (Coords). *Metodologías de análisis del paisaje, UAM Iztapalapa, 2017 (En Prensa).*
- CITES, 2015. "Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora: Appendices I, II and III". Geneva, Switzerland: International Environment House.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 1998. 'Cuencas Hidrológicas'. Escala 1:250000. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1999). 'Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO. (2008). Escala 1: 1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- CONACULTA, 2003, Atlas de Infraestructura Cultural de México, CONACULTA, México D.F.

- CONACULTA, 2010. Atlas de infraestructura y patrimonio cultural de México, CONACULTA, México, D. F
- Contreras-Balderas, A. J., Gonzales-Rojas, J. I., García-Salas, J. A. y Ruvalcaba-Ortega, I., 2008. Nuevo León. En: R. Ortiz-Pulido, y otros edits. Avifaunas Estatales de México. Pachuca, Hidalgo, México: CIPAMEX, pp. 165-198.
- Cuello, N., T. J. Killee, C. V. Antezana. 1991. Línea de intercepción, una metodología apropiada para el estudio de las sabanas tropicales. En: C Miranda D. Restrepo, y E. Castellano (Eds.). memoria del curso de Vegetación y Ecología Tropical con un énfasis de los métodos
- DeCarli, G. 2006. *Un Museo Sostenible: Museo y comunidad en la preservación activa de su patrimonio*, San José, Costa Rica, Oficina de la UNESCO para América Central, 2006, 1era Ed.
- Diario Oficial de la Federación, 2015. Ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicos, artísticos e históricos 1972 (Modificación 2015).
- Díaz-Frances, E. y Soberón, J., 2006. "Statistical estimation and model selection of species-accumulation functions". *Conservation Biology*, Volumen 19, pp. 569-573.
- Domínguez G. G., González R. H., Gonzalo R. R., Estrada C.E., Cantú S. I., Gómez M. M., Villarreal Q. J.A., Socorro A. M. y Alanís F. G. 2013. Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante épocas seca y húmeda. *Revista Mexicana de Ciencias forestales* 17(4): 106-123.
- Domínguez G., T. G. 2009. Deposición de hojarasca y retorno potencial de nutrimentos en diferentes comunidades de vegetación. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L. México. 132 p
- Dunn, E. H. & Ralph, C. J., 2004. "Use of mist nets as a tool for bird population monitoring". *Studies in Avian Biology*, Issue 29, pp.: 1-6.

- Dunn, J. L. & Alderfer, J., 2011. "Field Guide to the Birds of North America". 6th ed. Washington D.C.: National Geographic Society.
- Elbroch, M. & Marks, E., 2001. "Bird Tracks & Sign: a Guide to North America Species". Pennsylvania: Stackpole.
- Escalante, P., Sada, A. M. & Robles Gil, J., 2014. "Listado de Nombres Comunes de las Aves de México". 2° ed. México: UNAM-CIPAMEX.
- Escribano, M., E. De Frutos, C. Iglesias, Mataix y I. Torrecilla. 1991. El Paisaje. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. Madrid, España. 117 p
- Espinosa-Castro, J. A. y Sosa, E., 2016. "Los animales". Nuevo Leon, 2(1), pp. 23-28.
- Estrada-Castillón E., Villarreal-Quintanilla A., Jurado-Ybarra E., Cantú-Ayala C., García-Aranda M.A., Sánchez-Salas J., Jiménez-Pérez J., Pando-Moreno M. 2012. Clasificación, estructura y diversidad del matorral submontano adyacente a la planicie costera del Golfo Norte en el Noreste de México. *Botanical Sciences* 90 (1): 37-52
- Flores, G. J. A., & Macías, C. G. V. (2008). Importancia de las cactáceas como recurso natural en el noreste de México. *CIENCIA-UANL*, 11(1), 1.
- Flores-Villela, O. y Canseco-Márquez, L., 2004. "Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México". *Acta Zoologica de Mexicana* (n.s.), 20(2), pp. 115-144.
- Frost, D. R. y otros, 2006. "The amphibian tree of life". *Bulletin American Museum Natural History*, Volumen 297, pp. 1-370.
- Frost, D. R., 2016. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.0. American Museum of Natural History. New York, USA. [En línea] Available at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. [Último acceso: 2016 Agosto 30].

- Gallina-Tessaro, S. 2014. Capítulo 12. Características y evaluación del hábitat. In: Gallina Tessaro, S. y López-González, C. (Eds.). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Instituto de Ecología (INE), Universidad Autónoma de Querétaro. 346 pp.
- García H. J. y Jurado E. 2008. Caracterización del matorral con condiciones pristinas en Linares, N.L., México. *Ra Ximhai*. 4 (1):1-21.
- García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.
- García-Arevalo A. y Gonzalez-Elizondo S. 1991. Flora y vegetación de la cima del Cerro Potosí, Nuevo León, México. *Acta Botánica Mexicana* 13: 53-74.
- Gaviño-de la Torre, G., Juárez, C. & Figueroa, H. H., 1979. "Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y Campo". 4° ed. México: Limusa.
- GBIF, 2015. Global Biodiversity Information Facility. [En línea] Available at: <http://www.gbif.org/>. [Último acceso: 11 junio 2016].
- Gill, F. B., 1990. "Ornithology". New York: W. H. Freeman.
- Gobierno de Chile, Ministro de Energía, 2014. Publicaciones y Estudios (Varios). Recuperado el 10 de mayo, 2016 de: http://www.ull.es/view/institucional/bbtk/Referencias_normas_APA/es
- González D. M. y Rocha D. L. 2010. Evaluación de especies arbóreas y arbustivas del matorral espinoso tamaulipeco para restauración ecológica en el noreste de México. VII Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. Hermosillo, Sonora. México. 8 p.
- González R. H., Ramírez G. R., Cantú S., Gómez M. y Uvalle S. 2010. Composición y estructura de la vegetación en tres sitios de estudio del estado de Nuevo, León, México. *Polibotánica*. 29:91-106.

- González, M. F., 2003. Las comunidades vegetales de México. INE-SEMARNAT, México.
- González-Rodríguez H., Cantú-Silva I., Ramírez-Lozano R. G., Gómez-Meza M. V., Sarquís-Ramírez J.I., Coria-Gil N., Cervantes-Montoya J. R. y Maiti R. K. 2011. Xylem water potentials of native shrubs from northeastern Mexico. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science* 61:214-219.
- Hammer, O., D. A. T. Harper, P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*. 4(1):9p.
- Howell, S. N. G. & Webb, S., 1995. "A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America". New York: Oxford University Press.
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). 2009, Boletín, Retorna dama de China. Recuperado octubre de 2016 de: <http://www.inah.gob.mx/es/boletines/2275-retorna-dama-de-china>
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). 2014, Catálogo Nacional de Monumentos Inmuebles, en línea. Recuperado septiembre 2016 de: <http://www.catalogonacionalmhi.inah.gob.mx/monumentos/index.jsp#> .
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). 2016, Boletín No 32, Identifican ritual de invierno en Nuevo León de hace 8,000 años. Recuperado octubre de 2016 de: <http://www.inah.gob.mx/es/boletines/5671-identifican-ritual-de-invierno-en-nuevo-leon-de-hace-8-000-anos>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2001. Carta Fisiográfica. Serie I. Continuo Nacional. Datos Vectoriales.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2004. Guía para la interpretación de cartografía edafológica escala 1:250 000. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2005. Prontuario estadístico municipio Juárez, Chiapas.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. "Conjunto Nacional de Uso de Suelo y Vegetación a escala 1:250,000, Serie V". México: DGG-INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010-2015- Cartas Topográficas. Datos Vectoriales.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2013. "Datos para Sistemas de Información Geográfica de sistemas hidrológicos", Simulador de flujos de agua en cuencas hidrográficas (SIATL) ver. 2.1. http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#, (Acceso 07/10/2016)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2013. Uso de suelo y vegetación. Serie V. Continuo Nacional. Datos Vectoriales.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014. Anuario estadístico y geográfico de Nuevo León 2014. INEGI, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000 : serie V / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.—México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015. Anuario estadístico y geográfico de Nuevo León 2015. INEGI, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015. Cuencas Hidrológicas. Datos Vectoriales.
- Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1995. 'Edafología'. Escalas 1:250000 y 1:1000000. México.
- IUCN, 2015. "The IUCN Red List of Threatened Species". [En línea] Available at: www.iucnredlist.org [Último acceso: 12 May 2016].
- Jiménez-Velázquez G., J.A. Sandoval-Quintero y N. Trigo-Box. 2012. Guía Teórica y Metodológica para el Conocimiento y Manejo de la Herpetofauna. CBS Manual No. 35. Universidad Autónoma Metropolitana. México D.F. 103 pp.

- Krebs, C. J., 1985. "Ecología: Estudio de la Distribución y la Abundancia". 2ª ed. México: Harla S. A. de C. V.
- Krebs, C. J., 1999. "Ecological Methodology". 2nd ed. Menlo Park California: Addison-Wesley Longman.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Traducido del alemán por A. Cacillo. Eschborn, Alemania, GTZ. 365 p
- Lemos-Espinal, J. A., Smith, G. y Cruz, A., 2016. "Amphibians and reptiles of the state of Nuevo Leon, México". ZooKeys, Volumen 694, pp. :123-141.
- Lepage, D., 2016. Checklist of the birds of Nuevo León, s.l.: Avibase, The world bird database. Retrieved from: <http://avibase.bsceoc.org/checklist.jsp?lang=EN®ion=mxnu&list=aou&format=1> on 10/10/2016.
- Liner E.A. 1994. Scientific and Common Names for the Amphibians and Reptiles of Mexico in English and Spanish. Society for the study of Amphibians and Reptiles. Houma Louisiana. 113 pp.
- Liner, E. A. 2007. A checklist of the amphibians of reptiles of México. Occasional Papers of the Museum of Natural Science. 80:1-60.
- Litton R. B. 1973. Landscape control points. USDA Forest Service. Research Papers PWS-91.
- Magurran, A. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Malden, Massachusetts
- Magúrran, A. E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurements. Princeton Univ. Press, Princeton, (New Jersey), 1 -179.
- Marion, W. R., O'Meara, T. E. & Maehr, D. S., 1981. "Use playback recordings in sampling elusive or secretive birds". Studies in Avian Biology, Volumen 6, pp.: 81-85.

- Meave, J. A. 1983. Estructura y composición de la selva alta perennifolia en los alrededores de Bonampak, Chiapas. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Melina, L. E. 2002. Estructura y composición florística de las selvas bajas caducifolias y subcaducifolias de la reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza.
- Moreno, C.E., Barragán, E. Pineda y N.P Pavón. 2011 Reanalizando la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas: Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 1249-1261.
- Mostacedo B. y Fredericksen T. S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.
- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley, Nueva York. 547 p.
- Muñoz Criado, A. (dir.) 2012 Guía metodológica. Estudios de paisaje. Valencia: Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, 172 p.
- Olmo-Linares, G., 2009. "Las Calandrias y su Parentela: Ictéridos de México". México: Bruja de Monte, Instituto de Biología, UNAM, Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México, CIPAMEX, Defenders of Wildlife.
- Peterson R.T. 1974. A Field guide to animal tracks, Peterson field guide series. U.S.A., 375 pp.
- Pineda-López R. y J.R. Verdú-Faraco. 2013. Cuaderno de Prácticas. Medición de la biodiversidad: diversidades alfa, beta y gamma. Universidad Autónoma de Querétaro México y Universidad de Alicante España. 114 pp.

- Piñera Ramírez, D. 1994. *Visión histórica de la frontera norte de México*. Mexicali, B.C. Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Investigaciones Históricas.
- Proctor, N. S. & Lynch, P. J., 1993. "Manual of Ornithology, Avian Structure & Function". USA: Yale University.
- Ralph, C. J. y otros, 1996. "Manual de Metodos de Campo Para el Monitoreo de Aves Terrestres". Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U. S. Department of Agriculture.
- Ramos, A. 1979. *Planificación física y ecológica: modelos y métodos*. Editorial Emesa. Madrid, España. 216 p.
- Rangel-Salazar, J. L. y otros, 2013. "Diversidad de aves: un analisis espacial". En: C. N. P. e. U. y. C. d. I. B. (CONABIO), ed. "La Biodiversidad en Chiapas: Estudio de estado". México: Comisión Nacional Para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad/Gobierno del estado de Chiapas, pp. 329-337.
- Retana, O. y Lorenzo, C., 2002. "Lista de mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y estado de conservación". *Acta Zoologica Mexicana*, Volumen 85, pp. 25-49.
- Rodríguez A., Jiménez P. J., González T. M.A., Yamallel Y. J., Cuellar R. G. y Mora-Olivo A. 2013. Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Python* 82: 185-191
- Rohlf F. J. 2004. *Numerical Txonomy and Multivariate Analysis System, Version 2.1*. Exeter Software. Setauket, New York. 38 pp.
- Rzedowski, J., & Huerta, L. (1994). *Vegetación de México*. Limusa, Noriega Editores.
- Sarukhán, K. J. 1968. Análisis sinecológico de las selvas de *Terminalia amazonica* en la planicie costera del Golfo de México. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Secretaría de Comunicación Social, 2016. *Monografías de Juárez*.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. "Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo". Mexico: Diario Oficial de la Federación, Jueves 30 de diciembre de 2010.
- Sibley, C. G. y Monroe, B. L., 1990. "Distribution and Taxonomy of Birds of the World". New Haven, Conn.: Yale University Press.
- Sibley, D. A., 2014. "The Sibley Guide to the Birds". 2th ed. New York: Alfred A. Knopf.
- SMN (206) CLICOM. Sistema Meteorológico Nacional <http://clicom-mex.cicese.mx> (Acceso 10/10/2016)
- Spellerberg, I. F. y Fedor, P. J. 2003. A tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the 'Shannon-Wiener' index. - *Global Ecology and Biogeography* 12: 177-179
- Stiling, P. 1999. *Ecology: Theories and applications*. New Jersey: Prentice Hall, 3RD. Edition.
- Sutherland, W. J., Newton, I. & Green, R. E., 2004. "Bird Ecology and Conservation: a Handbook of Techniques". Great Britain: Oxford University Press.
- Tevar, G, La cuenca Visual en el análisis del paisaje. Serie Geográfica, 1996, vol. 6, pp. 99-113
- Uetz, P., Hosek, H. y Hallerman, J., 2016. "The TIGR Reptile Database". [En línea]
- Van Perlo, B., 2006. "Birds of Mexico and Central America". USA: Princeton Illustrated Checklists, Princeton University Press.
- Wilson L.D., V. Mata-Silva y J.D Johnson. 2013. Amphibian and reptiles conservation 7(1): 49 pp.

- Wilson, R. R., Twedt, D. J. & Elliott, A. B., 2000. "Comparision of line transects and point counts for monitoring spring migration in forested wetlands". *J. Field Ornithol.*, 71(2), pp.: 345-355.
- World Health Organization. 2003. Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone, and nitrogen dioxide. Report on a WHO Working Group.

9. Índice de tablas

Tabla 1. Lista del personal que participará en la metodología del Área Contractual 2 Benavides-Primavera.	2
Tabla 2. Coordenadas geográficas del Área Contractual 2 Benavides-Primavera. .	5
Tabla 3. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia "R" en la República Mexicana (Becerra, 1997).	13
Tabla 4. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la unidad de suelo y textura superficial (Tomado de Loredo-Osti et al. 2007).	15
Tabla 5. Coordenadas de los puntos de muestreo y tipo de vegetación, en el que se desarrollaron los muestreros (con base en INEGI, 2013).	21
Tabla 6. Coordenadas de los puntos de muestreo de campo realizados en el Área Contractual Benavides-Primavera.	36
Tabla 7. Tipos de clima en el estado de Nuevo León y porcentaje de la superficie estatal de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García.	73
Tabla 8. Pozos del Área Contractual Benavides-Primavera.	80
Tabla 9. Temperatura (°C) promedio mensual registrada para el Área Contractual Benavides-Primavera.	93
Tabla 10. Precipitación (mm) promedio mensual registrada para el Área Contractual Benavides-Primavera.	94

Tabla 11. Rapidez del viento (km/hr) promedio mensual registrada para el Área Contractual Benavides-Primavera.....	97
Tabla 12. Dirección del viento (grados) promedio mensual registrada para el Área Contractual Benavides-Primavera.....	99
Tabla 13. Presión atmosférica (grados) promedio mensual registrada para el Área Contractual Benavides-Primavera.....	100
Tabla 14. Altura máxima, mínima y distancia entre los puntos de los tipos de suelo/subsuelo encontrados en el Área Contractual Benavides-Primavera.	121
Tabla 15. Tipos de suelo/subsuelo dominantes en el Área Contractual Benavides-Primavera, su textura y valor de erosionabilidad (K).	122
Tabla 16. Resumen de la erosión en los distintos tipos de suelo/subsuelo en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	124
Tabla 17. Tipos de vegetación presentes en el estado de Nuevo León.....	127
Tabla 18. Tipos de vegetación y uso de suelo presentes en el área contractual Benavides-Primavera.	128
Tabla 19. Listado Florístico del Área Contractual Benavides-Primavera.....	130
Tabla 20. Especies endémicas registradas en el área contractual Benavides-Primavera.....	133
Tabla 21. Listado de especies bajo alguna categoría de protección.	134
Tabla 22. Especies registradas en el área contractual Benavides-Primavera con algún tipo de uso.	134
Tabla 23. Listado de especies consideradas malezas. Se muestra su estatus migratorio y su nombre común.....	135
Tabla 24. Resumen estructural del estrato arbóreo y arbustivo por sitio de muestreo.	136
Tabla 25. Valores estructurales del estrato herbáceo por tipo de vegetación.	138
Tabla 26. Valores estructurales del estrato arbustivo por tipo de vegetación.....	140
Tabla 27. Valores estructurales del estrato arbóreo por tipo de vegetación.....	141

Tabla 28. Valores abundancia (AB), Altura promedio (Am), Frecuencia relativa (Fr), Abundancia relativa (ABr), Dominancia relativa (Dr) y IVI para cada especie arbórea y arbustiva dentro del área de proyecto.	143
Tabla 29. Valores de IVI para cada especie por tipo de vegetación.....	144
Tabla 30. Valores de IVI para cada especie por estrato para la vegetación secundaria derivada de selva alta perennifolia (Acahual).	146
Tabla 31. Valores del Índice de Shannon-Wiener por muestreo en el área de proyecto.....	148
Tabla 32. Resultados del Índice de Simpson y Shannon-Wiener por tipo de vegetación en el área de proyecto.	149
Tabla 33. Listado de las especies registradas, abundancia absoluta, abundancia relativa y porcentaje de aparición dentro del Área contractual Benavides-Primavera.	155
Tabla 34. Especies de Anfibios y reptiles bajo alguna categoría de riesgo.	155
Tabla 35. Composición taxonómica de las especies de aves enlistadas potencialmente para el Área Contractual Benavides-Primavera.	157
Tabla 36. Composición taxonómica de las especies de aves registradas en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	157
Tabla 37. Lista de especies registradas en el muestreo de campo, en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	157
Tabla 38. Clasificación de abundancia relativa y sus intervalos mínimos y máximos calculados para el Área Contractual Benavides-Primavera.	163
Tabla 39. Especies de aves presentes en el Área Contractual Benavides-Primavera, su abundancia relativa y su categoría de abundancia relativa	164
Tabla 40. Especies de aves bajo alguna categoría de riesgo en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	166
Tabla 41. Listado de las especies registradas, abundancia absoluta, abundancia relativa y porcentaje de aparición dentro del Área contractual Benavides-Primavera.	170
Tabla 42. Especies de mamíferos bajo alguna categoría de riesgo.	171

Tabla 43. Índice de Shannon-Wiener (H'), equitatividad de Pielou (J') e índice de Margalef (Dmg) para los puntos de muestreo del Área contractual Benavides-Primavera.....	172
Tabla 44. Índice de Shannon-Wiener (H'), equitatividad de Pielou (J') e índice de Margalef (Mg) para los puntos de muestreo del Área contractual Benavides-Primavera.....	173
Tabla 45. Índice de Margalef (Mg), Índice de Shannon-Wiener (H') y equitatividad de Pielou (J') de las aves presentes en cada tipo de vegetación del Área contractual Benavides-Primavera.....	174
Tabla 46. Índice de Margalef (Mg), Índice de Shannon-Wiener (H') y equitatividad de Pielou (J') de las aves presentes en cada tipo de vegetación con presencia y ausencia de cuerpos de agua en el Área contractual Benavides-Primavera	174
Tabla 47. Índice de Shannon-Wiener (H'), equitatividad de Pielou (J') e índice de Margalef (Mg) de mamíferos presentes en cada tipo de vegetación del Área Contractual Benavides-Primavera.....	175
Tabla 48. Índice de Shannon-Wiener (H'), equitatividad de Pielou (J') e índice de Margalef (Mg) en la influencia sobre mamíferos al tipo de vegetación con presencia y ausencia de cuerpos de agua en el Área contractual Benavides-Primavera....	175
Tabla 49. Índice de Shannon-Wiener (H'), equitatividad de Pielou (J') e índice de Margalef (Mg) para toda el Área contractual Benavides-Primavera.....	176
Tabla 50. Grado de acumulación de especies.....	177
Tabla 51. Distancia de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) al área contractual Benavides-Primavera.....	183
Tabla 52. Distancia del Área Contractual Benavides-Primavera a la Regiones Terrestres Prioritarias cercanas.....	187
Tabla 53. Sitios de muestreo área contractual Benavides-Primavera.....	204
Tabla 54. Criterios que justifican el valor del paisaje propuesta por Muñoz (2012).	213
Tabla 55. Matriz para asignar el valor paisajístico por Unidad de Paisaje.....	214
Tabla 56. Valor Paisajístico para cada unidad de Paisaje.....	216
Tabla 57. Información de registros de yacimientos arqueológicos registrados. ...	223

Tabla 58. Sitios de suelo muestreados que rebasan los Límites Máximos Permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.	247
Tabla 59. Resultados de calidad de aire en el Área Contractual Benavides-Primavera.	251
Tabla 60. Ubicación y uso actual de los puntos que rebasan los límites máximos permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.	253
Tabla 61. Área y Volumen aproximado del suelo contaminados en el Área Contractual Benavides-Primavera.	255

10. Índice de Figuras

Figura 1. Mapa del Área Contractual 2 Benavides-Primavera.	8
Figura 2. Mapa de regiones con igual erosividad en la República Mexicana (Fuente: SAGARPA).	15
Figura 3. Puntos de muestreo de flora en el Área Contractual 2 Benavides-Primavera.	23
Figura 4. Esquema de cuadrantes utilizados para muestrear los distintos estratos de la vegetación. Cuadrantes de 10 x 10 m para estrato arbóreo, cuadrantes de 5 x 5 m para estrato arbustivo y cuadrantes de 1 x 1 m para estrato herbáceo.	24
Figura 5. Esquema representativo de las variables medidas para el estrato arbóreo y el estrato arbustivo.	25
Figura 6. Puntos de muestreo de fauna en el Área Contractual Benavides-Primavera.	37
Figura 7. Arreglo de alta densidad de mediciones mediante tomografía eléctrica.	49
Figura 8. Línea de Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE).	51
Figura 9. Delimitación del Área Contractual Benavides-Primavera.	67
Figura 10. Hidrología del estado de Nuevo León.	69
Figura 11. Edafología del estado de Nuevo León.	70

Figura 12. Climas del estado de Nuevo León.....	72
Figura 13. Vegetación del estado de Nuevo León.....	75
Figura 14. Geología del Área Contractual Benavides-Primavera.	89
Figura 15. Distribución de la sismicidad en el estado de Nuevo León.	91
Figura 16. Clima del Área Contractual Benavides-Primavera.	92
Figura 17. Promedio de la temperatura (°C) registrada en la Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, Nuevo León.....	94
Figura 18. Promedio de la precipitación (mm) registrada en la Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, Nuevo León.....	95
Figura 19. Rapidez del viento (km/hr) registrada en la Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, Nuevo León.....	98
Figura 20. Dirección del viento (grados) registrada en la Estación Meteorológica Automática (EMA) El Cuchillo, Nuevo León.....	99
Figura 21. Hidrología Superficial del Área Contractual Benavides-Primavera. ...	103
Figura 22. Tipos de suelo encontrados en el Área Contractual Benavides-Primavera.	119
Figura 23. Tipos de subsuelo encontrados en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	120
Figura 24. Familias más diversas en el área contractual Benavides-Primavera.	132
Figura 25. Valores de importancia relativa por especie a nivel general.	144
Figura 26. Valores de importancia relativa por especie a en la vegetación primaria de matorral xerófilo.....	146
Figura 27. Valores de importancia relativa por especie a en la vegetación secundaria de matorral xerófilo.....	147
Figura 28. Similitud florística entre los diferentes sitios de muestreo. Coeficiente utilizado: Jaccard.....	150
Figura 29. Representatividad de especies por orden de la herpetofauna registrada en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	153

Figura 30. Representatividad de especies por familia de la Herpetofauna registrados en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	153
Figura 31. Número de registros de individuos de la herpetofauna en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	154
Figura 32. Riqueza de especies de la Herpetofauna presentes en los puntos de muestro dentro del Área Contractual Benavides-Primavera.....	156
Figura 33. Representatividad de especies de aves por orden registradas en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	160
Figura 34. Representatividad de especies de aves por familia en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	161
Figura 35. Registros de aves por familia registradas en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	162
Figura 36. Número de especies de aves registradas por punto de muestreo en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	163
Figura 37. Representatividad de especies por orden de la Mastofauna registrada en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	168
Figura 38. Representatividad de especies por familia de los mamíferos registrados en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	168
Figura 39. Número de organismos registrados en los puntos de muestro dentro del Área Contractual Benavides-Primavera.....	169
Figura 40. Riqueza de especies de los mamíferos presentes en los puntos de muestro dentro del Área Contractual Benavides-Primavera.....	170
Figura 41. Porcentaje de aparición de la Mastofauna dentro del Área Contractual Benavides-Primavera.....	171
Figura 42. Curva de acumulación de especies registradas en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	177
Figura 43. Dendrograma de similitud entre los puntos de muestreo realizados en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	179
Figura 44. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	183

Figura 45. Regiones Hidrológicas Prioritarias cercanas al Área Contractual Benavides-Primavera.....	188
Figura 46. Ubicación del Área Contractual Benavides-Primavera.....	194
Figura 47. Relieve de Área Contractual Benavides-Primavera.	197
Figura 48. Fisiografía del Área Contractual Benavides-Primavera.....	198
Figura 49. Hidrología del Área Contractual Benavides-Primavera.	200
Figura 50. Uso de suelo y vegetación del Área Contractual Benavides-Primavera.	202
Figura 51. Mapa con las Unidades de Paisaje (U.P) del Área Contractual Benavides-Primavera.....	207
Figura 52. Mapa con las Unidades de Paisaje (U.P.) y con los Puntos de Observación (P.O.) del Área Contractual Benavides-Primavera.	209
Figura 53. Primer punto de observación dentro de la UP01-MX dentro del área contractual Benavides-Primavera.....	210
Figura 54. Segundo punto de observación dentro de la UP01-MX dentro del área contractual.....	211
Figura 55. Tercer punto de observación dentro de la UP01-MX dentro del área contractual.....	211
Figura 56. Punto de observación (PO4) lado N, dentro de la UP-04 del Área Contractual.....	212
Figura 57. Mapa del Área Contractual Benavides-Primavera. Se ubican dentro de la delimitación política del municipio de Juárez.....	217
Figura 58. Puntos de muestreo de flora y fauna, donde se realizó una inspección superficial, aparecen las rutas de la inspección visual y el alcance.	231
Figura 59. Perfil geoelectrico con anomalía del Pozo Benavides 92 (Estación Primavera 2a).....	234
Figura 60. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 94 en la Estación Primavera 2.	235
Figura 61. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 130 en la Estación Benavides 1.....	236

Figura 62. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 130 en la Estación Benavides 1.....	236
Figura 63. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 130 en la Estación Benavides 1.....	237
Figura 64. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2.....	238
Figura 65. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2.....	238
Figura 66. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2.....	239
Figura 67. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2.....	239
Figura 68. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 139 en la Estación Primavera 2.....	240
Figura 69. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 161 en la Estación Benavides 2.....	242
Figura 70. Perfil geoelectrico con anomalía en el pozo Benavides 166 en la Estación Benavides 2.....	243
Figura 71. Puntos de muestreo para suelo en el Área Contractual Benavides-Primavera.....	246
Figura 72. Puntos de muestreo de agua dentro del Área Contractual Benavides-Primavera.....	250

11. Anexos

- 11.1 ANEXO I. Listado bibliográfico de las especies de flora y vegetación con distribución potencial dentro del Área Contractual 2 Benavides-Primavera.**
- 11.2 ANEXO II. Formato utilizado para la toma de datos de flora en el Área Contractual 2 Benavides-Primavera.**
- 11.3 ANEXO III. Bitácoras del levantamiento de flora en el Área Contractual 2 Benavides-Primavera.**
- 11.4 ANEXO IV. Vistas panorámicas de los puntos de muestreo de flora en el Área Contractual 2 Benavides-Primavera.**
- 11.5 ANEXO V. Listado bibliográfico de las especies de fauna con distribución potencial dentro del Área Contractual 2 Benavides-Primavera.**
- 11.6 ANEXO VI. Formato utilizado para la toma de datos de fauna en el Área Contractual 2 Benavides-Primavera.**
- 11.7 ANEXO VII. Bitácoras del levantamiento de fauna en el Área Contractual 2 Benavides-Primavera.**
- 11.8 ANEXO VIII. Fotografías de los organismos observados durante los muestreos de fauna en el Área Contractual 2 Benavides-Primavera.**
- 11.9 ANEXO IX. Patrimonio Arqueológico: Fotografías de la Inspección superficial en el Área Contractual 2 Benavides-Primavera.**
- 11.10 ANEXO X. Fugas históricas en el Área Contractual 2 Benavides-Primavera.**