



# UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

---



DIVISIÓN DE INGENIERÍAS  
CAMPUS GUANAJUATO

DEPARTAMENTO DE MINAS,  
METALURGIA Y GEOLOGÍA

**“SISTEMA DE ANÁLISIS GEOESPACIAL PARA  
EL INVENTARIO Y LA CARACTERIZACIÓN  
DE LAS MINAS DEL NORESTE DE MÉXICO”**

TRABAJO DE TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO METALÚRGICO  
PRESENTA  
PABLO FRANCISCO PÉREZ PÉREZ

DIRECTOR  
ING. JUAN ESTEBAN GARCÍA DOBARGANES BUENO  
CO-DIRECTOR

DR. ENRIQUE ELORZA RODRÍGUEZ

GUANAJUATO, GTO

NOVIEMBRE 2017

Guanajuato, Gto., noviembre de 2017

Asunto: **Aprobación de Trabajo  
de Titulación.**

**DR. LUIS ENRIQUE MENDOZA PUGA**  
**DIRECTOR DE DIVISION DE INGENIERIAS**  
**CAMPUS GUANAJUATO**  
**P R E S E N T E.**

Los que suscriben, revisores del trabajo, que como requisito para obtención de Título Profesional, fue presentado a revisión por:

**C. Pablo Francisco Pérez Pérez**

Pasante del Programa Educativo de Ingeniero Metalúrgico de la División de Ingenierías del Departamento de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología de la Universidad de Guanajuato, en la modalidad de **Trabajo de Tesis**, con el Título:

**“Sistema de Análisis Geoespacial para el inventario y la caracterización  
de las Minas del Noreste de México”**

Una vez leído, analizado y revisado el trabajo, ha sido aprobado para que continúen con los trámites requeridos para solicitar fecha y sustente examen.

Sin más por el momento reciba un cordial saludo.

**Atentamente**  
**“La Verdad Os Hará Libres”**

Ing. Juan Esteban García Dobarganes Bueno  
Director del Trabajo

M.C. Roberto Ontiveros Ibarra  
Sinodal del Trabajo

Dr. Raúl Miranda Avilés  
Sinodal del Trabajo

Dr. Enrique Elorza Rodríguez  
Sinodal del Trabajo

The block contains four handwritten signatures in blue ink, each written over a horizontal line. From top to bottom: 1. A signature that appears to be 'J. García Dobarganes Bueno'. 2. A signature that appears to be 'R. Ontiveros Ibarra'. 3. A signature that appears to be 'R. Miranda Avilés'. 4. A signature that appears to be 'Enrique Elorza Rodríguez'.

**DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CAMPUS GUANAJUATO**

Ex-Hacienda San Matías s/n, 36000, Guanajuato, Gto., Tels. (473) 732 22 91, Fax (473) 732 38 64

## DEDICATORIA:

A DIOS que Todo lo puede, sin duda alguna porque es Ingeniero.

A Doña Gloria, la mejor Madre que Dios pudo darme.

A mi Papá Adolfo, espero siempre honrar su Bonhomía y Valores, su ejemplo breve pero indeleble, el último Quijote.

A mi Tío Pancho, de niño mi Ídolo y después mi Amigo, cada día está a mi lado.

A mis Hermanos Albi, Clemen, Adolfo y Mary; que junto a mí somos como los dedos de una mano, según decía mi Madre.

A mis Hermanos de diferente Sangre: Belén y Xavier.

A mis Tíos: Gelos, Elvira, María Luisa y Pepe, un gran Apoyo.

A mis Sobrinos Paola, Adolfo, Carolina, Julián y Ximena, juntos son otra Mano.

## AGRADECIMIENTOS:

Al Ing. Juan Esteban García Dobarganes, a su Esposa Aída, y a Esteban, Estefanía y Fidel. Gracias por su confianza y amistad:

*“Ustedes serán enriquecidos en todo sentido para que en toda ocasión puedan ser generosos, y para que por medio de nosotros la generosidad de ustedes resulte en acciones de gracias a Dios”.*

2 Corintios 9:11

Al Dr. Enrique Elorza (Sensei) quién sin pretenderlo, cada día hace suya la frase de Einstein: *“Dar el ejemplo no es la principal manera de influir sobre los demás, es la única manera”.*

Al Maestro Roberto Ontiveros y al Doctor Raúl Miranda, por su atención y correcciones al presente trabajo: *“La mayoría de nosotros no tenemos más de cinco o seis personas que nos recuerdan. Los maestros tienen miles de personas que les recuerdan por el resto de sus vidas.” Andy Rooney.*

*A Alfonso Conde y Claudia Cuéllar, por su cariño y ejemplo.*

*A Salvador Silva (qepd) un ejemplo de dedicación.*

*A Daniel Moncada, el Padawan.*

*A Ivonne Beltrán: Proverbios 3:3-47*

*“Y otra parte cayó en tierra buena, y creció y produjo una cosecha a ciento por uno. Y al hablar estas cosas, Jesús exclamaba: El que tiene oídos para oír, que oiga.*

*Sus discípulos le preguntaban qué quería decir esta parábola, y El dijo: A vosotros se os ha concedido conocer los misterios del reino de Dios, pero a los demás les hablo en parábolas, para que viendo, no vean; y oyendo, no entiendan”.*

**Lucas 8:8-10**

*“¿Cuál es nuestro mayor temor?*

*Nuestro más profundo temor no es ser incapaz*

*Nuestro más profundo temor es que somos poderosos más allá de cualquier medida. Es nuestra Luz, no nuestra oscuridad la que nos intimida.*

*Te preguntas: ¿Quién soy Yo para ser magnífico?*

*En realidad, ¿Quién Eres para no serlo?*

*Eres un Hijo de DIOS.*

*Qué creas ser insignificante no le sirve al mundo.*

*No hay nada inspirador en hacerte pequeño para que los demás no se sientan inseguros a tu alrededor.*

*Hemos nacido para manifestar la gloria de Dios, que está en nuestro interior. Y ésta no se encuentra presente tan sólo en algunos de nosotros, sino en Todos y cada Uno.*

*En la medida en que dejamos brillar nuestra luz, inconscientemente damos a otros el permiso para que ellos también brillen.*

*En la medida en que te liberas de tus miedos, Tu Presencia automáticamente libera a los demás.*

**Discurso Inaugural de Nelson Mandela como Presidente en 1994.**

**Original de Marianne Williamson, A Return to Love.**

---

# SISTEMA DE ANÁLISIS GEOESPACIAL PARA EL INVENTARIO Y LA CARACTERIZACIÓN DE LAS MINAS DEL NORESTE DE MÉXICO

Listado de Figuras.....	I
Listado de Tablas.....	XIV

## INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos Generales.....	4
1.4. Planteamiento de Hipótesis.....	4

## CAPITULO 1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA MINERÍA MEXICANA.

1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Camino Real de Tierra Adentro.....	10
1.3. Colonización Minera.....	16

## CAPITULO 2. SISTEMA DE ANALISIS GEOESPACIAL: Su recorrido en México.

2.1 Orígenes de los Sistemas de Información de Análisis Geoespacial.....	26
2.2 Sistemas de Información Geográfica en México.....	31
2.2.1 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).....	32
2.2.2 PEMEX.....	36
2.2.3 Secretaría de la Reforma Agraria.....	38
2.2.4 SAGARPA-ASERCA.....	40
2.2.5 ESTACION ERMEX NG (ERMEXS).....	42
2.2.6 CONABIO (Comisión Nacional de la Biodiversidad).....	44

---

### **CAPITULO 3. SITUACION ACTUAL DE LA INDUSTRIA MINERA EN MEXICO.**

3.1 Actualidad .....	45
3.2 Panorama Nacional de Producción minera.....	46
3.3. Metodología para relacionar bases de datos geográficas y estadísticas de producción municipal.....	49
3.4 Fichas de producción a nivel municipio.....	53
3.4.1 Producto: ORO.....	53
3.4.2. Producto: PLATA.....	58
3.4.3 Producto: COBRE.....	62
3.4.4 Producto: PLOMO.....	66
3.4.5 Producto: ZINC.....	69
3.4.6 Producto: HIERRO.....	72
3.4.7 Producto: MANGANESO.....	75
3.4.8 Producto: CARBÓN MINERAL.....	78
3.4.9 Producto: BARITA.....	81
3.4.10 Producto: FLOURITA.....	83
3.4.11 Producto: CELESTITA.....	87
3.4.12 Producto: SAL.....	90
3.5 Proyectos Mineros Operados por Compañías con Capital Extranjero.....	93
3.5.1 Indice Fraser.....	94

---

## **CAPÍTULO 4. DESARROLLO DEL MAPA BASE.**

4.1 Desarrollo del Mapa Base.....	100
4.2 Integración del “Inventario de Sitios Mineros” .....	103
4.3. Caracterización del Medio Físico de la Región de Trabajo.....	107
4.3.1 Curvas de Nivel.....	109
4.3.2 Provincias Geológicas.....	113
4.3.3 Cartas Geoquímicas.....	115
4.3.4 Infraestructura Eléctrica y Ductos petroleros.....	119

## **CAPÍTULO 5. ANÁLISIS GENERAL DE SITIOS MINEROS EN EL NORESTE DE MÉXICO.**

5.1 Comparación del Inventario de Sitios Mineros con Regiones Mineras y Cartas del Servicio Geológico Mexicano.....	122
5.1.1 . Cartas geológico Mineras del Servicio Geológico Mexicano.....	128
5.2. Análisis Geoestadístico para generar patrones espaciales.....	129
5.3. Análisis de Sitios Mineros del Noreste por Elemento.....	132
5.3.1 BARITA.....	132
5.3.2. CARBÓN.....	134
5.3.3. FLOURITA.....	136
5.3.4. PLOMO.....	138
5.3.5 ORO.....	140
5.3.6 PLATA.....	142
5.3.7 COBRE.....	144
5.3.8 HIERRO.....	146
5.3.9 ZINC.....	148



---

5.3.10 MANGANESO.....	150
-----------------------	-----

## **CAPÍTULO 6. CONCESIONES MINERAS.**

6.1 Concesiones Mineras.....	152
6.2 Panorama Actual de las Concesiones Mineras en el País.....	156

## **CAPÍTULO 7. DATOS DE APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS Y POZOS PETROLEROS**

7.1. Cambios en el Reglamento de la Ley Minera a partir de la Reforma Energética del 2014.....	166
7.2 Hidrocarburos.....	170
7.3 Fracking.....	178
7.4 Aprovechamientos y Recursos Hídricos.....	181

## **CAPÍTULO 8. MODELOS PREDICTIVOS MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA UBICACIÓN DE PRESAS DE JALES ACORDE A LA NOM-141-SEMARNAT-2003**

8.1. Definición de Presas de Jales.....	188
8.2 Definición de Análisis Multicriterio.....	191
8.3.1 Delimitación Cuenca Hidrológica dónde se ubica la Presa de Jales.....	194
8.3.2 Cálculo del volumen de escurrimiento por cuenca hidrológica.....	196
8.3.3 Cálculo de Evapotranspiración.....	213
8.4 Clasificación Topográfica, Sísmica e Hidrológica de Zona de estudio.....	218
8.4.1 Clasificación Topográfica.....	218
8.4.2 Clasificación Sísmica.....	221
8.4.3 Clasificación Hidrológica.....	222
8.5 Vulnerabilidad del Acuífero.....	227

---

## **CAPÍTULO 9. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.**

9.1 Panorama de las Concesiones mineras en los 3 Estados de la Región Noreste.....	236
9.2 Relación Geoespacial entre el Inventario de Sitios Mineros con Infraestructura Petrolera, otros Hidrocarburos y Distribución de Energía Eléctrica.....	240
9.3 Relación Geoespacial entre el Inventario de Sitios Mineros con Tenencia de terreno Ejidal.....	251
9.4 Conclusiones.....	256
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>258</b>

---

## LISTADO DE FIGURAS

### Introducción.

Figura I.1 10,401 Sitios Mineros distribuidos en México incorporados a un Sistema de Análisis Geoespacial.

### Capítulo 1.

Figura 1.1. Veta de Obsidiana en el Cerro de las Navajas.

Figura 1.2. Monumento a Cristóbal Colón en la Ciudad de Barcelona, España.

Figura 1.3. Chimilli (Escudo) de Yanhuiltán. Pieza Prehispánica Mixteca de Oro y Jade.

Figura 1.4. Lingote o “Tejo”, fundido por los soldados españoles de Cortés a partir de piezas aztecas, encontrado en Puente de Alvarado. (Museo Nacional de Antropología e Historia, México).

Figura 1.5. Mapa Antiguo con las 7 Ciudades de Cíbola. (Joan Martines, 1578)

Figura 1.6. Principales sitios mineros descubiertos previo al año 1700 en la Nueva España, los exploradores españoles buscaban sobre todo Oro y Plata. (Elaborada por el Autor)

Figura 1.7. Región Noroeste de México. Extracto del Nuevo Mapa de Norteamérica, Carver, Jonathan (1781, Dilly Editor, London. England).

Figura 1.8. División Política de la Nueva España hacia 1760. (Elaborada por el Autor, basado en 2012, O’Gorman, Historia de las Divisiones Territoriales de México).

Figura 1.9. Trazo del Camino Real de Tierra Adentro. (Elaborada por el Autor con datos de la UNESCO).

Figura 1.10. Placa en la Hacienda del Canutillo, Durango Camino Real de Tierra Adentro. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Placaloscuatillosunesco.JPG>

Figura 1.11. Producción de Oro en la Nueva España. (Elaborada por el autor con datos de Estadística Histórica de INEGI).

Figura 1.12. Producción de Plata en la Nueva España (1521 A 1820). (Elaborada por el Autor con datos de la Estadística Histórica de INEGI).

Figura 1.13. Moneda de 8 Reales de plata acuñada por la Casa de Moneda de la Ciudad de México en 1749. (<http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-488719168-moneda-mexico-8-reales-1749-plata-columnaria-excelente- JM>)

Figura 1.14. Extracto sobre los “quintos reales” de la Recopilación de Leyes de los Reinos de las Indias del Rey Carlos II (Boix, 1841)

Figura 1.15. Ubicación de las 23 Cajas Reales dentro del territorio novohispano, así como la producción de Oro y Plata en cada una de ellas durante los 3 siglos de la Colonia Española. (Te Paske, 1986, carta elaborada por el Autor).

Figura 1.16. Aspecto actual de la Caja Real de Guanajuato, establecida en 1665.

---

Figura 1.17. “Mapa de Méjico y de los Países confinantes situados al Norte y al Este reducido de la grande mapa de la Nueva España” incluido en “Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España” (Sic) de A. Humboldt (1811), georreferido y con los límites de lo que sería actualmente la Nueva España. (Edición realizada por el Autor).

Figura 1.18. 377 Reales de Minas identificados geográficamente a partir de los datos de Elhúyar y Von Humboldt (1811)

Figura 1.19. Mapa preparado por Joseph de Urrutia en 1769, del Real Cuerpo de Ingenieros, por encargo del Rey de España Carlos III, como resultado de la inspección de los Presidios, expedición que abarcó desde California hasta Florida, georreferenciado por el autor.

Figura 1.20. Principales Localidades fundadas a principios de la Colonia en el Noreste de México y Texas.

Figura 1.21. Antigua Casa de Moneda, también llamada de las Cureñas, Cerralvo, Nuevo León. ([www.inafed.gob.mx](http://www.inafed.gob.mx)).

Figura 1.22. En sus orígenes Monclova y Monterrey se fundaron como Presidios, construcciones que servían como fortalezas para protegerse de las incursiones de los nativos, a semejanza del fuerte de San Juan de Ulúa en Veracruz, cuya iconografía así lo recuerda. (Plano de Urrutia, 1769, Biblioteca del Congreso USA)

Figura 1.23. Ubicación de los 50 presidios ubicados para colonizar los territorios del Norte de la Nueva España.

Figura 1.24. Acción de Sociedad Minera en Sierra Mojada, Coahuila del año 1907.

Figuras 1.25 y 1.26. Mina denominada “La Parreña”, foto de 1884, y foto actual, en las inmediaciones de Sierra Mojada, Coahuila.

Figura 1.27. Minas de Carbón de Nueva Rosita (Circa 1900).

Figura 1.28. Entrada a minas “El Diente”, foto a inicios de la década de 1900 y foto actual, al Suroeste de la Ciudad de Monterrey. (Foto: León Garcés y Rojas Sandoval: Minería en Nuevo León).

## **Capítulo 2.**

Figura 2.1. Logos del Sistema Nacional y la Agencia de Inteligencia Geoespacial (GEOINT), pertenecientes a la Secretaría de Defensa del Gobierno de Estados Unidos.

Figura 2.2. Mapa del Soho con el área de influencia del cólera señalado mediante polígonos de Thiessen del Dr. John Snow

Figura 2.3. Doctor Roger Tomlinson, Portada de “An Introduction to The Geo-Information System of the Canada Land Inventory”.

Figura 2.4. Doctor Roger Tomlinson, en su visita a la Universidad de Guanajuato, Unidad Belém, en Marzo del 2011.

Figura 2.5. Códice Mendoza (1541).

Figura 2.6. Uso de Trípode de topografía extensible con Plancheta.

---

Figura 2.7. Publicación de CETENAL (1974).

Figura 2.8. Carta Topográfica INEGI escala 1:50,000 de la Carta Ciudad Acuña, en formato vectorial y ráster.

Figura 2.9. Premio para el SICORI de PEMEX, Map World Forum 2009.

Figura 2.10 Integración de datos de SICORI en Google Earth. (Revista Cartográfica, 2013).

Figura 2.11. Capas de Información provenientes de SICORI.

Figura 2.12. Presidente Lázaro Cárdenas atendiendo ejidatarios.

Figura 2.13. Croquis tipo del levantamiento ejidal PROCEDE

Figura 2.14 Ejidos y Comunidades del Programa PROCEDE, con un total de 29,713 ejidos y comunidades en una superficie de 100 millones de Hectáreas.

Figura 2.15. El Padrón Nacional Cafetalero en el estado de Chiapas, se compone de 320 mil lotes que abarcan casi 200,000 hectáreas.

Figura 2.16. Detalle del Padrón Nacional Cafetalero, Zona del Soconusco, Chiapas.

Figura 2.17. Convocatoria a Productores para el Padón Nacional Cafetalero Año 2014.

Figura 2.18. Instalación de la Antena receptora de la Estación Satelital ERMEXS en la Secretaría de Marina.

Figura 2.19. El Presidente Vicente Fox inaugura la Estación ERMEXS situada en la Secretaría de Marina en el año 2003.

Figura 2.20. Firma del Contrato entre SPOT Image y Gobierno Federal de México, con los Secretarios de Marina y SAGARPA, el Embajador de Francia en México, el Presidente de SPOT Image, así como el Director General de Sistemas de Información de ASERCA-Sagarpa,

Figura 2.21. El Presidente Enrique Peña Nieto inaugura la segunda etapa, conocida como Estación ERMEX en el año 2013.

Figura 2.22. Portal CONABIO para descarga de información geográfica.

### **Capítulo 3.**

Figura 3.1. Comportamiento Industrial y Minero de México de acuerdo a su PIB. (Fuente: Revista REDIMIN Mining Magazine, <https://www.redimin.cl/2016/02/25/mexico-manufactura-y-mineria-moderan-crecimiento-del-pib/> )

Figura 3.2. Sitio de la Secretaría de Economía para el SIAM (Sistema de Administración Minera).Consulta de 27 de Octubre del 2016.

Figura 3.3 Portada Informe Anual 2016 de la Camimex.

Figura 3.4. Marco Geoestadístico Municipal 2015. INEGI.

---

Figura 3.5. Uso de la herramienta Geocoding para homogeneizar las tablas como paso previo a su vinculación.

Figura 3.6. Municipios con producción minera en el año 2015.

Figura 3.7. Sitios de Inventario Minero, en rojo los correspondientes a minerales Metálicos, en naranja procedentes de No Metálicos.

Figura 3.8. Municipios con al menos un sitio minero en el Inventario (en verde)

Figura 3.9. Oro Nativo.

Figura 3.10. 77 municipios con Producción (Au) reportada en el año 2015.

Figura 3.11. 2,531 Sitios mineros del inventario que reportan presencia de Au.

Figura 3.12. Producción Anual de Oro en México (2001 -2015)

Figura 3.13. Concesiones (Au) por Municipio

Figura 3.14. Mina Peñasquito.

Figura 3.15. Empresas Mineras Productoras de Oro, según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas a Octubre del 2016.

Figura 3.16. Proyectos enfocados al Oro, con Inversión Extranjera Directa en México en el año 2016.

Figura 3.17. Plata Nativa

Figura 3.18. Serie Histórica de Producción plata 2001-2015.

Figura 3.19. Municipios productores de Plata en el año 2012.

Figura 3.20. 2,769 Sitios Mineros en el Inventario con indicios de producción de Plata

Figura 3.21. 13,303 Concesiones Mineras con reporte para Plata en la Solicitud

Figura 3.22. Proyectos Mineros con Inversion Extranjera para Plata

Figura 3.23. Empresas Mineras Productoras de Plata, según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas a Octubre del 2016.

Figura 3.24. Malaquita, Mineral de Cobre.

Figura 3.25. Serie Histórica de Producción para el Cobre 2001-2015.

Figura 3.26. Municipios Productores de Cobre en el país (Año 2015)

Figura 3.27. 1,500 sitios del inventario reportados con cobre

Figura 3.28. 11,199 concesiones que indican al cobre en la solicitud.

Figura 3.29. Empresas Mineras relacionadas al Cobre según el DENU.

Figura 3.30. Proyectos con Inversión Extranjera Directa relacionados al Cobre.

- 
- Figura 3.31. Galena (PbS).
- Figura 3.32. Serie Histórica de Producción para el Plomo 2001-2015
- Figura 3.33. Municipios Productores de Plomo en el 2015.
- Figura 3.34. 1783 sitios con indicios de Plomo en el Inventario.
- Figura 3.35. 10,377 concesiones reportan plomo, dentro de la solicitud de la concesión.
- Figura 3.36. Esfalerita con cuarzo (ZnS).
- Figura 3.37. Serie Histórica de Producción para el Zinc 2001-2015.
- Figura.3.38. Municipios Productores de Zinc en el año 2015.
- Figura 3.39. Sitios en el Inventario Minero que reportan Zinc.
- Figura 3.40. Concesiones mineras con Zinc como sustancia concesionable.
- Figura 3.41. Hematita.
- Figura 3.42. Producción de Hierro 2001-2015.
- Figura 3.43. Principales Municipios productores de Hierro en el país.
- Figura 3.44. Sitios en el Inventario con Producción de Hierro en el país
- Figura 3.45. Concesiones con registro de hierro dentro de las sustancias concesionables.
- Figura 3.46. Pirolusita, (Mn<sup>4+</sup>+O<sub>2</sub>) mineral de Manganeseo.
- Figura 3.47. Evolución en la producción de Manganeseo en el país (2001 – 2015)
- Figura 3.48. Producción de Manganeseo por Municipio, año 2015.
- Figura 3.49. Sitios mineros del Inventario señalados con presencia de Manganeseo
- Figura 3.50. Concesiones mineras con presencia de Manganeseo.
- Figura 3.51. Carbón Mineral.
- Figura 3.52. Producción de Carbón Mineral (2001-2015).
- Figura 3.53. Municipios con Producción de Carbón Mineral (2015).
- Figura 3.54 . En el Inventario existen 73 sitios en 45 Municipios, principalmente en los estados de Coahuila y Oaxaca
- Figura 3.55 . Concesiones mineras con sustancia concesionable señalada como carbón.
- Figura 3.56. Barita
- Figura 3.57 . Evolución de la producción de Barita (2001-2015)

- 
- Figura 3.58. Municipios con producción de Barita (2015)
- Figura 3.59. Existen 263 sitios del Inventario Minero que reportan Barita
- Figura 3.60 Concesiones mineras con Barita como Sustancia Concesionable.
- Figura 3.61. Flourita
- Figura 3.62. Producción de Flourita entre los años 2001-2015.
- Figura 3.63. Municipios productores de Flourita en el año 2015.
- Figura 3.64. Sitios Mineros que reportan Flourita
- Figura 3.65. Concesiones Mineras con Flourita como sustancia concesionable.
- Figura 3.66. Celestita
- Figura 3.67. Producción de Celestita entre el 2001 y el 2015.
- Figura 3.68. Los 2 municipios con producción reportada de Barita: San Pedro y Cuatro Ciénegas,
- Figura 3.69. Sitios en el inventario con Celestita.
- Figura 3.70. Concesiones Mineras que reportan Celestita.
- Figura 3.71. Sal Mineral.
- Figura 3.72. Producción de Sal en el lapso entre 2001 a 2015.
- Figura 3.73. Ubicación de los municipios con producción de sal en el 2015
- Figura 3.74. Concesiones con sal como sustancia concesionable.
- Figura 3.74b. Salinera Guerrero Negro, Baja California Sur.  
Fuente: <http://www.guerreronegro.org/reportajes>
- Figura 3.75 Comportamiento de la IED total en México con la IED enfocada en la Industria Minera.  
Fuente: Comisión Nacional de las Inversiones Extranjeras.
- Figura 3.76 Evolución de la calificación de México en el Índice Fraser.
- Figura 3.77. Índice compuesto de atracción Minera Fraser 2016, México ocupa el lugar 50 de 104 regiones.
- Figura 3.78. Distribución de los 926 proyectos mineros con Inversión Extranjera Directa en el año 2015.
- Figura 3.79. Mineral predominante en los Proyectos con Inversión Extranjera en México en General.
- Figura 3.80. Número de Empresas con capital extranjero en México. Fuente: Comisión Nacional de las Inversiones Extranjeras.
- Figura 3.81. Países con participación de Inversión Extranjera Directa en México.



---

Figura 3.82. Proyectos con Inversión Extranjera Directa en el 2016, de acuerdo a la etapa en la que se encuentran.

#### **Capítulo 4.**

Figura. 4.1 Portada del Servicio Geoinfomex.

Figura 4.2. En abril del 2016, se instaló la plataforma de información geoespacial GeoinfoMex producto del SGM, en el Departamento de Minas, Metalurgia y Geología de la Universidad de Guanajuato.

Figura 4.3. Sitios Mineros COREMI. 272 sitios mineros disponibles en la base “Inventario Minero de la República Mexicana” de datos mineros del antes Coremi.

Figura. 4.4. Componentes de una carta geológica Minera Tipo, del Servicio Geológico Mexicano.

Figura 4.5. Inventario de Sitios Mineros con información integrada de varias fuentes, conformando un total de 2,272 sitios mineros, es evidente la amplia cobertura que alcanza esta información, en comparación con los 272 sitios originales (figura 4.3)

Figura. 4.6. Ejemplo de publicación del USGS con datos de la región de Estudio: Nonfuel mineral resources in the United States-Mexico border region: a progress report on information available from the Center for Inter-American Mineral Resource Investigations (CIMRI) I by Greta J. Orris ... [et al.]. p. em. - (U.S. Geological Survey circular ; 1098)

Figura 4.7. Cuadrícula Escala 1:50,000 de la República Mexicana.

Figura 4.8. Coahuila se configura con 180 cartas Esc. 1:50,000, Nuevo León con 101 y Tamaulipas con 89 cartas.

Figura 4.9 Curvas de Nivel a cada 200 m, de la Cartografía INEGI 1:50,000 los límites estatales aparecen en tono verde, mientras que las curvas aparecen en tonos de gris dependiendo de la altura.

Figura 4.10 Vista tridimensional destacando el relieve plano de Tamaulipas, a excepción de la Sierra de Dientes de Moreno y del Suroeste, así como el arranque de la Sierra Grande en el centro de Nuevo León

Figura 4.11 Vista típica del Modelo Digital de Elevación de los 3 estados objeto de Estudio.

Figura 4.12 Vista típica del Modelo Digital de Elevación de los 3 estados objeto de Estudio.

Figura. 4.13 Provincias Geológicas presentes en los 3 estados del Área de Estudio.

Figura 4.14 Índice de las 22 cartas escala 1:250,000 presentes en los 3 estados objetivo de este estudio.

Figura 4.15. Imágenes georeferidas correspondientes a las 22 Cartas Geoquímicas para plomo del Servicio Geológico Mexicano, como base para digitalización de la ubicación del muestreo de sedimentos de arroyos.

Figura 4.16. Son 9378 las muestras digitalizadas de sedimentos de arroyos analizados para Pb a partir de las imágenes georeferidas correspondientes a las 22 Cartas Geoquímicas para plomo del Servicio Geológico Mexicano.

---

Figura 4.17 Carta Topográfica Escala 1:50,000 G14C26 (Monterrey). En la simbología se encuentra el apartado Líneas de Conducción donde se ubica la infraestructura de conducción de Hidrocarburos y eléctrica.

Figura 4.18 Infraestructura de Hidrocarburos y conducción eléctrica en todo el País, como elemento inhibidor de la actividad minera en el proceso de otorgamiento de concesiones mineras

Figura 4.19 Ducto Subterráneo de Pemex.

## Capítulo 5.

Figura 5.1 Comparación entre los 10,401 sitios totales en el país y 2,272 sitios ubicados en el Noreste, objetivo de este trabajo.

Figura 5.2 Comparación entre los 10,401 sitios totales en el país de los cuáles 2,272 sitios están ubicados en el Noreste, objetivo de este trabajo.

Figura 5.3 Regiones Mineras (70) del Servicio Geológico Minero, indicando el mineral preponderante en cada una de ellas.

Figura 5.4 Un 52% de los sitios mineros de este trabajo se localiza dentro de alguna de las 70 Regiones Mineras del SGM.

Figura 5.5 Las Cartas Geológico-Mineras del Servicio Geológico Mexicano, cubre sólo parcialmente la zona de estudio de los Estados de Coahuila, Tamaulipas y Nuevo León.

Figura 5.6 Histograma indicando el teorema de la tendencia central.

Figura 5.7 Campana de Gauss indicando su relación con la probabilidad y la desviación estándar.

Figura 5.8 La función de densidad Kernel funciona como una Campana de Gauss tridimensional, a partir de la densidad con qué se ubica un universo de puntos, en este caso los sitio mineros para plomo (Pb), dentro de las 3 entidades: Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Figura 5.9 La función de densidad Kernel se estructura como una Campana de Gauss tridimensional, a partir de la densidad con qué se ubica un universo de puntos, en este caso los sitio mineros para plomo (Pb), dentro de las 3 entidades: Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Figura 5.10 Áreas de ubicación potencial de barita, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUE que reportan dicho elemento.

Figura 5.11 Áreas de ubicación potencial de Carbón, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUE que reportan dicho elemento.

Figura 5.12 Áreas de ubicación potencial de Flourita, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUE que reportan dicho elemento.

Figura 5.13 Áreas de ubicación potencial de Plomo, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUE que reportan dicho elemento.

---

Figura 5.14 Áreas de ubicación potencial del Oro, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUÉ que reportan dicho elemento.

Figura 5.15 Áreas de ubicación potencial de la Plata, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUÉ que reportan dicho elemento.

Figura 5.16 Áreas de ubicación potencial de la Plata, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUÉ que reportan dicho elemento.

Figura 5.17 Áreas de ubicación potencial del Hierro, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUÉ que reportan dicho elemento.

Figura 5.18 Áreas de ubicación potencial del Zinc, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUÉ que reportan dicho elemento.

Figura 5.19 Áreas de ubicación potencial de Manganeso, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUÉ que reportan dicho elemento.

## **Capítulo 6.**

Figura 6.1. Carátula del Título de Concesión Minera 221926.

Figura 6.2. Poligonales de las Concesiones Mineras vigentes a Junio del 2016

Figura 6.3. Concesiones Mineras y Pozos Exploratorios de PEMEX. (Secretaría de Economía y Comisión Nacional de Hidrocarburos, respectivamente).

Figura 6.4. Punto de Partida (P) y Lote del Título 219310.

Figura 6.5. Levantamiento de Lote Minero 219310 en trabajo Pericial.

Figura 6.6. Mojonera para ubicar punto de partida de Lote Minero.

Figura 6.7. La Jornada, 31 de Agosto del 2014 Versión electrónica.

Figura 6.8. Distribución de los puntos de partida de las 25,538 concesiones vigentes.

Figura 6.9. Mojonera que identifica en Campo el Punto de Partida del Lote minero “El Zapote”.

Figura 6.10. Lote “El Zapote”, identificado en el SIAM de la Secretaría de Economía. <http://www.cartografia.economia.gob.mx/cartografia/#>

Figura 6.11. Número de Concesiones vigentes por Entidad.

Figura 6.12. Los 2 principales concesionarios marcados como personas físicas, son representantes de compañías mineras.

Figura 6.13. Distribución de las 634 concesiones vigentes de Exploraciones Mineras Parreña.

---

Figura 6.14. Distribución de las 120 concesiones vigentes de Minera del Norte S.A. de C.V.

Figura 6.15. Número de Concesiones Mineras por Municipio.

Figura 6.16. Concesiones Mineras en Base de Datos

Figura 6.17. Concesiones Mineras en el Sitio web SIAM de la Secretaría de Economía.

## **Capítulo 7.**

Figura 7.1 Ubicación de los Campos de Petróleo y Gas Natural de Pemex, y su ubicación respecto al Wolfcamp Shale.

Figura 7.2 Ubicación de los Campos de Petróleo y Gas Natural de Pemex, en amarillo, las Concesiones Mineras de Carbón en naranja y los pozos de fracking del Estado de Texas, así como el Wolfcamp Shale.

Figura 7.3 Publicación del descubrimiento del Wolfcamp Shale en los medios de comunicación.

Figura 7.4 Captura de pantalla del Google Earth mostrando la disposición de pozos fracking a pocos kilómetros de la frontera con Villa Hidalgo, Coahuila.

Figura 7.5. Cuadrilla de perforación de Doheny y Carfield en 1902, en Ebano, San Luis Potosí, equipada con un vehiculo de tracción a vapor.

Figura 7.6. Son 4 Regiones para Exploración y Explotación en México (PEMEX).

Figura 7.7. Son 12 Provincias Petroleras en México (PEMEX).

Figura 7.8. Campos Gigantes de Hidrocarburos en el Mundo. (Rojo: Gas, Negro: Petróleo) (AAPG)

Figura 7.9. Campos Gigantes de Hidrocarburos en el Mundo.

Figura 7.10. Campos Gigantes de Hidrocarburos y Refinerías en Rojo (AAPG) en Norteamérica.

Figura 7.11. Los campos Petroleros en México son 829 (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2014)

Figura 7.12. En 35 Campos Petroleros se producen 1.8 millones de los 2.36 millones de barriles diarios que produjo México en el 2014. (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2014)

Figura 7.13. Rondas de Hidrocarburos ofertadas a la fecha (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2017)

Figura 7. 14 Cuencas Petrolíferas en México. (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2014)

Figura 7.15. Entre pozos exploratorios, en producción y otros, existen alrededor de 30,000 pozos perforados para PEMEX. (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2014).

Figura 7.16. Evolución de la producción de petróleo en Estados Unidos años 2000-2015, Pozos convencionales contra Pozos de fractura Hidráulica. U.S. Energy Information Administration. <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=25372>

---

Figura 7.17. Evolución de la producción de gas natural en Estados Unidos (2000-2015), Pozos convencionales contra Pozos de fractura Hidráulica. U.S. Energy Information Administration. <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=26112>

Figura 7.18. Número de pozos para extracción de Gas Natural y petróleo en los Estados Unidos en el año 2015. (<https://www.fractracker.org/>)

Figura 7.19. 653 Acuíferos presentes en el País.(CONAGUA)

Figura 7.20. Existen 65 Acuíferos en los 3 estados de la Zona de Estudio identificado por clave de CONAGUA.(CONAGUA, 2013)

Figura 7.21. Distribución de Aprovechamientos Subterráneos por Estado. (CONAGUA, 2016)

Figura 7.22. 37,607 Pozos ubicados en el área. (CONAGUA REPDA, 2014)

Figura 7.23. Vista 3D del Acuífero Monclova, con 1,247 Pozos (CONAGUA REPDA, 2014)

Figura 7.24. Ejemplo de Interacción espacial del pozo con título 06COA103713/24HMGE98, con 23 sitios mineros (CONAGUA REPDA, 2014)

Figura 7.25. Son 686 concesiones del REPDA Conagua que pertenecen a empresas del al sector minero. (2016, Elaborada por el autor con datos de la Fundación Heinrich Böll)

## **Capítulo 8.**

Figura 8.1. Presa de Jales en la Minera El Peñasquito en Mazapil para residuos del proceso de beneficio.

Figura 8.2. Derrumbe parcial de cortina en Presa de Jales de minera Caudalosa Chica, Huanavelica, Perú. Año 2010.

Figura 8.3. Calificación de áreas de atención Prioritaria según el POEGT, como resultado de Análisis multicriterio

Figura 8.4. Modelo predictivo final producto del análisis multicriterio para instalación de Presa de Jales para los 3 estados del Noreste.

Figura 8.5. En la zona existen 98 subcuencas Hidrológicas determinadas por la Comisión Nacional del Agua.

Figura 8.6. 508 Estaciones Climatológicas presentes en los 3 estados con información histórica, etiquetadas por su clave.

Figura 8.7. Ejemplo de datos disponibles de Normales Climatológicas para el Estado de Coahuila por Estación Climatológica.

Figura 8.8. Ejemplo: Datos climatológicos de los años 1951 a 2010 para la Estación de Coahuila número 5150 denominada Abasolo, una de las 508 estaciones en la zona de estudio.

Figura 8.9. Polígonos de Thiessen (508 polígonos) como áreas de influencia a partir de las Estaciones Climatológicas clasificadas por la precipitación media anual promedio en mm.

---

Figura 8.10. Cuenca RH24Dg, dividida en los polígonos de Thiessen correspondiente a cada estación climatológica. A partir de los datos de Superficie y precipitación media anual, se calcula la precipitación anual en 7898 Hm<sup>3</sup>

Figura 8.11. Precipitación Total por Subcuenca en Hectómetros cúbicos.

Figura 8.12. Edafología en el territorio para los 3 estados objeto de Estudio.(INEGI, Escala 250,000)

Figura 8.13. Calificación de la Permeabilidad del Suelo, con base en la capa de Edafología.

Figura 8.14. Clasificación del área de Estudio de acuerdo al Uso de Suelo y Vegetación.

Figura 8.15. Uso de Suelo y Vegetación, agrupado por clases principales.

Figura 8.15 a. Vista al NW de la Presa de Jales No. 4 de la Unidad la Encantada, Municipio de Ocampo, Coahuila. (Manifiesto de Impacto Ambiental para Planta de Lixiviación Dinámica y Presa de Jales, Unidad La Encantada).

Figura 8.16. Valor de la variable K, producto de la interacción de Uso de Suelo y Vegetación con Permeabilidad.

Figura 8.17. Valor de la variable K ponderada para cada subcuenca.

Figura 8.17a. Riego en el Valle de San Fernando, Tamaulipas.

<http://archivo.tamaulipas.gob.mx/2015/01/promueve-gobierno-de-tamaulipas-la-modernizacion-agricola/>

Figura 8.18. Valor del Coeficiente de Escurrimiento por Subcuenca.

Figura 8.19. Ciclo del Agua.(Enciclopedia Encarta).

Figura 8.20. Valores de evapotranspiración determinadas a partir de la Fórmula de Turc.

Figura 8.21. Distribución de la Precipitación anual, indicando sus 3 subproductos: Evapotranspiración, Infiltración y Escurrimiento.

Figura 8.22. Clasificación Topográfica según la NOM 141 SEMARNAT 2003, señalada como Tabla 2.

Figura 8.23. Clasificación de pendientes topográficas en la zona de estudio según la NOM 141 SEMARNAT 2003.

Figura 8.24.Zonificación Sísmica en la República Mexicana CFE.

Figura 8.25. Carta Hidrológica de la República Mexicana.

Figura 8.26. Combinación Multicriterio de Pendiente, Sismicidad y Zona Hidrológica, para determinar la valoración ponderada de sitios potenciales para establecer presas de Jales.

Figura 8.27. Modelo predictivo final producto del análisis multicriterio para instalación de Presa de Jales para los 3 estados del Noreste.

Figura 8.28 Esquema de los diferentes tipos de acuíferos.

[http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2500/2584/html/12\\_aguas\\_subterneas.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2500/2584/html/12_aguas_subterneas.html)

---

Figura 8.29. Portada del Estudio de Disponibilidad de Agua para el acuífero 0527 en Coahuila.

Figura 8.30. Esquema del método GOD para evaluación de vulnerabilidad de acuífero.

Figura 8.31. Tipo de confinamiento por acuífero (señalado por la clave de Acuífero CONAGUA), según los estudios de disponibilidad de Agua emitidos en el Diario Oficial de la Federación.

Figura 8.32. Geología Esc. 1:250,000 en el área de estudio.

Figura 8.33. Índice para la Geología sobreyacente al acuífero basada en la Geología escala 1: 250 mil.

Figura 8.34. Clasificación de acuerdo a la profundidad del Nivel Estático del Acuífero.

Figura 8.35. Índice de vulnerabilidad de Acuífero.(Verde: No vulnerables, Rojo: Vulnerables.

## **Capítulo 9.**

Figura 9.1. Regiones Mineras del SGM (Poligonales en rojo) y 2,023 puntos de partida (en negro) de las concesiones registradas en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Figura 9.2. Polígonos de Concesiones Mineras vigentes a Junio del 2016 etiquetadas por su título en la zona de estudio. (Secretaría de Economía, elaborada por el Autor).

Figura 9.3. Inventario de 2,272 Sitios Mineros dentro de las Concesiones mineras vigentes al 2016 de los cuáles sólo 778 sitios (34.25%) se encuentran dentro de alguna concesión (Secretaría de Economía, elaborada por el Autor).

Figura 9.4. Captura de pantalla de la búsqueda generada en el Diario Oficial de la Federación para las especificaciones del estudio técnico para determinar la factibilidad de la coexistencia de actividades mineras con las actividades preferentes de exploración y extracción de petróleo del 31 de Octubre del 2014 al 25 de Octubre del 2017, con 150 resultados para la palabra “hidrocarburos” pero sin resultado de publicación de la citadas reglas.

Figura 9.5. Infraestructura de Producción y Distribución de Hidrocarburos y Energía Eléctrica en la Región Noreste de México y Texas (Fuente: EIA.gov e INEGI)

Figura 9.6. Infraestructura de Producción y Distribución de Hidrocarburos y Energía Eléctrica. (Fuente: DENUE, 2017, INEGI)

Figura 9.7. Infraestructura de Distribución de Hidrocarburos y Energía Eléctrica. (Fuente: Cartas Topográficas 1:50,000, INEGI)

Figura 9.8. Poligonales correspondientes a las Rondas PEMEX de la Ronda Cero a la Ronda R02L04.

Figura 9.9. Pozos Exploratorios de PEMEX en la Región Noreste.

Figura 9.10. Imagen conjuntando la información de las 4 fuentes de información de Infraestructura de Hidrocarburos y distribución eléctrica. (Detalle).

Figura 9.11. 32 conflictos señalados por el Observatorio de Conflictos Mineros en América Latina (OCMAL) con la cobertura de la propiedad Ejidal (en color rojo).

Figura 9.12. Cobertura Ejidal para el Noreste del País.

---

## LISTADO DE TABLAS

### Capítulo 1

Tabla 1.1 Principales Centros Mineros de Noreste, Siglo XIX.

### Capítulo 3

Tabla 3.1. Elementos objeto de este capítulo.

Tabla 3.2. Principales municipios con Producción (Au) reportada en el año 2015.

Tabla 3.3. Concesiones (Au) por Municipio.

Tabla 3.5. Municipios productores de Plata en el año 2015.

Tabla 3.6. Principales Municipios Productores de Cobre en el país (Año 2015)

Tabla 3.7. Principales municipios con Producción (Pb) reportada en el año 2015

Tabla 3.8. Municipios Productores de Zinc en el año 2015.

Tabla 3.9. Principales municipios con Producción (Hierro) reportada en el año 2015

Tabla 3.10. Producción de Manganeso por Municipio, año 2015.

Tabla 3.11. Principales municipios con Producción (Carbón) reportada en el año 2015

Tabla 3.12. Producción de Barita por Municipio (2015).

Tabla 3.13 .Municipios productores de Fluorita en el año 2015.

Tabla 3.14. Producción reportada de Barita en San Pedro y Cuatro Ciénegas, Coahuila.

Tabla 3.15. Municipios con producción de sal en el 2015.

Tabla 3.16. Estatus de los 926 proyectos mineros con IED en el año 2015.

Tabla 3.17. Principales empresas clasificadas por el número de proyectos con IED en México para el año 2015.

### Capítulo 4

Tabla 4.1. Capas de información primaria vectorial para Mapa Base obtenida de diversas Instituciones

Tabla 4.2. Capas de información presentes en una carta topográfica común

Tabla 4.3. Provincias Geológicas en el área de estudio.

Tabla 4.4. Precios de los paquetes Interactivos del Servicio Geológico Mexicano. (Publicado el 24 de Mayo del 2017). <https://www.gob.mx/sgm/articulos/conoce-los-paquetes-digitales-que-ofrecemos>

### Capítulo 5.



---

Tabla 5.1 Regiones Mineras (70) del Servicio Geológico Minero, indicando el mineral preponderante en cada una de ellas.

Tabla 5.2. 10 Establecimientos dedicados a la Barita. (DENUE, 2016)

Tabla 5.3. 133 Sitios del Inventario Minero con Barita.

Tabla 5.4. 33 Establecimientos dedicados al Carbón. (DENUE, 2016)

Tabla 5.5. 52 Sitios del Inventario Minero con Carbón.

Tabla 5.6. 9 Establecimientos dedicados a la Flourita. (DENUE, 2016)

Tabla 5.7. 28 Sitios del Inventario Minero con Flourita.

Tabla 5.8. 4 Establecimientos dedicados al Plomo. (DENUE, 2016)

Tabla 5.9. 267 Sitios del Inventario Minero con Plomo.

Tabla 5.10. 1 Establecimiento dedicado al Oro. (DENUE, 2016)

Tabla 5.11. 6 Sitios del Inventario Minero con Oro.

Tabla 5.12. 6 Establecimientos dedicados a la Plata. (DENUE, 2016)

Tabla 5.13. 93 Sitios del Inventario Minero con Plata.

Tabla 5.14. 3 Establecimientos dedicados al Cobre. (DENUE, 2016)

Tabla 5.15. 106 Sitios del Inventario Minero con Cobre

Tabla 5.16 Establecimientos dedicados al Hierro (DENUE, 2016)

Tabla 5.17. 75 Sitios del Inventario Minero con Hierro.

Tabla 5.18. 4 Establecimientos dedicados al Zinc. (DENUE, 2016)

Tabla 5.19. 162 Sitios del Inventario Minero con Zinc.

Tabla 5.20. 1 Establecimiento dedicados al Manganeso. (DENUE, 2016)

Tabla 5.21. 11 Sitios del Inventario Minero con Manganeso.

## **Capítulo 6**

Tabla. 6.1. Distribución de Concesiones Mineras por Estado del registro histórico y vigentes.

Tabla. 6.2.Principales concesionarios a nivel nacional.

Tabla 6.3. Distribución por Estado de las concesiones vigentes de Exploraciones Mineras Parreña.

Tabla. 6.4.Distribución de Concesiones de Minera Monclova S.A de C.V.

---

## Capítulo 7

Tabla 7.1 Listado de Acuíferos en la Zona de Estudio, incluye clave CONAGUA.

Tabla 7.2. Ejemplo de Interacción espacial de los pozos CONAGUA, con el Inventario de Sitios Mineros.

## Capítulo 8

Tabla 8.1. Principales fallas en presas de jales en los últimos años. (Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD) y del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP).

Tabla 8.2. Cuenca RH24Dg, dividida en los polígonos de Thiessen correspondiente a cada estación climatológica. A partir de los datos de Superficie y precipitación media anual, se calcula la precipitación anual en 7,898 Hm<sup>3</sup>

Tabla 8.3. Valores de K, como función del Tipo y Uso de Suelo.

Tabla 8.4. Clasificación de tipo de Permeabilidad en función del tipo de Suelo.

Tabla 8.5. Superficie del área de Estudio clasificada por Uso de Suelo y Vegetación. (INEGI)

Tabla 8.6. Determinación del valor K, como función de las variables: permeabilidad de suelo y Uso de Suelo (NOM-011-CNA-2000).

Tabla 8.7. Relación entre ángulo, pendiente y clasificación Topográfica según la NOM 141 SEMARNAT 2003, señalada como Tabla 2.

Tabla 8.8. Clasificación de Tipos de construcción en Presas de Jales de la República Mexicana. (Anexo Normativo 3. NOM-141-SEMARNAT-2003)

Tabla 8.9. Tablas indicando la superficie producto del análisis multicriterio para instalación de Presa de Jales para los 3 estados del Noreste.

Tabla 8.10. Índice por confinamiento hidráulico del agua subterránea.

Tabla 8.11. Índice adaptado a la geología sobreyacente al acuífero.

Tabla 8.12. Índice por la profundidad del acuífero.

Tabla 8.13. Superficie del territorio de estudio en función de la Vulnerabilidad del Acuífero.

---

## **Capítulo 9.**

Tabla 9.1. Superficie concesionada a la Minería por Estado.

Tabla 9.2. Superficie en Hectáreas de Concesiones Mineras por principal sustancia concesionada. (Secretaría de Economía, elaborada por el Autor).

Tabla 9.3. Longitud en Kilómetros de la infraestructura de Líneas Eléctricas, ductos petroleros y otras infraestructuras de hidrocarburos.

Tabla 9.4. Principales Estados afectados por el Robo de Combustibles.

Tabla 9.5. Concesiones Mineras afectadas por cercanía geográfica a infraestructura de hidrocarburos y conducción eléctrica.

Tabla 9.6. 32 conflictos señalados por el Observatorio de Conflictos Mineros en América Latina (OCMAL).

Tabla 9.7. Superficie Ejidal y núcleos presentes por Estado.

Tabla 9.8. Número de concesiones mineras y Superficie concesionada por cercanía a Ejidos.

## **SISTEMA DE ANÁLISIS GEOESPACIAL PARA EL INVENTARIO Y LA CARACTERIZACIÓN DE LAS MINAS DEL NORESTE DE MÉXICO**

### **1.1 Introducción.**

El presente estudio se enfoca en generar un inventario de los sitios mineros ubicados en el Noreste de México, en concreto los Estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, dado que la región enfrentará nuevos retos pues la Reforma Energética promulgada en Diciembre del 2013, así como la creación y reforma a fines del año 2014 de las leyes involucradas como es la Ley Minera permitirá introducir en el país procesos como el fracking y la instalación de ductos para hidrocarburos que cambiarán el entorno laboral y ambiental.

Esta reforma energética legisla la pérdida de status de la minería como actividad preponderante cuando se tramita una concesión minera, pasando a ocupar dicho sitio la industria de los hidrocarburos y la transmisión de electricidad, y por ello a la dinámica acostumbrada en el procedimiento administrativo para la exploración y explotación minera, ahora se agrega un proceso adicional ya que debe comprobarse que las actividades mineras son geográficamente compatibles con las actividades referentes a hidrocarburos.

En conjunto con los estados de Veracruz y Campeche, la región Noreste es la principal productora de hidrocarburos en el país, por lo que la necesidad de un inventario de los sitios mineros y sus principales características en dicha zona es una prioridad, ya que en ninguna otra parte del país se podría esperar mayor incidencia de potenciales conflictos entre actividad minera e industria de hidrocarburos.

Desde un punto de vista ambiental, la ubicación de los sitios mineros permite establecer un escenario de afectaciones potenciales al entorno, en este trabajo se realiza la categorización geográfica mediante análisis multicriterio para ubicación de las presas de Jales.

Debemos prever que los estudios de este tipo se volverán indispensables en la región si el proceso de fractura hidráulica o fracking se empieza a utilizar en nuestro lado de la frontera, lo cual no sería raro pues a pocos metros literalmente, en Estados Unidos el estado de Texas en su cuenca "Eagle Ford Shale" es líder mundial en esa forma extractiva de hidrocarburos denominada No Convencional.

Finalmente, la región de estudio presenta una característica que la hace de interés especial para realizar un inventario, dado que la investigación realizada para esta tesis señala que la información oficial del gobierno mexicano en sus tres niveles subestima sustancialmente la cantidad de sitios mineros existentes en los 3 estados, por lo que se tornó indispensable su actualización, depuración y estandarización de los datos de ubicación y características de los sitios mineros.

## 1.2 Justificación.

En México la actividad minera fue el origen del poblamiento de muchas regiones desde el siglo XVI y ha jugado un papel fundamental en la fundación de muchas Ciudades en el país, en la exploración de nuevos territorios y el desarrollo de zonas donde fungía y aún ahora destaca como motor principal de su economía.

La situación de aquellas primeras épocas, dónde existía libertad de exploración y explotación gracias a que el territorio era vasto y el número de pobladores era pequeño, ha dado paso a un escenario actual dónde para la Minería en México existen 4 retos a considerar:

1. Los recursos mineros tradicionales cada vez son más limitados ó ya están agotados con los criterios económicos actuales.
2. Se incrementa el número de intereses alternos a la Minería, pero dentro de su entorno geográfico, como es la industria de los hidrocarburos ó zonas de operación para la delincuencia organizada.
3. El entorno ambiental debe ser cuidadosamente protegido.
4. Es mayor la obligación de sujetarse a la legislación vigente y al entorno social, con la necesidad de entenderse con figuras socialmente conflictivas como los ejidos y sindicatos.

Por esas causas es indispensable analizar la ubicación y características de los sitios que produce o han producido recursos minerales y a partir de ese estudio los actores del sector como son: los gobiernos en sus 3 órdenes que deben establecer las normas, principalmente ambientales y fiscales. Por parte de las empresas se deben justificar además de económica, social y ambientalmente los proyectos que son básicos para el desarrollo del sector minero.

En organismos como el Servicio Geológico Mexicano, revistas especializadas, Universidades de todo el País y las principales compañías mineras, se ha generado y registrado información del sector, generada de manera irregular desde mediados del siglo XIX que permite conocer a detalle los sitios mineros que existen en todo el País.

Sin embargo para acceder a dicha información para su análisis geoespacial se tienen 2 problemas: El primero es que la gran mayoría de dicha información se encuentra en textos, tablas y planos que aún no se han integrado en un Sistema de Información Geográfica que permita hacer análisis posteriores más complejos.

En segundo término la información en el sector se concentra en lo referente al sistema productivo pero soslaya conceptos como la propiedad de las concesiones mineras, de la tenencia de la superficie ejidal o privada, así como de sitios de interés

para explotación de hidrocarburos, que raramente son integrados a la información que se maneja en el sector.

Adicionalmente habría que considerar que los estudios tienden a ser marcadamente locales, sin integrarse en un contexto regional. Con las consideraciones anteriores, como primer insumo se generó una recopilación en una base nacional de datos de aproximadamente 10 mil sitios mineros, que se distribuyen a lo largo de todo el territorio nacional.

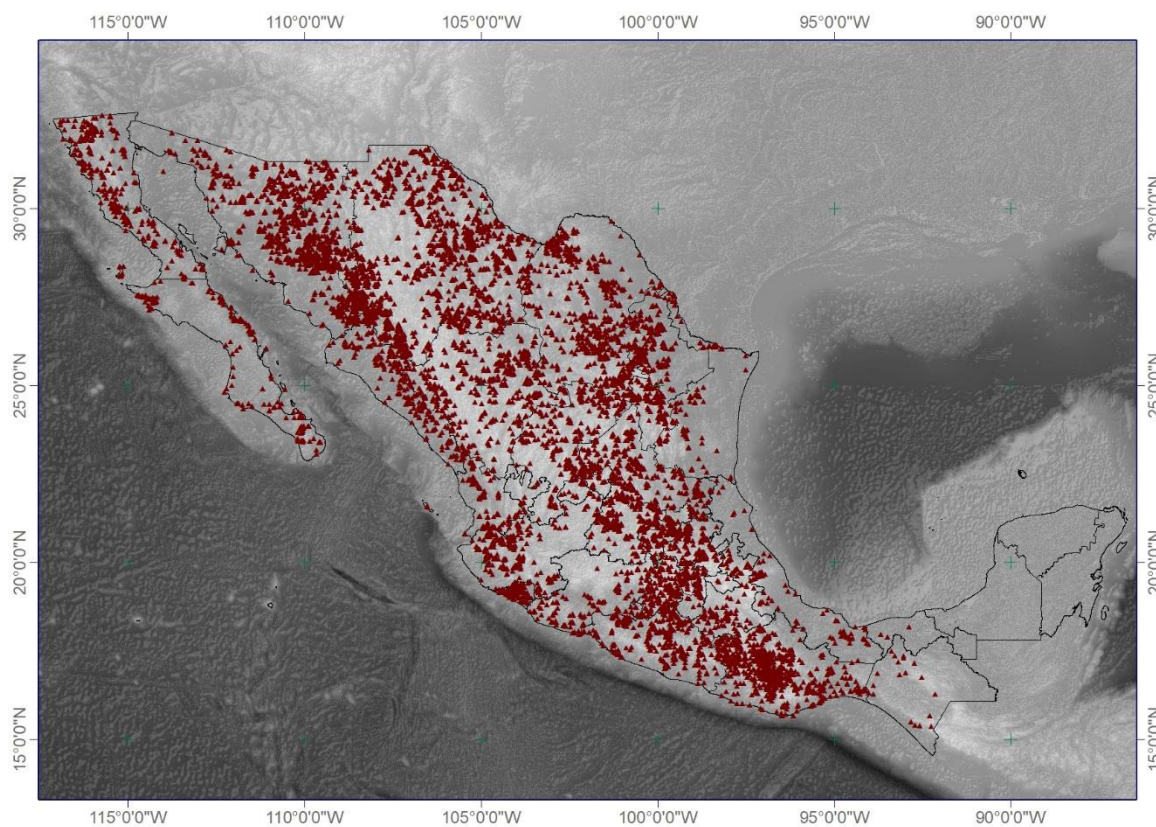


Figura I.1 10,401 Sitios Mineros distribuidos en México incorporados a un Sistema de Análisis Geoespacial.

Estos datos se integraron y estructuraron ordenadamente en un Sistema de Información de Análisis Geoespacial, como instrumento para explotar la información geoespacial que describe, evalúe y represente geográficamente las características de los sitios mineros. El software utilizado fue TNT Mips de Microimages y ArcGIS de ESRI, dado su uso extendido en la comunidad académica y su capacidad de análisis.

Compilar, comprobar y analizar la información de todo el país se traduce en una tarea de proporciones considerables, por lo que después de una reflexión profunda, hizo enfocar los esfuerzos a la región noreste del país, conformada por los Estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Dichas entidades son de gran tradición minera y aboleto industrial pero es escasa la información oficial disponible dentro de un esquema SIG, lo que se concluyó al ser comparada con otras fuentes de información, lo que hace necesaria una revisión, actualización y análisis de los datos del sector minero integrándolos en un Sistema de Información Geográfica.

### **1.3 Objetivos Generales.**

1. Establecer en un Sistema de Análisis Espacial para su análisis geomático, las bases de datos sobre minas y zonas de explotación más actualizada y completa disponible para los Estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila que conforman la Región Noreste de México, esta región, junto con la Península de Yucatán presentan el menor número de explotaciones mineras en el País.
2. Realizar un análisis de la información de producción, concesiones mineras, infraestructura petrolera y el medio físico para estructurar escenarios completos que cumplan 2 funciones: Definir nuevas zonas de oportunidad para la exploración minera en esa parte del país e identificar sitios de potencial conflicto ambiental o social.

### **1.4. Planteamiento de Hipótesis**

Se considera que los organismos gubernamentales como el Servicio Geológico Mexicano, instituciones educativas de amplia tradición minera como la Universidad de Guanajuato, así como instituciones internacionales de reconocida trayectoria como el United States Geological Survey (USGS) resguardan un amplio acervo cartográfico tanto digital como análogo, esta información se presenta habitualmente de manera aislada y en un contexto parcial.

El presente trabajo presenta un proceso de integración y análisis utilizando la información de sitios mineros, el entorno y producción existentes, integrándolo a un Sistema de Análisis Geoespacial para los 3 estados de la República que conforman el Noreste del país.

La hipótesis a comprobar en este estudio consiste en:

**“Evaluar la factibilidad de estructurar un Sistema de Análisis Geoespacial a partir de la fuentes públicas de información del sector minero utilizando la tecnología y software actual integrando los Sitios Mineros del Noreste de Mexico y considerar el análisis multicriterio para ubicar Presas de Jales, así como calificar el impacto causado por la Reforma Energética”**

## CAPITULO 1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA MINERÍA MEXICANA.

### Capítulo 1.1. Antecedentes

La riqueza minera de México fue la principal causa y pilar del descubrimiento, colonización y desarrollo del México prehispánico y colonial, siendo al día de hoy también parte fundamental en la vida de una gran cantidad de mexicanos.



Figura 1.1. Veta de Obsidiana en el Cerro de las Navajas.

Los indígenas precolombinos explotaron depósitos de mineral en muchas partes del país, como obsidiana en el Cerro de las Navajas en Hidalgo; cobre en Cerro del Águila en el estado de Guerrero, mercurio en Querétaro en la región del Fuerte de las Ranas y estaño en la zona de Taxco, Guerrero.

Después de la llegada de Colón al Continente Americano el 12 de Octubre de 1492, Fray Bartolomé de las Casas, en su obra “Historia de las Indias”, relata impresionado el paso de Colón y los tesoros llevados desde América cuando llega a la Ciudad de Barcelona, después de descubrir el Continente Americano en 1492:

*“Salió toda la gente y toda la ciudad, que no cabían por las calles, admirados todos de ver aquella veneranda persona ser de la que se decía haber descubierto otro mundo, de ver los indios y los papagayos, y muchas piezas y joyas, y cosa que llevaba, descubiertas, de oro, y que jamás no se habían visto ni oído. (De las Casas, 1875, Tomo I)*





Figura 1.2. Monumento a Cristóbal Colón en la Ciudad de Barcelona, España.

Una vez descubierta América, fue hasta 25 años después que el explorador español Francisco Hernández de Córdoba llegó por primera vez a territorio mexicano en la península de Yucatán, transcurriendo 4 años hasta que el 13 de Agosto de 1521, la capital del Imperio Azteca, Tenochtitlán cayó en poder de Hernán Cortés.

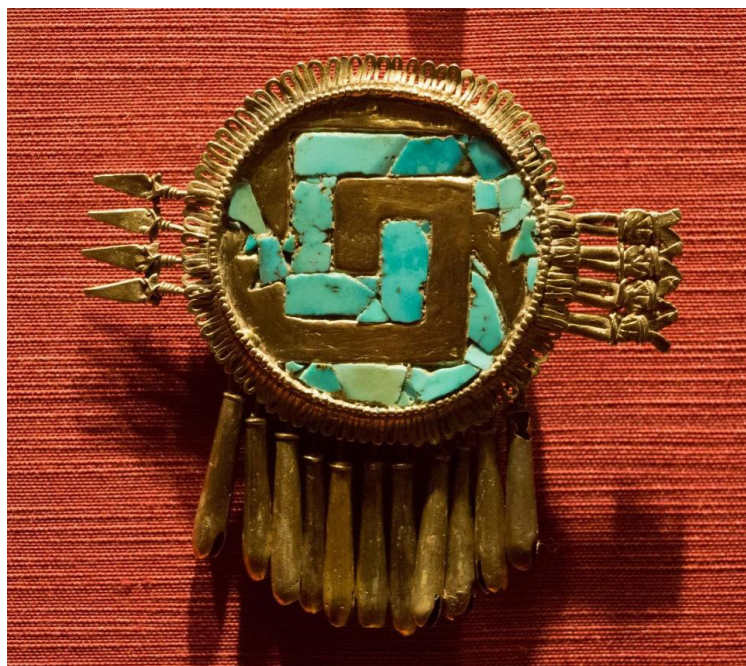


Figura 1.3. Chimilli (Escudo) de Yanhuatlán. Pieza Prehispánica Mixteca de Oro y Jade (Instituto Nacional de Antropología e Historia).

Una de las principales motivaciones del militar nacido en Extremadura, España fueron sin duda las riquezas de Oro y Plata que tenían los aztecas, según relata Bernal Díaz del Castillo en su obra “Historia Verdadera de la Conquista de la Nueva España”:

*“Como había fama y teníamos relación que en aquel aposento tenía Montezuma el tesoro de su padre Axacaya, sospechóse que estaría en aquella sala, y el Yánez lo dijo a Juan Velásquez de León y a Francisco de Lugo y aquellos capitanes se lo dijeron a Cortés, y secretamente se abrió la puerta cuando fue abierta, y Cortés con ciertos capitanes entraron primero dentro y vieron tanto número de joyas de oro y en planchas, y tejuelos muchos y piedras de chalchihuis y otras muy grandes riquezas, quedaron suspensos.”*

*“Después que tuvimos otras pláticas de buenos comedimientos, luego en aquella hora envió Montezuma sus mayordomos para entregar todo el tesoro de oro y riqueza que estaba en aquella sala encalada; y para verlo y quitarlo de sus bordaduras y donde estaba engastado, tardamos tres días, y aun para quitarlo y deshacerlo vinieron los plateros de Montezuma”* (Díaz del Castillo, 1632, Tomo I).



Figura 1.4. Lingote o “Tejo”, fundido por los soldados españoles de Cortés a partir de piezas aztecas, encontrado en Puente de Alvarado. (Museo Nacional de Antropología e Historia, México).

Con los dos ejemplos anteriores queda claro que una de las principales motivaciones de los conquistadores españoles, fue el encontrar los objetos del metal precioso o al menos, los sitios de dónde estos provenían, siendo leyendas como las 7 ciudades de Cíbola ó El Dorado (Cabeza de Vaca, 1542), motivos que hicieron que los colonizadores españoles se aventuraran en los territorios de la Nueva España.

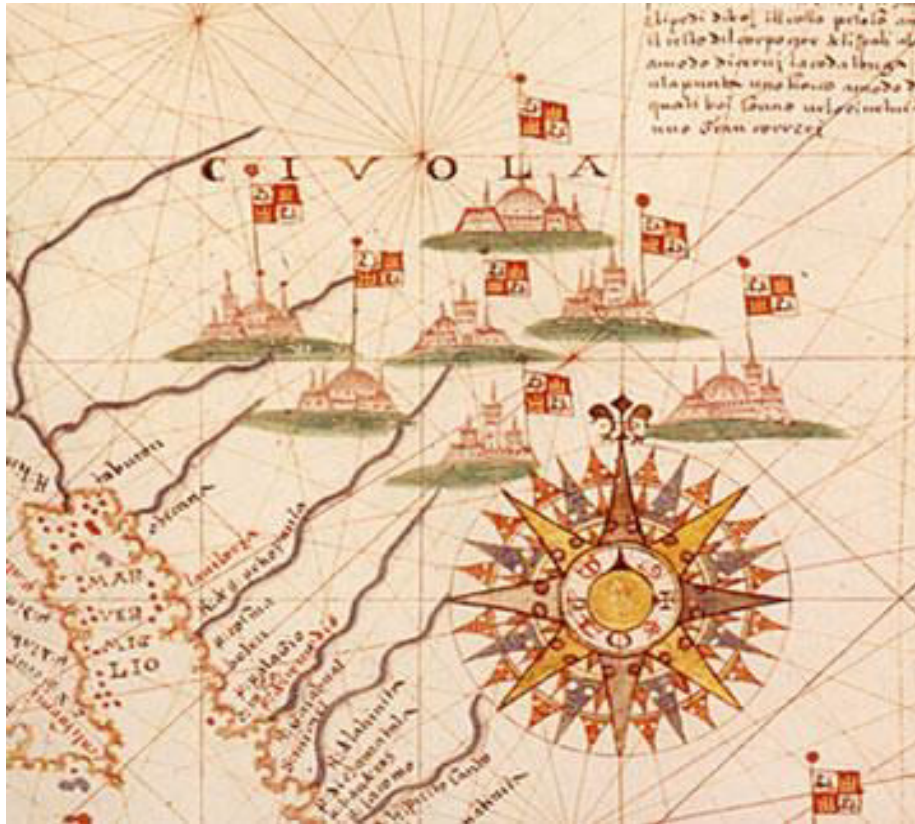


Figura 1.5. Mapa Antiguo con las 7 Ciudades de Cíbola. (Joan Martines, 1578)

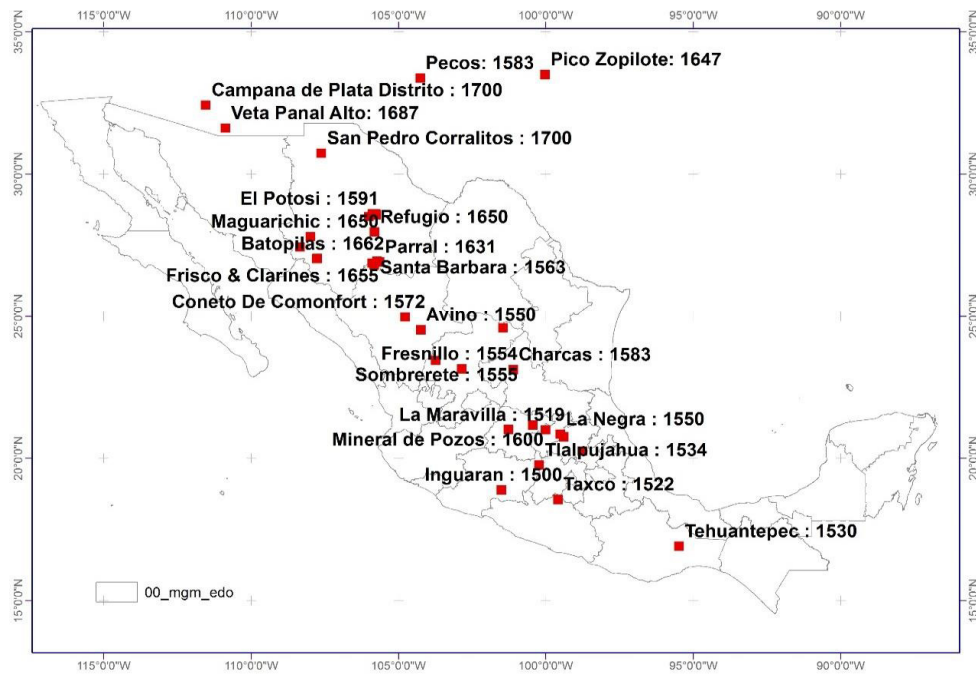


Figura 1.6. Principales sitios mineros descubiertos previo al año 1700 en la Nueva España, los exploradores españoles buscaban sobre todo Oro y Plata. (Elaborada por el Autor).



Figura 1.7. Región Noroeste de México. Extracto del Nuevo Mapa de Norteamérica (Carver, 1781).

Como resultado de los descubrimientos mineros a mediados del siglo XVI en el centro del País: Zacatecas, Guanajuato y Durango, la fiebre por encontrar más yacimientos de mineral se detonó hacia el Noreste y Noroeste de la República, lo que propiciaron la fundación de nuevas provincias como: Nueva Extremadura, La Guadiana y Nuevo Santander.

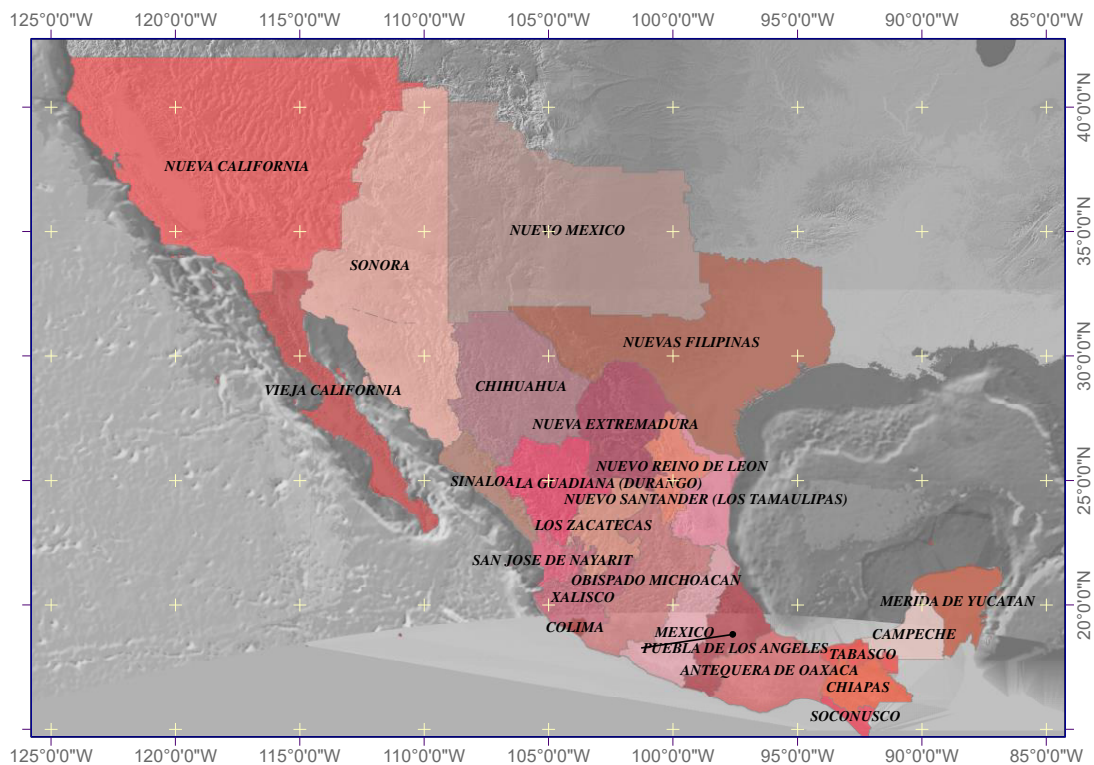


Figura 1.8. División Política de la Nueva España hacia 1760. (Elaborada por el Autor, basado en 2012, O’Gorman, Historia de las Divisiones Territoriales de México).

## Capítulo 1.2. Camino Real de Tierra Adentro.

Existe un eje de desarrollo del Centro y Norte de la Nueva España cuyo fin era suministrar recursos para esos centros mineros y a su vez trasladar los productos minerales (en específico el impuesto perteneciente al Rey, denominado Quinto Real) a los centros económicos como la Ciudad de México.

Este eje denominado Camino Real de Tierra Adentro o Ruta de la Plata recorría más de 2,700 kms y empezaba en el Zócalo de la Ciudad de México y terminaba en Santa Fé, Nuevo México, fue la columna vertebral del desarrollo de la Nueva España y declarado en 2010 como Bien Cultural de la Humanidad por la UNESCO. (Hernández Osorio, 2015)

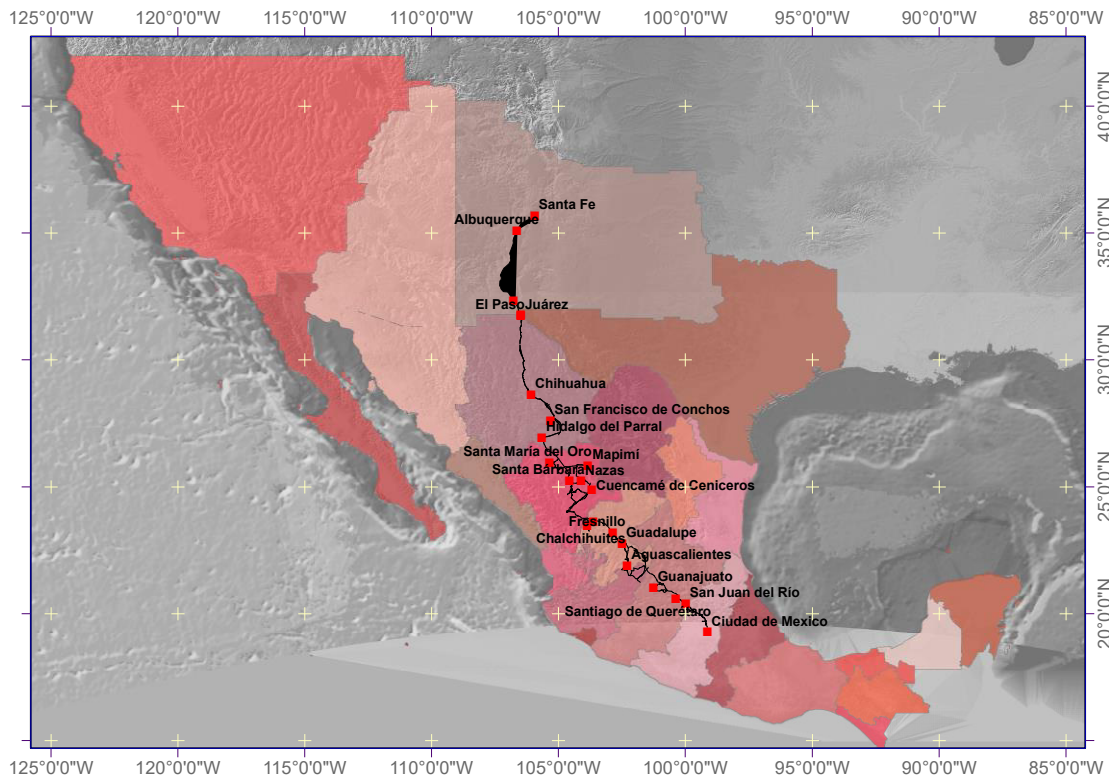


Figura 1.9. Trazo del Camino Real de Tierra Adentro. (Elaborada por el Autor con datos de la UNESCO).

Para poder garantizar el éxito de las empresas mineras, no sólo se requería la existencia de los yacimientos, sino que se añadían 3 razones que hacían más atractiva su explotación:

- la mano de obra indígena barata,
- la demanda por el mineral y
- los métodos de extracción y beneficio que estaban comenzando a ser más efectivos.



Figura 1.10. Placa en la Hacienda del Canutillo, Durango Camino Real de Tierra Adentro. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Placaloscuatillosunesco.JPG>

Según la Estadística Histórica de INEGI, entre la caída de Tenochtitlán y la Independencia de México (1521 a 1821), se produjeron 182,065 Kilos de Oro y 53,496 Toneladas de Plata. Para ponerlo en contexto: tan sólo en el año 2015, se produjo en el país la misma cantidad de Oro (184,759 kilos) producido en los 300 años de la Colonia y respecto a la Plata en tan sólo 15 años, entre 2000 y 2015 (55,456 toneladas) se igualó el volumen producido en los 3 siglos de la Colonia Española. (INEGI, 1994).

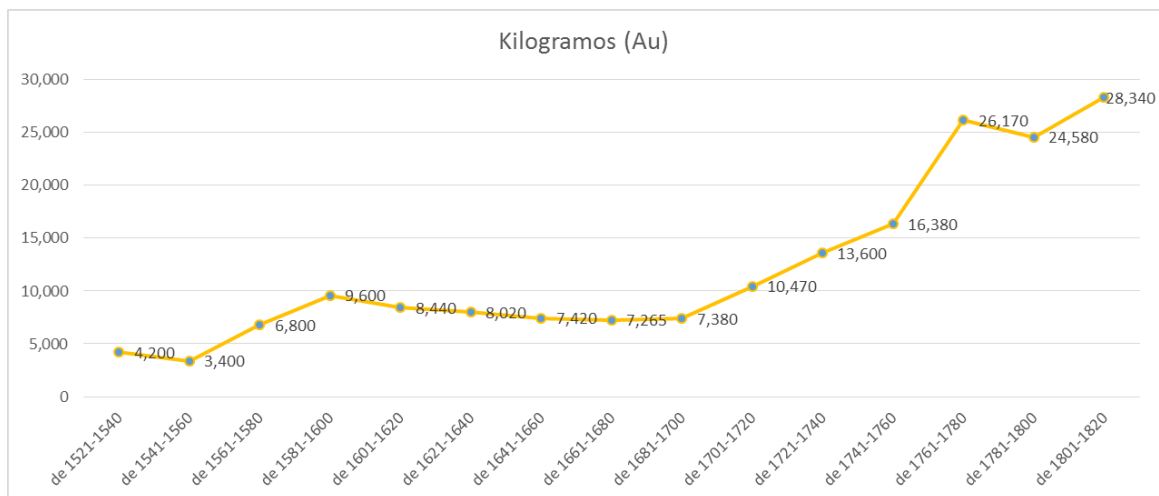


Figura 1.11. Producción de Oro en la Nueva España. (Elaborada por el autor con datos de Estadística Histórica de INEGI, 1994, Tomo I, Minería).

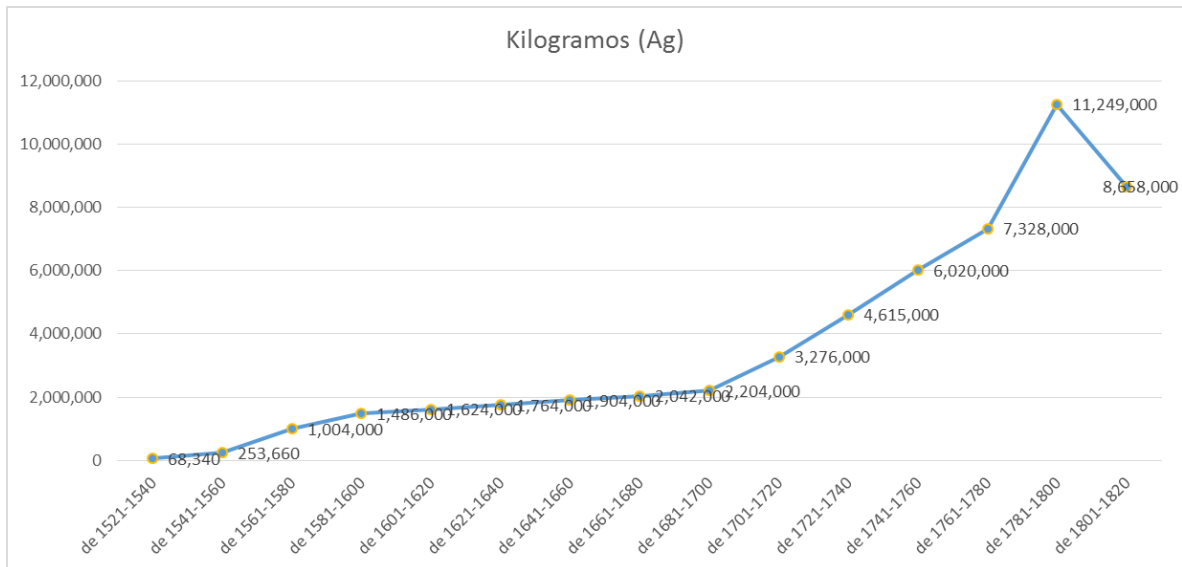


Figura 1.12. Producción de Plata en la Nueva España (1521 A 1820). (Elaborada por el Autor con datos de la Estadística Histórica de INEGI ,1994, Tomo I, Minería).



Figura 1.13. Moneda de 8 Reales de plata acuñada por la Casa de Moneda de la Ciudad de México en 1749. ([http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-488719168-moneda-mexico-8-reales-1749-plata-columnaria-excelente-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-488719168-moneda-mexico-8-reales-1749-plata-columnaria-excelente-_JM))

La información de la producción mineral en la época de la Nueva España proviene de la red de 23 Cajas Reales que administraba los intereses fiscales de la Corona en la Nueva España.

De hecho en 1501 sólo diez años después del primer viaje de Cristóbal Colón, los Reyes Católicos ordenaron el establecimiento de Cajas Reales como el sistema formal para recabar los impuestos y el tributo para asegurar la parte que les

correspondía de la riqueza producida en el Nuevo Mundo. (Boix,1841). Las cajas reales aumentaron su número y actividad conforme España fue extendiendo su dominio sobre nuevas regiones de la Nueva España.

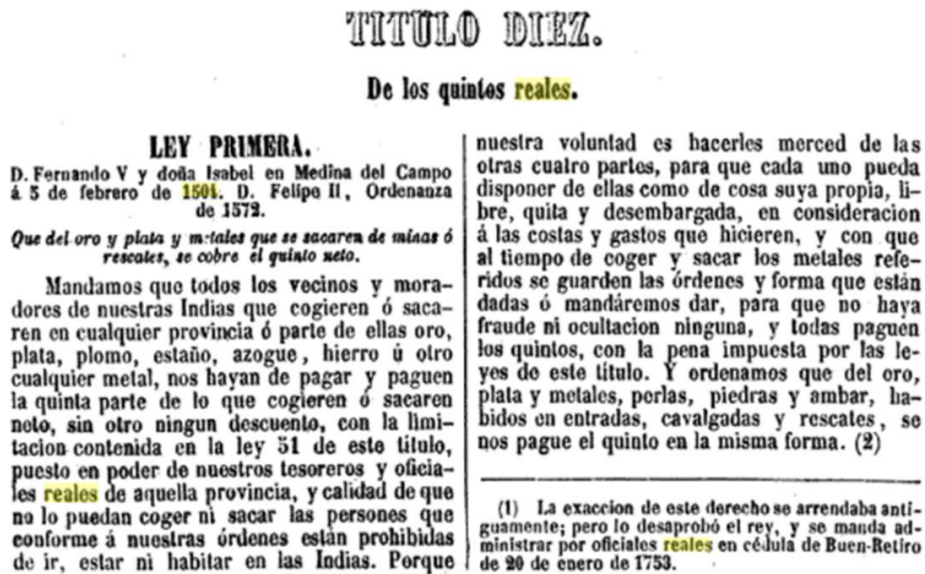


Figura 1.14. Extracto sobre los “quintos reales” de la Recopilación de Leyes de los Reinos de las Indias del Rey Carlos II (Boix, 1841)

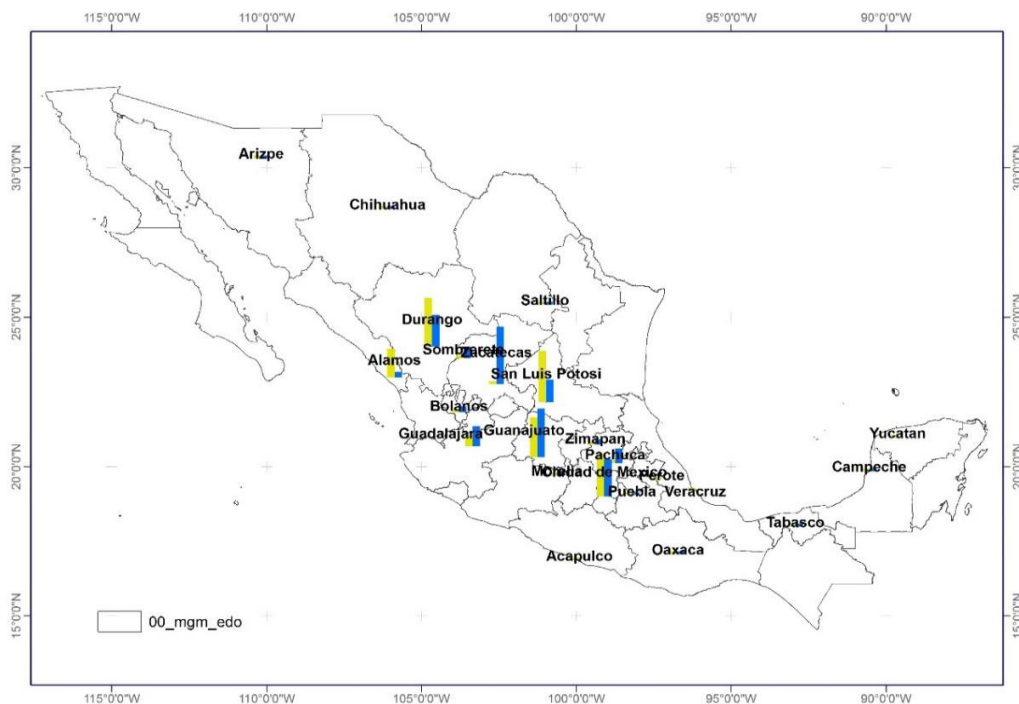


Figura 1.15. Ubicación de las 23 Cajas Reales dentro del territorio novohispano, así como la producción de Oro y Plata en cada una de ellas durante los 3 siglos de la Colonia Española. (Te Paske, 1986).



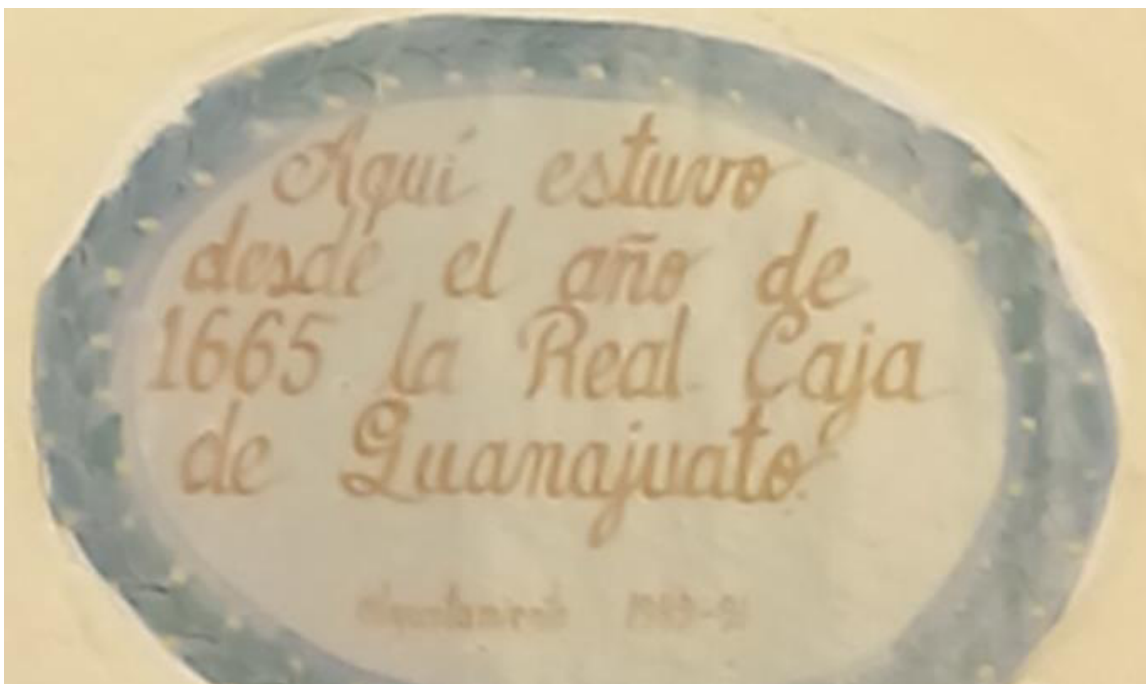


Figura 1.16. Aspecto actual de la Caja Real de Guanajuato, establecida en 1665.(Fotos del Autor)

Aunque las 23 cajas recopilaban y registraban administrativamente la riqueza minera que producía el país (Te Paske, 1986), hasta que Don Fausto de Elhúyar (descubridor del tungsteno, fundador del Real Colegio de Minería y constructor del Palacio de Minería de la Ciudad de México), fue nombrado en 1786 como Director General de Minería en la Nueva España cuando personalmente se encargó de visitar los Reales de Minas principales del país que se estandarizó la contabilidad de ellos. A partir de esos datos se generó el primer inventario de minas en el actual México. (Tamayo, 1943)

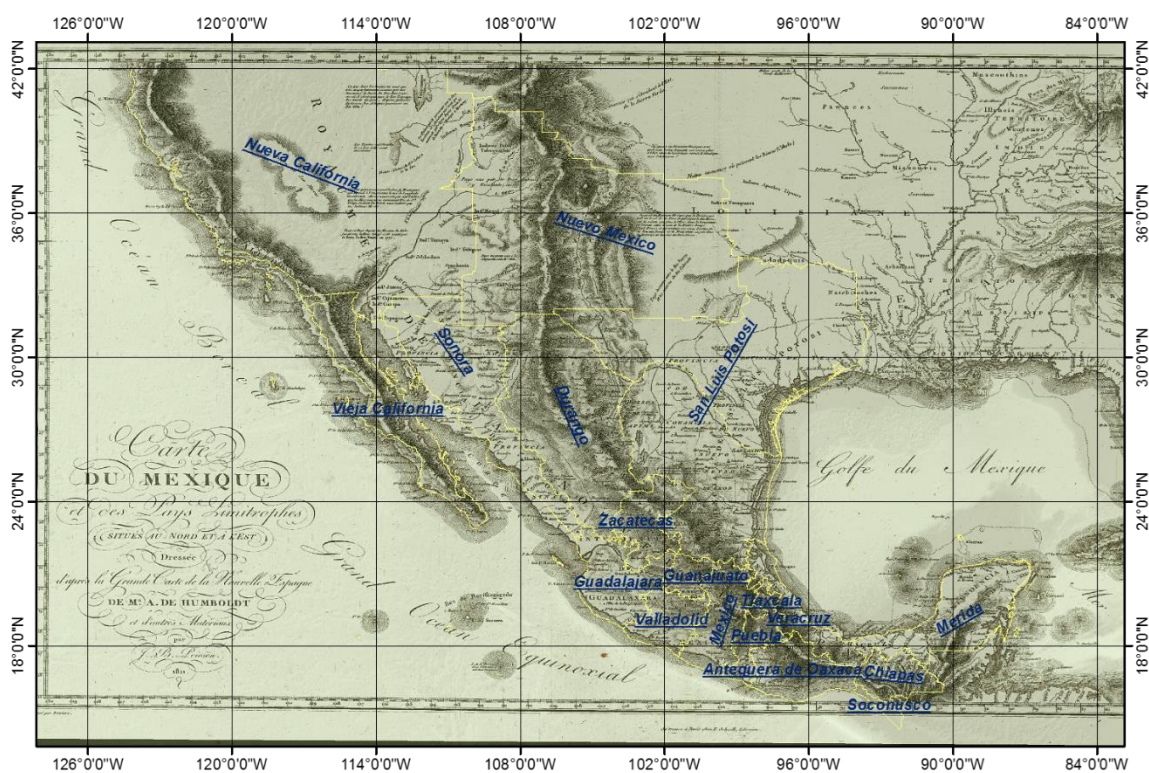


Figura 1.17. “Mapa de México y de los Países confinantes situados al Norte y al Este reducido de la grande mapa de la Nueva España” incluido en “Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España” de A. Humboldt (1811), georreferido y con los límites de lo que sería actualmente la Nueva España. (Edición realizada por el Autor).

Dicha información fue retomada por el barón Alexander Von Humboldt en su viaje a la Nueva España alrededor de 1803, quién afirmó que en esa fecha existían alrededor de 3 mil minas agrupadas en 500 Reales de Minas, de los cuáles dejó constancia de 337 en su obra Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España (1811, Von Humboldt, Libro IV capítulo XI). Un ejemplo de un Real de Minas es Guanajuato, que congregaba minas tan importantes como Rayas, Valenciana y Cata.

La apertura para este tipo de estudios por parte del Reino Español, fue resultado de las llamadas Reformas Borbónicas iniciadas cuando Felipe V, de la Casa de los Borbones, sucedió a Carlos II, el último de los reyes de la Casa Habsburgo en 1700.

Estas reformas incluyeron entre otras la expulsión de los Jesuitas el 2 de Abril de 1767, el sometimiento del poder eclesiástico al rey, la apertura del comercio entre las colonias españolas, el fin del monopolio del azogue (el mercurio, elemento esencial para el proceso de beneficio denominado de patio), así como la organización del territorio novohispano en Intendencias. (Ochoa, 2012).

Cabe destacar el párrafo con el que termina la declaración de expulsión de los jesuitas: *y pues de una vez para lo venidero deben saber los súbditos del gran Monarca que ocupa el trono de España, que nacieron para callar y obedecer y no para discurrir ni opinar en los altos asuntos del gobierno.*” (Bando del marqués de Croix, 1767)

En Pátzcuaro, Guanajuato, San Luís de la Paz y San Luís Potosí se registraron motines por la expulsión de los jesuitas, mismos que serían reprimidos duramente, y fueron en buena medida antecesoras y detonantes del proceso de independencia de la Nueva España y de las demás Colonias españolas.

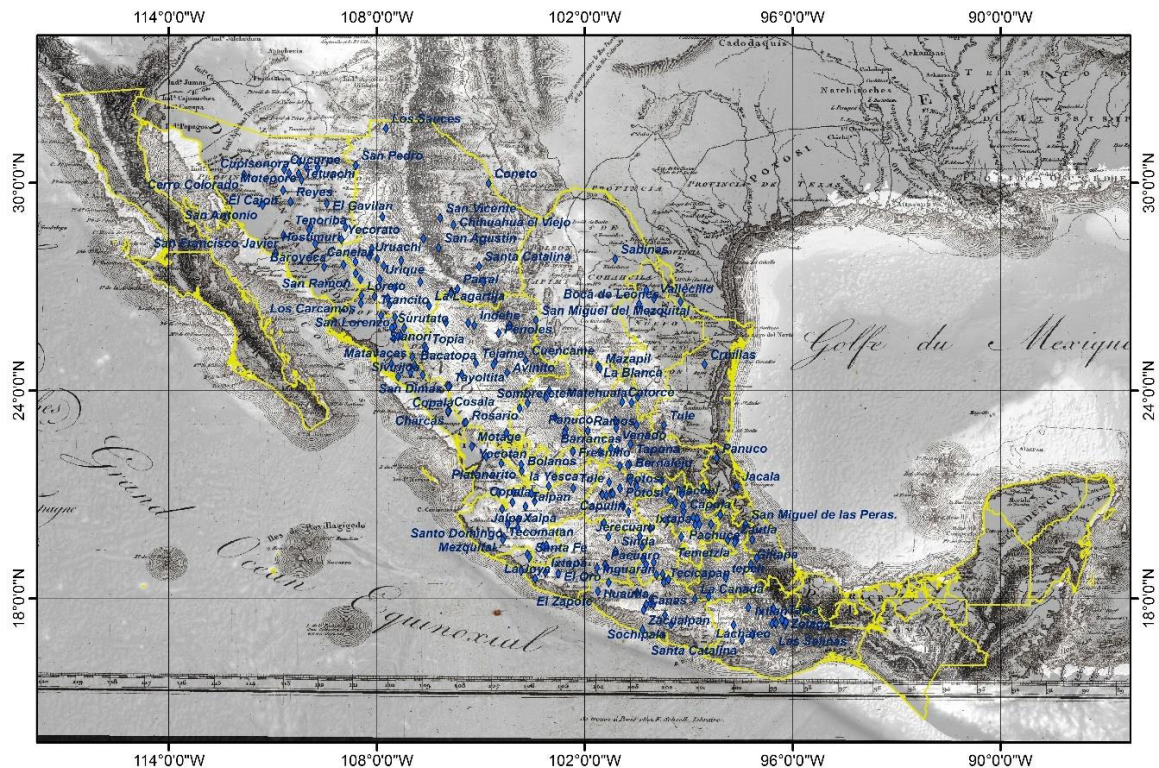


Figura 1.18. 377 Reales de Minas identificados geográficamente a partir de los datos de Elhúyar y Von Humboldt (1811).

### Capítulo 1.3. Colonización Minera.

En el Noreste del país, la minería también fue la actividad detonante de la colonización española, entre otros autores el fundador de Monclova Capitán Alonso de León describe en sus obras publicadas en 1649 que en el Nuevo Reino de León existían muchos minerales de Plata y Plomo, destacando la abundancia del plomo con trazas de plata existentes en San Gregorio Magno fundada en 1577, lo que hoy es Cerralvo, que fue la primer Capital de la Provincia del Nuevo Reino de León, así como el Real de las Salinas y el Cerro de las Mitras. (De León, 1909)

Los asentamientos que primero se fundaron en el Estado de Nuevo León fueron por orden cronológico: las Minas de San Gregorio Magno (Cerralvo) en 1577, Santa Catarina en 1596, El Carmen en 1614, Mineral de San Pedro de Boca de Leones (Villadalma) en 1688, Real de Santiago de las Sabinas en 1693, Real de Minas de San Carlos de Vallecillo (1766), así como el descubrimiento en 1787 de la Mina de Plata “La Iguana”, en 1799 en Vallecillo se denunciaron alrededor de una decena de minas, y por esas mismas fechas, en el Real de la Boca de los Leones se descubrió un manto de Plata de alta Ley.

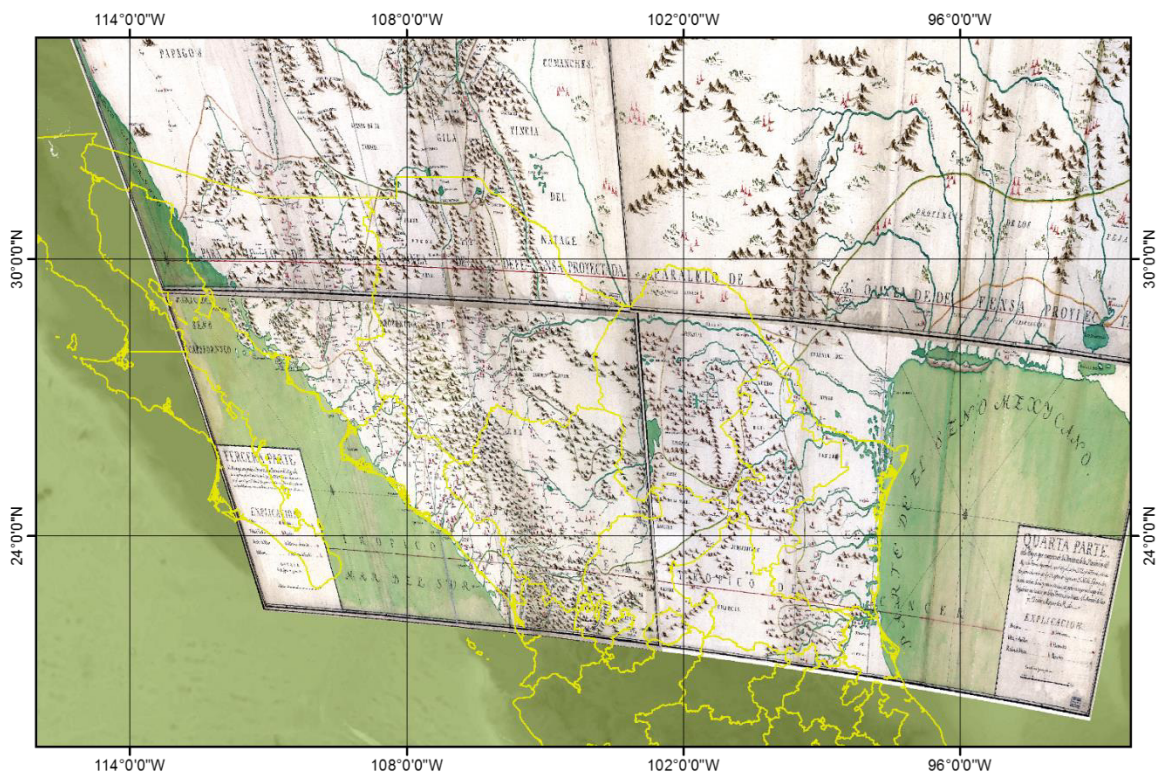


Figura 1.19. Mapa preparado por Joseph de Urrutia en 1769, del Real Cuerpo de Ingenieros, por encargo del Rey de España Carlos III, como resultado de la inspección de los Presidios, expedición que abarcó desde California hasta Florida, elaborado y georreferenciado por el autor.

Hausberguer sostiene que en los centros mineros pequeños y medianos en la época colonial, principalmente en los del Norte de la Nueva España existieron factores como las grandes distancias a las principales ciudades novohispana dónde se efectuaba el comercio (Hausberguer, 1999), que encarecían los fletes de los insumos como el azogue y la mano de obra, por lo que la explotación minera para ser rentable necesitaba enfocarse en las vetas de muy alta ley cerca de la superficie, principalmente de oro.

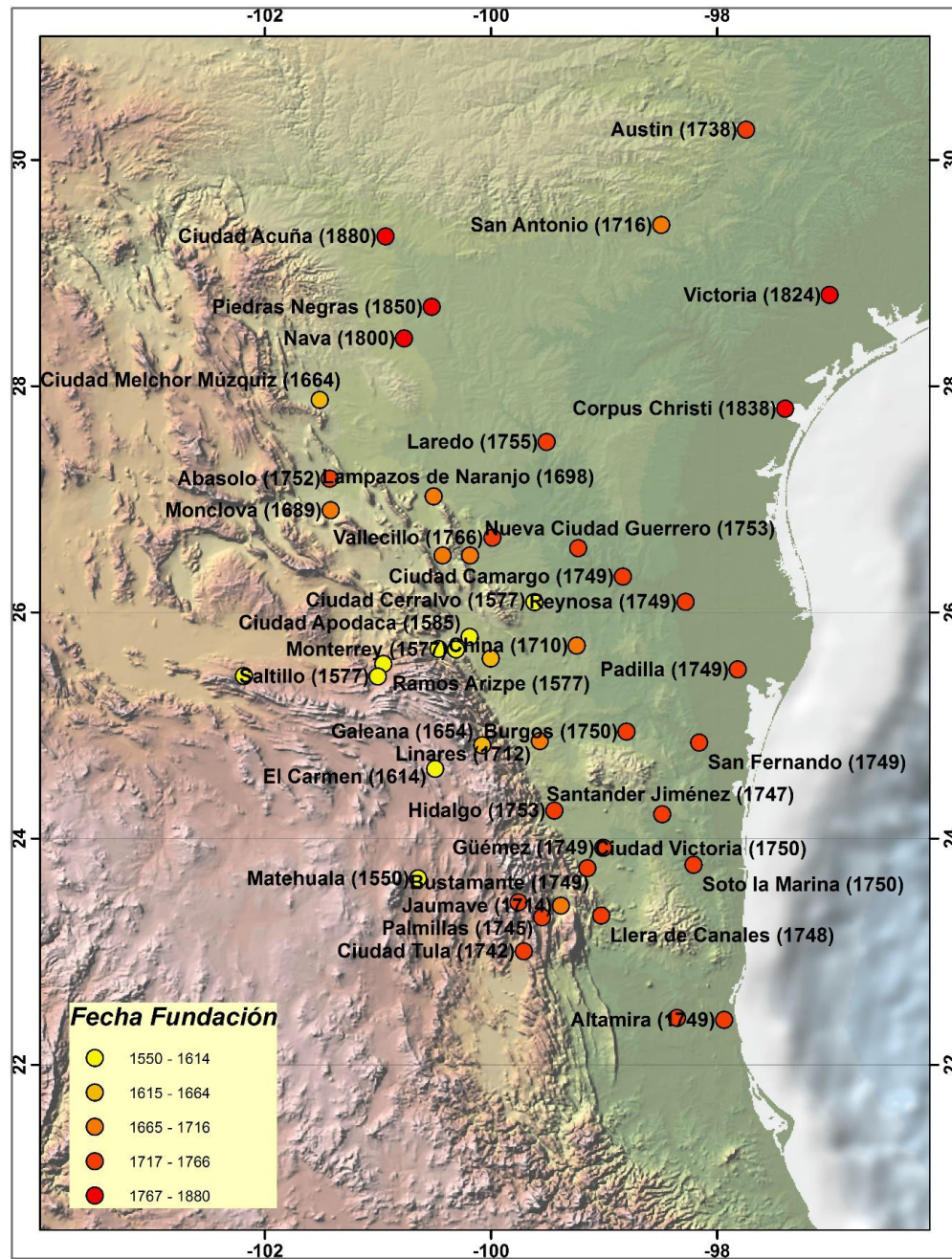


Figura 1.20. Principales Localidades fundadas a principios de la Colonia en el Noreste de México y Texas.

La casa de moneda de Guanajuato acaparaba la producción pero le seguían en producción las casas de Moneda de Durango y San Luis Potosí, que por su ubicación geográfica concentraban lo producido en los reales de minas situadas al extenso norte de las citadas ciudades.



Figura 1.21. Antigua Casa de Moneda, también llamada de las Cureñas, Cerralvo, Nuevo León.  
([www.inafed.gob.mx](http://www.inafed.gob.mx)).

El historiador Eugenio del Hoyo indica que en los alrededores de Cerralvo, Nuevo León existieron cerca de 220 minas, (Del Hoyo, 2005) de la cual el Díez de la Calle mencionaba que eran tan ricas que aun habiendo pocos lugares para beneficiar, se “habían sacado y marcado más de 42 mil marcos de plata y más de cincuenta mil quintales de plomo y 300 de greta”. De acuerdo a los valores actuales, esto significaba 9,600 Kilos de plata y 2,300 toneladas de Plomo.

Las causas por las que no se instaló minería a mayor escala en la Región Noreste en los siglos XVI y XVII, fue debido a 3 factores:

1. la abundancia era de mineral de plomo y greta, no de plata.
2. Los nativos de la zona nunca pudieron disciplinarse al trabajo duro de las minas,
3. El método de amalgamación requería el uso del azogue, que lo hacía sumamente costoso por el transporte desde el centro de la República.

En Coahuila los primeros intentos de colonización no tuvieron éxito, siendo los primeros de importancia ubicados en la denominada Nueva Almadén, la hoy Monclova.



Figura 1.22. En sus orígenes Monclova y Monterrey se fundaron como Presidios, construcciones que servían como fortalezas para protegerse de las incursiones de los nativos, a semejanza del fuerte de San Juan de Ulúa en Veracruz, cuya iconografía así lo recuerda.  
(Plano de Urrutia, 1769, Biblioteca del Congreso USA).

La presencia de grupos indígenas hostiles requería colonizar utilizando los denominados Presidios, de los que existieron alrededor de 50 en todo el Norte del País.

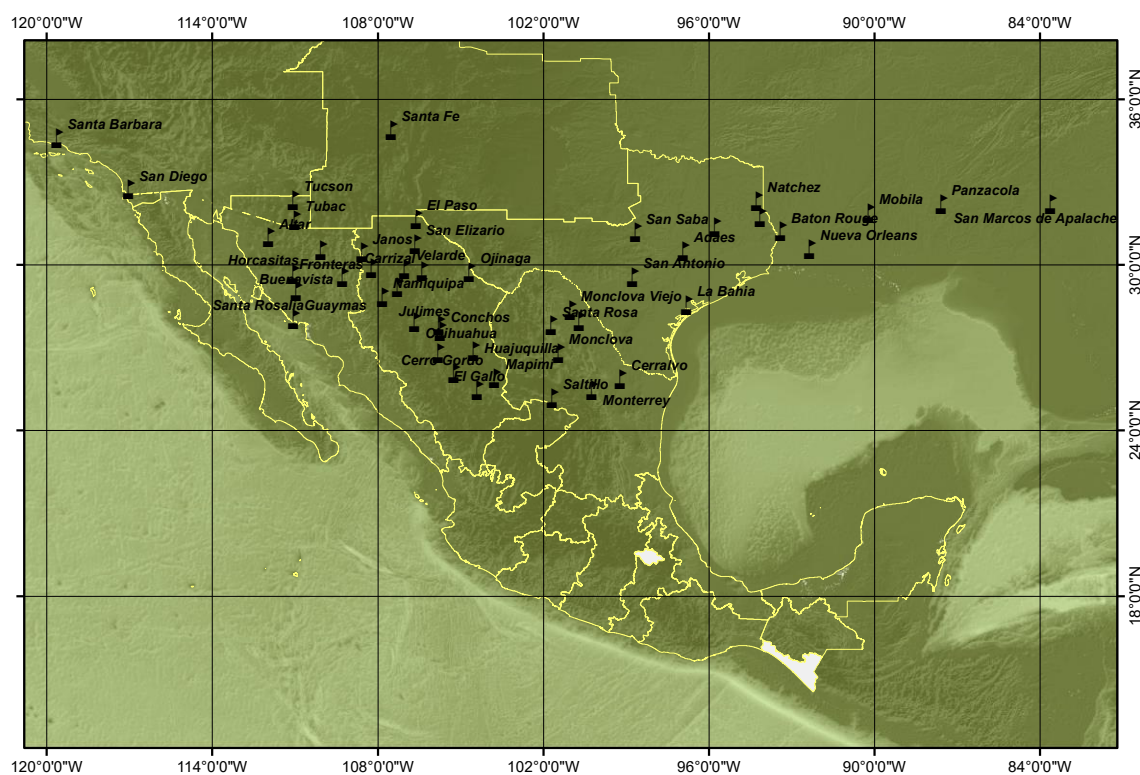


Figura 1.23. Ubicación de los 50 presidios ubicados para colonizar los territorios del Norte de la Nueva España.

Fue en el Siglo XIX, que la minería de la Zona Noreste del País, empezó a resurgir, pues Simón de Herrera, en un estudio sobre Nuevo León, comenta que en la Sierra Madre se sabía de la existencia de alabastro y que se suponía la existencia de yacimientos de carbón de piedra, debido a la abundancia de pizarras.

Las condiciones principales que detonaron el impulso de la minería en esta zona, se refiere a los cambios en las legislaciones mineras de los años 1887 y 1892, la alta demanda internacional de los metales para la Industria como el plomo, el zinc, el cobre y el hierro y principalmente al amplio desarrollo del ferrocarril en el Noreste del País, (Capasso, 2007) lo que hizo que yacimientos en zonas de acceso sumamente difícil anteriormente, pudieran usar la tecnología y maquinaria de Estados Unidos, así como sacar el mineral de forma relativamente barata.

Entre la última década del siglo XIX y la década de 1900 a 1910 se constituyeron alrededor de 400 compañías para la explotación minera situadas en 9 centros de producción.

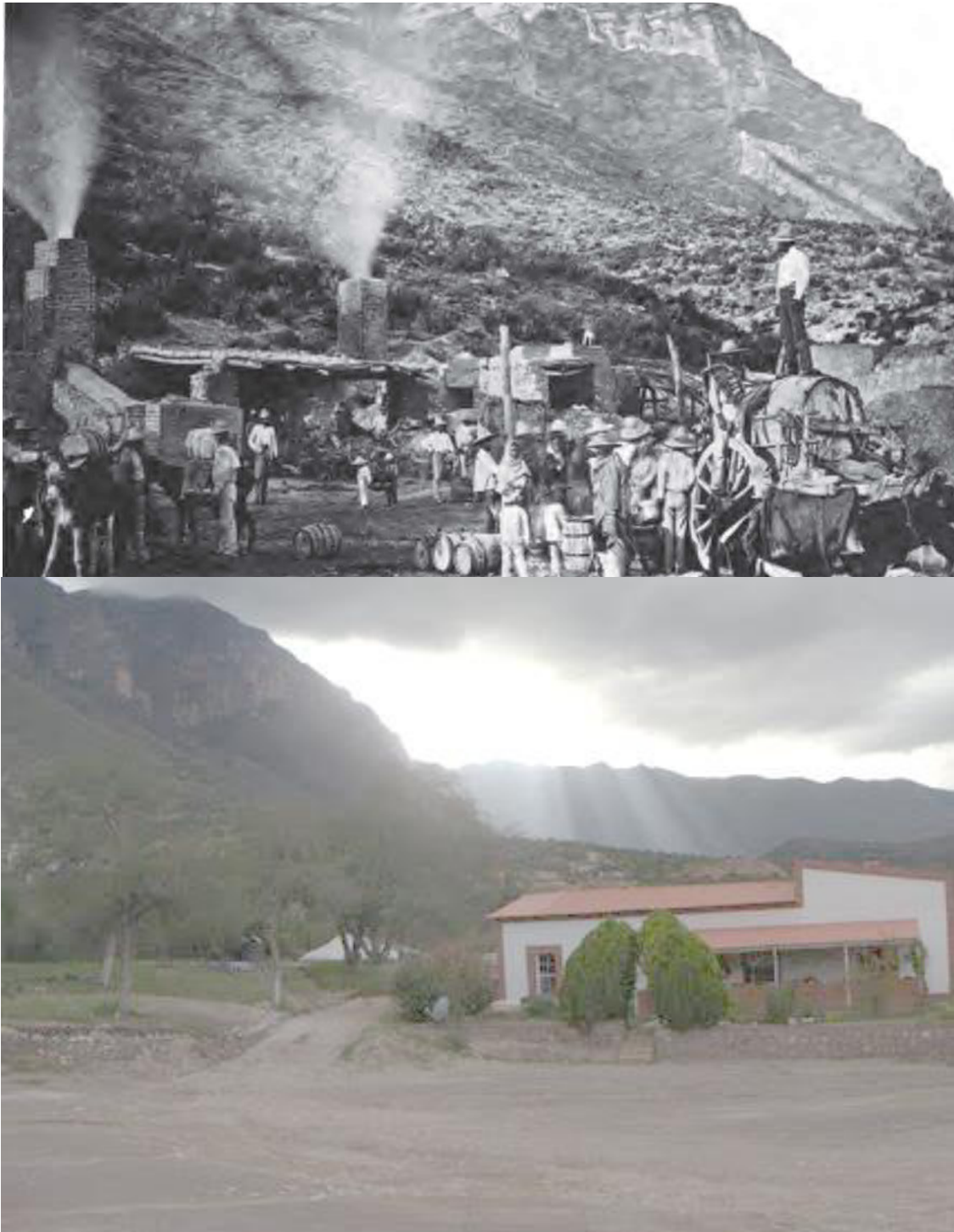


Tabla 1.1 Principales Centros Mineros de Noreste, Siglo XIX.

No.	Centros Mineros	Mineral
1	Lampazos	Plomo, Hierro, Zinc, Cobre
2	Cerralvo	Plomo, Cobre
3	Villaldama	Plomo, Cobre, Zinc
4	Monterrey	Plomo, Cobre, Zinc
5	Vallecillo	Plomo, Zinc
6	Santa Catarina	Plomo, Cobre, Zinc
7	Monclova	Plomo, Hierro, Cobre
8	Sierra Mojada	Plomo, Cobre, Zinc
9	Ramos Arizpe	Plomo, Cobre, Zinc



Figura 1.24 Acción de Sociedad Minera en Sierra Mojada, Coahuila del año 1907.(www.archivohistoricomadero.org/)



Figuras 1.25 y 1.26. Mina denominada “La Parreña” foto de 1884 y foto actual, en las inmediaciones de Sierra Mojada, Coahuila. (Créditos: andresrcm)

El apogeo de la Industria Minera - metalúrgica en el Noreste del país fue impulsado indirecta pero poderosamente por el denominado “Arancel Mac Kinley”, (Hernández, 2002) que fue aprobado por el Congreso de los Estados Unidos en 1890.

Este arancel cargaba con impuestos los metales no beneficiados que se importaban a los Estados Unidos, por lo que era necesario refinarlos antes de pasar por la frontera y fue la razón por la que se instalaron las grandes fundidoras en Monterrey, ASARCO en 1890, Peñoles en 1890 y La Fundidora en 1900, (Rodríguez, 2015) para procesar el mineral.

Lo anterior tiene otra importante consecuencia en la Industria Minera del Noreste del País, pues para abastecer a la industria siderúrgica de Monterrey y de Monclova era fundamental la industria carbonífera, que se estructuró alrededor de los yacimientos de carbón de la Cuenca de Sabinas, siendo las localidades principales de la “la región carbonífera” los pueblos de Nueva Rosita, Sabinas y Múzquiz agregándose posteriormente las localidades de Piedras Negras y Nava.

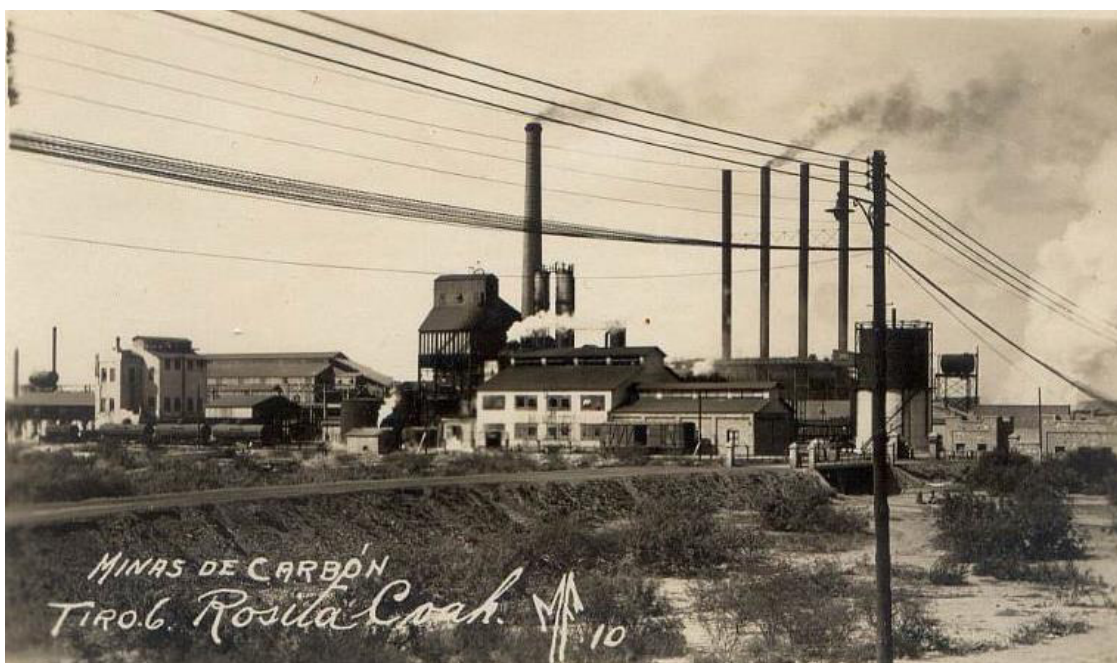


Figura 1.27. Minas de Carbón de Nueva Rosita (Circa 1900).

La existencia de carbón en la región de Sabinas, específicamente en el área de San Felipe el Hondo, se conocía desde 1850; pero hasta el Porfiriato se crearon las condiciones para su explotación.

En el reporte de 1904, “*Coahuila a Brief Statistical Statement to make the state known in the Present Universal Exposition of San Luis Missouri*” preparado por el Gobierno del Estado de Coahuila, mencionaban como principal ciudad minera en los estados del Noreste a Sierra Mojada, comentando que existían alrededor de 50

minas en ese sitio. Otros lugares como Pánuco, La Mula, Santa Rosa, Sierra del Carmen, Dolores, Baján y San Marcos producían juntas lo mismo que la región minera de Sierra Mojada por sí sola, unos 5 millones de pesos al año.



Figura 1.28. Entrada a minas en la región minera “El Diente”, foto a inicios de la década de 1900 y foto actual, al Suroeste de la Ciudad de Monterrey. (Foto: León Garcés y Rojas Sandoval: Minería en Nuevo León).

En conclusión se pueden diferenciar 2 períodos históricos para la Minería en el Noreste del país:

- La primera en los siglos XVI y XVII, que al igual que el resto del país se enfocaba en los metales preciosos
- A partir del siglo XIX, se enfoca más en los metales industriales, que es cuando la minería en el Noreste del país se destaca.

Es entonces apegado a la realidad comentar que la trayectoria histórica de la minería en la zona de estudio del noreste del país, ha sido constante a través de los siglos por lo que la presencia de vestigios históricos de la misma es abundante en la geografía del territorio.

## CAPITULO 2. SISTEMAS DE ANALISIS GEOESPACIAL: Su recorrido en México.

### 2.1. Orígenes de los Sistemas de Información de Análisis Geoespacial.

Los Sistemas de Análisis Geoespacial también denominados Sistemas de Información Geográfica, reúnen 2 ciencias: una antigua como la Geografía, y otra de finales del siglo XX, como es la Tecnología de la Información.

La definición de geografía proviene del griego que significa: “descripción o estudio de la Tierra”. Por otro lado la ciencia de Tecnología de la Información se describe como: "Las herramientas y métodos empleados para recabar, retener, manipular ó distribuir información”.

La tecnología de la información se encuentra pues asociada con las computadoras y las tecnologías afines aplicadas a la toma de decisiones.(Bologna y Walsh, 1997).

El término geomática fue acuñado a finales de los años sesenta del siglo pasado y se refiere a la integración de disciplinas científicas y de tecnología para el análisis, manejo, almacenamiento y despliegue de descripciones y localizaciones de datos espaciales, utilizando para ello técnicas como la percepción remota, el sistema de posicionamiento global y los sistemas de información geográfica.(CONABIO, 2012)

Por definición, un sistema de análisis geoespacial combina y analiza datos almacenados para crear información nueva, para representarse en mapas o resumirse en forma de registros tabulados para ser estudiados por el usuario y decidir si el modelo adoptado constituye una solución plausible.(INEGI, 2014)



Figura 2.1. Logos del Sistema Nacional y la Agencia de Inteligencia Geoespacial (GEOINT) pertenecientes a la Secretaría de Defensa del Gobierno de Estados Unidos.

La utilidad principal de un Sistema de Información Geográfica (SIG) radica en su capacidad para construir modelos del mundo real a partir de las bases de datos digitales y para utilizar esos modelos en la simulación de los efectos que un proceso natural o artificial produce sobre un determinado escenario.

Pero el concepto que está tomando más fuerza y que a juicio del autor del presente trabajo es más completa es la llamada GEOINT o Inteligencia Geoespacial: *“Inteligencia Geo-espacial es conocimiento accionable, un proceso y una profesión. Es la capacidad de describir, entender e interpretar, para anticipar el impacto humano de un evento o acción dentro de un ambiente espacio-temporal.*

*Es también la habilidad de identificar, recolectar, almacenar y manipular datos para crear conocimiento geo-espacial, a través de pensamiento crítico, razonamiento geo-espacial y técnicas analíticas. Finalmente, es la habilidad para presentar conocimiento en una forma que es apropiada para un ambiente de toma de decisiones”* (Bacastow y Bellafiore 2009, pág. 40)

En Estados Unidos la Agencia Nacional de Inteligencia-Geoespacial (National Geospatial-Intelligence Agency) conocida como NGA, es una agencia del Gobierno de Estados Unidos que recopila, analiza y distribuye información de inteligencia geoespacial (GEOINT) para la defensa nacional de los Estados Unidos. La NGA era antes la National Imagery and Mapping Agency (NIMA) y es clave en la Comunidad de Inteligencia de Estados Unidos (United States Intelligence Community).

La Inteligencia Geoespacial (Geospatial Intelligence, GEOINT abreviado) es la confluencia entre ciencias geoespaciales (Geographic Science, GIScience y Geographic Information Technology, GIT) con otras informaciones de inteligencia cuyo análisis permite priorizar decisiones.

Como disciplina GEOINT basa sus acciones en el comportamiento de la gente y sus actividades sobre el espacio geográfico. Así, puede generar información que va cambiando y adaptándose al transcurrir del tiempo. GEOINT no se centraría solo en aplicaciones de defensa, seguridad o inteligencia, sino que ya está aplicándose también al mundo de la ingeniería, la mercadotecnia, los recursos naturales y hasta ayuda humanitaria. GEOINT proporciona conocimientos del lugar generados en el espacio y el tiempo para ofrecer ventajas sobre la toma de decisiones.

La construcción de modelos constituye un instrumento muy eficaz para analizar las tendencias y determinar los factores que las influyen así como para evaluar las posibles consecuencias de las decisiones de planificación sobre los recursos existentes en el área de interés.

Las **capacidades básicas** de un sistema de análisis espacial abarcan las siguientes habilidades:

- a) Medición de distancias y áreas,
- b) Análisis de proximidad (buffers),

- c) Operaciones de disolución y fusión de entidades SIG.
- d) Superposición y análisis de 2 o más capas de información geográfica.
- e) Integración y consulta de bases de datos
- f) Análisis de redes.

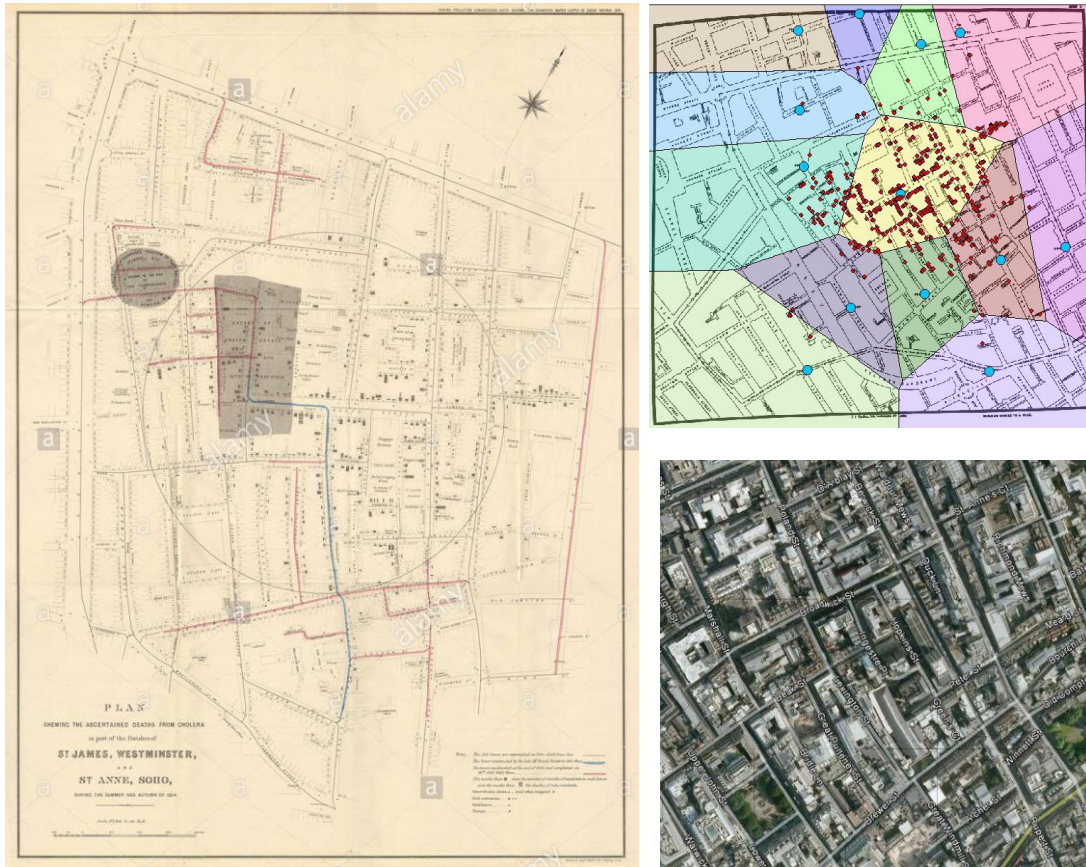


Figura 2.2. Mapa del Soho con el área de influencia del cólera señalado mediante polígonos de Thiessen del Dr. John Snow. ("Deaths From Cholera" outbreak in Soho, London in 1854. John Snow, 1874 map / Antiqua Print Gallery / Alamy Stock Photo).

Son 4 los puntos fundamentales del análisis geográfico:

1. *Sobreposición e interacción de capas de información,*
2. *Realizar mediciones y consultas.*
3. *Introducción de nuevos datos mediante digitalizaciones y escaneos de datos.*
4. *Toda la información es ubicada en un sistema de coordenadas congruente.*

Al día de hoy, esos principios siguen siendo la piedra angular de cualquier sistema de análisis geoespacial.

El primer ejemplo del uso de información geográfica para resolver un problema práctico está documentado con el caso del médico inglés John Snow en 1854,

cuando analizó una epidemia de cólera que provocó cerca de 700 fallecimientos en el barrio Soho en la ciudad de Londres, que se debía al agua consumida de los pozos contaminada con heces, y los casos de esta enfermedad se agrupaban precisamente alrededor de esos pozos.

El antecedente integrado más significativo con el uso de tecnología de la información y la geografía, es el Sistema de Información Geográfico de Canadá, realizado en la década de 1960 (Buzai, 2009), enfocado principalmente en el manejo de los recursos naturales, en particular el forestal, cuyo ideólogo e impulsor es el Doctor Roger Tomlinson, considerado “El Padre de los SIG”.

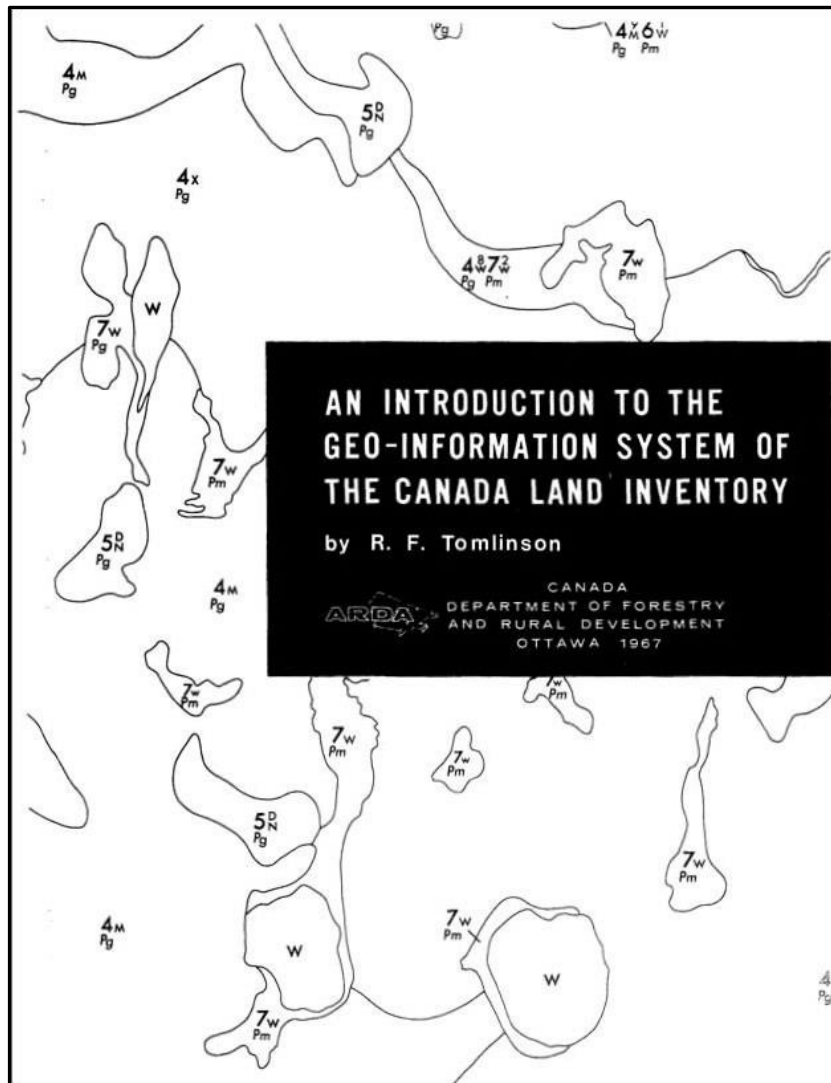


Figura 2.3. Portada de “An Introduction to The Geo-Information System of the Canada Land Inventory”. Doctor Roger Tomlinson, 1967.





Figura 2.4. Doctor Roger Tomlinson, en su visita a la Universidad de Guanajuato, Unidad Belén, en Marzo del 2011. ([www.ugto.mx](http://www.ugto.mx)).

Posteriormente, en los años alrededor de 1970 se crea el Laboratorio de Análisis Espacial de la Universidad de Harvard, de la que surgen figuras del análisis geográfico como Jack Dangermond, fundador de ESRI (Environmental Systems Research Institute), compañía desarrolladora de los programas Arc View y ArcGis, así como Bruce Rado, diseñador del software ERDAS y David Sinton, impulsor de otra empresa líder en este campo como Intergraph.

## 2.2 Sistemas de Información Geográfica en México.

En México y en general en América Latina, el desarrollo en el uso de los Sistemas de Análisis Geoespacial tardó casi una década y media, puesto que hasta mediados de los 1980, se empezó a notar su influencia.

De ese momento a la actualidad, en México se pueden separar 3 etapas muy definidas del desarrollo de estos Sistemas:

1. **Mediados de la década de 1980 hasta 1995**, se usaron muy puntualmente los Sistemas de Análisis Geoespacial, debido a que sólo tenían acceso a ellos los líderes de investigación universitaria o contados departamentos de empresas, ya que eran paquetes de software bastante caros y pocas personas tenían los conocimientos necesarios para su manipulación.
2. **De 1995 al 2001**, la creciente capacidad económica y necesidad técnica de grupos académicos y empresas, la cada vez mejor preparación de los cuadros, la simplificación de las interfaces de los softwares, además de los subsidios para proyectos que involucraban el uso de información georreferida por parte de organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial, hicieron posible la apertura en el uso de estos Sistemas generando con ella transferencia tecnológica.
3. **Del 2001 hasta la fecha**, la competencia entre los softwares comerciales, la entrada a los SIG del desarrollo de software libre, así como el incremento en la potencia del equipo de cómputo de los equipos personales, ha puesto literalmente al alcance de cualquier tipo de usuario esta tecnología, sin olvidar que cada vez existe una mayor cantidad de datos geográficos gratuitos o a un costo muy bajo.

Cabe citar aquí algunos casos de éxito que han tenido lugar en México:

1. INEGI
2. PEMEX-SICORI
3. SRA
4. SAGARPA-ASERCA
5. ESTACIÓN ERMEXS
6. CONABIO

### 2.2.1 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)



Figura 2.5. Códice Mendoza ó Mendocino (1541), Folio 2 recto: Fundación de Tenochtitlán.

En México hablar de geografía es hablar de nuestro orígenes como nación, pues como relatan los códices de Boturini, Sigüenza y Mendoza la historia temprana del pueblo azteca es en realidad un itinerario desde su lugar de origen denominado Aztlán, hasta un destino desconocido que será señalado por su dios, en este caso un águila devorando a una serpiente sobre un nopal, dicha historia es semejante a otro mito histórico como es el éxodo judío.

Nos referiremos en este apartado a los antecedentes cartográficos del siglo XX en adelante, pues abundar en la rica historia de la cartografía en México sería tema de otro estudio, sólo citaremos como antecesores los nombres de Humboldt, Urrutia, Antonio García Cubas, García Conde, Narváez, Mier y Terán así como Orozco y Berra.

En 1915 se crea la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, en esa fecha faltaba por planificar el 79% del territorio nacional, ya en 1919 publica el "Atlas de la República", a escala de 1: 5,000,000, en 1935 se transforma en la Dirección de Geografía, Meteorología e Hidrología.



Figura 2.6. Uso de Trípode de topografía extensible con Plancheta.

En 1939 fue creada la Comisión Geográfica Militar para realizar estudios de la Defensa Nacional relacionados con la Geografía, cambiando posteriormente de nombre como Servicio Geográfico del Ejército y después como Departamento Cartográfico.

En el Diario Oficial de la Federación del 2 de enero de 1956 se crea la Comisión Intersecretarial Coordinadora del Levantamiento de la Carta Geográfica de la República Mexicana, se conformó por las Secretarías y dependencias siguientes:

- Defensa Nacional,
- Agricultura,
- Comunicaciones y Transportes,
- Educación,
- Marina

- Petróleos Mexicanos,
- Banco de México,
- Universidad Nacional Autónoma de México
- Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística.

A raíz de la necesidad del gobierno federal por contar con información geográfica confiable para la planificación rural, se creó en 1968 la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAP), directamente a cargo de la Secretaría de la Presidencia.

En 1969 cambia su nombre a Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) y cuando el 25 de Enero de 1983 se crea el INEGI, la CETENAL se convierte en la Dirección General de Geografía.



Figura 2.7. Publicación de CETENAL (1974).

Es necesario recordar que la estadística oficial en Mexico, se remonta hasta 1882, cuando se crea la Dirección General de Estadística, quién se encargaba de hacer

los censos cada década, en la época colonial los censos no se realizaban de manera periódica ni sistemática.

La Ley de Información Estadística y Geográfica publicada el 30 de Diciembre de 1980, en sus artículos 16,17 y 18, faculta a integrar y desarrollar de los sistemas nacionales de información, por lo que debería:

-coordinar la **producción y divulgación de la información estadística y geográfica**, sin perjuicio de las facultades atribuidas por ley a otras dependencias.

-Introducir la adopción de **métodos y normas técnicas** en la captación de los datos objeto de registro.

La Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica publicado el 16 de Abril del 2008, indica en su artículo 58 que: “El Instituto regulará, mediante la expedición de disposiciones de carácter general, la **captación, procesamiento y publicación de la Información**, para el debido funcionamiento del Sistema o autorizará las que utilicen las Unidades para tales efectos”.

El INEGI es pues la agencia cartográfica nacional mexicana que produce los mapas oficiales del país, al mismo tiempo que maneja la información geográfica nacional, en 6 rubros principales:

1. Censos y conteos
2. Encuestas
3. Registros administrativos
4. Sistema de cuentas nacionales
5. Información integrada (temática o regional)
6. Investigaciones y estudios.

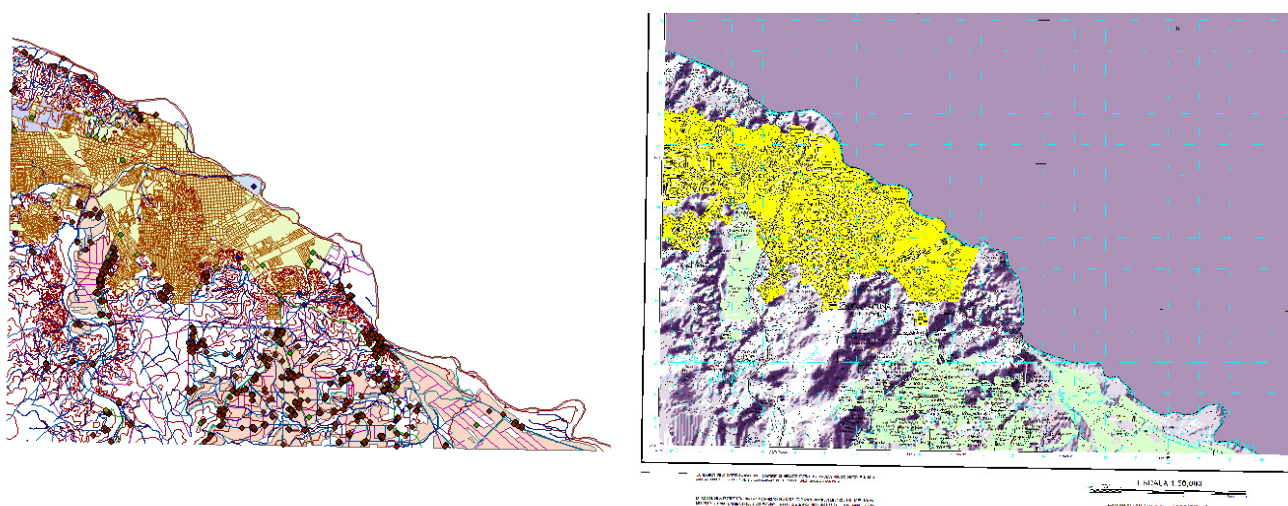


Figura 2.8. Carta Topográfica INEGI escala 1:50,000 de la Carta Ciudad Acuña, en formato vectorial y ráster.

## 2.2.2 PEMEX



Figura 2.9. Premio para el SICORI de PEMEX, Map World Forum 2009.

En Petróleos Mexicanos, la entidad que maneja su información geográfica es el Sistema Corporativo de Información Geográfica (SICORI), desde 1991 cuando el Consejo de Administración de Petróleos Mexicanos lo definió como un proyecto de categoría estratégica (PEMEX Sesión 752, 2004) que genera elementos para la toma de decisiones, a partir de una base de datos de información de instalaciones petroleras, datos a nivel ejidal, municipal, cartografía a diferentes escalas, imágenes de satélite, estado del tiempo, monitoreo en tiempo real de instalaciones, entre otros rubros.



Figura 2.10 Integración de datos de SICORI en Google Earth. (Revista Cartográfica, 2013).

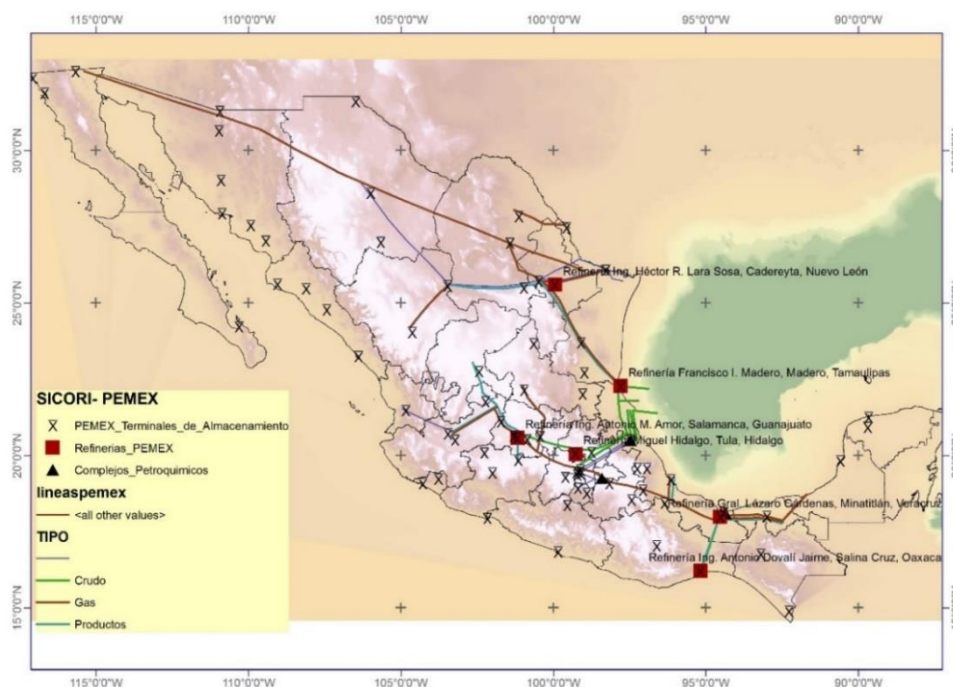


Figura 2.11. Capas de Información provenientes de SICORI.

Los principales grupos de datos que maneja SICORI son:

1. Seis refinerías
2. Ocho complejos petroquímicos
3. 10 centros procesadores de gas
4. 16 terminales de distribución de gas licuado
5. 77 terminales de almacenamiento y reparto
6. 1,323 instalaciones estratégicas
7. 10,140 estaciones de servicio —gasolineras
8. Pozos petroleros, con alrededor de 32,000 de ellos
9. Red nacional de derechos de vía de PEMEX, con 60,568 km de ductos de transporte de hidrocarburos
10. Asignaciones petroleras —división territorial para la actividad petrolera
11. Activos y campos petroleros —áreas de extracción y producción
12. Inventario nacional de proyectos de exploración, perforación y extracción
13. Investigación sísmica para exploración en dos y tres dimensiones
14. Geología petrolera, provincias geológicas y cuencas terciarias y mesozoicas
15. Planos detallados de las instalaciones petroleras más importantes
16. Modelos digitales de terreno de las principales instalaciones petroleras
17. Planos de administración patrimonial —terrenos, construcciones, edificaciones e instalaciones de PEMEX
18. Fugas y derrames en la red de ductos de transporte de PEMEX
19. Inventario de tomas clandestinas en la red de ductos de transporte de PEMEX.



### 2.2.3 Secretaría de la Reforma Agraria.

En México la propiedad social está compuesta por Ejidos y Comunidades que ocupa más de la mitad del territorio nacional y dada la sensible naturaleza que la propiedad de la tierra representa en el pueblo mexicano, se convirtió en una prioridad para el gobierno federal delimitar adecuadamente la propiedad de las tierras agrícolas

El Artículo 27 Constitucional faculta al Estado para disponer en los términos de la Ley Reglamentaria, la Organización y Explotación colectiva de los Ejidos y Comunidades.

El Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (PROCEDE) regula la propiedad de la tierra en tierras ejidales, comunales y en las colonias agrícolas y ganaderas.

Participan la Secretaría de la Reforma Agraria (SRA), la Procuraduría Agraria (PA), El Registro Agrario Nacional (RAN) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).



Figura 2.12. Presidente Lázaro Cárdenas atendiendo ejidatarios.

Este programa arrancó en Abril de 1992 y concluyó en Diciembre de 1996 y pudo medir a detalle el 52% de la superficie de la República Mexicana, aproximadamente 100 millones de hectáreas, utilizando 2 métodos: uno directo denominado Geodésico Topográfico y otro indirecto mediante proceso Fotogramétrico.

La superficie levantada por el PROCEDE equivale a todo el territorio de Venezuela, a 1.3 veces el de Chile, a 1.5 veces el de Francia y a dos veces el de España

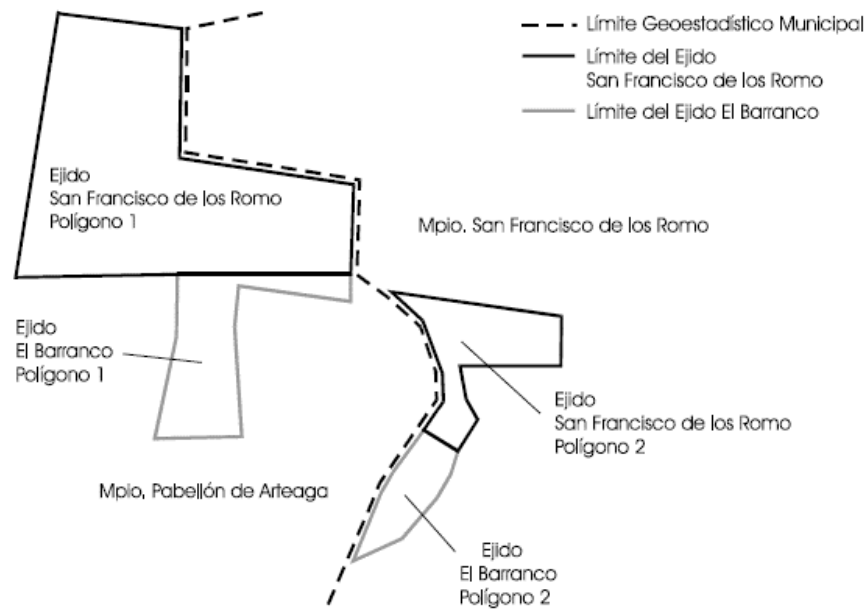


Figura 2.13. Croquis tipo del levantamiento ejidal PROCEDE.

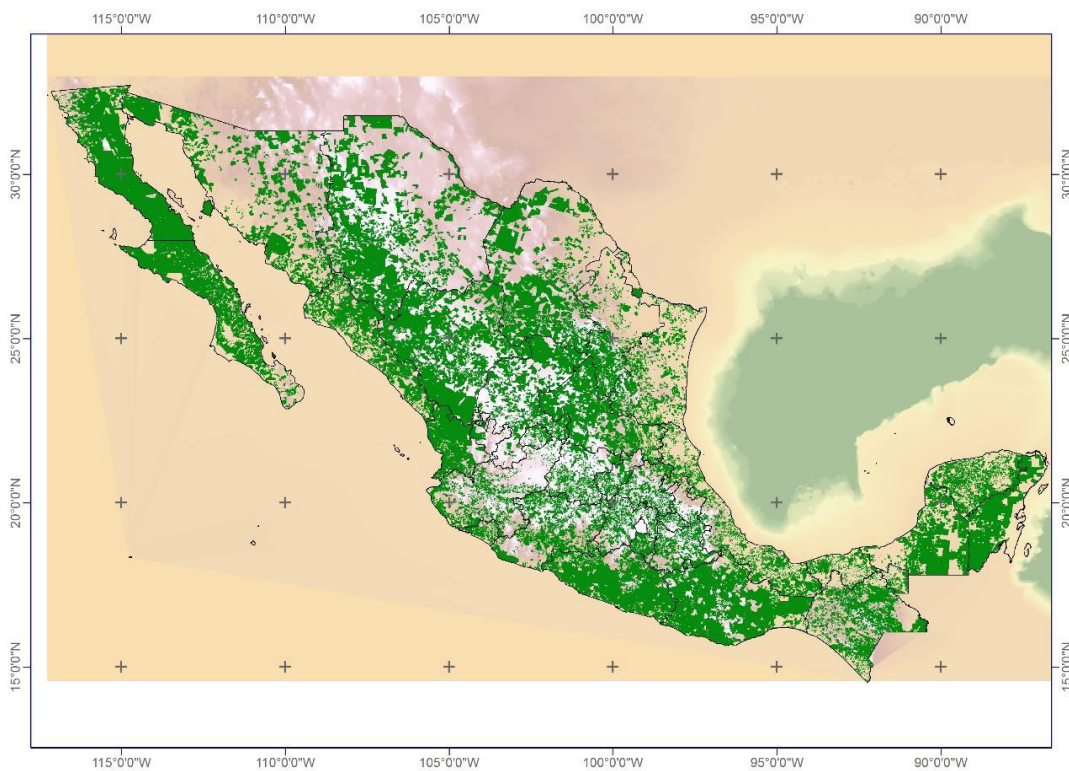


Figura 2.14 Ejidos y Comunidades del Programa PROCEDE, con un total de 29,713 ejidos y comunidades en una superficie de 100 millones de Hectáreas.

### 2.2.4 SAGARPA-ASERCA.

Al igual que el Programa PROCEDE, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), utiliza los Sistemas de Información Geográficos y Espaciales para optimizar los recursos económicos que se canalizan al campo, entre ellos los Padrones de Cultivos Perennes, levantados utilizando GPS y SIG, vinculando los pagos de apoyo a los campesinos con la superficie efectivamente cultivada. El primer Padrón generado de esta manera fue el del Sistema Producto Café, a través del órgano desconcentrado denominado Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA) empezado en el año 2001, tuvo 3 causas muy marcadas:

1. En esas fechas los precios del mercado que conseguía el productor cafetalero no alcanzaban a cubrir los costos de producción.
2. La producción cafetalera se concentra en 12 estados, de los cuáles los 4 principales son socialmente muy sensibles como Chiapas (cuna del movimiento zapatista), Oaxaca y Guerrero (los estados con mayor pobreza en el país), así como Veracruz.
3. Los pagos se hacían a partir de listados de productores, en ocasiones manejadas clientelaramente por partidos políticos o gobiernos estatales y municipales, sin una supervisión adecuada que garantizara que los apoyos iban a productores que realmente cumplieran la normatividad.

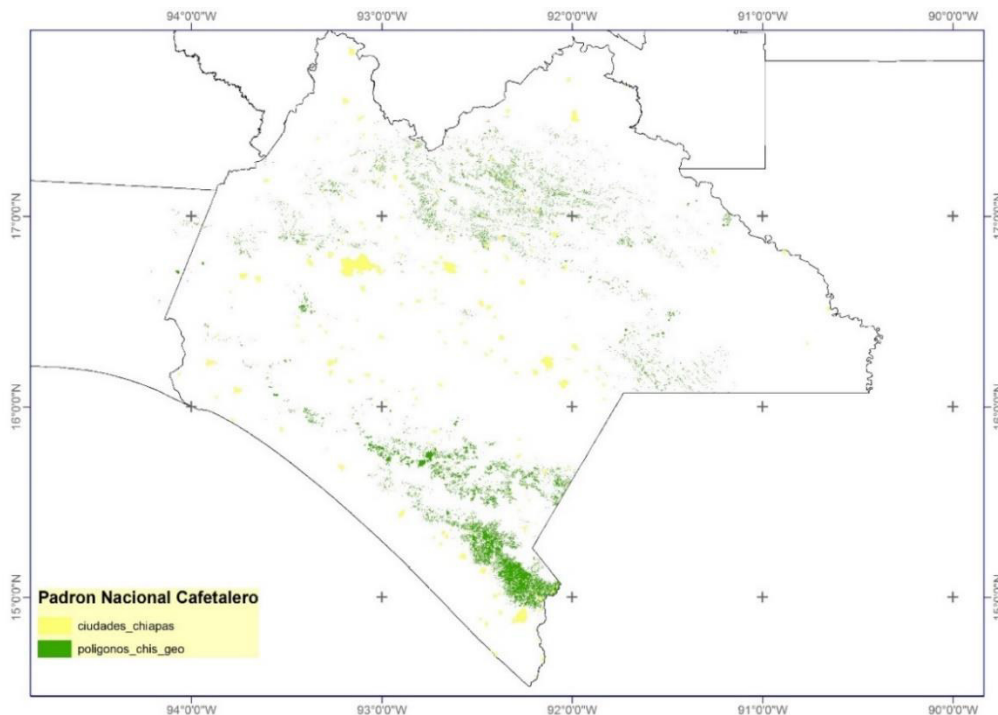


Figura 2.15. El Padrón Nacional Cafetalero en el estado de Chiapas, se compone de 320 mil lotes que abarcan casi 200,000 hectáreas.

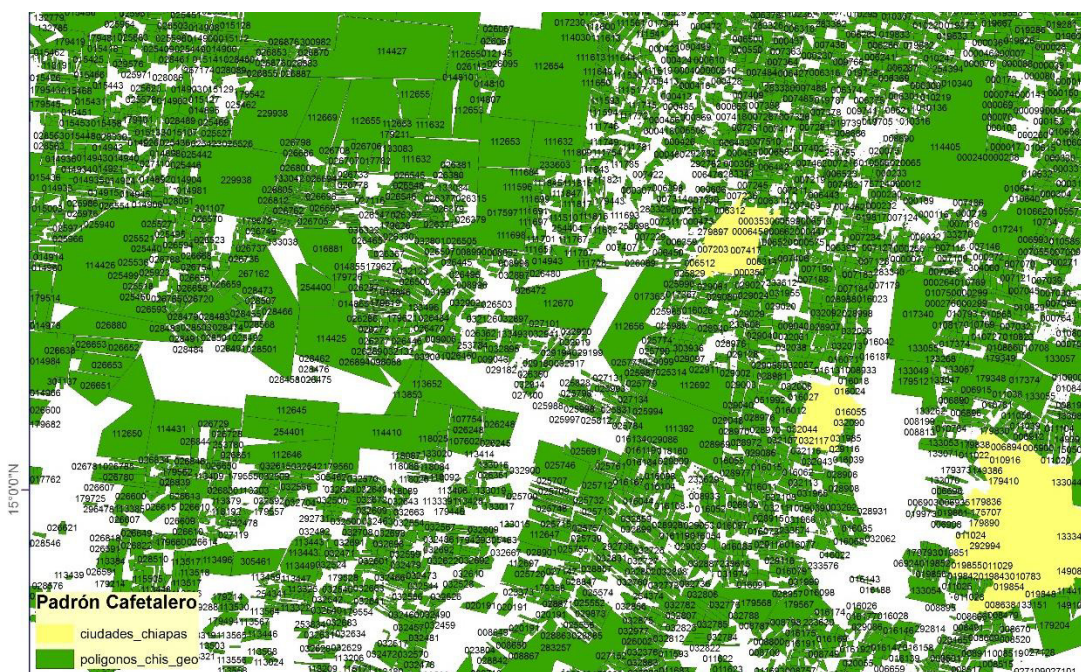


Figura 2.16. Detalle del Padrón Nacional Cafetalero, Zona del Soconusco, Chiapas.

Los resultados del Padrón Nacional Cafetalero a nivel nacional contabilizaron 490 mil productores, con una superficie de 680,000 hectáreas.



Figura 2.17. Convocatoria a Productores para el Padrón Nacional Cafetalero Año 2014.

La información geográfica de los polígonos levantados con GPS se convirtió en la base para operar el Fondo de Estabilización de Precios del Café, ya que garantizaba la identificación plena del productor, de la superficie sembrada y la caracterización de variables socioeconómicas del productor y sus lotes, permitiendo distribuir entre los años 2001 a 2004 más de 4 mil millones de pesos en apoyos a los Cafeticultores.

### 2.2.5 ESTACION ERMEX NG (ERMEXS).



Figura 2.18. Instalación de la Antena receptora de la Estación Satelital ERMEXS en la Secretaría de Marina.

El 8 de Julio del 2003 se firmó el Convenio entre la compañía francesa SPOT Image y el Gobierno Federal de México, representado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y la Secretaría de Marina (SEMAR) para instalar la Estación ERMEXS, proporcionando imágenes de los Satélites SPOT a todas las Secretarías, Instituciones y Universidades del País.



Figura 2.19. El Presidente Vicente Fox inaugura la Estación ERMEXS situada en la Secretaría de Marina en el año 2003.



Figura 2.20. Firma del Contrato entre SPOT Image y Gobierno Federal de México, con los Secretarios de Marina y SAGARPA, el Embajador de Francia en México, el Presidente de SPOT Image, así como el Director General de Sistemas de Información de ASERCA-Sagarpa.



Figura 2.21. El Presidente Enrique Peña Nieto inaugura la segunda etapa de la Estación de Recepción de Imágenes SPOT, conocida como Estación ERMEX en el año 2013.

### 2.2.6 CONABIO (Comisión Nacional de la Biodiversidad)

La Comisión Nacional de la Biodiversidad es uno de los usuarios SIG en México de mayor tradición y cobertura para Sistemas de Información Geográficos, su fundación fue en 1992, un poco antes de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro.

Su sistema de información en general es el denominado Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) que se considera la columna vertebral de la Comisión.

Este sistema organiza la información de cinco millones de especímenes de colecciones nacionales y extranjeras, organizada en 3,000 temas ambientales, de infraestructura y socioeconómicos, 180,000 imágenes de sensores remotos así como más de 2 mil capas vectoriales georeferidas, disponibles de manera fácil y gratuita en su portal de Internet.

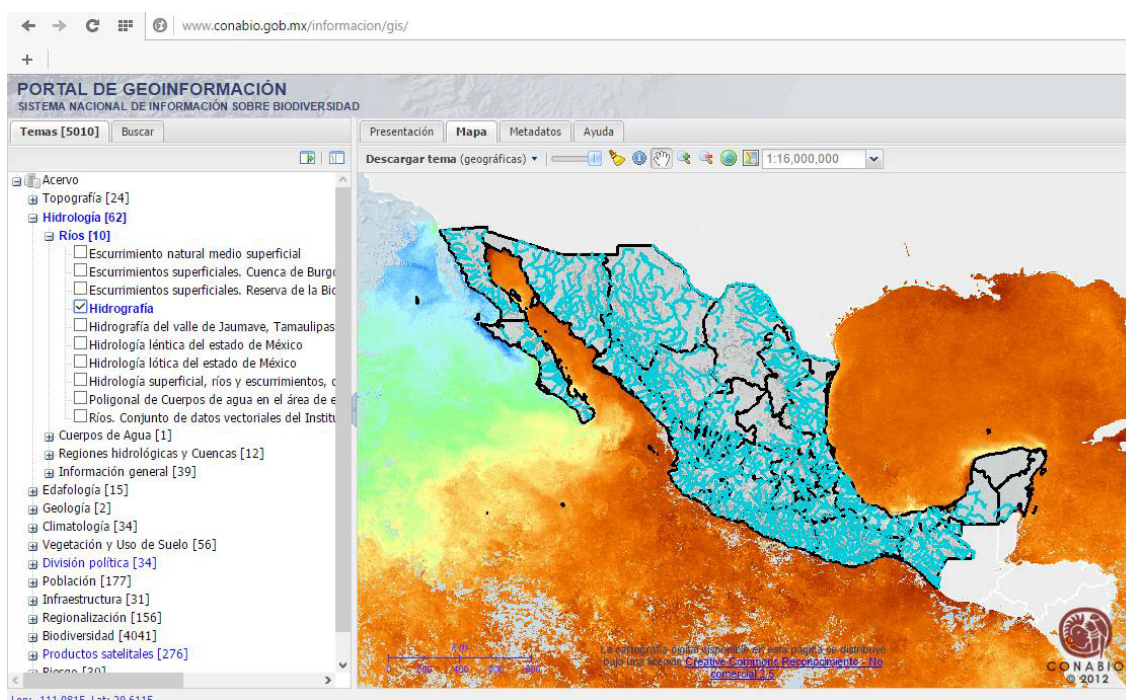


Figura 2.22. Portal CONABIO para descarga de información geográfica.

Asimismo, tiene acceso mediante una antena de recepción en sus instalaciones a imágenes MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) y AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), que son usados en los sistemas de Alerta temprana de incendios forestales”y “Monitoreo satelital de los mares mexicanos” así como la “Estación para la recepción de información satelital” (ERIS), ubicada en Chetumal.

## CAPITULO 3. SITUACION ACTUAL DE LA INDUSTRIA MINERA EN MEXICO.

### 3.1 Actualidad

Según datos de INEGI, el año 2015 fue el peor en desempeño minero desde el 1994, que es cuando empezaron a generarse dichas estadísticas.

Las causas según la Cámara Minera de México son principalmente:

- Baja en la demanda de metales de China.
- Debilidad en el crecimiento económico del país.
- La aplicación de los derechos a la minería y
- La no deducibilidad del 100% de los gastos de exploración

A nivel mundial, desde el año 2009, la industria minera, al igual que toda la economía nacional y mundial, han sufrido el decrecimiento en la actividad industrial de los Estados Unidos, lo que provocó, entre otras cosas, la baja en los precios de los minerales, a excepción del Oro y en menor medida la Plata.

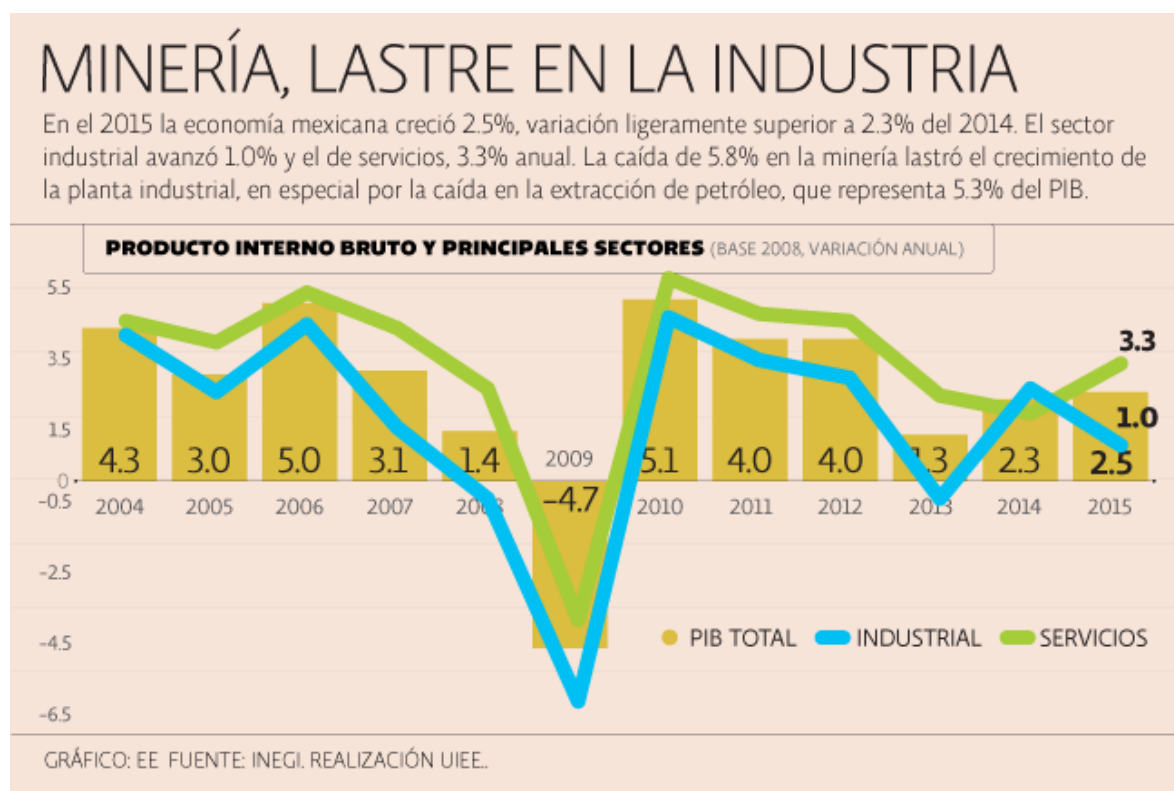


Figura 3.1. Comportamiento Industrial y Minero de México de acuerdo a su PIB. (Fuente: Revista REDIMIN Mining Magazine, <https://www.redimin.cl/2016/02/25/mexico-manufactura-y-mineria-moderan-crecimiento-del-pib/> )

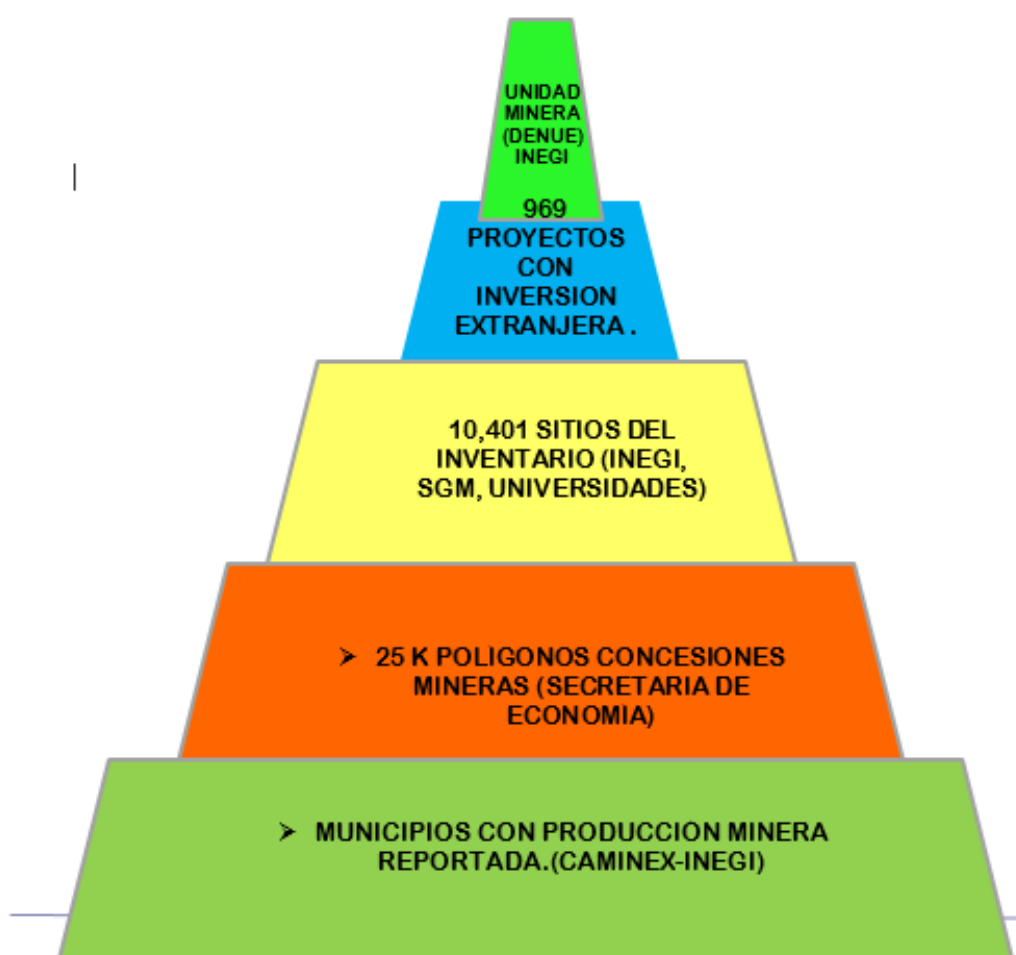


Para este proyecto el enfoque es hacia el Noreste del País, que se conforma con 3 estados: Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, que en total suman 132 municipios, de ellos se tiene presencia de sitios mineros en 89 municipios.

### 3.2 Panorama Nacional de Producción minera.

Dado que existen varios organismos e Instituciones generadoras de información, se definieron las capas del sector minero imprescindibles utilizando los datos geográficos de 5 fuentes institucionales:

1. Unidades Económicas Mineras reportadas por INEGI.
2. Proyectos con Inversión Extranjera Directa.
3. Inventario de Sitios Mineros generados para esta Tesis.
4. Concesiones mineras, a cargo de la Secretaría de Economía.
5. Producción a nivel municipal reportada en el Anuario estadístico de la CAMIMEX para el año 2015.



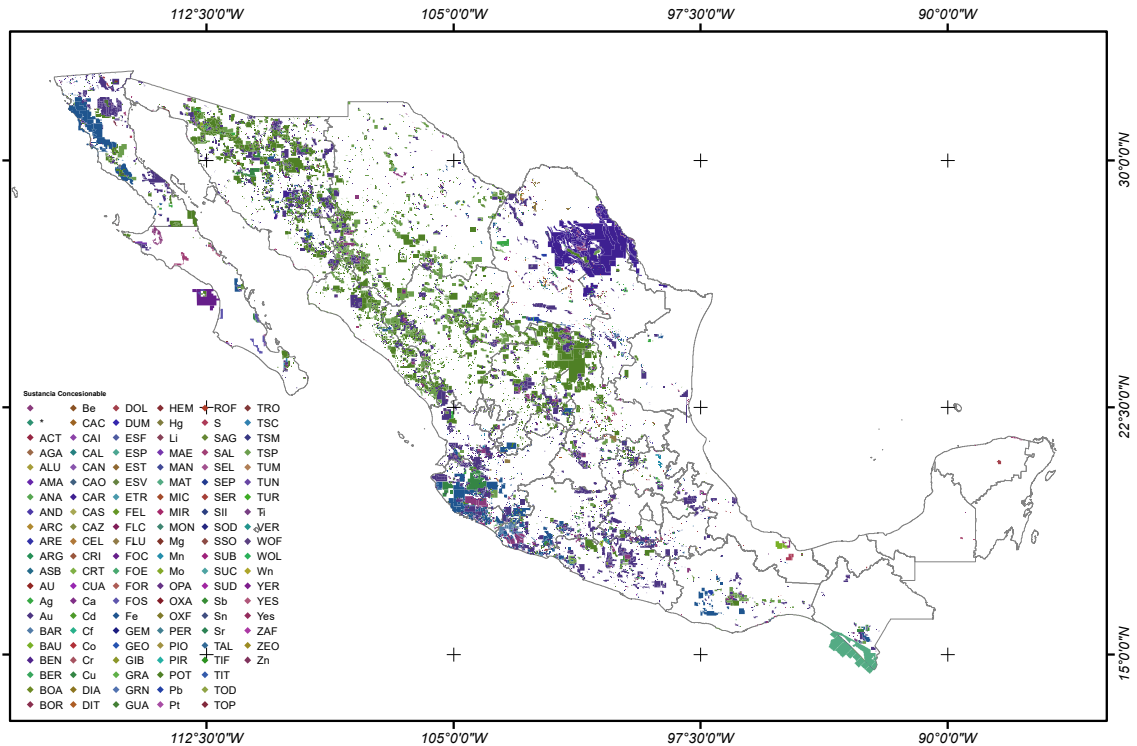


Figura 3.1. Concesiones Mineras vigentes en el año 2016, por sustancia principal reportada.(Fuente: Secretaría de Economía, elaborada por el autor).

No se omite el comentar que el tratamiento de la información referente a las concesiones mineras ocupa un capítulo por sí solo dentro de esta tesis.



Figura 3.2. Sitio de la Secretaría de Economía para el SIAM (Sistema de Administración Minera).Consulta de 27 de Octubre del 2016.

Para conocimiento general y ubicar las zonas con explotación minera en la actualidad se presentan a continuación fichas con la producción a nivel municipio de los principales Minerales en el año 2015. De esta manera se favorece la comprensión de qué, cuanto y en dónde se hace minería en la actualidad, en México.

Se diseñaron los mapas municipales a nivel nacional, para los siguientes productos:

Tabla 3.1. Elementos objeto de este capítulo.

Orden	Mineral	Orden	Mineral
1	<i>Oro</i>	7	<i>Manganeso</i>
2	<i>Plata</i>	8	<i>Carbón</i>
3	<i>Cobre</i>	9	<i>Barita</i>
4	<i>Plomo</i>	10	<i>Flourita</i>
5	<i>Zinc</i>	11	<i>Celestita</i>
6	<i>Hierro</i>	12	<i>Sal</i>

La Cámara Minera de México en sus Informes Anuales, emite estadísticas de Producción, teniendo datos disponibles a la fecha de elaboración de esta tesis información para el año 2015 a nivel municipio.

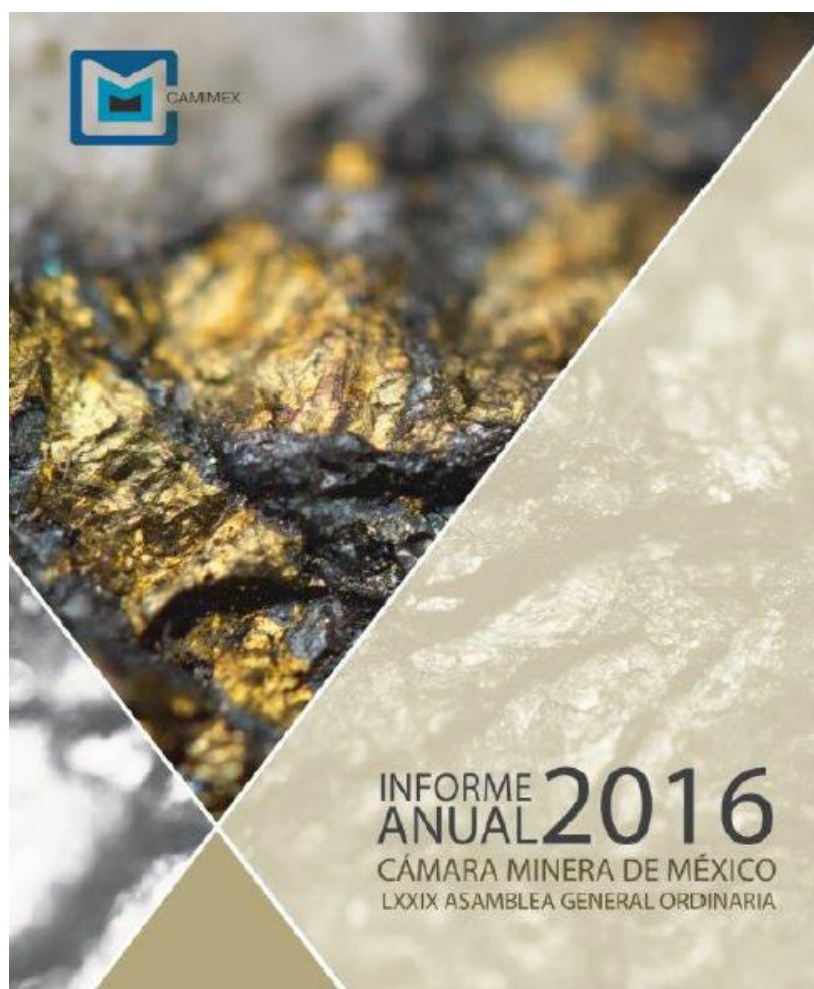


Figura 3.3 Portada Informe Anual 2016 de la Camimex.

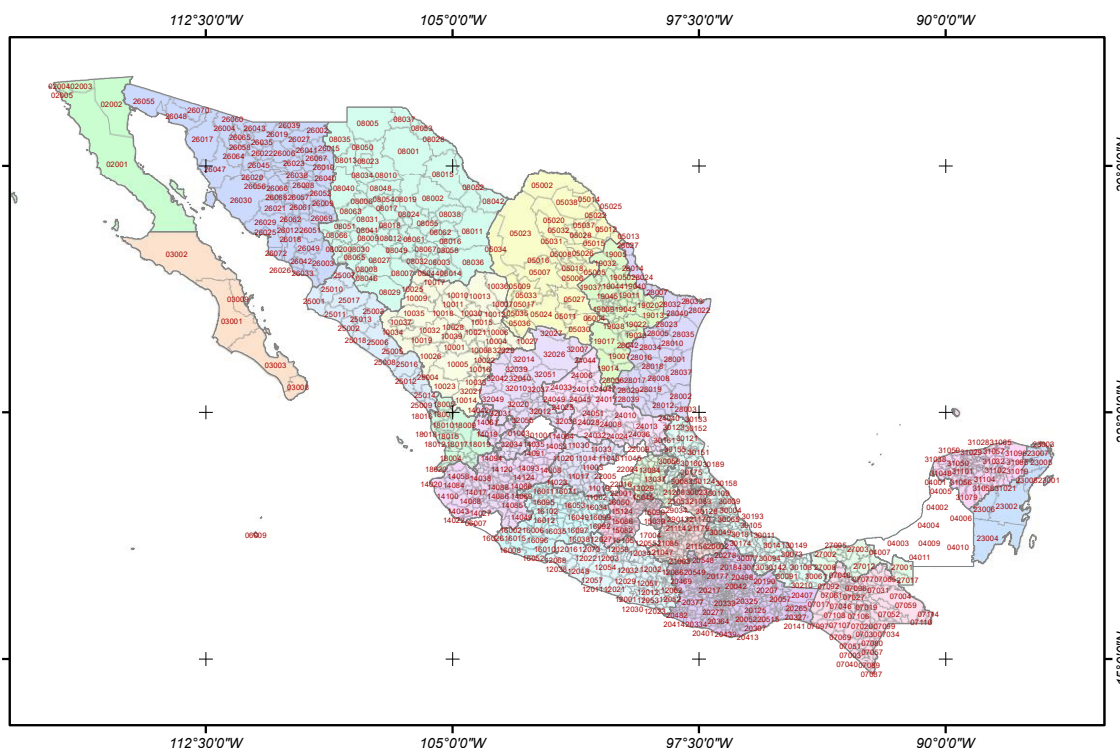


Figura 3.4. Marco Geoestadístico Municipal 2015. INEGI.

### 3.3. Metodología para relacionar bases de datos geográficas y estadísticas de producción municipal

En general se requiere adecuar la información que presentan las Instituciones y Organismos en México para su integración en un Sistema de Información de Análisis Geoespacial, para lo cual se usó como base cartográfica a nivel Municipal el Marco Geoestadístico Municipal de INEGI para el año 2015.

El Marco Geoestadístico Municipal 2015 se conforma por 2,454 Municipios, que conforman las 32 entidades federativas, cada municipio está catalogado como único en el país, con una clave numérica, compuesta por la clave de cada entidad federativa, así como por la clave del Municipio.

Por ejemplo, el Municipio de Guanajuato es el número 15 del Estado de Guanajuato, que su vez es el Estado con clave 11, por lo que la clave compuesta para el Municipio de Guanajuato es el 11015, que es única en el País.

La razón de establecer una clave numérica en lugar de usar los nombres de los Municipios, es porque una gran cantidad de Ayuntamientos tienen el mismo nombre, aunque pertenecen a estado distintos, por ejemplo existen **4 Municipios con el Nombre Abasolo**, para los Estados de Guanajuato, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila.

Adicionalmente es frecuente que los nombres de un mismo municipio se presenten de manera distinta en las bases de datos.

Por ejemplo: En base de datos de la Dirección General de Minería, aparece el Municipio de Dolores Hidalgo, mientras que en la Base de Datos del Marco Geostadístico Municipal, su nombre completo es: Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, lo que haría imposible la vinculación simple y directa entre ambas bases de datos.

Por lo anterior, se utilizaron herramientas avanzadas en los Sistemas de Información de Análisis Geoespacial, en este caso la denominada **Geocoding**, o geocodificación, que permite establecer una vinculación primaria, en base a la comparación de los datos provenientes de 2 tablas.

ONI	CADEN1	LINK1	AV_STATUS	AV_SCORE	COUNT	FIRST_CVE
0	ACUÑA COAHUILA		U	0	0	
0	CASTAÑOS COAHUILA		U	0	0	
0	ESCOBEDO COAHUILA		U	0	0	
0	GENERAL CEPEDA Y RAMOS ARIZPE COAHUILA		U	0	0	
0	HIDALGO COAHUILA		U	0	0	
0	JUAREZ COAHUILA		U	0	0	
0	MONCLOVA COAHUILA		U	0	0	
0	MUZQUIZ COAHUILA		U	0	0	
0	NAVA COAHUILA		U	0	0	
0	PARRAS COAHUILA		U	0	0	
0	PROGRESO COAHUILA		U	0	0	
0	SABINAS COAHUILA		U	0	0	
0	SAN PEDRO COAHUILA		U	0	0	
0	GOMEZ PALACIO DURANGO		U	0	0	
0	MOLANGO HIDALGO		U	0	0	
0	AQUILA MICHOACAN		U	0	0	
0	LAZARO CARDENAS MICHOACAN		U	0	0	
0	JALTIPAN VERACRUZ		U	0	0	
0	OTRO DEFINIDO VERACRUZ		U	0	0	
0	PANUCO VERACRUZ		U	0	0	
0	MATAMOROS COAHUILA	Matamoros Chihuahua	M	24	1	08044
0	ZINAPECUARIO MICHOACAN	Zinapécuaro Michoacán de Ocampo	M	24	1	16110
0	SAYULA DE ALEMÁN VERACRUZ	Sayula de Alemán Veracruz de Ignacio de la Llave	M	30	1	30144
0	XOCHICOATLAN HIDALGO	Xochicoatlán Hidalgo	M	41	1	13079
0	ETZATLAN JALISCO	Etzatlán Jalisco	M	41	1	14036

Figura 3.5. Uso de la herramienta Geocoding para homogeneizar las tablas como paso previo a su vinculación.

En el caso del municipio de Zinapécuaro, por ejemplo, se comparan 2 bases de datos, nombradas como Caden 1 y Link1, siendo cada uno el nombre del municipio más el del Estado, con las diferencias notables del acento, las minúsculas y el Nombre que varía de Michoacán en la primer base de datos a Michoacán de Ocampo en la segunda, por lo que el porcentaje de similitud es de 24 % (AV\_SCORE), lo que después de corroborar manualmente, procede a vincular los datos. Con este procedimiento se ligaron las bases de datos producción de la Dirección General de Minería para el año 2015, con los datos del Marco Geostadístico Municipal, generando así un primer marco de Referencia.

En este mapa se representan los municipios que produjeron mineral en el año 2015, en negro los minerales metálicos (77 Municipios) y en verde oscuro los minerales

no metálicos (59 Municipios), es notable la ausencia de producción en los estados del sureste del país: Chiapas, Tabasco y la península de Yucatán.

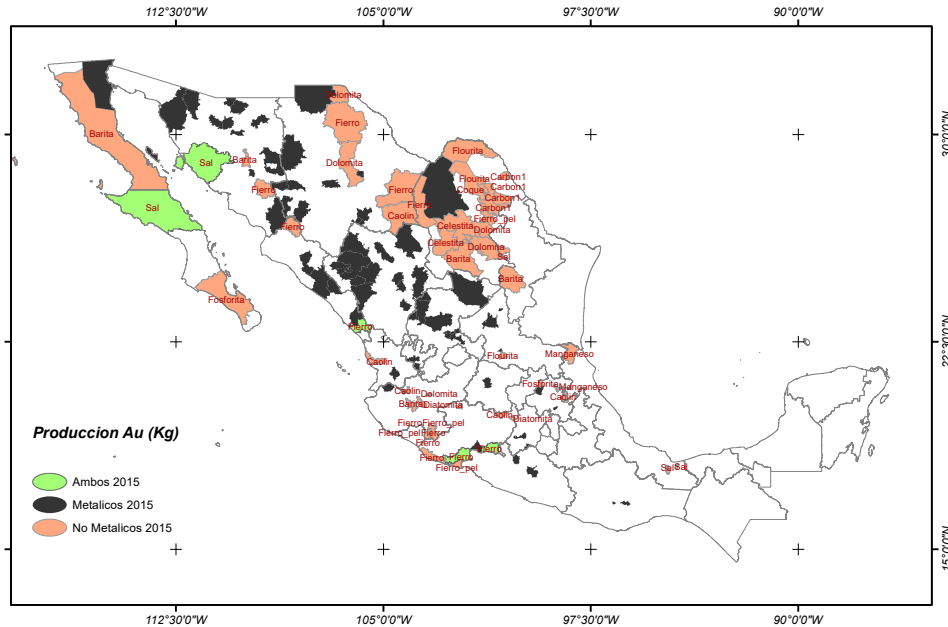


Figura 3.6. Municipios con producción minera en el año 2015.

En comparación, la base de datos a nivel nacional para sitios mineros que sirvió como base para esta tesis está conformada por un total de 10,401 sitios mineros, tiene presencia en una gran cantidad de municipios, como se muestra en el siguiente gráfico.

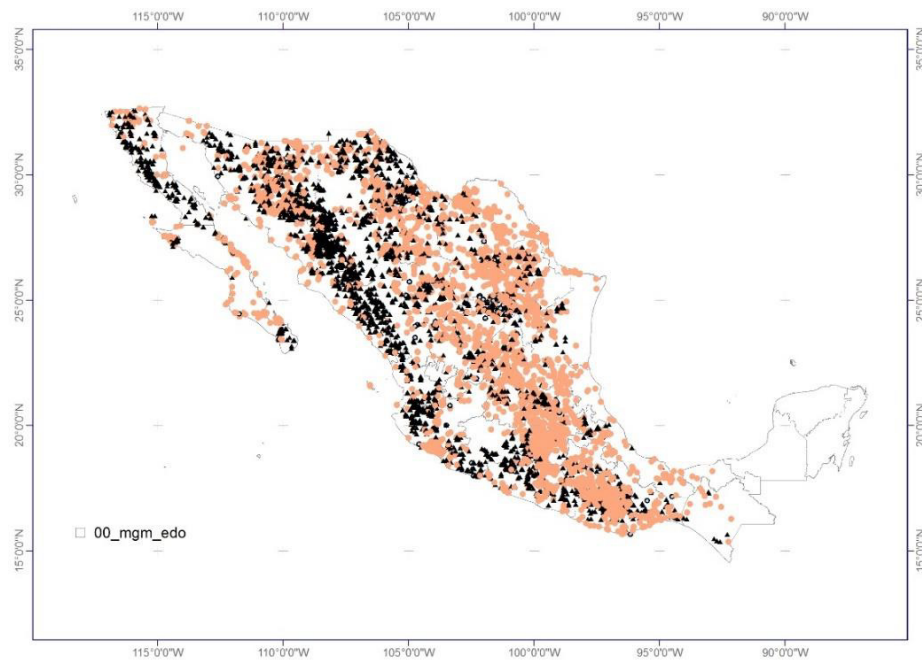


Figura 3.7. Sitios de Inventario Minero, en rojo los correspondientes a minerales Metálicos, en naranja procedentes de No Metálicos.

Los municipios que cuentan al menos con un 1 sitio minero dentro del inventario son 1,133 cuya distribución se marca en el siguiente gráfico:

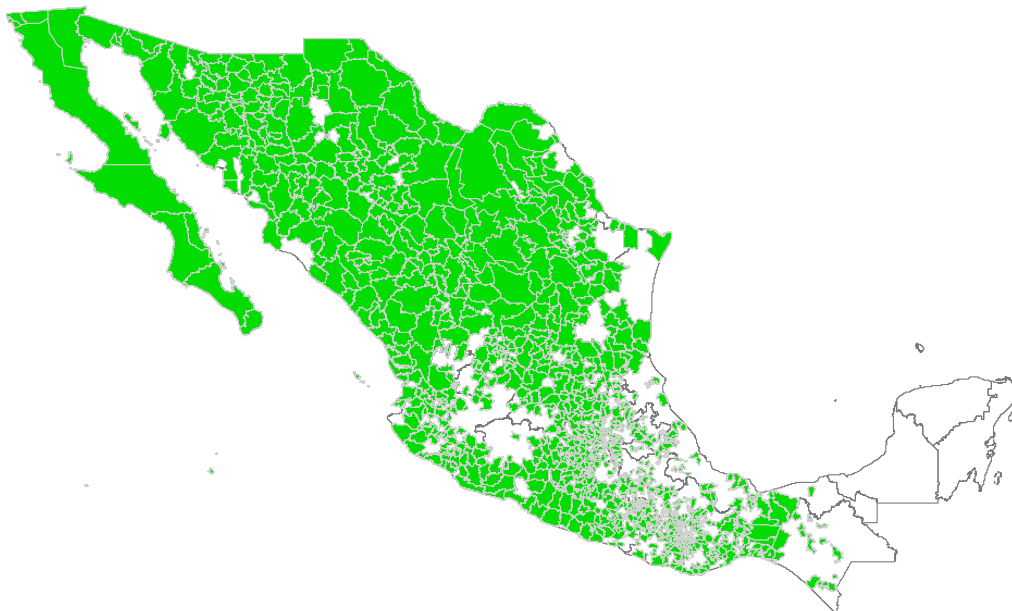


Figura 3.8. Municipios con al menos un sitio minero en el Inventario (en verde)

### 3.4 Fichas de producción a nivel municipio.

#### 3.4.1 Producto: ORO

En el año 2015, 77 municipios produjeron más de 134 toneladas de Oro en el País, los principales productores se describen a continuación, de los 3 estados de la Zona de Estudio, sólo Ocampo en el estado de Coahuila reportó producción del citado metal.



Figura 3.9. Oro Nativo.

La producción de Oro en México se ha sextuplicado en 15 años, pasando de poco más de 20 toneladas en el 2001 a 134 toneladas en el 2015, los principales productores se encuentran en los estados de Sonora, Zacatecas, Durango y Guerrero.

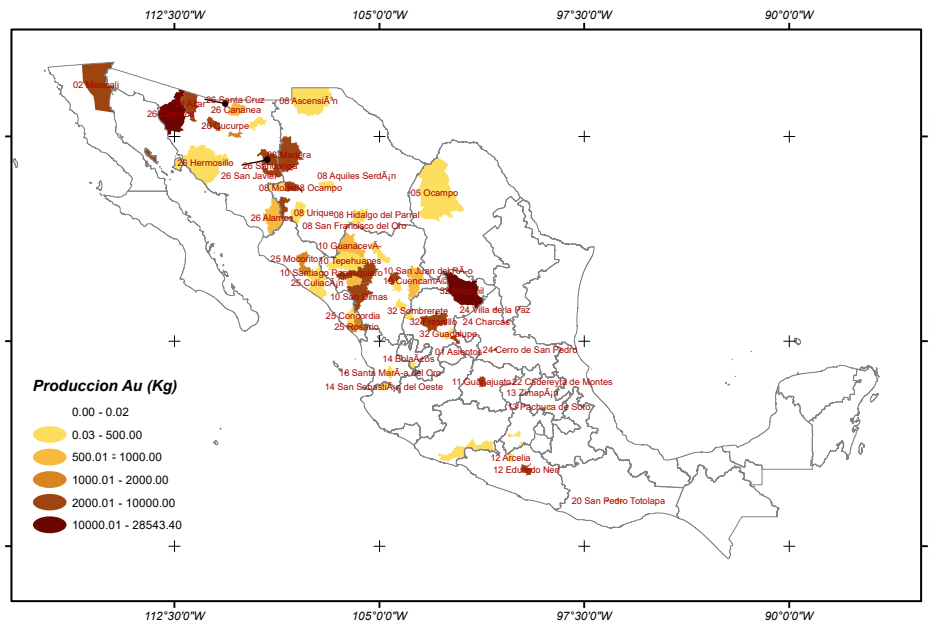


Figura 3.10. 77 municipios con Producción (Au) reportada en el año 2015.



Tabla 3.2. Principales municipios con Producción (Au) reportada en el año 2015.

Clave	Municipio	Estado	Kg Oro 2015
32026	Mazapil	Zacatecas	28,543.40
26017	Caborca	Sonora	25,257.00
08051	Ocampo	Chihuahua	9,640.60
12075	Eduardo Neri	Guerrero	8,968.60
26052	Sahuaripa	Sonora	8,081.70
32036	Ojocaliente	zacatecas	4,785.10
10026	San Dimas	Durango	4,709.00
32010	Fresnillo	Zacatecas	3,702.10
24009	Cerro de San Pedro	San Luis Potosi	3,397.00
26058	Santa Ana	Sonora	3,269.00

Existen 2,531 sitios mineros en el inventario con indicios de Au, repartidos en 25 estados y 707 municipios, pero en los 3 estados de la zona de estudio sólo 10 sitios se encuentran en ellos, lo que es concordante con la escasa producción de Au reportada.

Respecto a las Concesiones, en 12,912 concesiones se especifica el oro como sustancia concesionable dentro de la Solicitud.

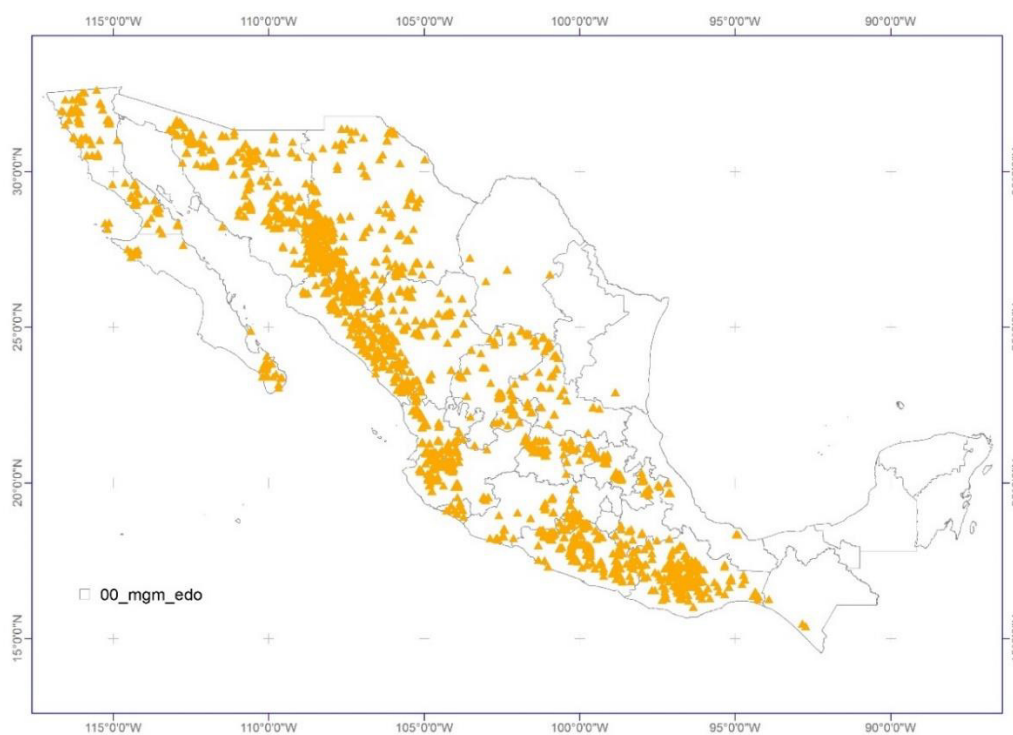


Figura 3.11. 2,531 Sitios mineros del inventario que reportan presencia de Au.

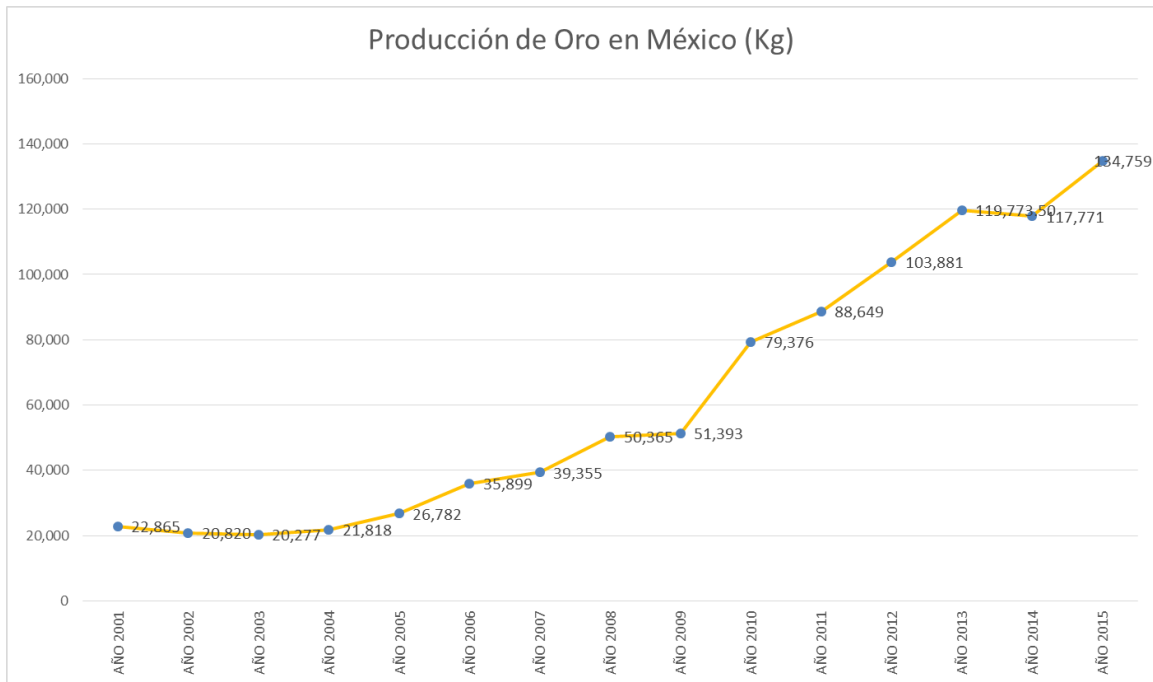


Figura 3.12. Producción Anual de Oro en México (2001 -2015).

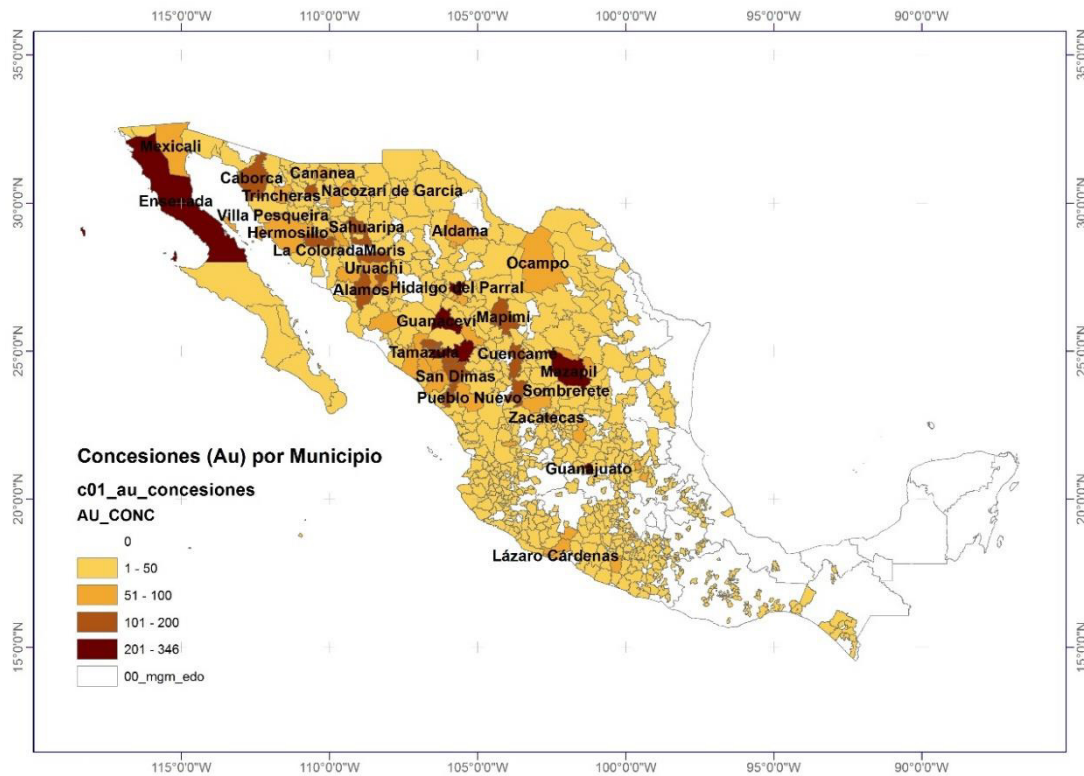


Figura 3.13. Concesiones (Au) por Municipio.

Tabla 3.3. Concesiones (Au) por Municipio.

Clave	Municipio	Estado	Concesiones (Au)
10009	Guanaceví	Durango	346
2001	Ensenada	Baja California	321
11015	Guanajuato	Guanajuato	276
32026	Mazapil	Zacatecas	263
10032	Santiago Papasquiaro	Durango	209
8032	Hidalgo del Parral	Chihuahua	201
8051	Ocampo	Chihuahua	159
26017	Caborca	Sonora	157
10004	Cuencamé	Durango	157
10037	Topia	Durango	150
26022	Cucurpe	Sonora	146
10026	San Dimas	Durango	143
32009	Chalchihuites	Zacatecas	131
32042	Sombrerete	Zacatecas	130
25004	Concordia	Sinaloa	130



Figura 3.14. Mina Peñasquito.

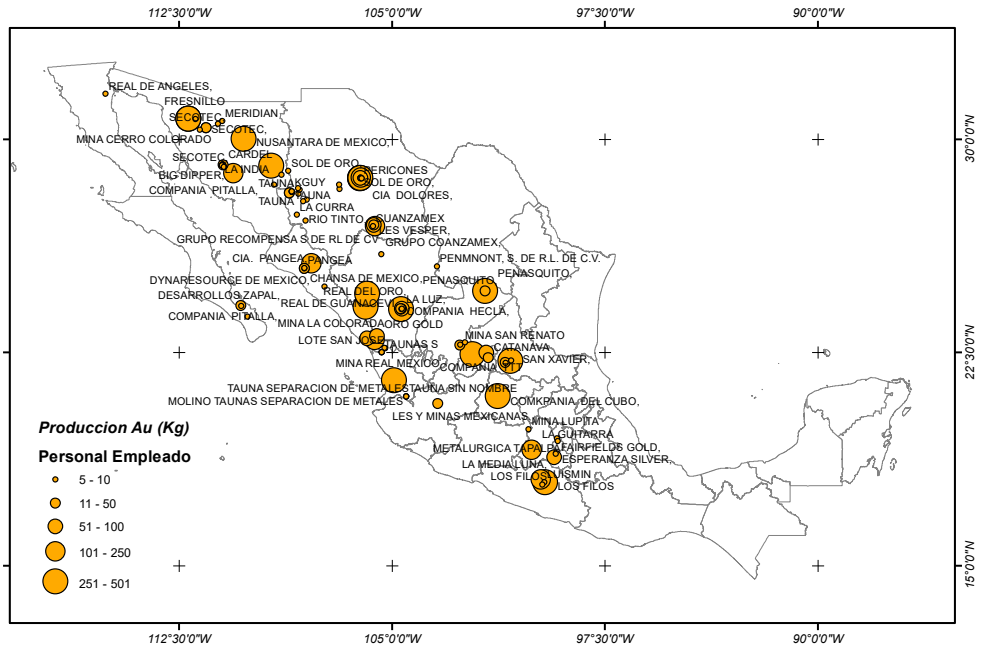


Figura 3.15. Empresas Mineras Productoras de Oro, según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas a Octubre del 2016.

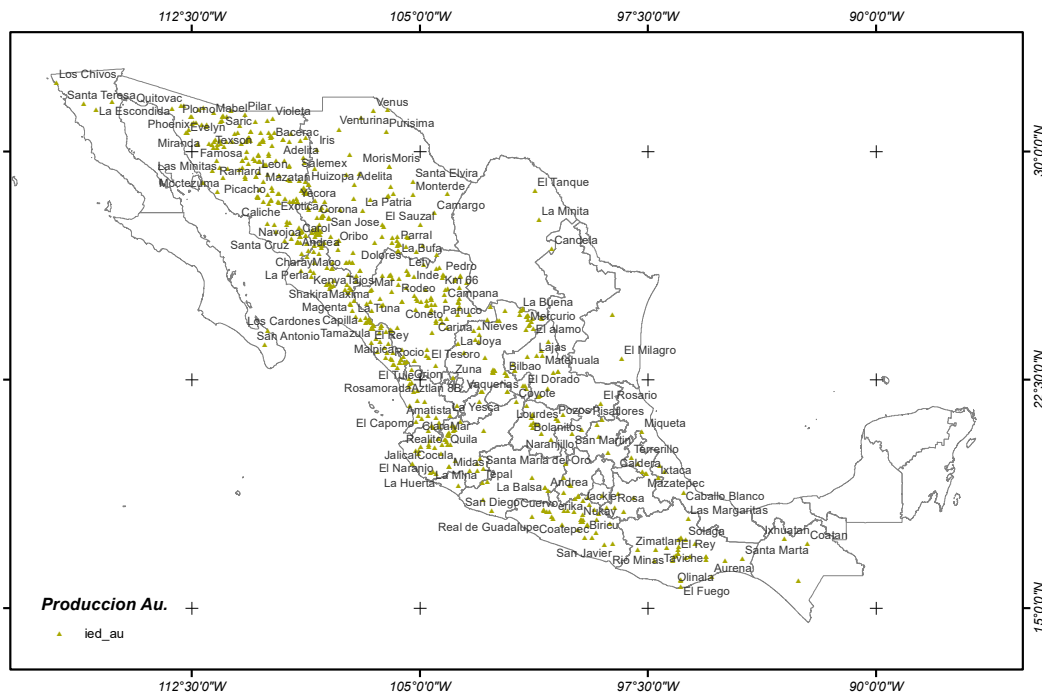


Figura 3.16. Proyectos enfocados al Oro, con Inversión Extranjera Directa en México en el año 2016.

### 3.4.2. Producto: PLATA

En el año 2015, 71 municipios produjeron casi 6,000 toneladas de plata, los 2 municipios que lideraron esta producción fueron Fresnillo y Mazapil en Zacatecas, reportando para los 3 estados objetivo, solamente el municipio de Ocampo en Coahuila, con una aportación de 71 toneladas.



Figura 3.17. Plata Nativa.

La producción de Oro en México se ha incrementado desde 2,711 toneladas en el 2001 a 5,955 toneladas en el 2015, los principales productores se encuentran en los estados de Zacatecas, Chihuahua, Durango y Sonora, en ese orden.

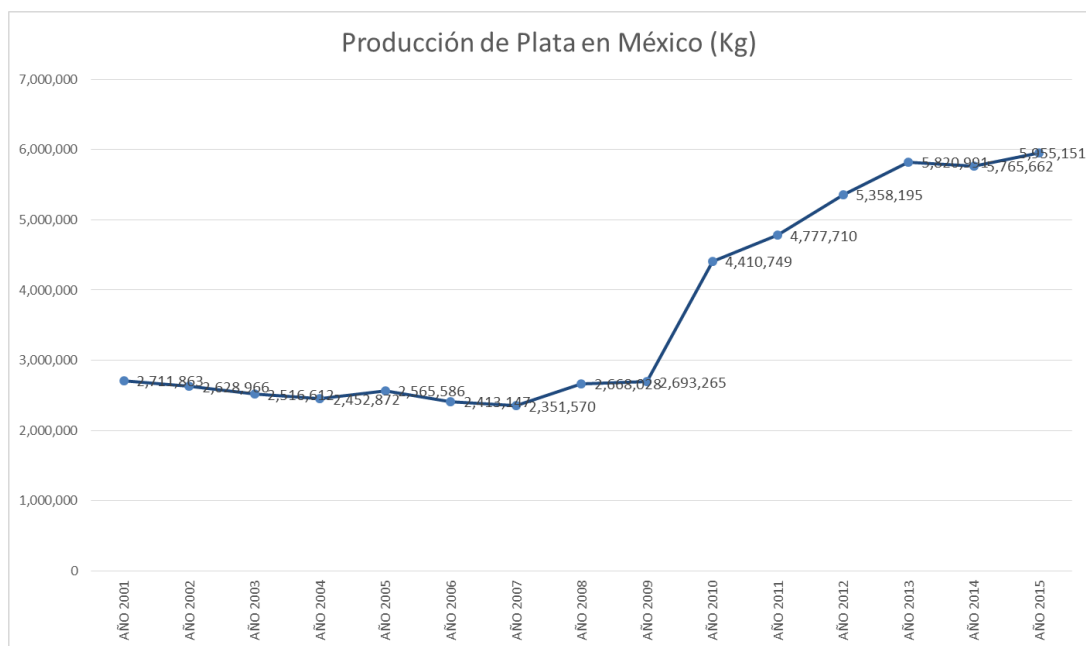


Figura 3.18. Serie Histórica de Producción plata 2001-2015.

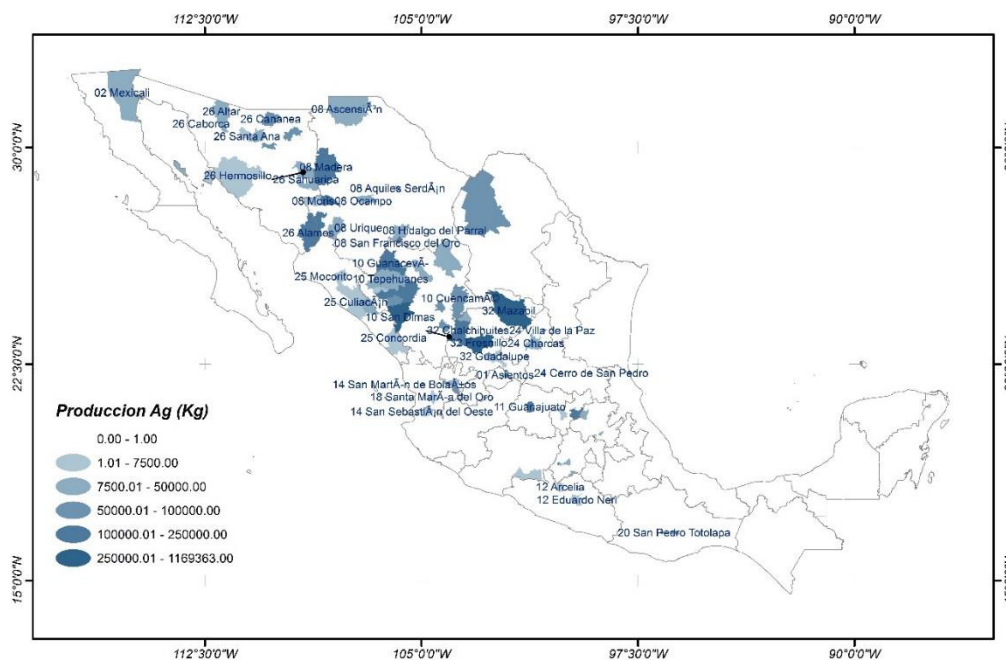


Figura 3.19. Municipios productores de Plata en el año 2015.

Tabla 3.5. Municipios productores de Plata en el año 2015.

Clave	Municipio	Estado	Kg Plata 2015
32010	Fresnillo	Zacatecas	1,169,363.00
32026	Mazapil	Zacatecas	942,002.00
10026	San Dimas	Durango	258,563.00
10009	Guanacevi	Durango	214,945.00
08020	Chinipas	Chihuahua	189,896.00
08051	Ocampo	Chihuahua	176,458.00
32009	Chalchihuites	Zacatecas	174,312.00
15116	Zacazonapan	Mexico	171,090.00
11015	Guanajuato	Guanajuato	169,310.00
20072	San Jose del Progreso	Oaxaca	153,303.00
10032	Santiago papasquiaro	Durango	151,201.00

Existen 2,769 sitios mineros con indicios de Plata en todo el país siendo el mineral con más abundante presencia según este criterio, repartidos en 27 estados y 528 municipios, pero en los 3 estados de la zona de estudio sólo 46 sitios se reportan con indicios de plata.

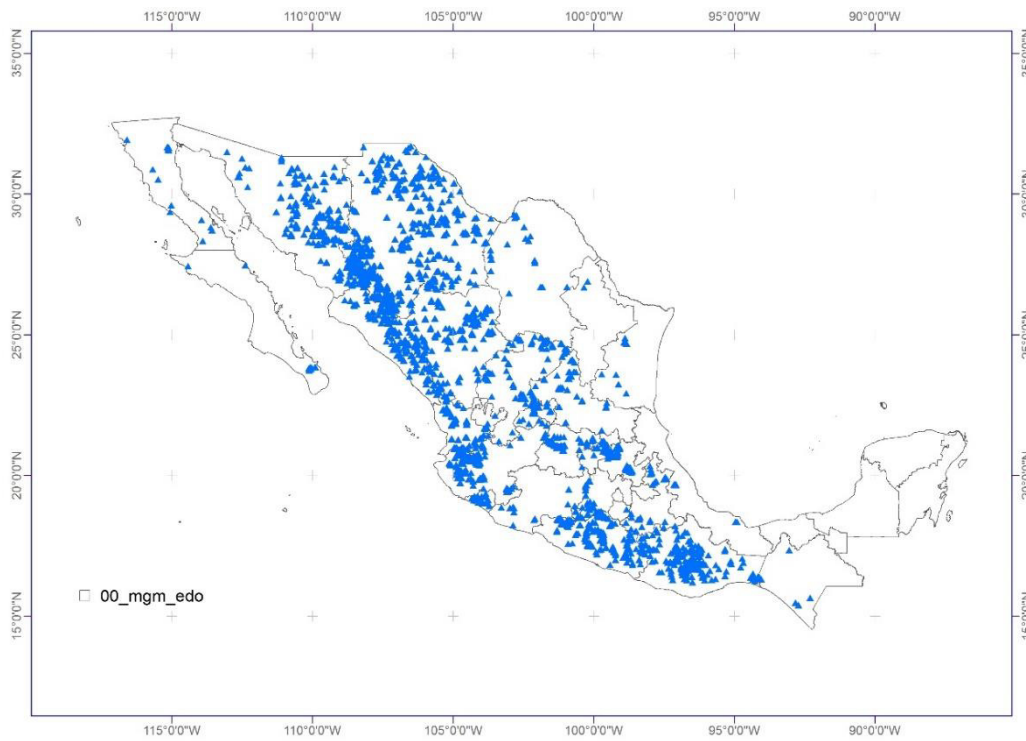


Figura 3.20. 2,769 Sitios Mineros en el Inventario con indicios de producción de Plata.

Respecto a las Concesiones, en 13,303 concesiones históricas se especifica la plata como sustancia concesionable dentro de la Solicitud.

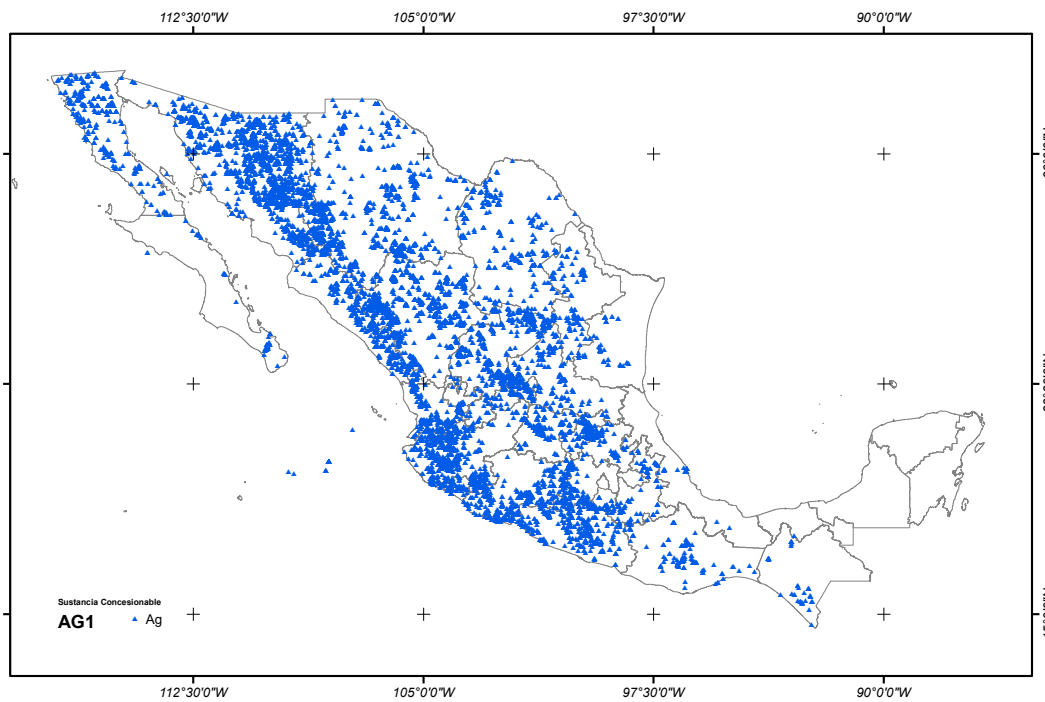


Figura 3.21. 13,303 Concesiones Mineras con reporte para Plata en la Solicitud.

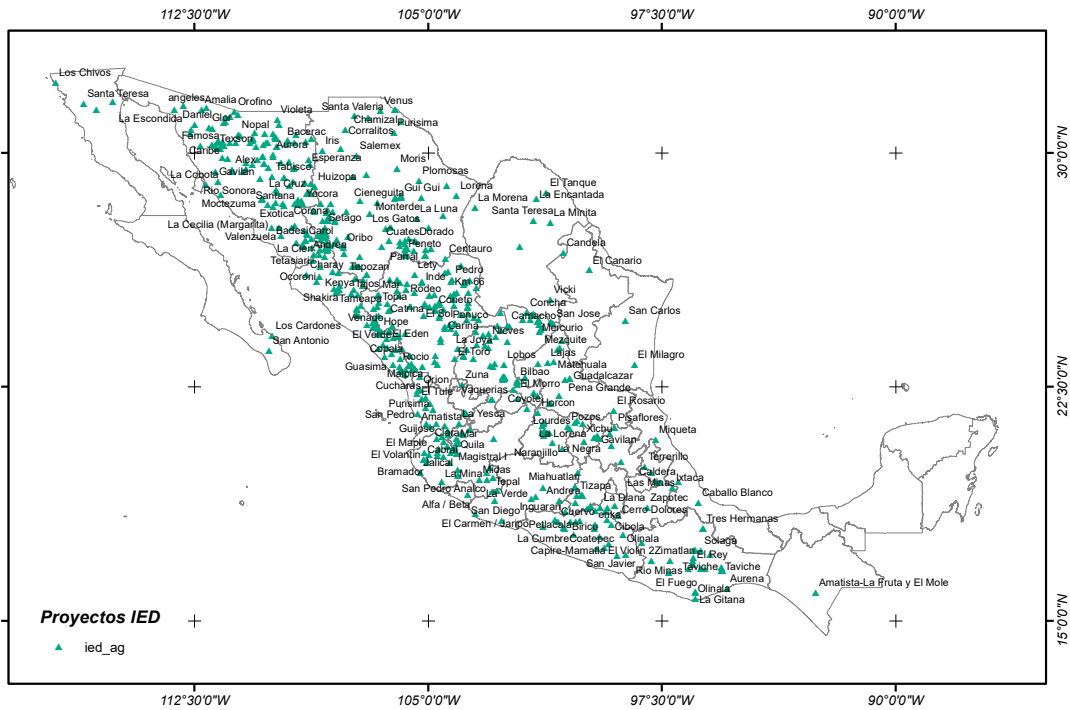


Figura 3.22. Proyectos Mineros con Inversión Extranjera para Plata.

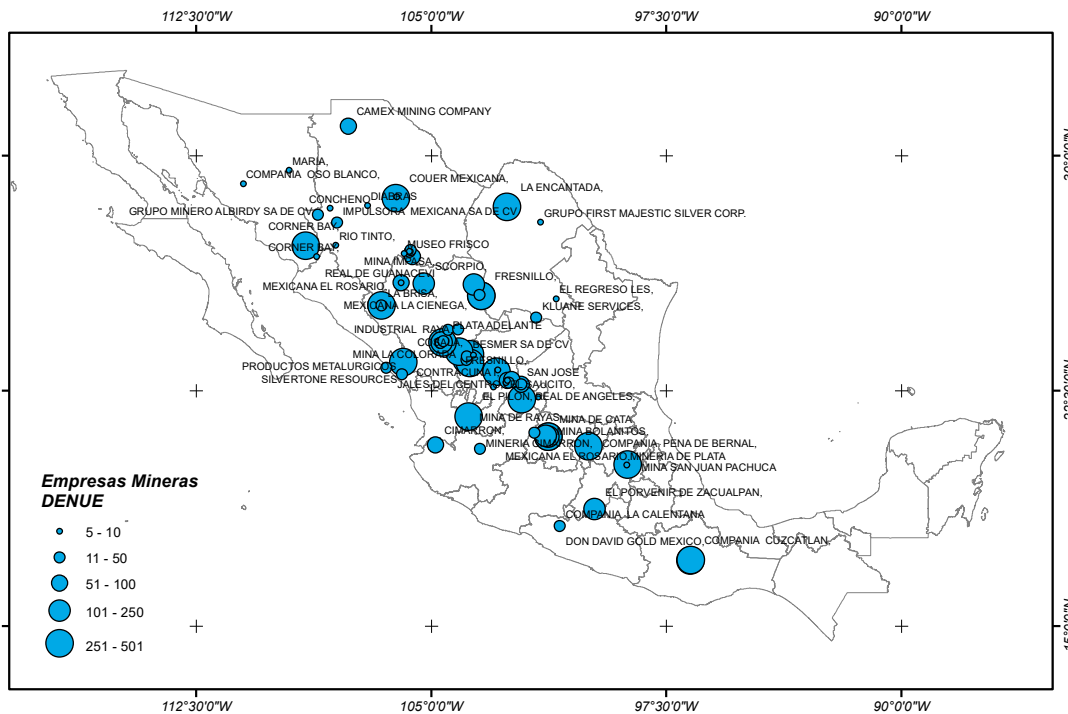


Figura 3.23. Empresas Mineras Productoras de Plata, según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas a Octubre del 2016.



### 3.4.3 Producto: COBRE



Figura 3.24. Malaquita, Mineral de Cobre.

La Producción de cobre en el país ha sido irregular en los últimos 15 años, con un pico mínimo en 2009 de 227 mil toneladas, que se duplicó en el 2015.

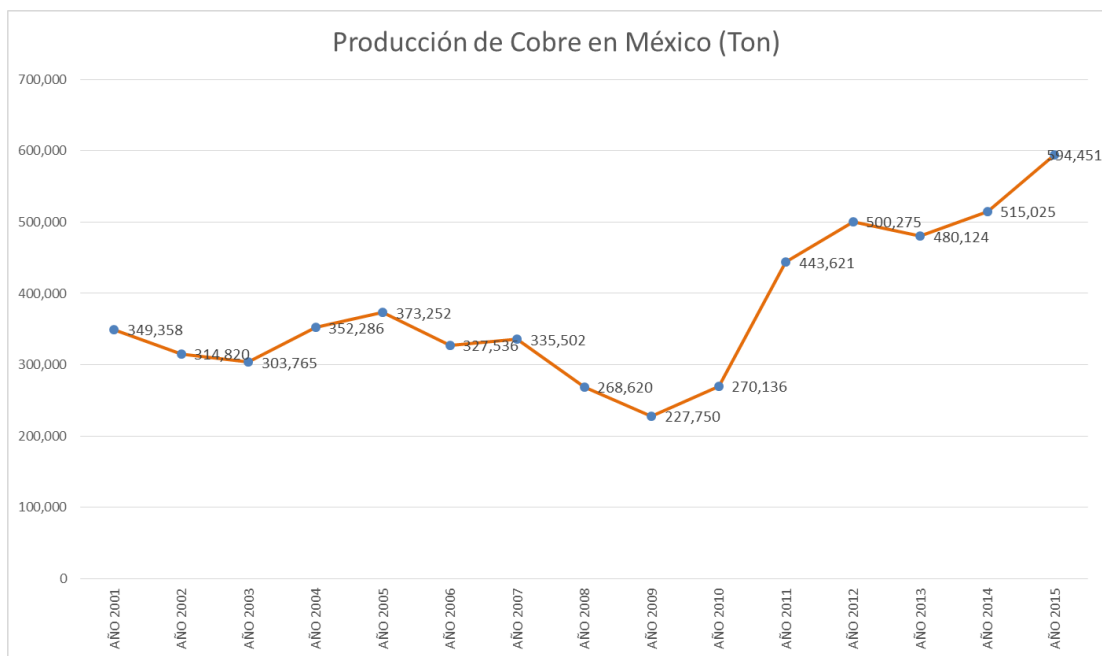


Figura 3.25. Serie Histórica de Producción para el Cobre 2001-2015.

La producción de Cobre se realiza en 33 municipios, los principales se describen a continuación, siendo Nacozari y Cananea en Sonora los principales productores, no existe ningún municipio en el área de estudio con producción reportada en el 2015.

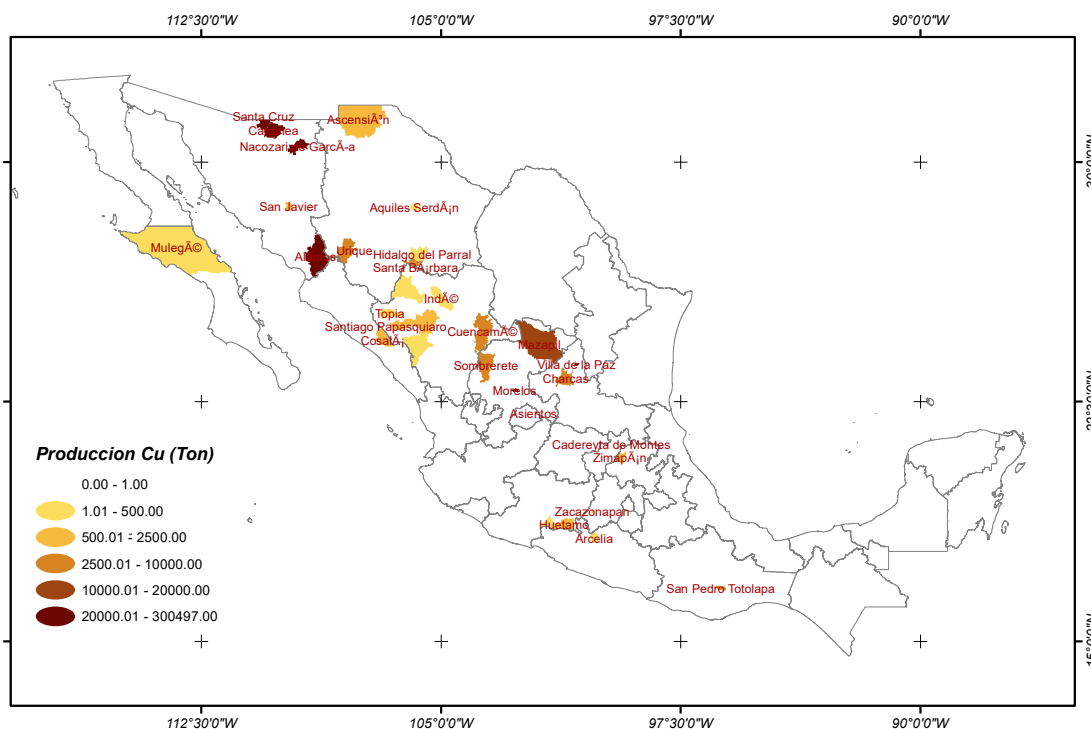


Figura 3.26. Municipios Productores de Cobre en el país (Año 2015)

Tabla 3.6. Principales Municipios Productores de Cobre en el país (Año 2015)

Clave	Municipio	Estado	Cobre (Ton) 2015
26019	Cananea	Sonora	300,497.00
26041	Nacozari de García	Sonora	131,145.00
24048	Villa de la Paz	Potosí	26,825.00
26059	Santa Cruz	Sonora	25,942.00
26003	Álamos	Sonora	24,344.00
32032	Morelos	Zacatecas	21,861.00
32026	Mazapil	Zacatecas	15,563.00
08065	Urique	Chihuahua	8,506.00
10004	Cuencamé	Durango	6,773.00
32042	sombrerete	Zacatecas	4,957.00
08060	Santa Bárbara	Chihuahua	4,944.00
20333	San Pedro Totolapam	Oaxaca	4,634.00

Los sitios del inventario que reportan presencia de Cobre son exactamente 1,500 en 352 municipios, siendo Sonora con 352 sitios, Chihuahua con 235 y Guerrero con 125 los estados con mayor cantidad, los sitios se distribuyen espacialmente de la siguiente manera:

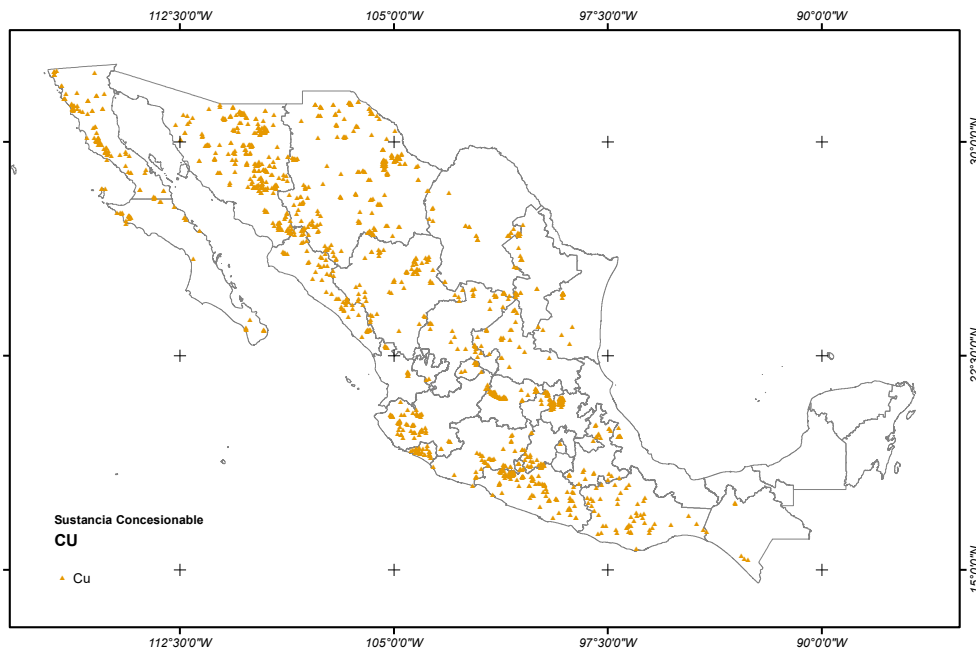


Figura 3.27. 1,500 sitios del inventario reportados con cobre.

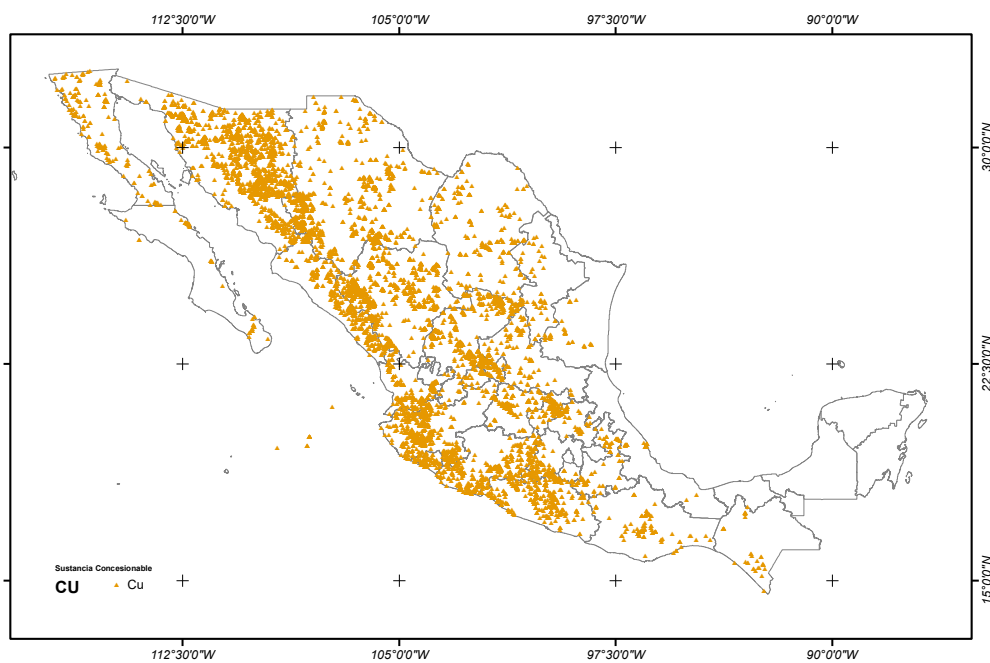


Figura 3.28. 11,199 concesiones que indican al cobre en la solicitud.

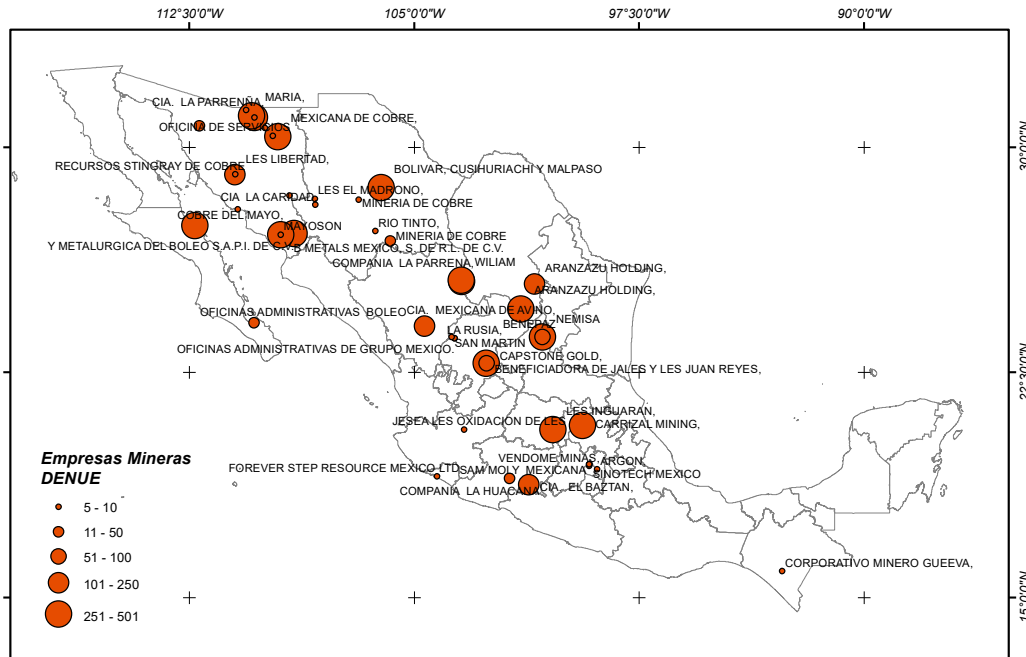


Figura 3.29. Empresas Mineras relacionadas al Cobre según el DENUE.

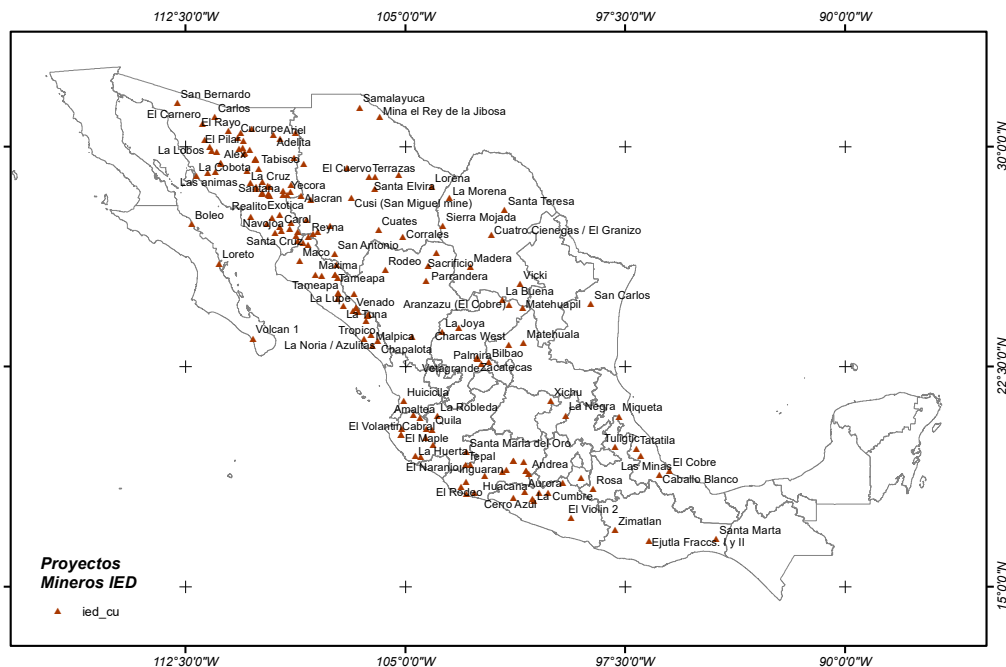


Figura 3.30. Proyectos con Inversión Extranjera Directa relacionados al Cobre.

### 3.4.4 Producto: PLOMO



Figura 3.31. Galena (PbS)

La producción de plomo también ha tenido bajos como el 2007 con cerca de 90 mil toneladas, mientras que en 2015, se triplicó esa cantidad.

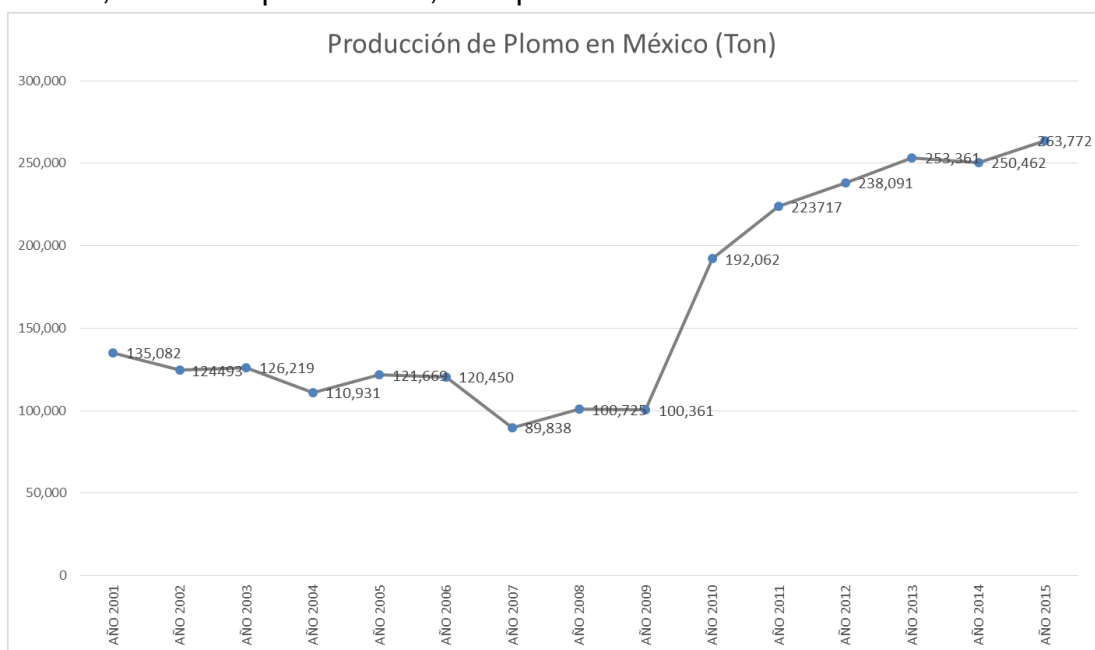


Figura 3.32 Serie Histórica de Producción para el Plomo 2001-2015.

Al 2015, existen 33 municipios que producen plomo de manera comercial en el País, los principales se describen a continuación.

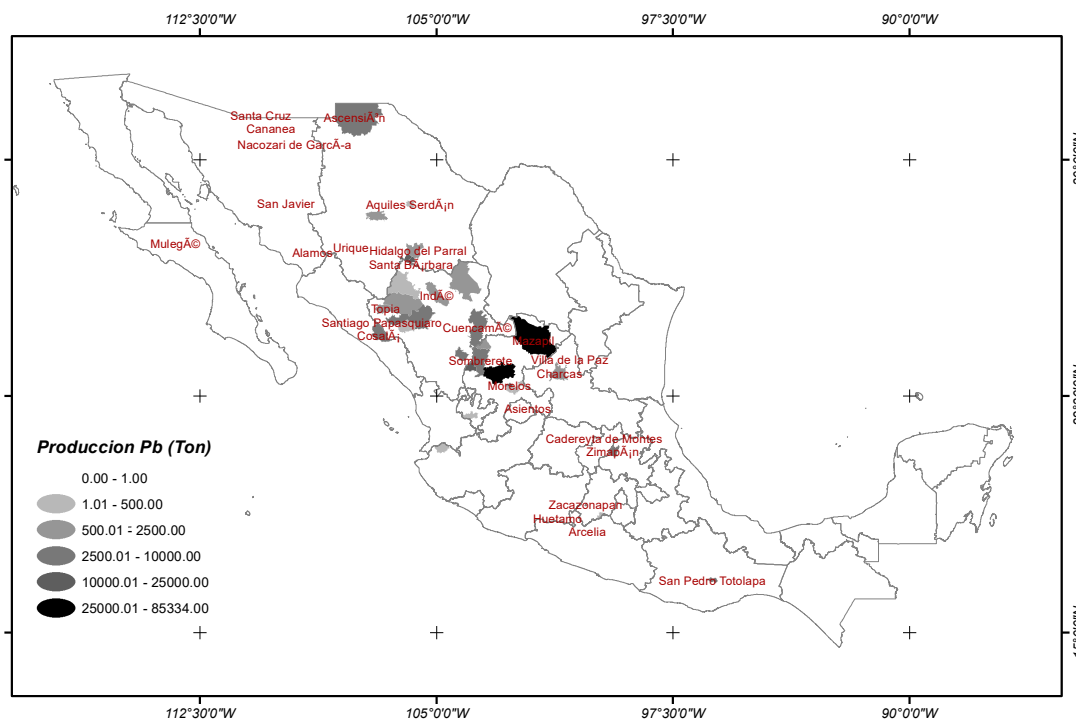


Figura 3.33. Municipios Productores de Plomo en el 2015.

Tabla 3.7. Principales municipios con Producción (Pb) reportada en el año 2015

Clave	Municipio	Estado	Plomo (Ton) 2015
32026	Mazapil	Zacatecas	85,334
32010	Fresnillo	Zacatecas	38,252
08060	Santa Bárbara	Chihuahua	21,080
32009	Chalchihuites	Zacatecas	18,679
32032	Morelos	Zacatecas	14,153
08059	San Francisco del Oro	Chihuahua	11,758
10004	Cuencamé	Durango	9,620
10016	Nombre de Dios	Durango	9,244
15116	Zacazonapan	México	8,798
01002	Asientos	Aguascalientes	7,453
32042	Sombbrero	Zacatecas	6,899
10032	Santiago papasquiaro	Durango	5,625
20333	San Pedro Totolapam	Oaxaca	5,230

En el inventario se encuentran 1,783 sitios con plomo, en 383 municipios de 28 estados, predominando en Chihuahua y Sonora.

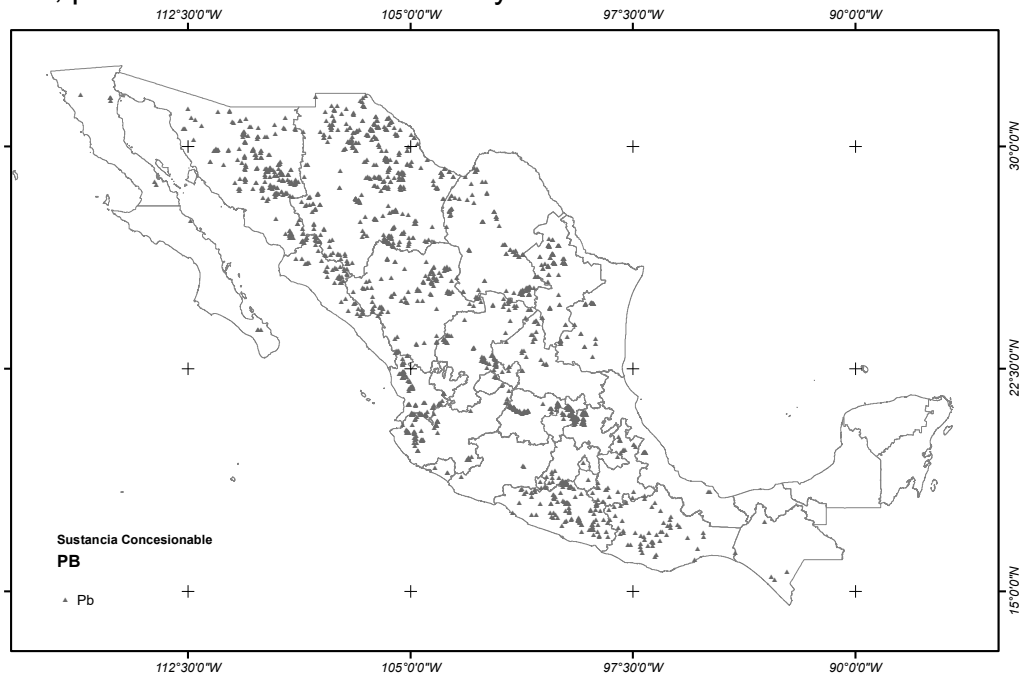


Figura 3.34. 1783 sitios con indicios de Plomo en el Inventario.

Respecto a las concesiones, se reportan en 10,377 de ellas el plomo como sustancia concesionable.

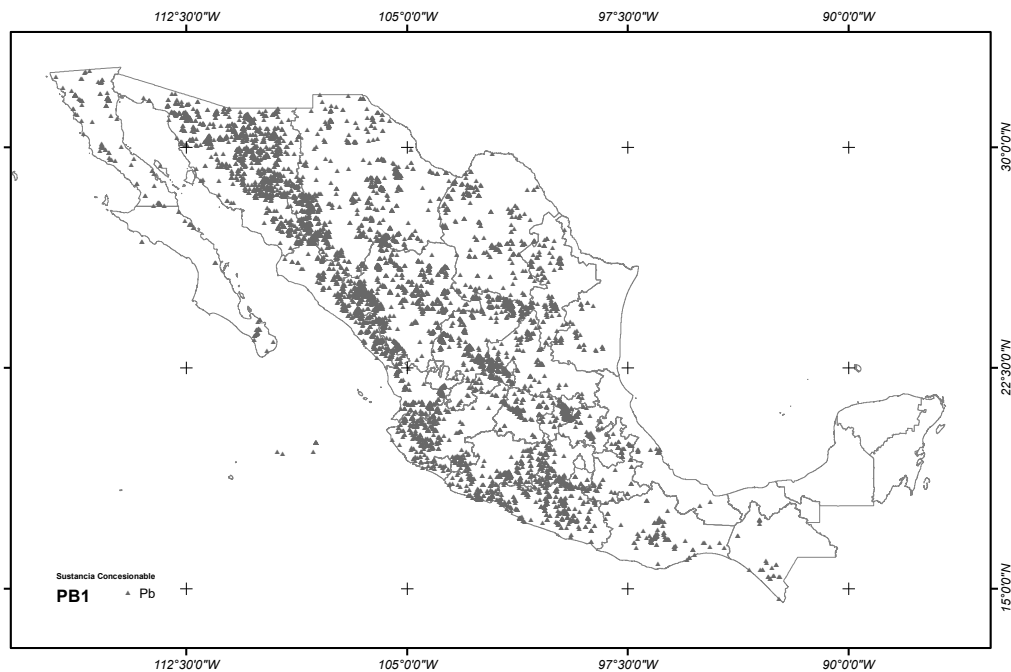


Figura 3.35. 10,377 concesiones reportan plomo, dentro de la solicitud de la concesión.

### 3.4.5 Producto: ZINC

Existen 36 municipios que producen Zinc en el País.



Figura 3.36. Esfalerita (ZnS) con cuarzo.

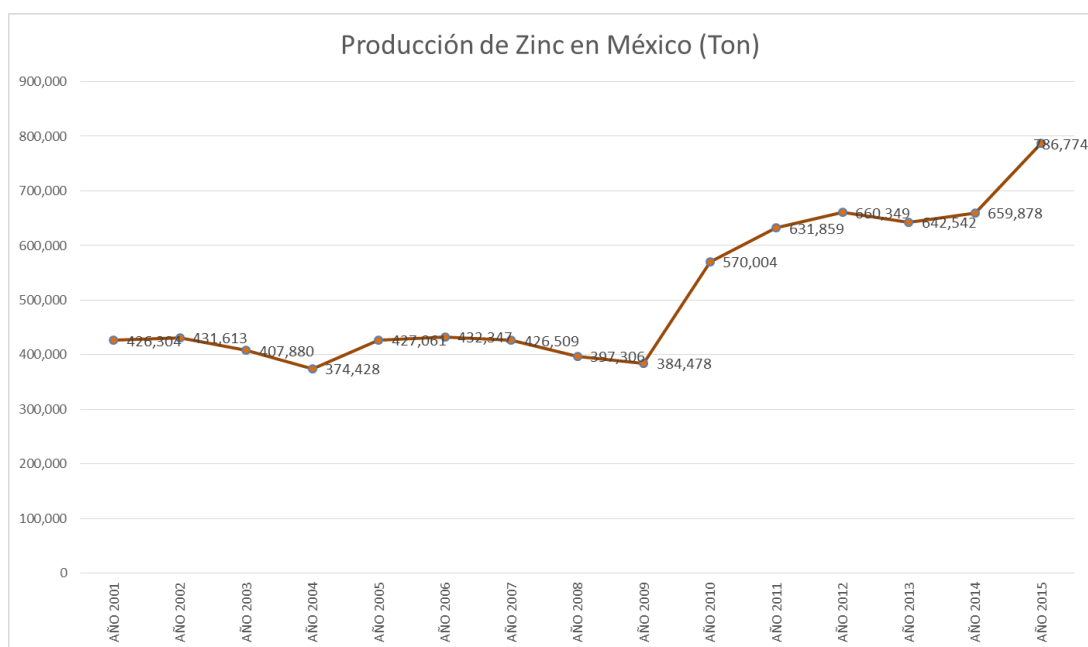


Figura 3.37. Serie Histórica de Producción para el Zinc 2001-2015.



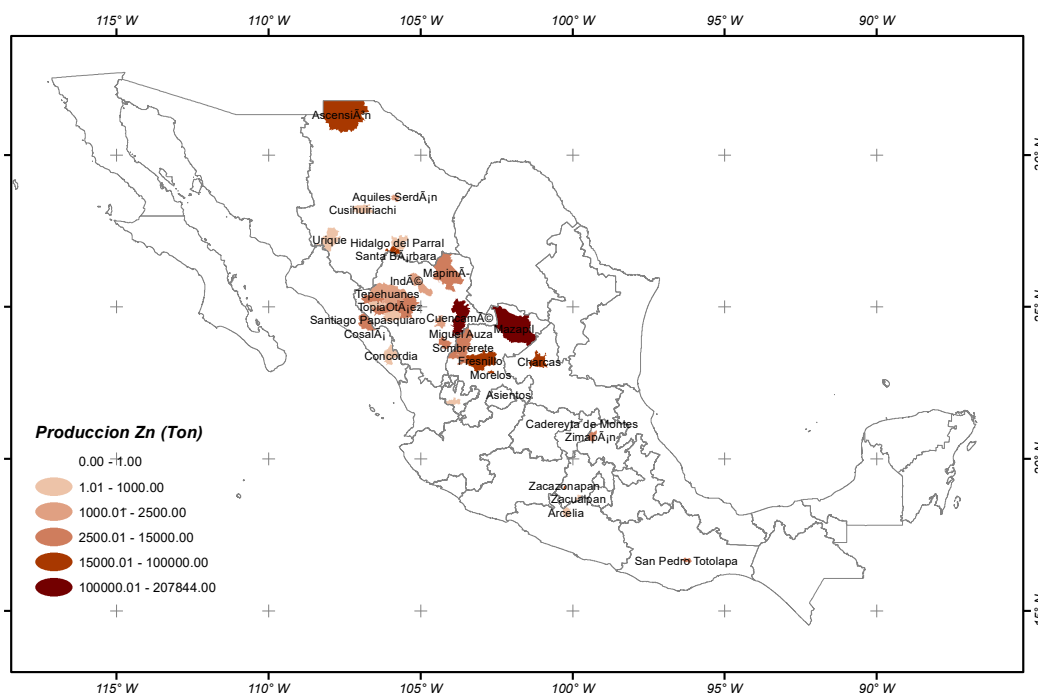


Figura.3.38. Municipios Productores de Zinc en el año 2015.

Tabla 3.8. Municipios Productores de Zinc en el año 2015.

Clave	Municipio	Estado	Zinc (Ton) 2015
32026	Mazapil	Zacatecas	207,844
10004	Cuencamé	Durango	176,104
32010	Fresnillo	Zacatecas	55,348
32032	Morelos	Zacatecas	51,085
15116	Zacazonapan	México	45,430
08005	Ascensión	Chihuahua	42,043
08060	Santa Bárbara	Chihuahua	34,555
01002	Asientos	Aguascalientes	30,529
24015	Charcas	San Luis Potosí	28,728
08059	San Francisco del Oro	Chihuahua	23,823
20333	San Pedro Totoloapam	Oaxaca	14,964
13084	Zimapán	Hidalgo	12,119

Dentro del inventario se describen 1,416 sitios, con presencia en 328 municipios, la gran mayoría en Chihuahua con 360 sitios y Sonora con 170.

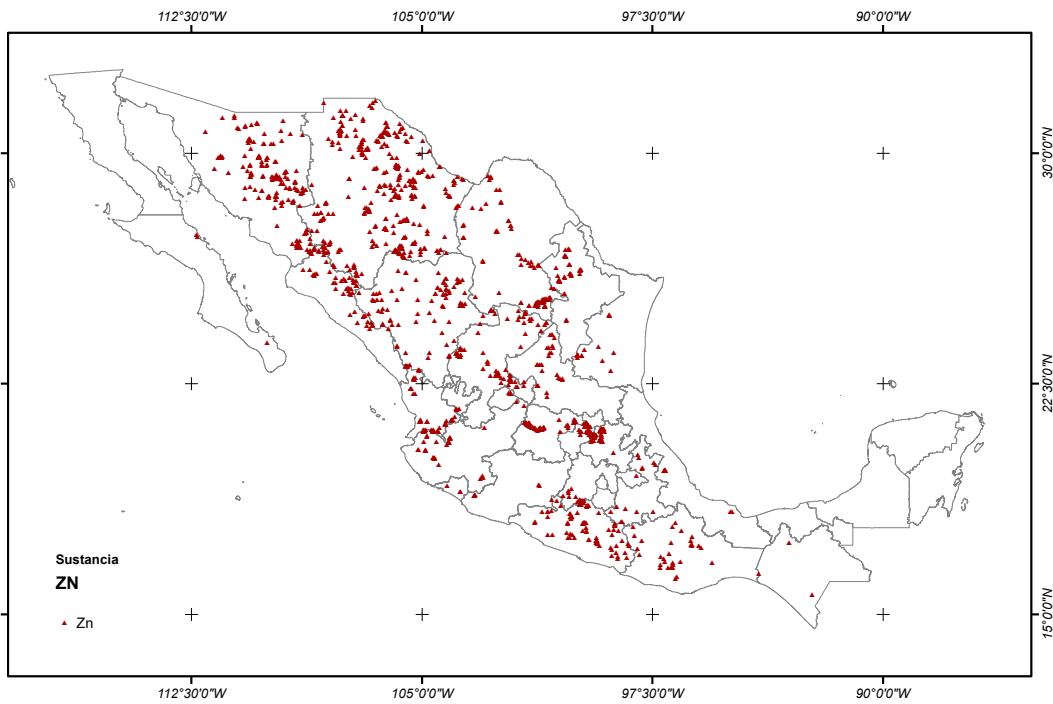


Figura 3.39. Sitios en el Inventario Minero que reportan Zinc.

Respecto a las concesiones, en 9,427 sitios se reportó Zinc en la Solicitud.

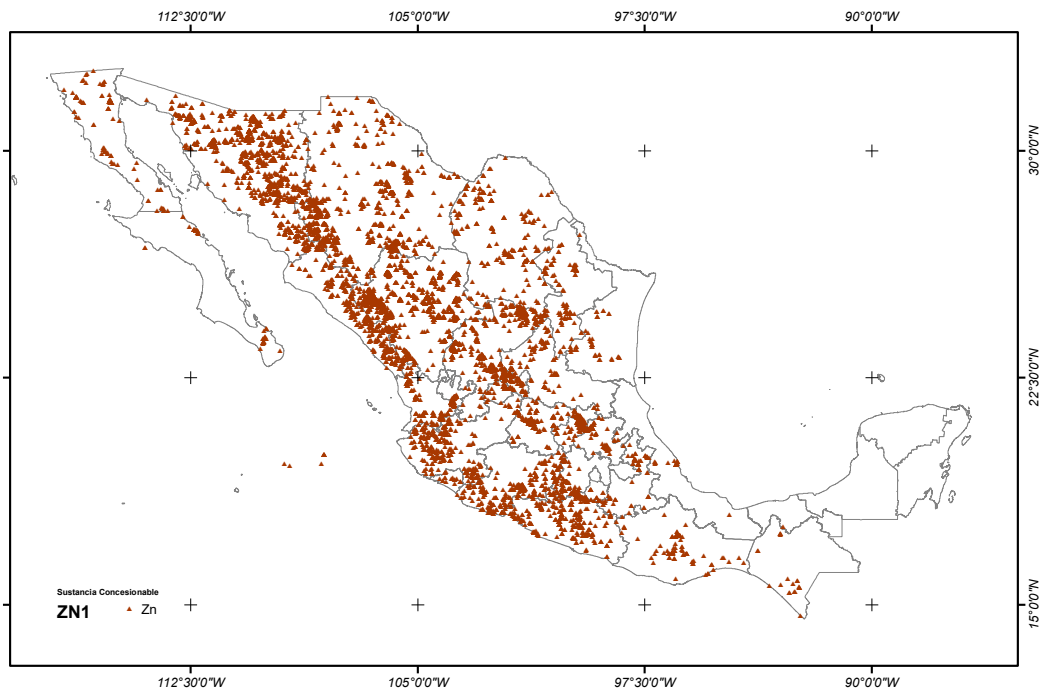


Figura 3.40. Concesiones mineras con Zinc como sustancia concesionable.

### 3.4.6 Producto: HIERRO

La producción de hierro a nivel comercial se concentra principalmente en los Estados de Coahuila, Durango, Sonora Michoacán, Jalisco, Colima, Chihuahua y Sinaloa.



Figura 3.41. Hematita.

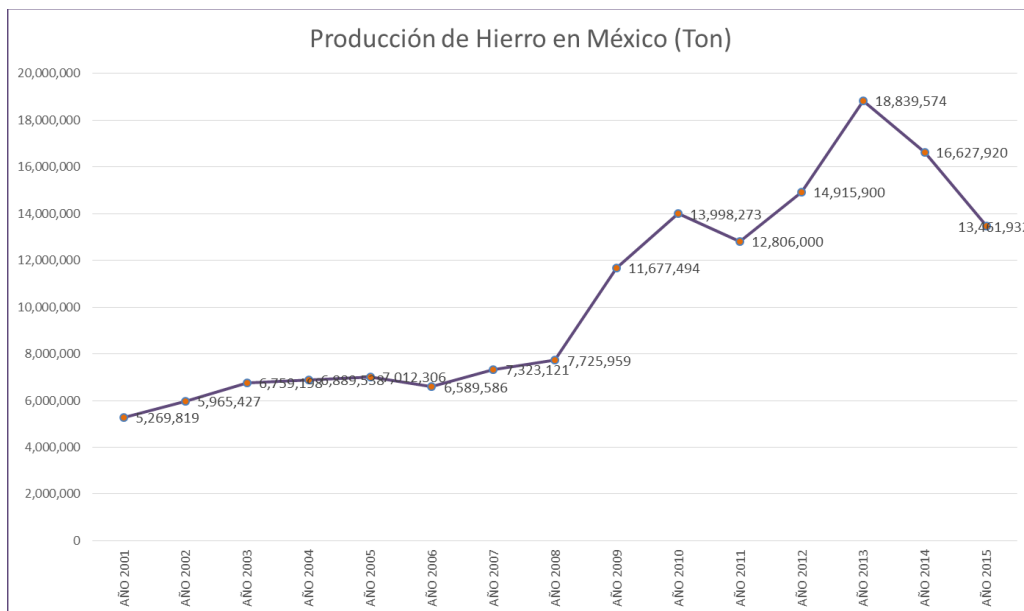


Figura 3.42. Producción de Hierro 2001-2015.

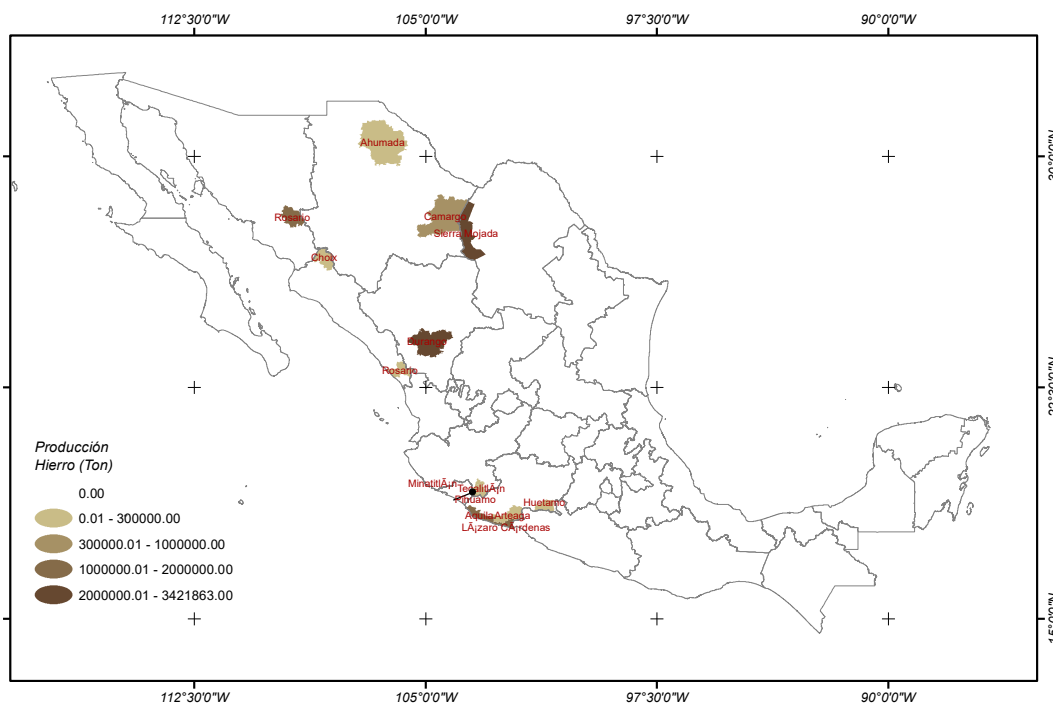


Figura 3.43. Principales Municipios productores de Hierro en el país.

Tabla 3.9. Principales municipios con Producción (Hierro) reportada en el año 2015.

Clave	Municipio	Estado	Hierro (Ton) 2015
05034	Sierra Mojada	Coahuila	3,421,863
10005	Durango	Durango	2,722,557
06008	Minatitlán	Colima	1,919,362
16052	Lázaro Cárdenas	Michoacán	1,805,488
26051	Rosario	Sonora	1,449,000
16008	Aquila	Michoacán	1,034,616
08011	Camargo	Chihuahua	694,633
14065	Pihuamo	Jalisco	228,194
25007	Choix	Sinaloa	127,231
16038	Huetamo	Michoacán	24,984
14087	Tecalitlan	Jalisco	24,000
08001	Ahumada	Chihuahua	9,795

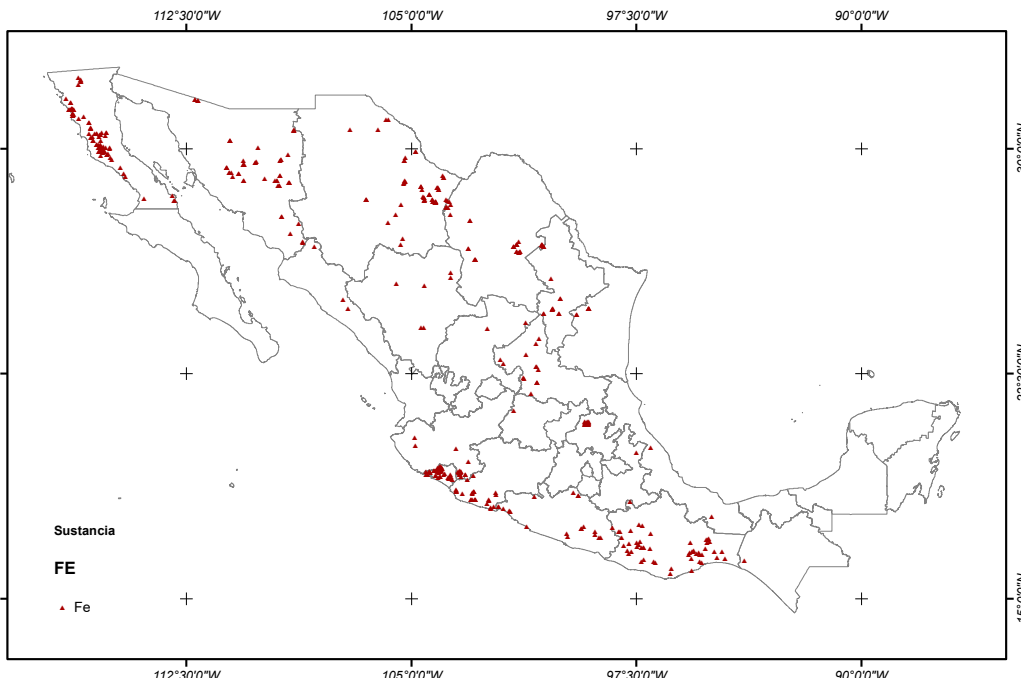


Figura 3.44. Sitios en el Inventario con Producción de Hierro en el país.

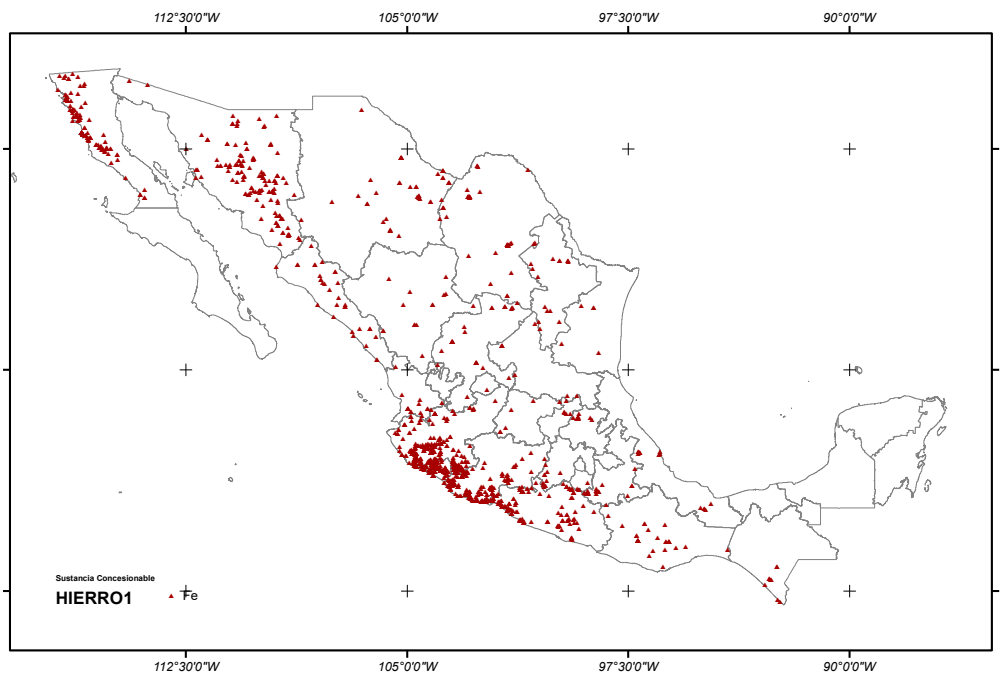


Figura 3.45. Concesiones con registro de hierro dentro de las sustancias concesionables.

### 3.4.7 Producto: MANGANESO

Se presenta a continuación la situación actual de producción del Manganeseo en el país.



Figura 3.46. Pirolusita, ( $Mn^{4+}O_2$ ) mineral de Manganeseo.

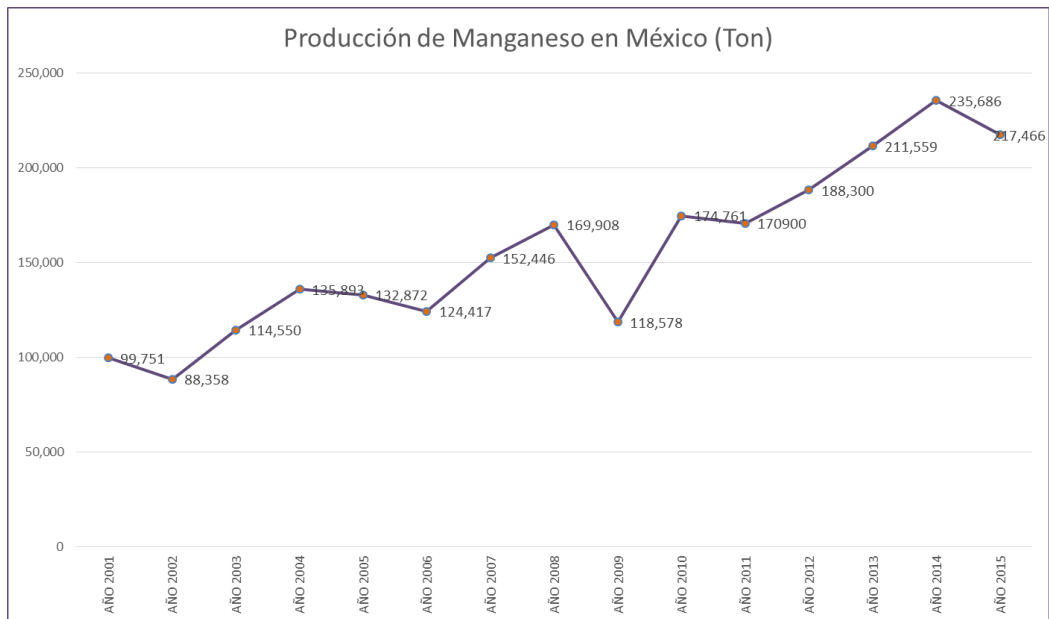


Figura 3.47. Evolución en la producción de Manganeseo en el país (2001 – 2015).

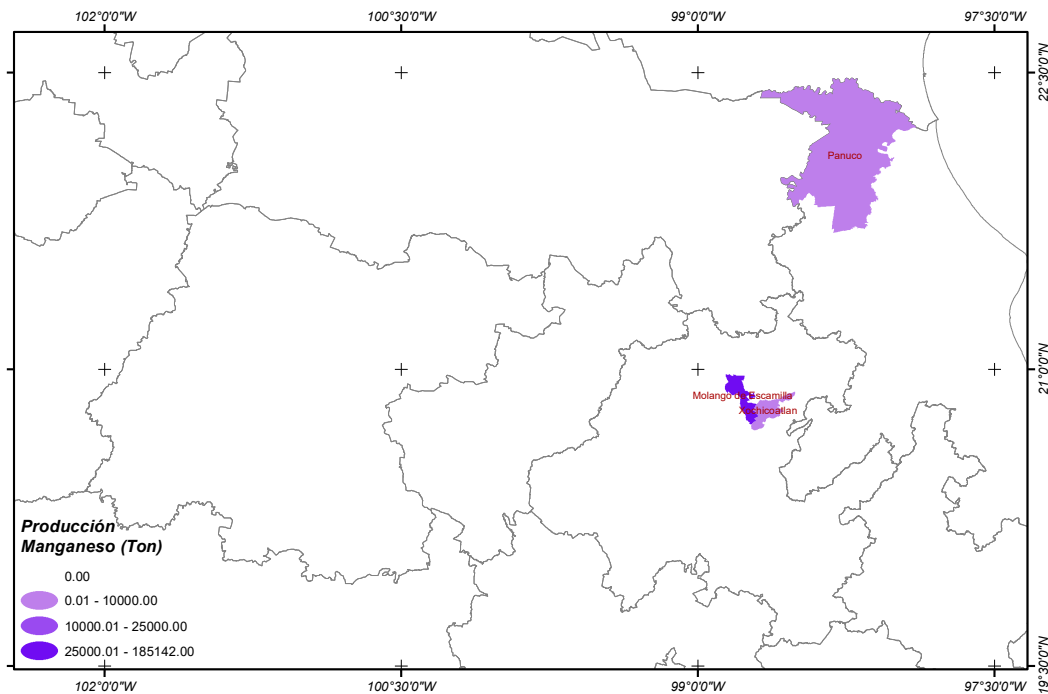


Figura 3.48. Producción de Manganeso por Municipio, año 2015.

Tabla 3.10. Producción de Manganeso por Municipio, año 2015.

Clave	Municipio	Estado	Manganeso (Ton) 2015
13042	Molango de Escamilla	Hidalgo	185,142
30123	Panuco	Veracruz	25,305
13079	Xochicoatlán	Hidalgo	7,019

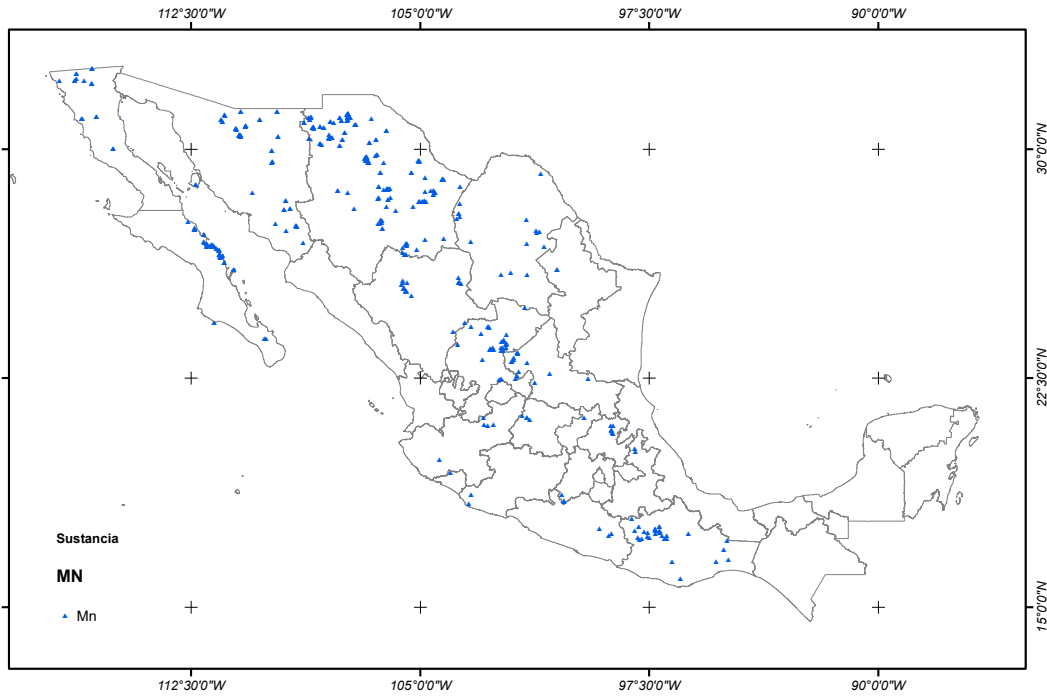


Figura 3.49. Sitios mineros del Inventario señalados con presencia de Manganeso.

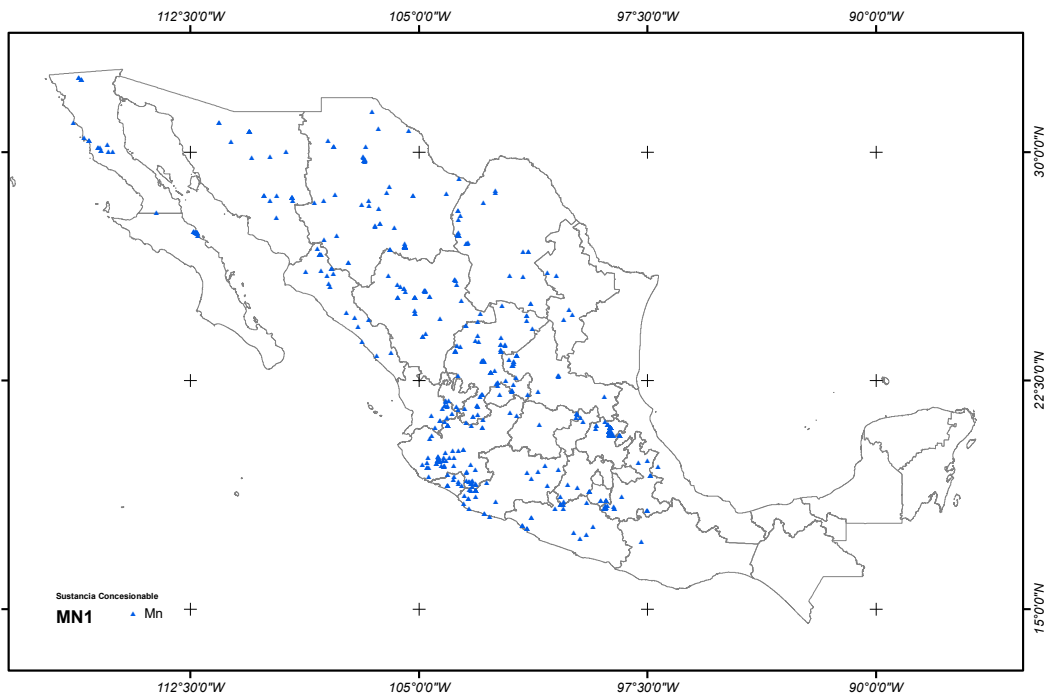


Figura 3.50. Concesiones mineras con presencia de Manganeso.



### 3.4.8 Producto: CARBÓN MINERAL



Figura 3.51. Carbón Mineral.

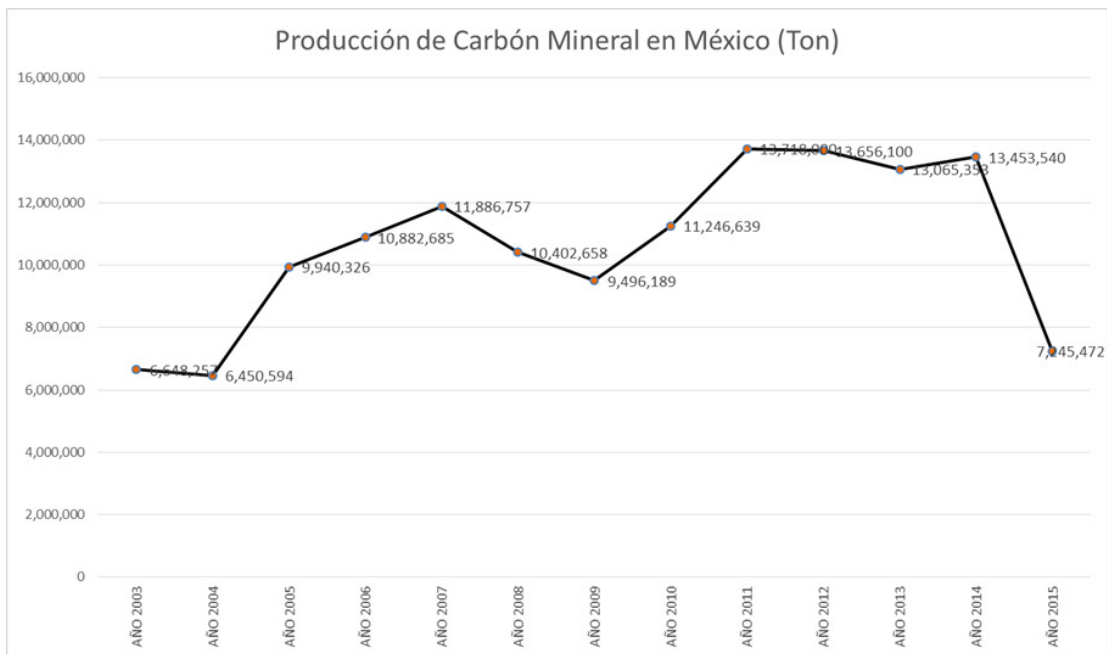


Figura 3.52. Producción de Carbón Mineral (2001-2015).

Existen 9 municipios que producen Carbón en el País, todos en el estado de Coahuila, los cuáles se describen a continuación.

Tabla 3.11. Principales municipios con Producción (Carbón) reportada en el año 2015.

Clave	Municipio	Estado	Carbón (Ton) 2015
05020	Múzquiz	Coahuila	2,482,612.00
05022	Nava	Coahuila	2,221,536.00
05032	San Juan de Sabinas	Coahuila	880,574.00
05028	Sabinas	Coahuila	838,657.00
05026	Progreso	Coahuila	410,215.00
05015	Juárez	Coahuila	209,346.00
05018	Monclova	Coahuila	104,673.00
05008	Escobedo	Coahuila	68,506.00
05001	Abasolo	Coahuila	29,353.00

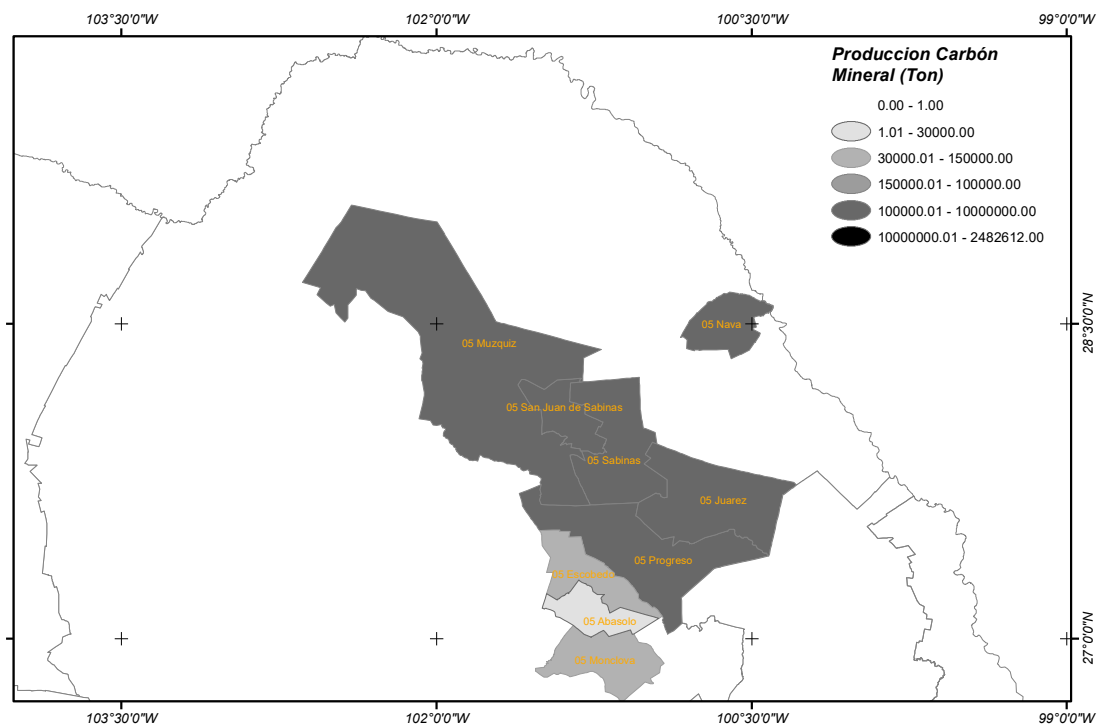


Figura 3.53. Municipios con Producción de Carbón Mineral (2015).

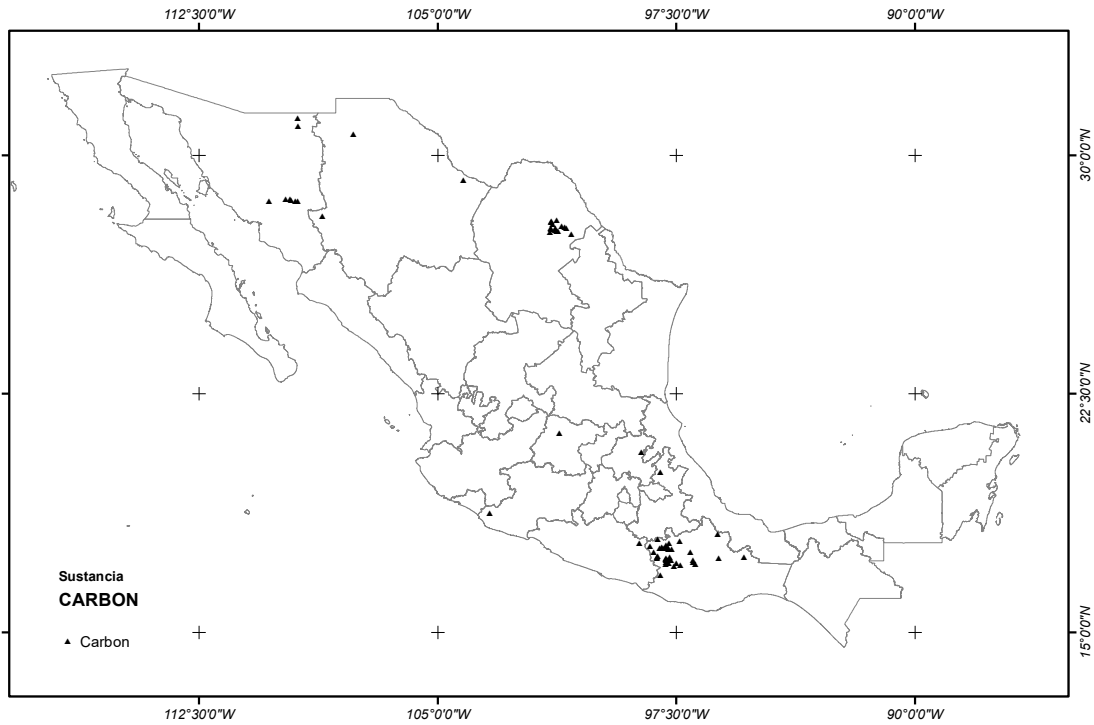


Figura 3.54 . En el Inventario existen 73 sitios en 45 Municipios, principalmente en los estados de Coahuila y Oaxaca.

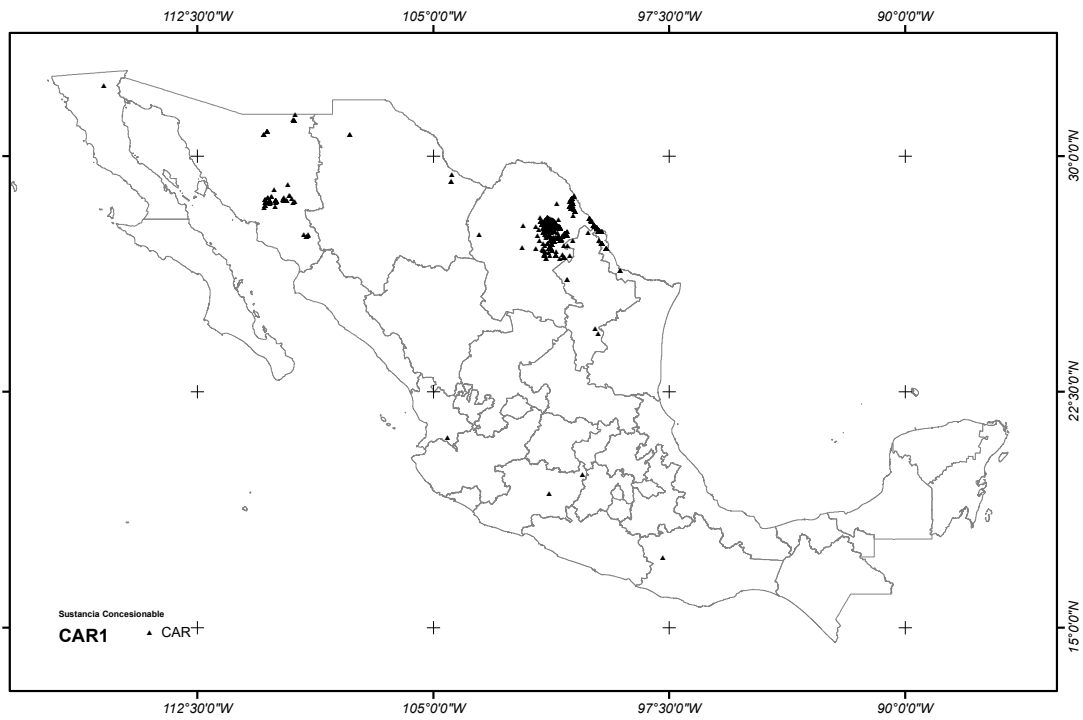


Figura 3.55 . Concesiones mineras con sustancia concesionable señalada como carbón.

### 3.4.9 Producto: BARITA



Figura 3.56 . Barita.

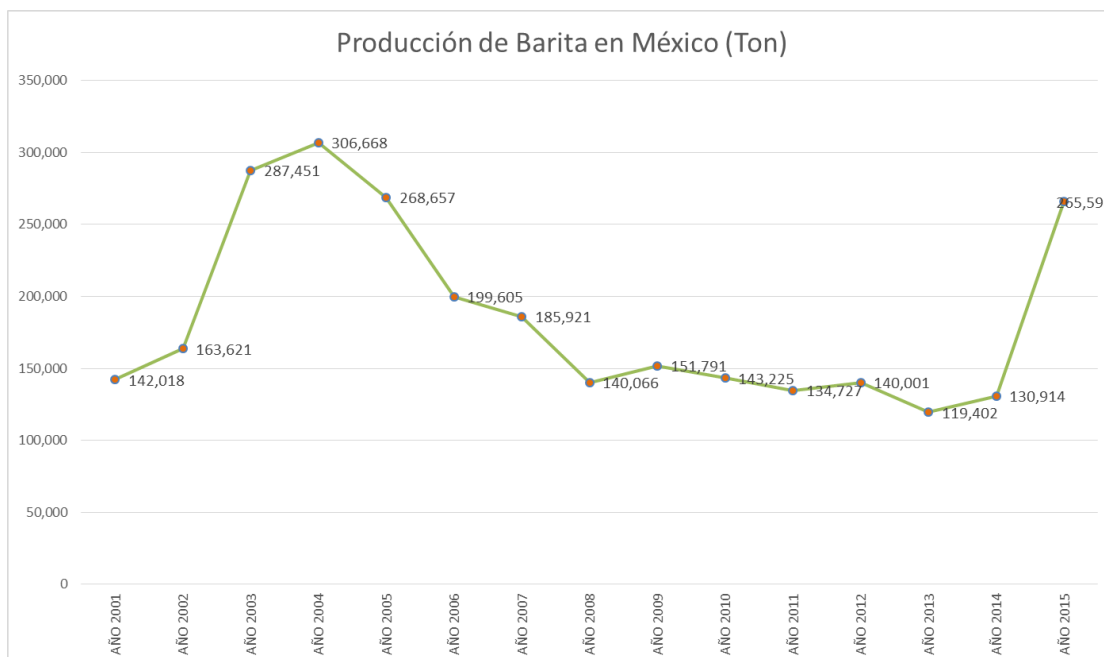


Figura 3.57 . Evolución de la producción de Barita (2001-2015).

Existen 7 municipios que producen Barita en el País, los principales se describen a continuación.

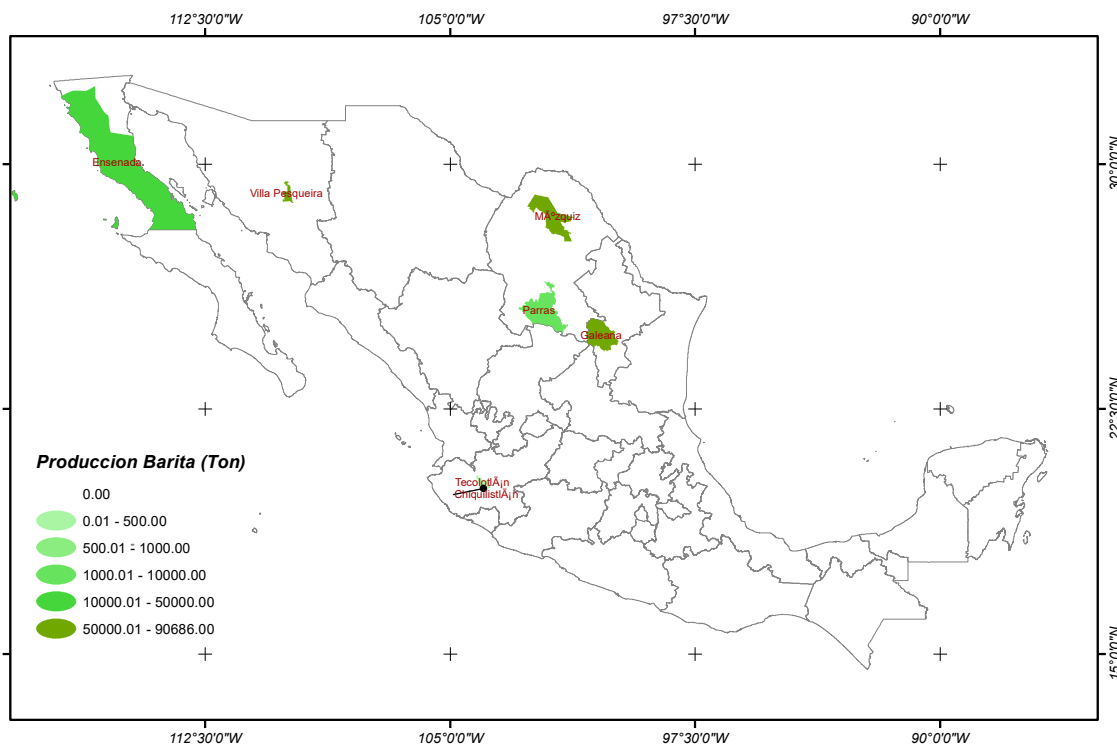


Figura 3.58. Municipios con producción de Barita (2015)

Tabla. 3.12. Producción de Barita por Municipio (2015).

Clave	Municipio	Estado	Barita (Ton) 2015
19017	Galeana	Nuevo León	90,686
26068	Villa Pesqueira	Sonora	86,955
05020	Múzquiz	Coahuila	62,999
02001	Ensenada	Baja California	23,290
05024	Parras	Coahuila	1,279
14088	Tecolotlán	Jalisco	220
14032	Chiquilistlán	Jalisco	169

263 Puntos del Inventario reportan Barita, distribuidos en 88 municipios, predominando en Nuevo León, Coahuila y Chihuahua.

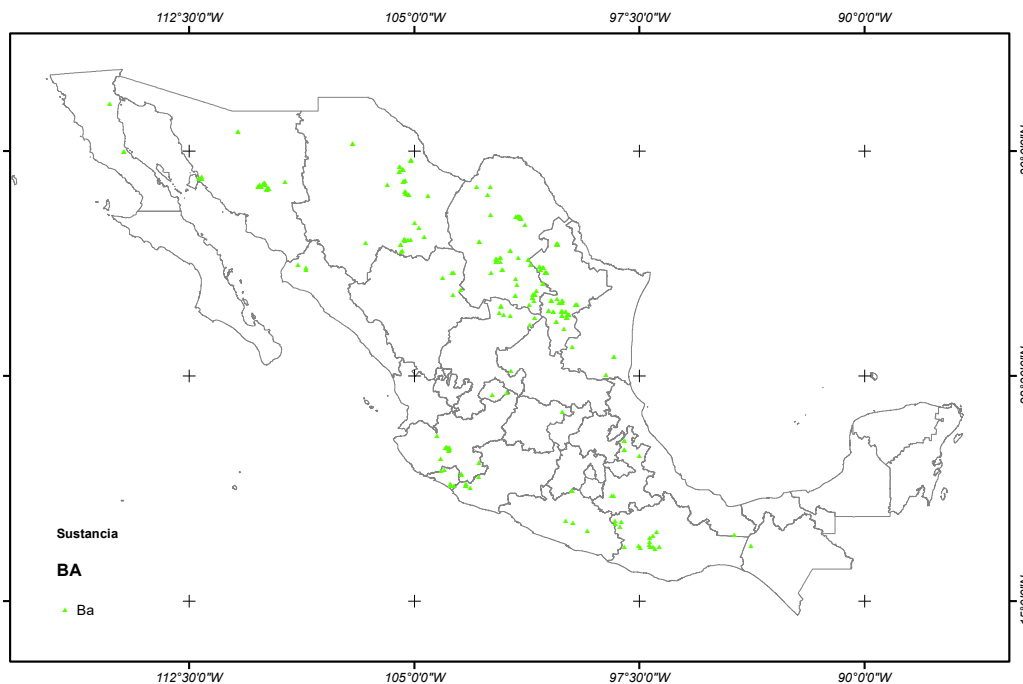


Figura 3.59. Existen 263 sitios del Inventario Minero que reportan Barita.

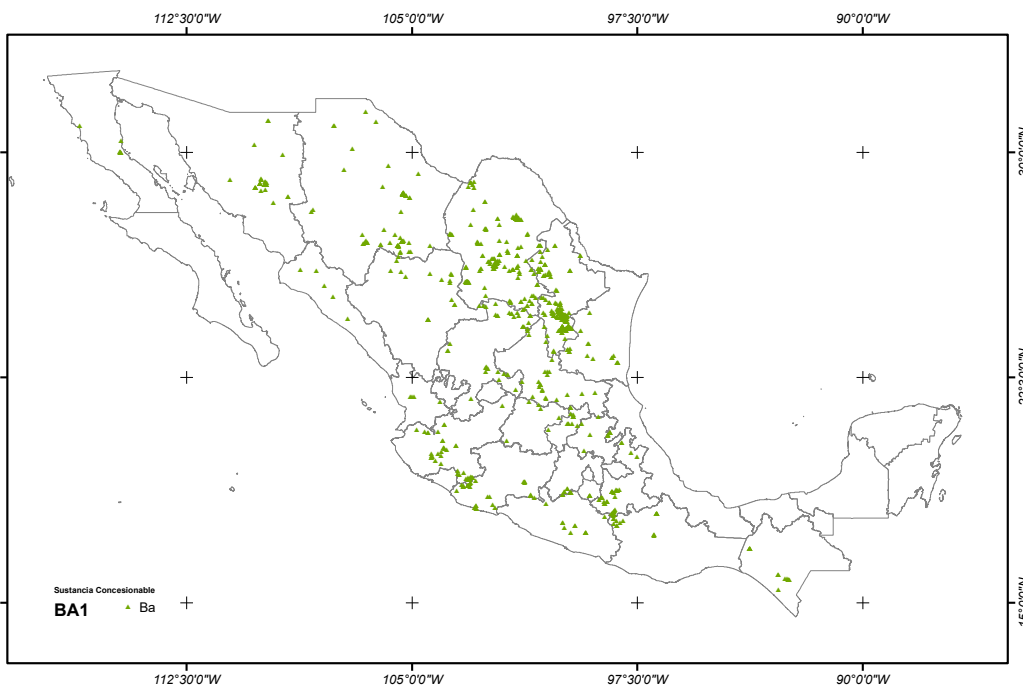


Figura 3.60. Concesiones mineras con Barita como Sustancia Concesionable.

### 3.4.10 Producto: FLOURITA

Existen 4 municipios que producen Flourita en el País, los cuáles se describen a continuación.



Figura 3.61. Flourita

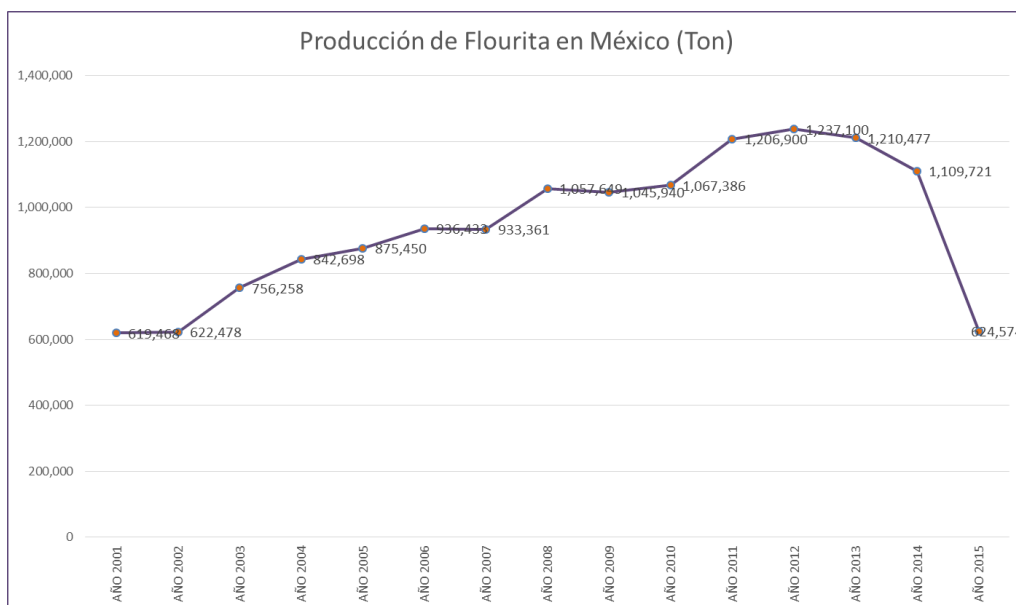


Figura 3.62. Producción de Flourita entre los años 2001-2015.

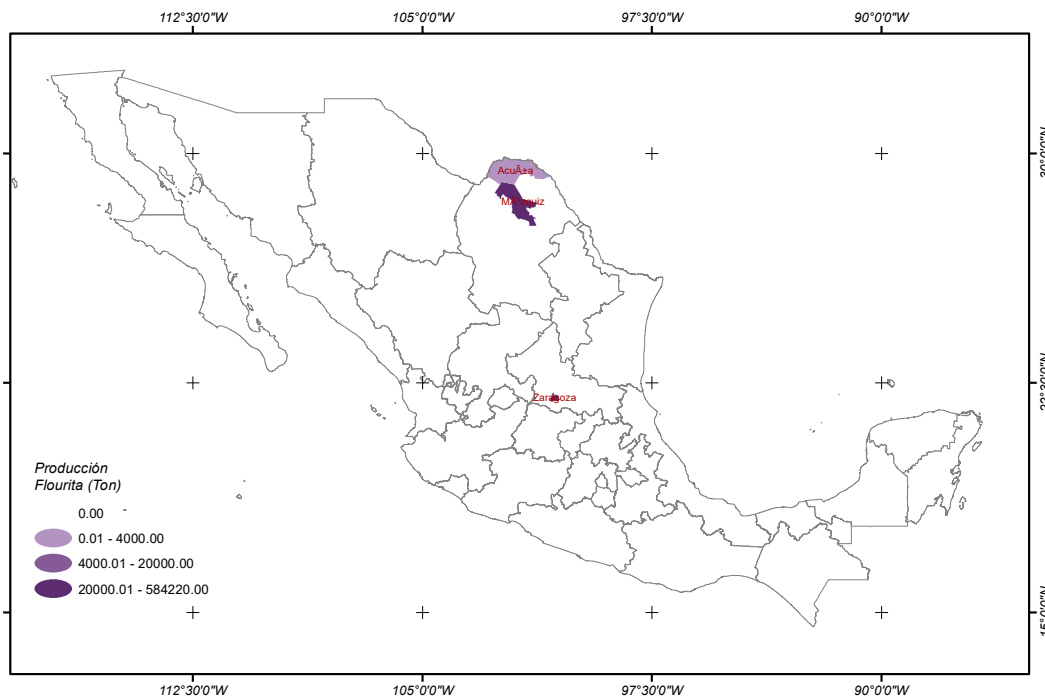


Figura 3.63. Municipios productores de Flourita en el año 2015.

Tabla 3.13 .Municipios productores de Flourita en el año 2015.

Clave	Municipio	Estado	Flourita (Ton) 2015
24055	Zaragoza	San Luis Potosí	584,220
05020	Múzquiz	Coahuila	37,007
05002	Acuña	Coahuila	3,347



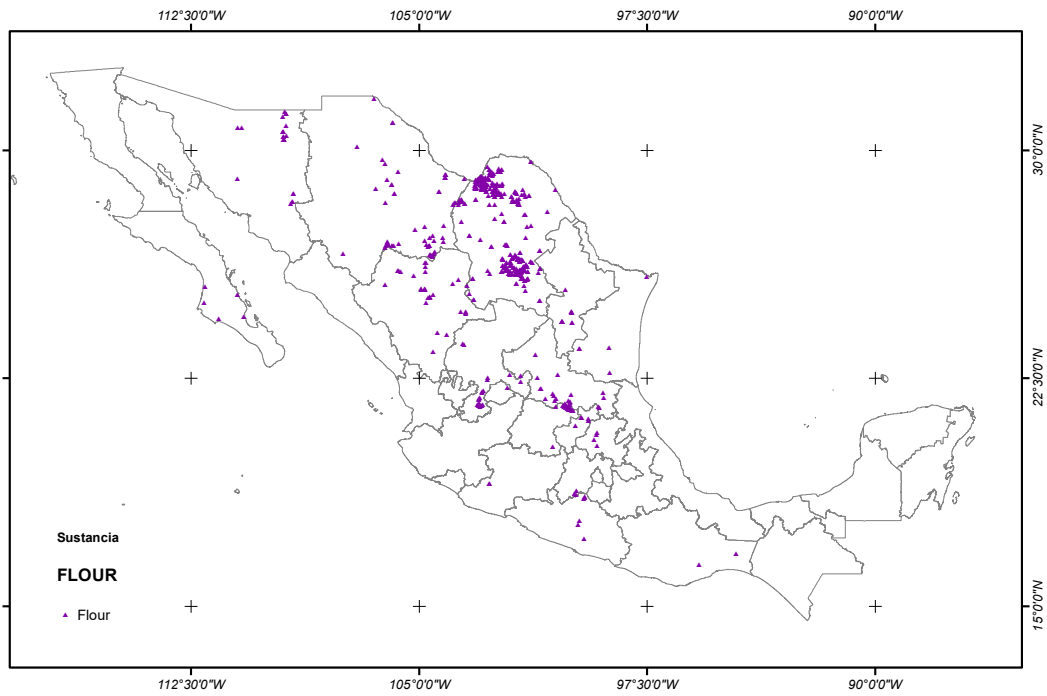


Figura 3.64. Sitios Mineros que reportan Flourita.

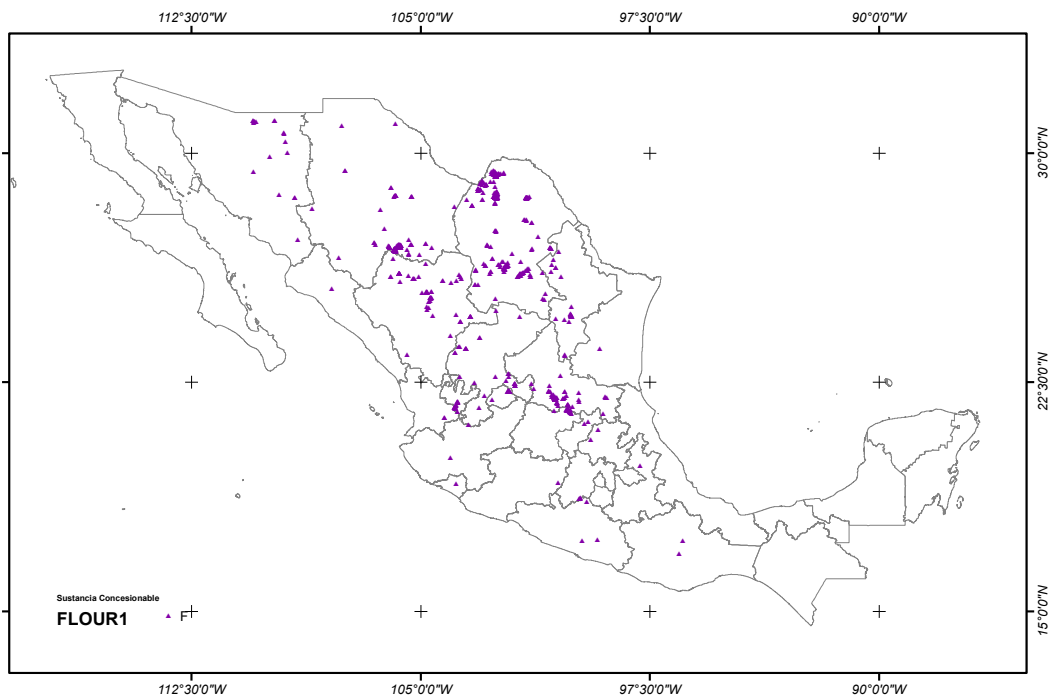


Figura 3.65. Concesiones Mineras con Flourita como sustancia concesionable.

### 3.4.11 Producto: CELESTITA

Existen 2 municipios que producen Celestita en el País, los cuáles se describen a continuación.



Figura 3.66. Celestita

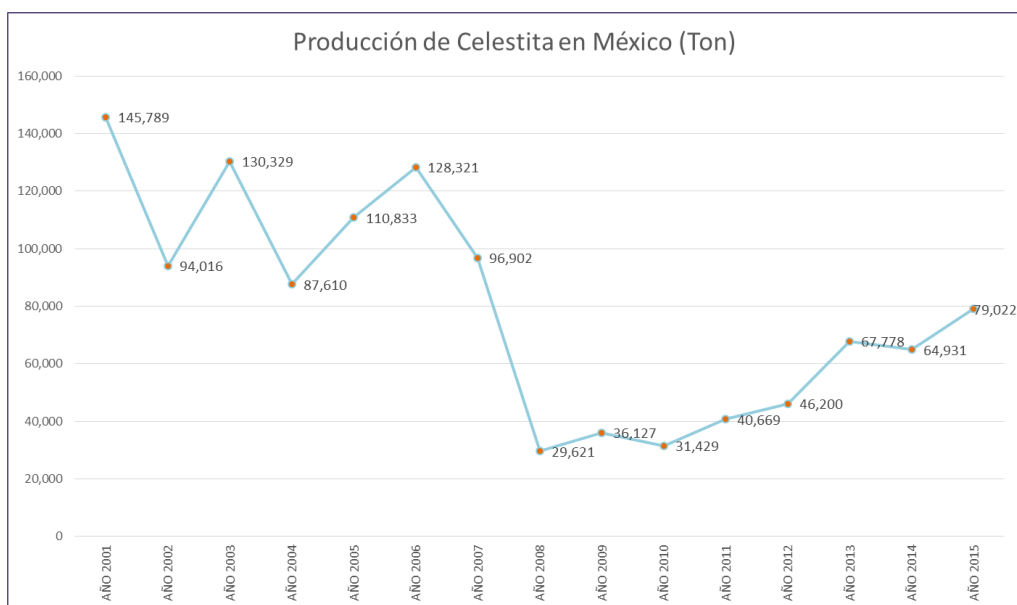


Figura 3.67. Producción de Celestita entre el 2001 y el 2015.

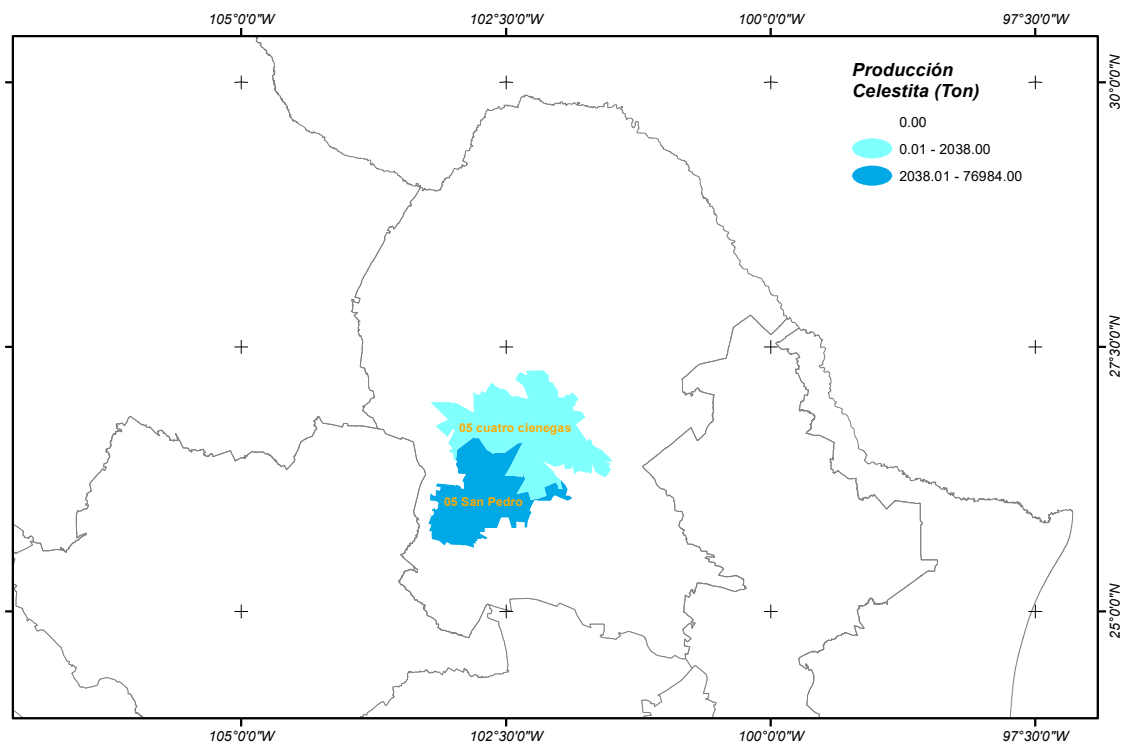


Figura 3.68. Los 2 municipios con producción reportada de Barita son. San Pedro y Cuatro Ciénegas, ambos en Coahuila.

Tabla.3.14. Producción reportada de Barita en San Pedro y Cuatro Ciénegas, Coahuila.

Clave	Municipio	Estado	Celestita (Ton) 2015
05033	San Pedro	Coahuila	76,984
05007	Cuatro Ciénegas	Coahuila	2,038

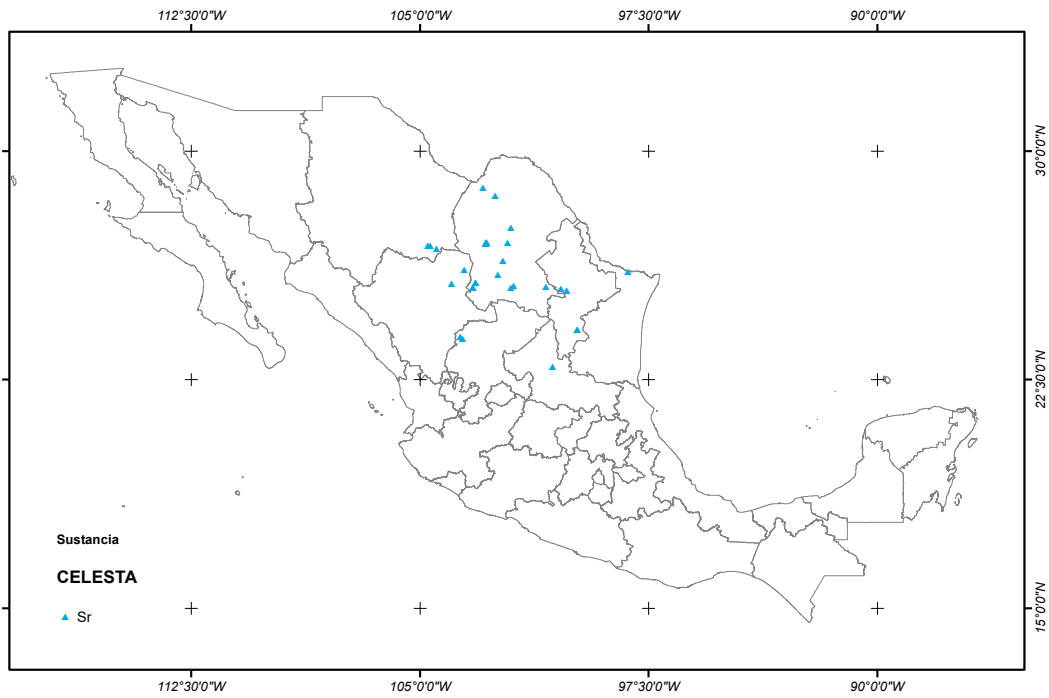


Figura 3.69. Sitios en el inventario con Celestita.

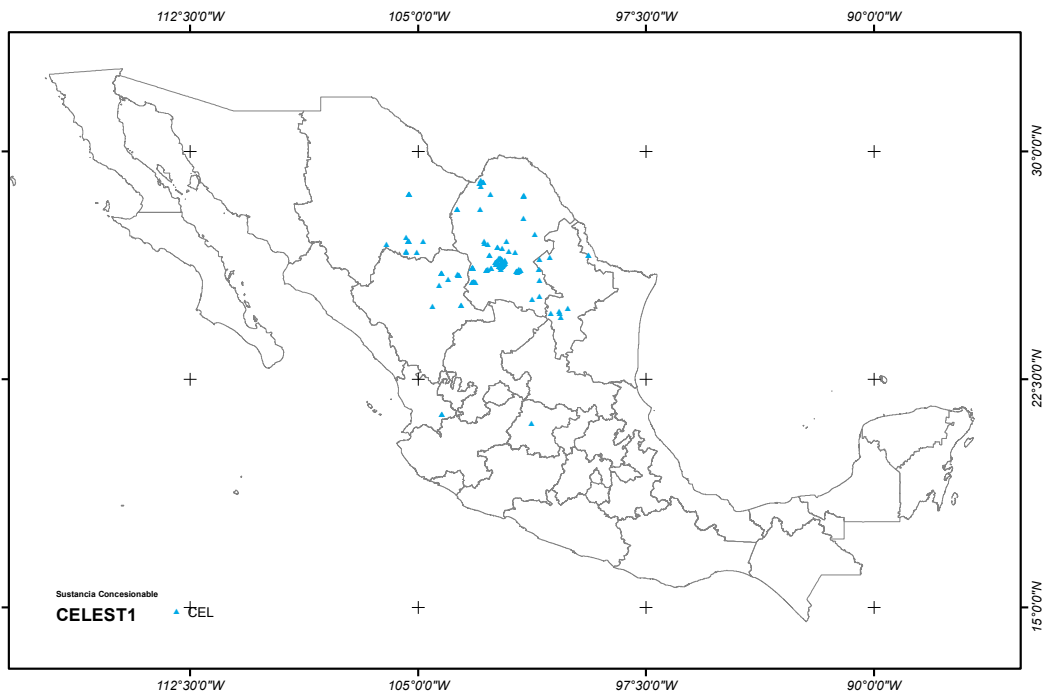


Figura 3.70. Concesiones Mineras que reportan Celestita.

3.4.12 Producto: SAL



Figura 3.71. Sal Mineral.

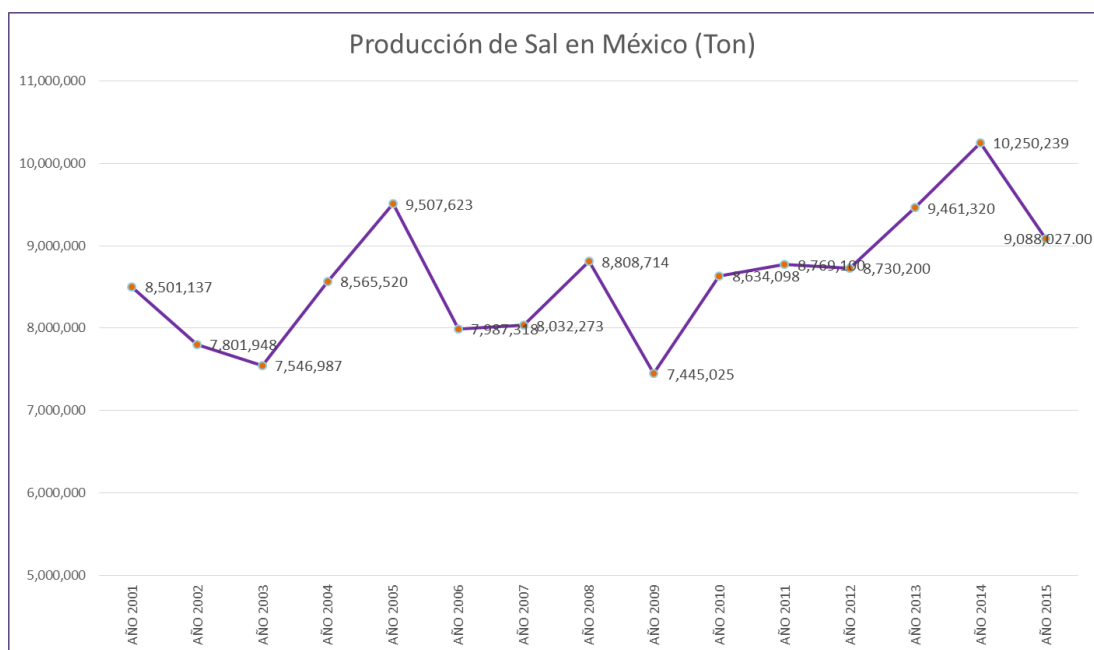


Figura 3.72. Producción de Sal en el lapso entre 2001 a 2015.

Existen 4 municipios que producen Sal en el País, los cuáles se describen a continuación:

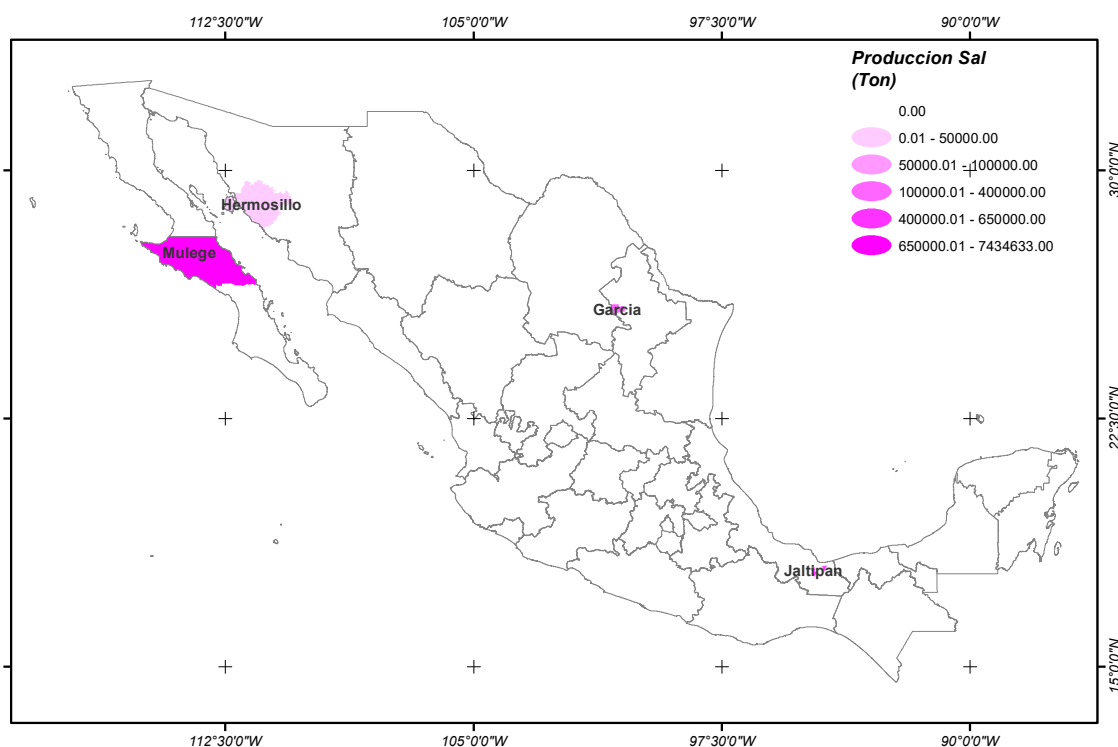


Figura 3.73. Ubicación de los municipios con producción de sal en el 2015.

Tabla 3.15. Municipios con producción de sal en el 2015.

Clave	Municipio	Estado	Sal (Ton) 2015
03002	Mulegé	Baja California Sur	7,434,633
30082	Ixhuatlán del Sureste	Veracruz	601,298
30089	Jaltipan	Veracruz	504,331
19018	Garcia	Nuevo Leon	284,447
26030	Hermosillo	Sonora	28,507

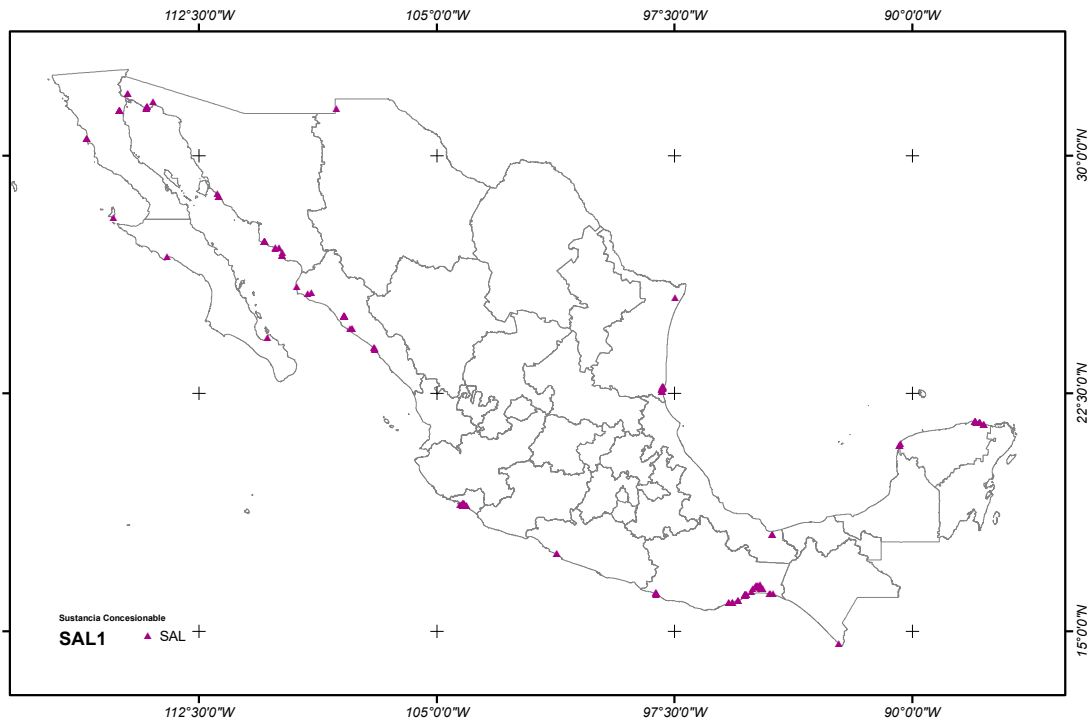


Figura 3.74. Concesiones con sal como sustancia concesionable.

### 3.5 Proyectos Mineros Operados por Compañías con Capital Extranjero.

Uno de los principales indicadores económicos del país que es la cantidad de dinero que Empresas de otros países están dispuestas a invertir en México, obviamente, entre más atractivo el país mayor es la inversión. La Ley de Inversión Extranjera del 27 de Diciembre de 1993 regula las condiciones bajo las que el capital extranjero puede invertirse.

La Inversión Extrajera se clasifica en Directa e Indirecta, la Inversión Extranjera Indirecta generalmente es la que se realiza entre gobiernos o bancos de Estado para crear o mantener infraestructura, mientras que la Inversión Extranjera Directa (IED) es la que realizan particulares extranjeros en otro país, para obtener un beneficio.

La Inversión extranjera Directa tiene 3 componentes:

- a) La participación de inversionistas extranjeros, en cualquier proporción, en el capital social de sociedades mexicanas.
- b) La realizada por sociedades mexicanas con mayoría de capital extranjero; y
- c) La participación de inversionistas extranjeros en las actividades y actos contemplados por la Ley de Inversión Extranjera.

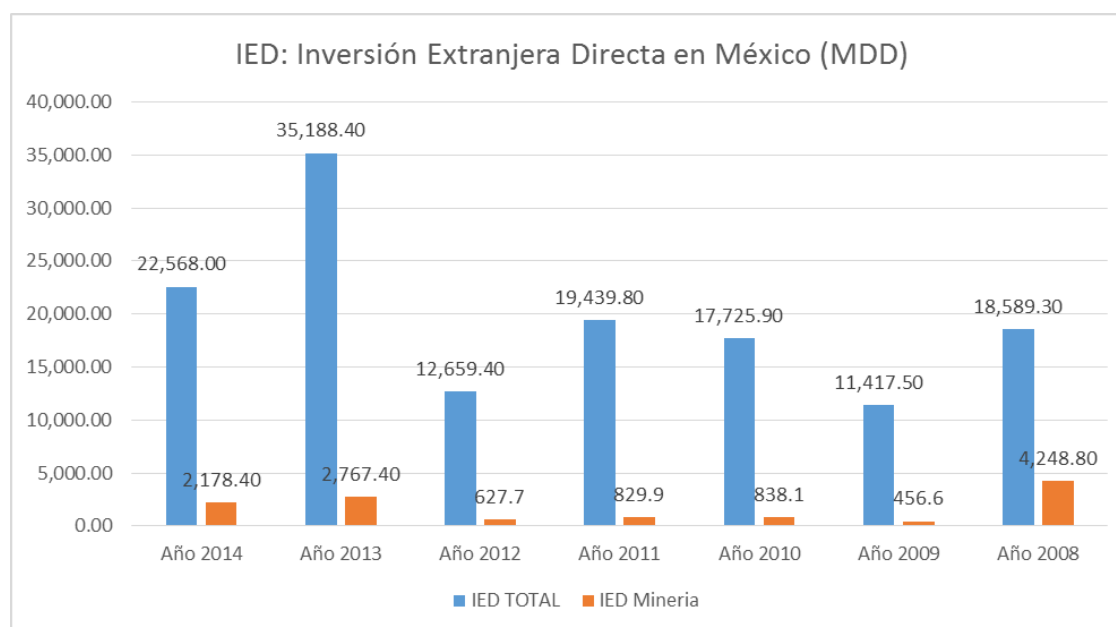


Figura 3.75 Comportamiento de la IED total en México con la IED enfocada en la Industria Minera.  
Fuente: Comisión Nacional de las Inversiones Extranjeras.



En Minería, las principales características a evaluar son: el potencial geológico, el marco legal, los impuestos, el trato con Ejidos ó Sindicatos, la estabilidad política y la seguridad social.

### 3.5.1. Índice Fraser.

La sola certeza de tener un buen prospecto con riqueza geológica sólo es el primer requisito, ya que la minería necesita estabilidad y seguridad debido a la gran inversión que se requiere para poner en marcha un proyecto minero que además sea de larga duración. Los inversionistas extranjeros llevan a cabo un análisis minuciosos para decidir en qué país invertir, en dicho análisis, la estabilidad social, política y económica del país son elementos que tienen un importante incidencia en la decisión de invertir.

El principal de estos índices, es el denominado Índice Fraser., elaborado por el Instituto Fraser de Vancouver, Canadá. Los criterios que se evalúan en este índice son:

1. Políticas Gubernamentales.
2. Base de datos geológicos.
3. Grados de incertidumbre acerca de la interpretación y aplicación de reglamentos existentes, regulaciones ambientales.
4. Duplicidad de regulaciones e inconsistencias.
5. Impuestos.
6. Incertidumbre respecto de las reclamaciones indígenas sobre las tierras y áreas protegidas.
7. Infraestructura.
8. Acuerdos económicos.
9. Estabilidad política.
10. Disponibilidad de mano de obra.
11. Seguridad.

		Score					Rank				
		2016	2015	2014	2013	2012	2016	2015	2014	2013	2012
Latin America and the Caribbean Basin (cont.)	Guyana*	68.97	50.91	66.38	55.79	58.82	45/104	82/109	47/122	72/112	52/96
	Honduras*	45.57	35.36	38.08	36.72	30.24	89/104	107/109	115/122	108/112	95/96
	<b>Mexico</b>	<b>67.06</b>	<b>68.93</b>	<b>75.96</b>	<b>71.05</b>	<b>72.69</b>	<b>50/104</b>	<b>37/109</b>	<b>24/122</b>	<b>31/112</b>	<b>25/96</b>
	Nicaragua	55.02	58.38	63.28	50.32	**	71/104	65/109	54/122	86/112	**
	Panama*	45.20	55.09	61.13	59.99	50.56	90/104	74/109	62/122	59/112	74/96
	Peru	73.47	69.26	75.35	69.85	63.23	28/104	36/109	26/122	34/112	39/96
		Score					Rank				
		2015	2014	2013	2012/2013	2011/2012	2015	2014	2013	2012/2013	2011/2012
Latin America and the Caribbean	Guyana	50.91	66.38	55.79	58.82	59.60	82/109	47/122	72/112	52/96	63/93
	Honduras	35.36	38.08	36.72	30.24	44.61	107/109	115/122	108/112	95/96	88/93
	Mexico	68.93	75.96	71.05	72.69	81.16	37/109	24/122	31/112	25/96	11/93

Figura 3.76 Evolución de la calificación de México en el Índice Fraser

**Figure 3: Investment Attractiveness Index**

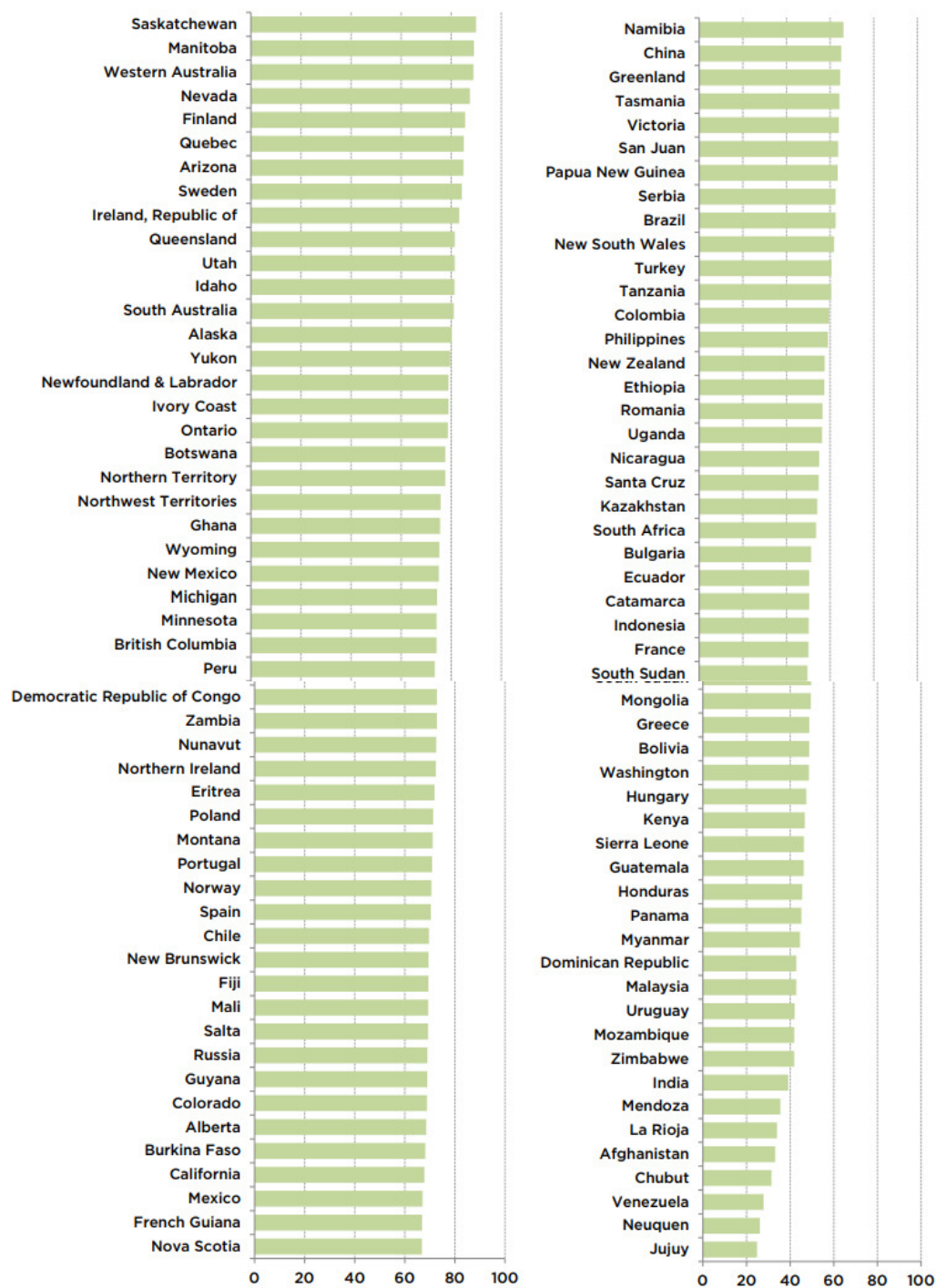


Figura 3.77. Índice compuesto de atracción Minera Fraser 2016, México ocupa el lugar 50 de 104 regiones.

Según esta evaluación, que se hace consultando más de medio millar de altos mandos en la industria a nivel mundial, México se ha desplomado en el índice mundial de atracción de inversión minera realiza cada año el Instituto Fraser, del lugar 11 de 93 regiones en 2011 al 50 de 104 regiones en 2016 de una lista de regiones dedicadas a la producción de metales.

Pero este descenso no es solamente en México, a partir del año 2014, la minería sufre una baja en su inversión a nivel mundial. La prospección a nivel mundial experimentó una reducción del 26% entre 2013 y 2014. Como un indicador excelente del citado descenso, en 2010 se aperturaron en el mundo 389 minas, mientras que en 2014 fueron sólo 96. (CEPAL, 2015).

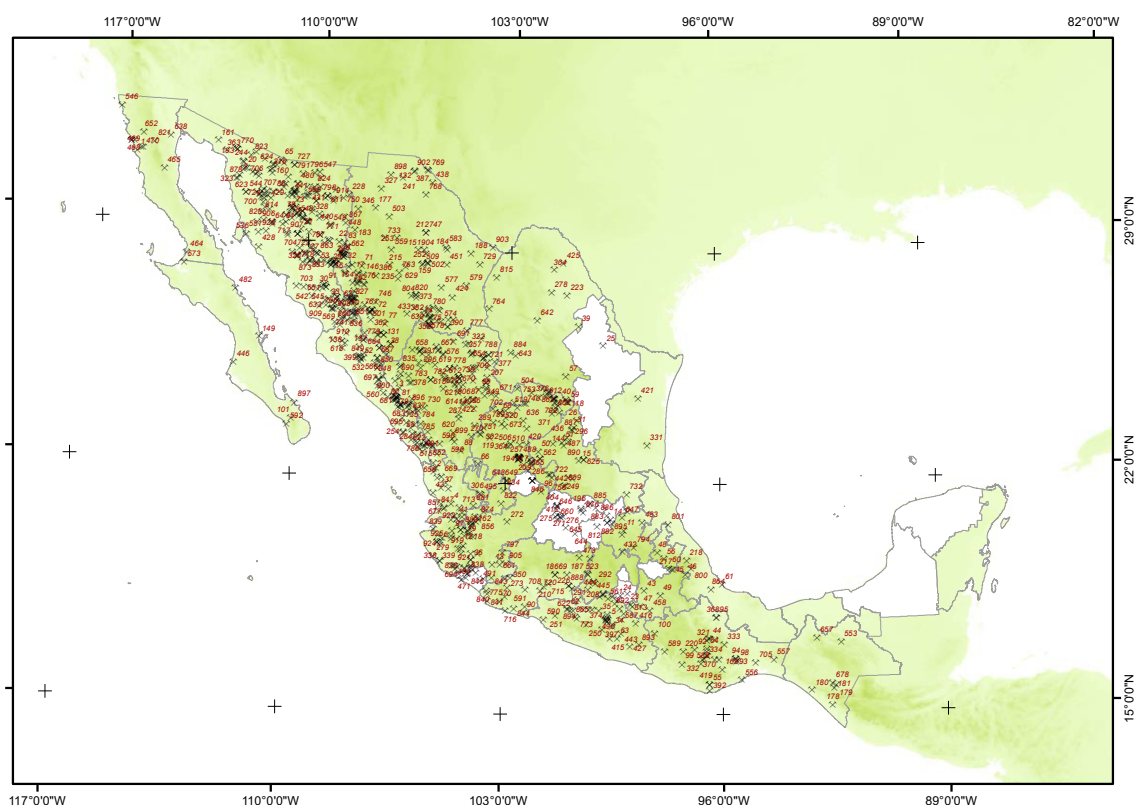


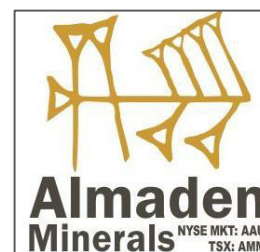
Figura 3.78. Distribución de los 926 proyectos mineros con Inversión Extranjera Directa en el año 2015.

Tabla 3.16. Estatus de los 926 proyectos mineros con IED en el año 2015.

ETAPA	Proyectos	%
Exploración	629	67.93
Postergación	154	16.63
Producción	102	11.02
Desarrollo	41	4.43
<b>TOTAL</b>	<b>926</b>	<b>100.00</b>

Tabla. 3.17. Principales empresas clasificadas por el número de proyectos con IED en México para el año 2015.

ORDEN	EMPRESA	PAIS	PROYECTOS
1	Almaden Minerals Ltd	Canadá	19
2	First Majestic Silver Corp	Canadá	17
3	Sierra Metals Inc	Canadá	15
4	Argonaut Gold Inc	Canadá	14
5	First Mining Finance Corp	Canadá	14
6	Agnico-Eagle Mines Limited	Canadá	13
7	Coeur Mining Inc	Canadá	13
8	Riverside Resources Inc	Canadá	13
9	Marlin Gold Mining Ltd	Canadá	12
10	Alamos Gold Inc	Canadá	11
11	Endeavour Silver Corp	Canadá	11
12	Timmins Gold Corp	Canadá	11
13	Azure Minerals Ltd	Australia	10
14	Great Panther Silver Ltd	Canadá	10
15	Kiliwa Mining Group, Us, Inc. (Cotton & Western Mining Inc)	USA	10
16	Macmillan Gold Corp	Canadá	10
17	Millrock Resources Inc	Canadá	10
18	Mag Silver Corp	Canadá	9
19	Remstar Resources Ltd Salio Del Pais	Canadá	9
20	Zinco Mining Corp / Minera Camargo, Sa De Cv	Canadá / Mexico	9
21	Mcewen Mining Inc	USA	8
22	Minaurum Gold Inc	Canadá	8
23	Pan American Silver Corp	Canadá	8
24	Americas Silver Corp / Us Silver And Gold Inc	Canadá / USA	7
25	Canasil Resources Inc	Canadá	7
26	Chesapeake Gold Corp	Canadá	7
27	China Minerals Resources Group	China	7
28	Hochschild Mining Plc	Peru	7
29	Arian Silver Corporation Plc	UK	6
30	Blackcomb Minerals Inc	Canadá	6



La Secretaría de Economía en México, reportó para el año 2015 un total de 926 proyectos mineros con capital proveniente de Inversión Extranjera Directa, agrupados en 365 empresas ó alianzas, que representan aproximadamente el 8 % del total de empresas extranjeras que invierten su capital en México. Sin embargo el descenso en la inversión causó que 1 de cada 6 proyectos fueron postergados.

El interés de las empresas mineras con Inversión extranjera directa se encuentra muy concentrada en ciertos minerales, predominando el oro, plata, cobre, zinc, molibdeno y Hierro.

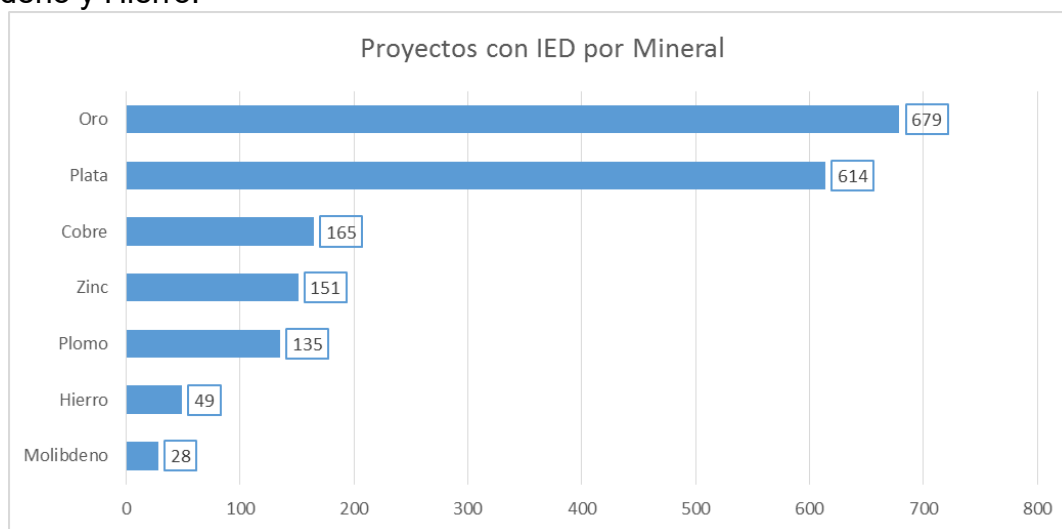


Figura 3.79. Mineral predominante en los Proyectos con Inversión Extranjera en México en General.

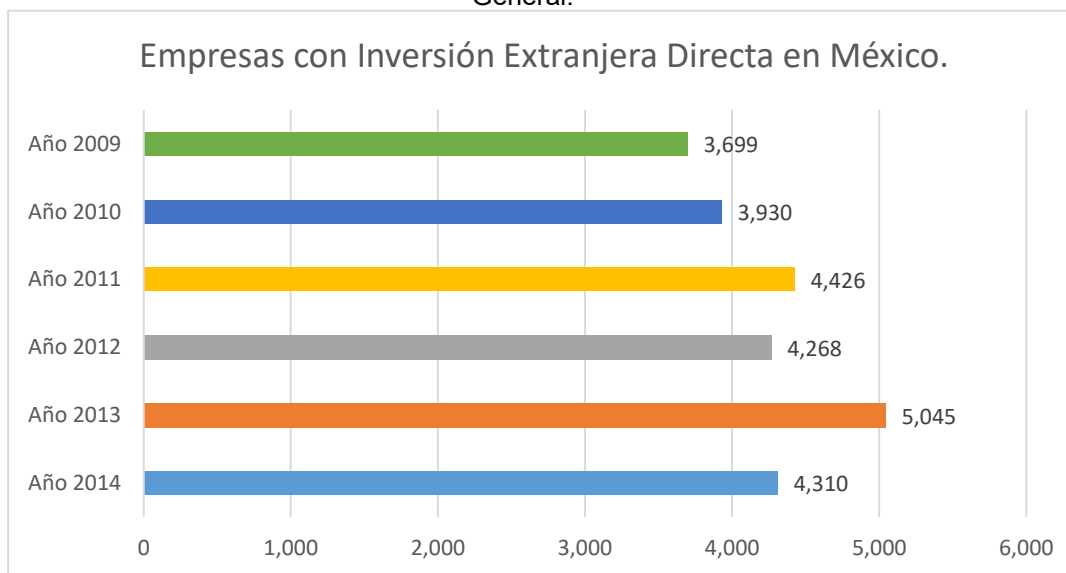


Figura 3.80. Número de Empresas con capital extranjero en México.  
Fuente: Comisión Nacional de las Inversiones Extranjeras.

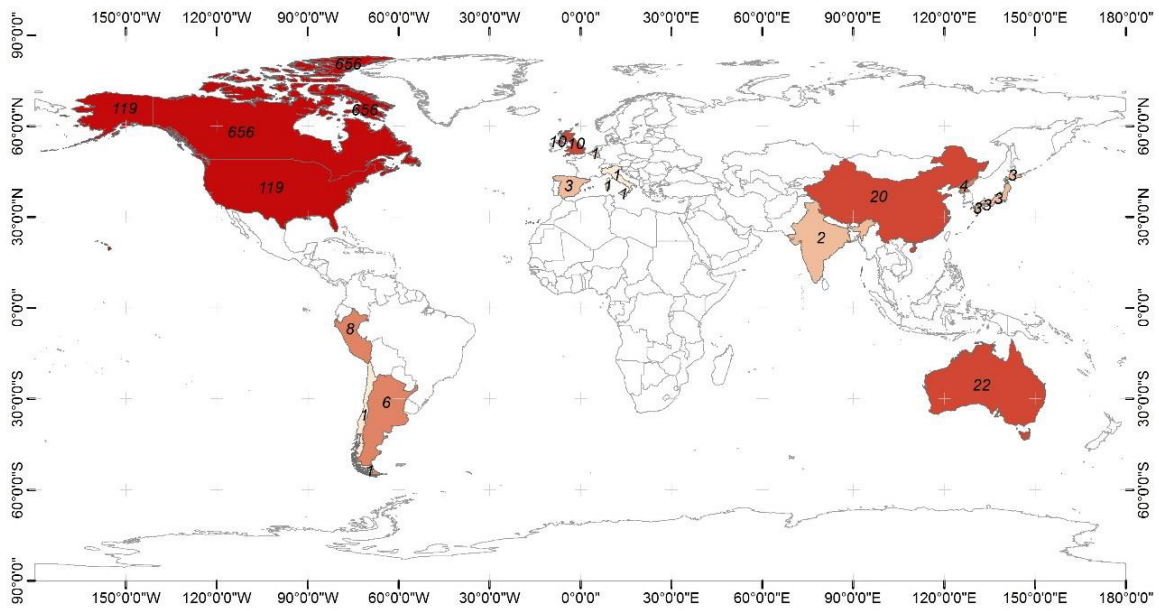


Figura 3.81. Países con participación de Inversión Extranjera Directa en México.

## CAPÍTULO 4. DESARROLLO DEL MAPA BASE.

### 4.1 Desarrollo del Mapa Base.

Bonham Carter en su obra de 1994: “Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS”, propone que es posible modelar en un entorno geoespacial las relaciones que existen entre 2 componentes:

- Los objetivos (depósitos minerales de diferente tipo),
- Las observaciones unitarias ubicadas geográficamente (muestras geoquímicas, obras mineras),

Esas relaciones y su interacción geoespacial permite desarrollar modelos predictivos. Entonces el paso fundamental es obtener la información geográfica específica del sector minero para generar un entorno de referencia.

Este conjunto de datos denominado Mapa Base proporciona un contexto o entorno geográfico para entender el contenido principal que se quiere visualizar en un Sistema de Análisis Geoespacial. Al crear un nuevo proyecto se deben escoger las capas del mapa base que acompañarán mejor la información. Un proyecto sencillo requiere de pocas capas de información, un proyecto de mayor alcance requerirá más capas de información.

Se proponen a continuación 3 definiciones de lo que es un Mapa Base:

A) El Instituto de Planeación del Estado de Guanajuato (IPLANEG), refiere las siguientes capas para armar su mapa base (<http://geoinfo.iplaneg.net/maps/193/download>):

1. Ríos Principales
2. Cuerpos de Agua
3. Polígonos de localidades urbanas.
4. Localidades del Estado de Guanajuato
5. Brechas y terracerías
6. Límites geoestadísticos municipales.

B) Por otro lado, la compañía de prospección petrolera Schulemberger menciona en su glosario el mapa base como: “Un mapa en el que pueden representarse datos primarios e interpretaciones. Un mapa de base habitualmente incluye las localizaciones de los arrendamientos o las concesiones o sus límites, los pozos, los puntos de levantamientos sísmicos y otros datos culturales, tales como edificios y carreteras, con una referencia geográfica, tal como latitud y longitud o información de la cuadrícula del

Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM)”  
[http://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/b/base\\_map.aspx](http://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/b/base_map.aspx)

C) INEGI, en el Manual de usuario del Mapa Digital de Mexico, menciona que el mapa base de dicho Sistema son las capas de la Carta Topográfica sin sombreado.

Es importante mencionar que para el sector minero, el Servicio Geológico Mexicano es el principal proveedor de información geográfica.

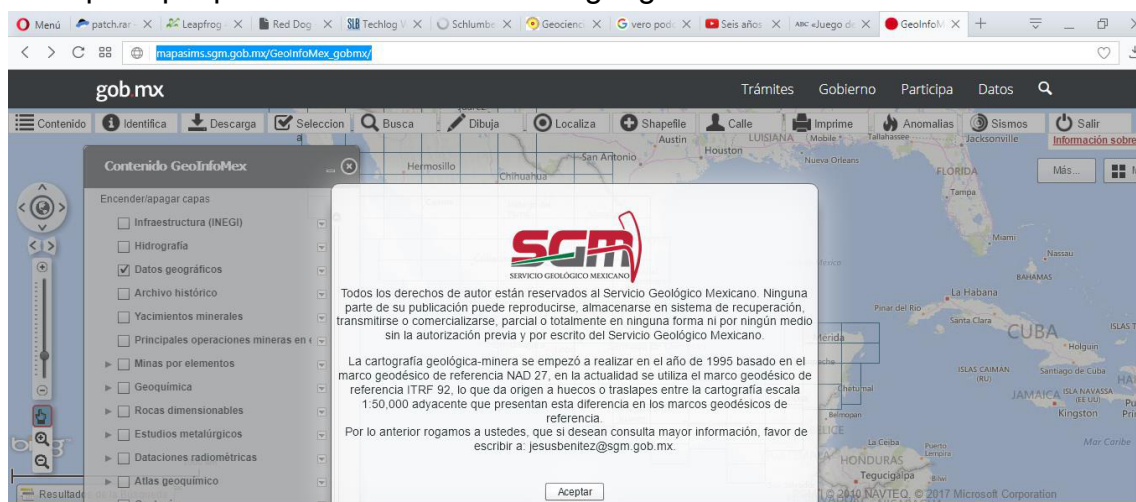


Figura. 4.1 Portada del Servicio Geoinfomex.

Anteriormente conocido como Consejo de Recursos Minerales, dependiente de la Secretaría de Economía, define como principal misión: “Generar y proveer el conocimiento geológico - económico del país enfocado al fomento de la inversión y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. ”.



Figura. 4.2. En abril del 2016, se instaló la plataforma de información geoespacial GeoinfoMex producto del SGM, en el Departamento de Minas, Metalurgia y Geología de la Universidad de Guanajuato.



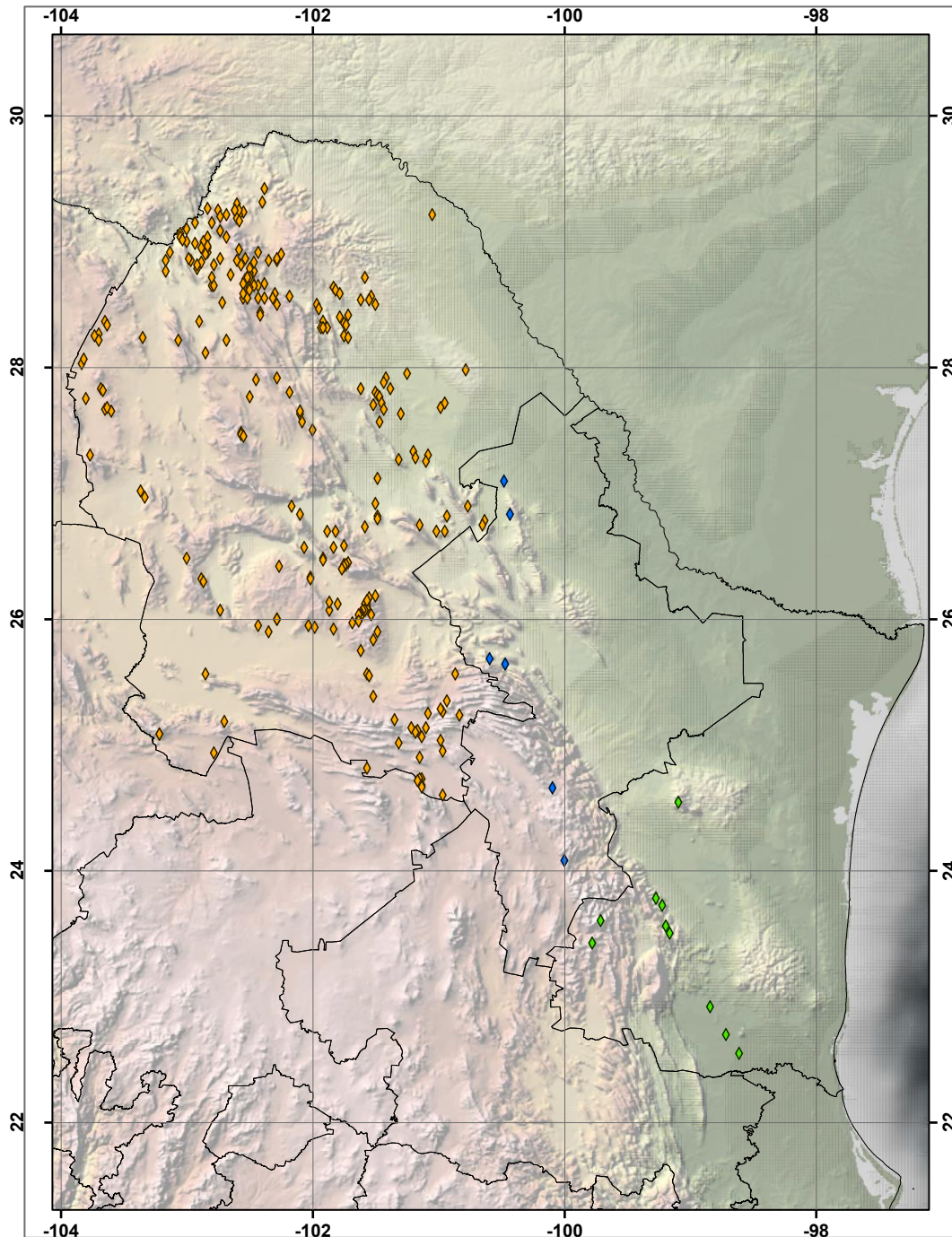


Figura 4.3. Sitios Mineros COREMI. 272 sitios mineros disponibles en la base “Inventario Minero de la República Mexicana” de datos mineros del antes denominado Coremi.

Considerando entonces al SGM como referencia, en los orígenes de este estudio se usó como uno de los documento base al denominado Inventario Minero de la República Mexicana, que en su apartado: “Minas de las Monografías” contabiliza

5,641 sitios mineros para toda la República Mexicana, de los cuales sólo 272 corresponden a la Zona Noreste del país.

#### 4.2 Integración del “Inventario de Sitios Mineros”.

Sin embargo después de las primeras etapas de investigación, se observó que los 272 sitios mineros en realidad son una fracción del número real de los sitios mineros existentes en los 3 estados, sobre todo al comparar con los datos documentales de otros 2 grupos de información:

- El propio Servicio Geológico Mexicano, a través de su información histórica y las cartas a sus diferentes escalas.
- En segundo lugar información de otros datos como tesis universitarias y reportes industriales.

La información del primer rubro está disponible en cartas formato Raster, (Cartas escaneadas en formato pdf), que se integraron al sistema de información geoespacial, aunque su análisis óptimo fue posible cuando se convirtió a formato vectorial, que por un costo está disponible en el Servicio Geológico Mexicano.

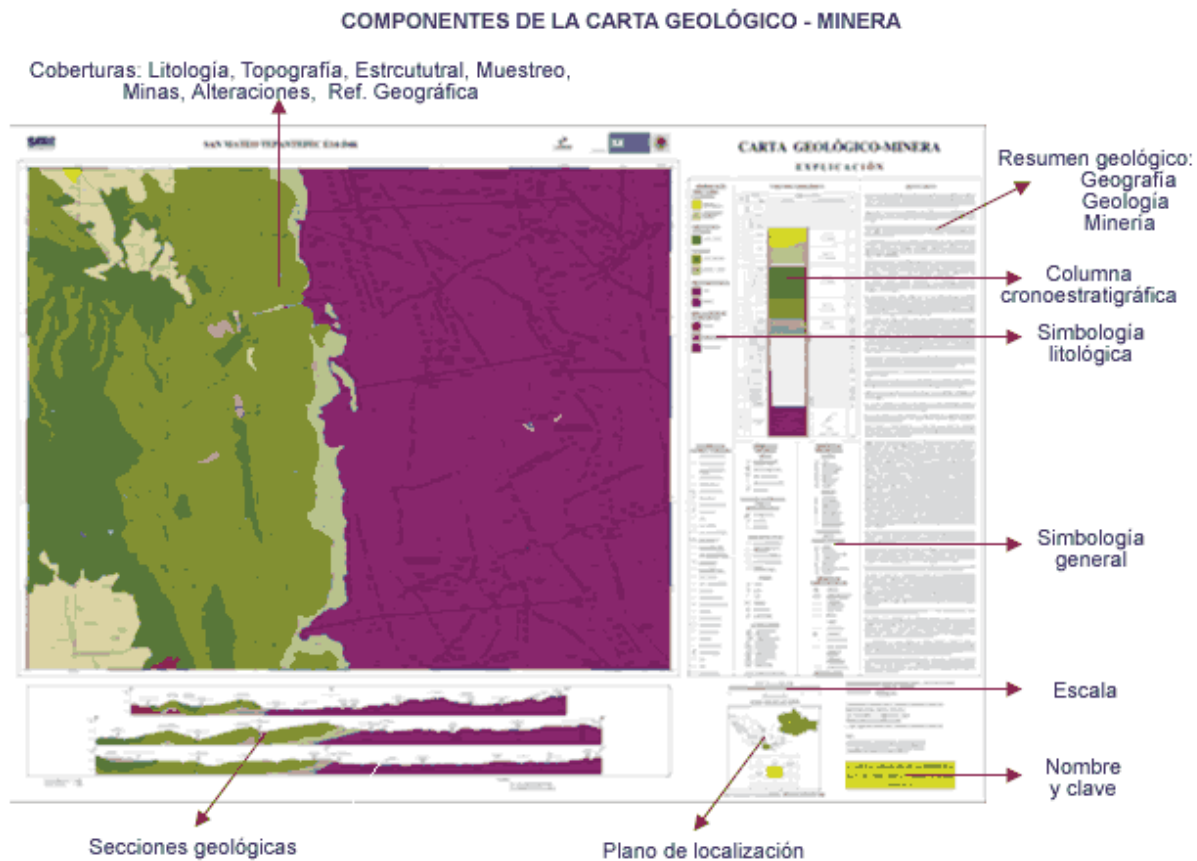


Figura. 4.4. Componentes de una carta geológica-minera típica del Servicio Geológico Mexicano.

Una vez compiladas y georreferidas todas las fuentes de información, se incorporaron alrededor de 2 mil sitios mineros adicionales para el inventario de la Región Noreste, integrando toda esta información en un Sistema de Análisis Geoespacial, que permite realizar los análisis de los datos y la caracterización de cada sitio minero al mayor detalle posible.

A este producto, insumo principal de este estudio se le denominó “Inventario de Sitios Mineros”, compuesto por 10,401 sitios a nivel nacional, de los cuáles 2,272 corresponden a la región Noreste del país.

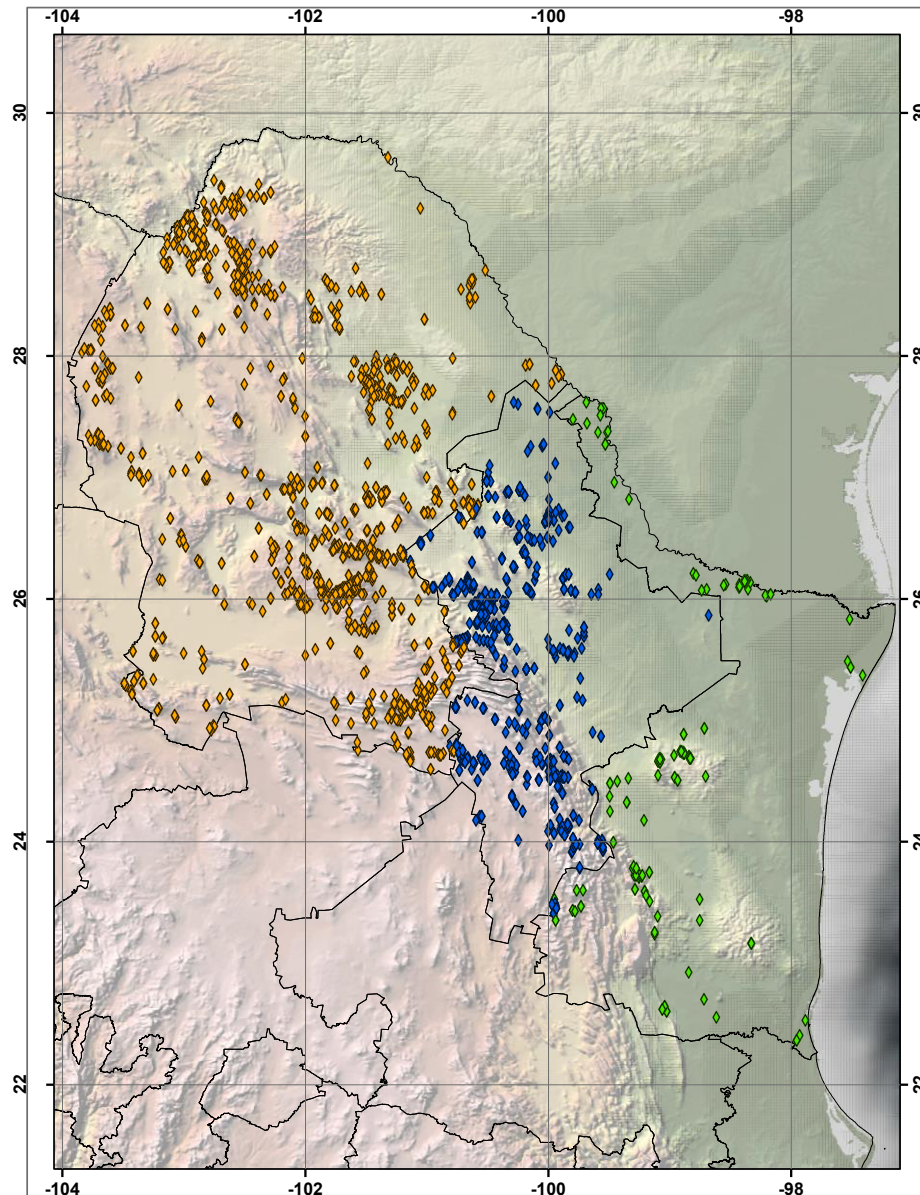


Figura 4.5. Inventario de Sitios Mineros con información integrada de varias fuentes, conformando un total de 2,272 sitios mineros, es evidente la amplia cobertura que alcanza esta información, en comparación con los 272 sitios originales (figura 4.3)

La información adicional incorporada de esos sitios mineros tiene como principales fuentes los siguientes insumos:

1. Las cartas topográficas y geológico mineras escala 1:50,000.
2. Las cartas geológico mineras escala 1:250,000,
3. Publicaciones y tesis resguardadas por el Servicio Geológico Minero y
4. Publicaciones del United States Geological Survey (USGS) considerando que por ser 3 estados fronterizos, la información de dicho organismo también es considerable para esa zona.

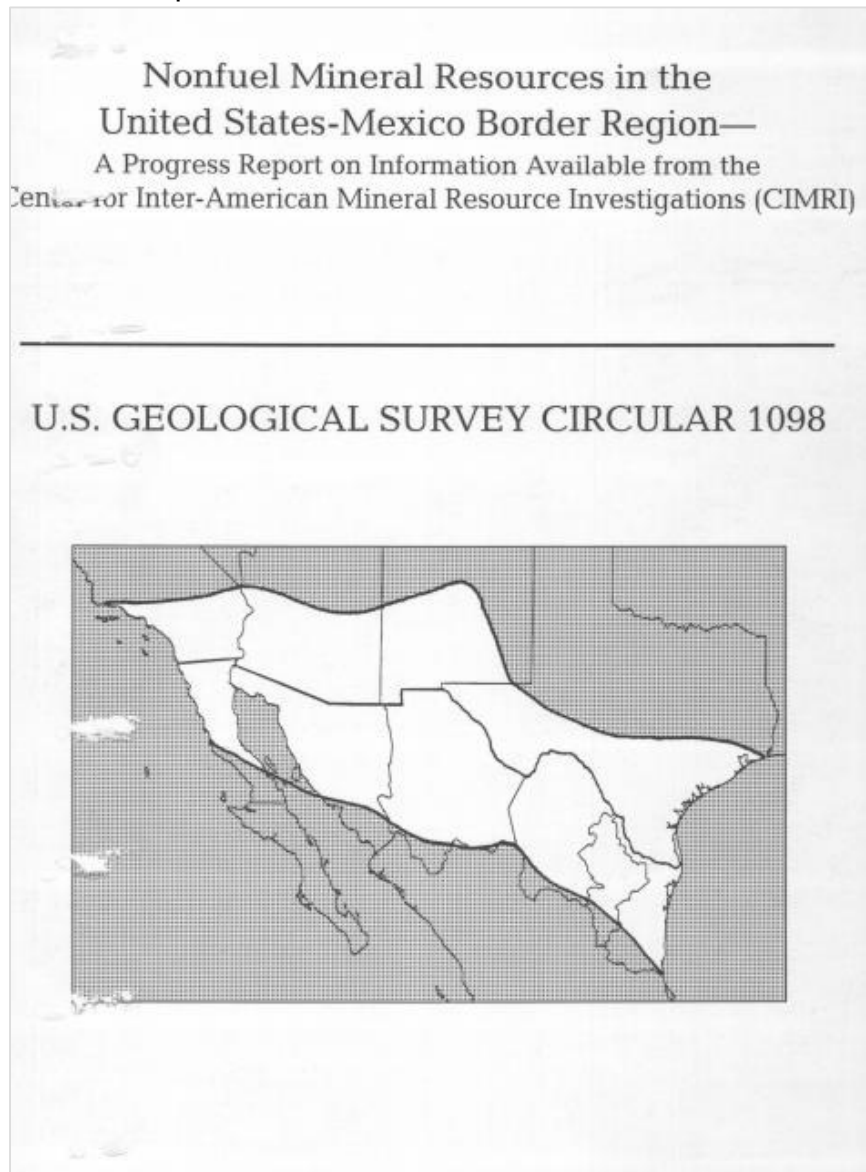


Figura. 4.6. Ejemplo de publicación del USGS con datos de la región de Estudio: Nonfuel mineral resources in the United States-Mexico border region: a progress report on information available from the Center for Inter-American Mineral Resource Investigations (CIMRI) | by Greta J. Orris [et al.]. p. em. - (U.S. Geological Survey circular ; 1098)

Con la información básica de sitios y yacimientos mineros como base para un Sistema de Información Geoespacial, se adicionaron capas complementarias para determinar las relaciones que los sitios mineros establecen con otros actores como el medio ambiente, actividades productivas como la agrícola e hidrocarburos, así como regiones con potencial geológico-minero aún no establecido. Dichas capas, que constituyen el mapa base de este estudio, se describen a continuación.

Tabla 4.1. Capas de información primaria vectorial para Mapa Base obtenida de diversas Instituciones.

No	Capa	Medio	Fuente
1	Acuíferos	Físico	Comisión Nacional del Agua. (CONAGUA)
2	Carreteras	Social	Red Nacional de Caminos INEGI 1:250,000
3	Corrientes de Agua	Físico	Cartas Topográficas INEGI 1:50,000
4	Cuerpo de Agua	Físico	Cartas Topográficas INEGI 1:50,000
5	Curvas de Nivel	Físico	Cartas Topográficas INEGI 1:50,000 /DEM Aster
6	Edafología	Físico	Cartas Edafológicas INEGI 1:250,000
7	Estaciones Climáticas	Físico	Servicio Meteorológico Nacional
8	Fallas y Fracturas	Físico	Cartas Geológicas INEGI 1:250,000/USGS
9	Geoquímica Plomo	Físico	Cartas Geoquímicas SGM 1:250,000
9	Hipsometría	Físico	Elaboración Propia a partir de DEM Aster
10	Índice de Cartas 250,000	Social	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
11	Índice de Cartas 50,000	Social	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
12	Isotermas Temperatura	Físico	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
13	Isoyetas Precipitación	Físico	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
14	Litología	Físico	Cartas Geológicas INEGI 1:250,000/USGS
15	Polígonos Urbanos	Social	Marco Geoestadístico Municipal. (INEGI)
16	Regiones Hidrológicas	Social	Comisión Nacional del Agua. (CONAGUA)
17	Sistema de Topoformas	Físico	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
18	Uso de Suelo y Vegetación	Físico	Cartas Uso de Suelo y Vegetación INEGI 1:250,000

La información vectorial de las minas constituyó el primer producto de la investigación realizada, ya que se consideró el acceso a diversas fuentes de datos, como INEGI, gobiernos estatales y municipales, así como tesis y estudios relacionados.

Además, se consideró para el análisis de tipo multicriterio, la necesidad de contar con un marco de información específico para la región de trabajo, y conseguir objetivos precisos, por ejemplo el marcado en el inciso 5.3.1 de la NOM 141-SEMARNAT, referente a la caracterización de Presas de Jales:

*“Para prevenir daños a la presa de jales por factores climatológicos y evitar que se genere carga hidráulica sobre la cortina contenedora o se produzca algún derrame de excedencias hacia la cuenca de aguas abajo, se deben investigar y documentar los siguientes aspectos climáticos”:*

- a) Zona hidrológica de ubicación del sitio,
- b) Precipitación media mensual y anual,
- c) la zona hidrológica y
- d) la topografía del sitio,
- e) Velocidad, dirección y frecuencia de los vientos.

### 4.3. Caracterización del Medio Físico de la Región de Trabajo.

INEGI describe las cartas topográficas como la serie de mapas que representan los principales rasgos físicos, naturales y culturales que existen en México, y que sirven como base para cualquier proyecto que requiera identificar detalladamente las características del territorio. En total 2,313 cartas topográficas a escala 1:50,000 cubren el total del territorio nacional.

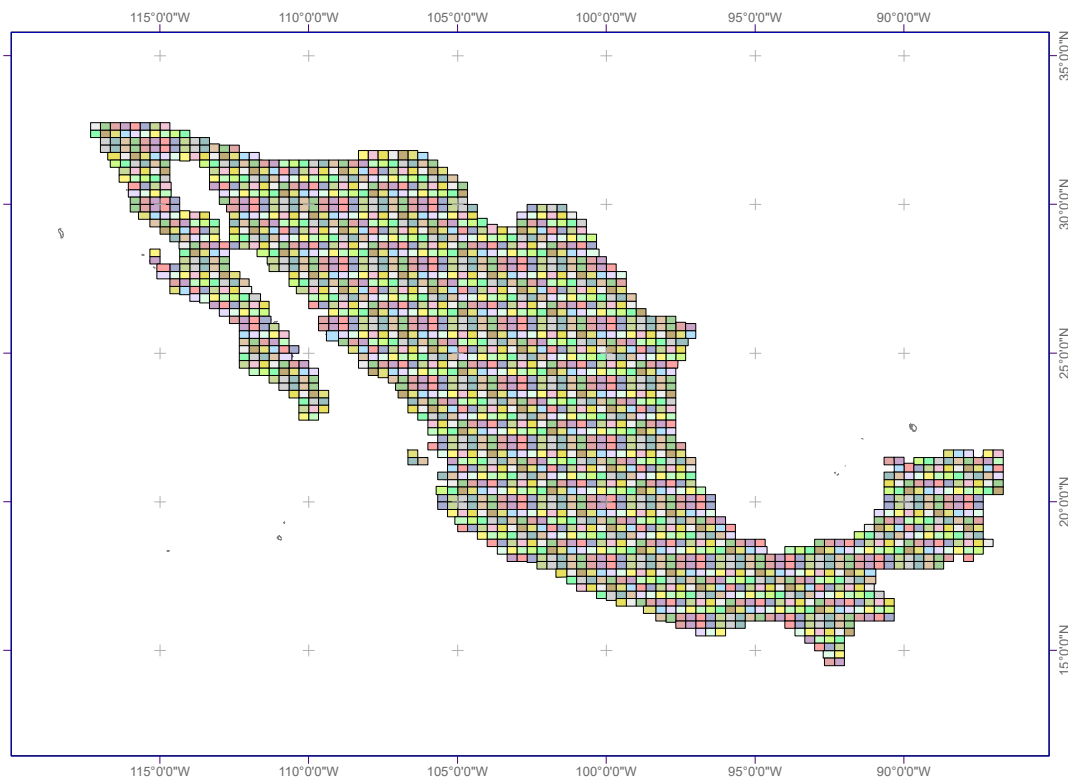


Figura 4.7. Cuadrícula Escala 1:50,000 de la República Mexicana.

Una vez realizadas pruebas y dada la densidad de minas en la zona, se optó por procesar 370 cartas topográficas escala 1:50,000 correspondientes a esos 3 estados, siendo necesaria utilizar la función “merge”, lo que significa fusionar cada tema de una carta (por ejemplo los puntos que representan los topónimos) con las otras 370 cartas para conformar una sola correspondiente a los 3 estados.

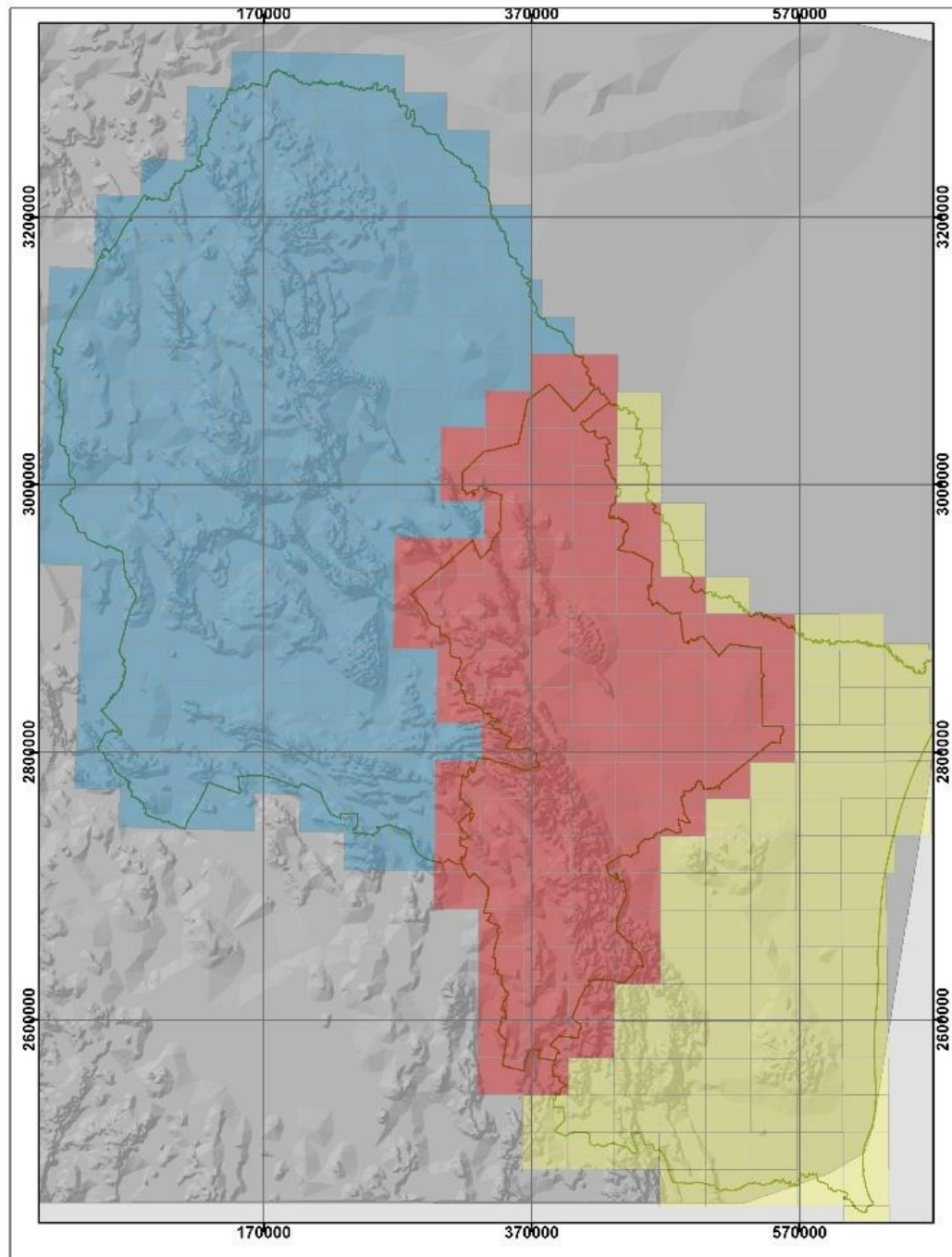


Figura 4.8. Coahuila se configura con 180 cartas Esc. 1:50,000, Nuevo León con 101 y Tamaulipas con 89 cartas.

Las Cartas Topográficas usadas tienen información fundamental para esta tesis, principalmente: las curvas de nivel a cada 10 m, las minas sin atributos, los bancos de material, así como las zonas de uso agrícola, la Infraestructura de de vialidades, los servicios de comunicaciones, así como referencias toponómicas, siendo la principal a utilizar las curvas de nivel para generar los modelos digitales de elevación y productos derivados.

Las capas presentes en las cartas topográficas escala 1:50 mil, son las siguientes:

Tabla 4.2. Capas de información presentes en una carta topográfica común.

No	Capa de Información	No	Capa de Información	No	Capa de Información
1	Acueducto	24	Fango	47	Planta Generadora
2	Aeropuerto	25	Faro/Radiofaro/Vor	48	Pozo de Explotación
3	Área de Cultivo	26	Instalación de Bombeo	49	Presa
4	Área verde urbana	27	Instalación de Comunicación	50	Puente
5	Arrecife / Bajo	28	Instalación Deportiva o Recreativa	51	Punto Acotado
6	Banco de Material	29	Instalación Diversa	52	Rápido
7	Bordo	30	Instalación Industrial	53	Rasgo Arqueológico
8	Calle	31	Instalación Portuaria	54	Referencia Geográfica
9	Camino	32	Límite	55	Ruta de Embarcación
10	Canal	33	Lindero	56	Ruta de Funicular / Teleférico
11	Carretera	34	Línea de Comunicación	57	Salina
12	Caseta de Peaje	35	Línea de Transmisión	58	Salto de Agua
13	Cementerio	36	Localidad	59	Subestación Eléctrica
14	Conducto	37	Lumbrera	60	Tanque
15	Corriente de Agua	38	Malpaís	61	Tanque de Agua
16	Corriente que Desaparece	39	Manantial	62	Terreno Sujeto a Inundación
17	Cuerpo de Agua	40	Mina	63	Túnel
18	Curva de Nivel	41	Mojonera	64	Vado
19	Depósito de Desechos	42	Muro de Contención	65	Vegetación Densa
20	Edificación	43	Nieve Perpetua	66	Vía Férrea
21	Entrada a Gruta	44	Pantano	67	Zona Arenosa
22	Estanque	45	Pista de Aviación		
23	Estructura Elevada	46	Pista de Carreras		

Se describen a continuación las capas más importantes del Mapa Base de este proyecto:

#### 4.3.1. Curvas de Nivel.

Las curvas de nivel utilizadas obtenidas de la Cartografía escala 1:50,000 de INEGI y tienen una equidistancia de 10 m sobre el nivel del mar, dada esta información se generaron 2 productos iniciales: DEM y TIN.

El DEM (Digital Elevation Model) se define como las localizaciones espaciales sobre una red regular de puntos o píxeles a los cuales se les asigna el valor de elevación sobre el nivel del mar.



El formato TIN cuyas siglas significan Triangular Irregular Network, es una red de triángulos irregulares adosados. Los triángulos se construyen ajustando un plano a tres puntos cercanos no colineales y se unen sobre el terreno para formar un mosaico que se adapta a la superficie en función de la complejidad del relieve.

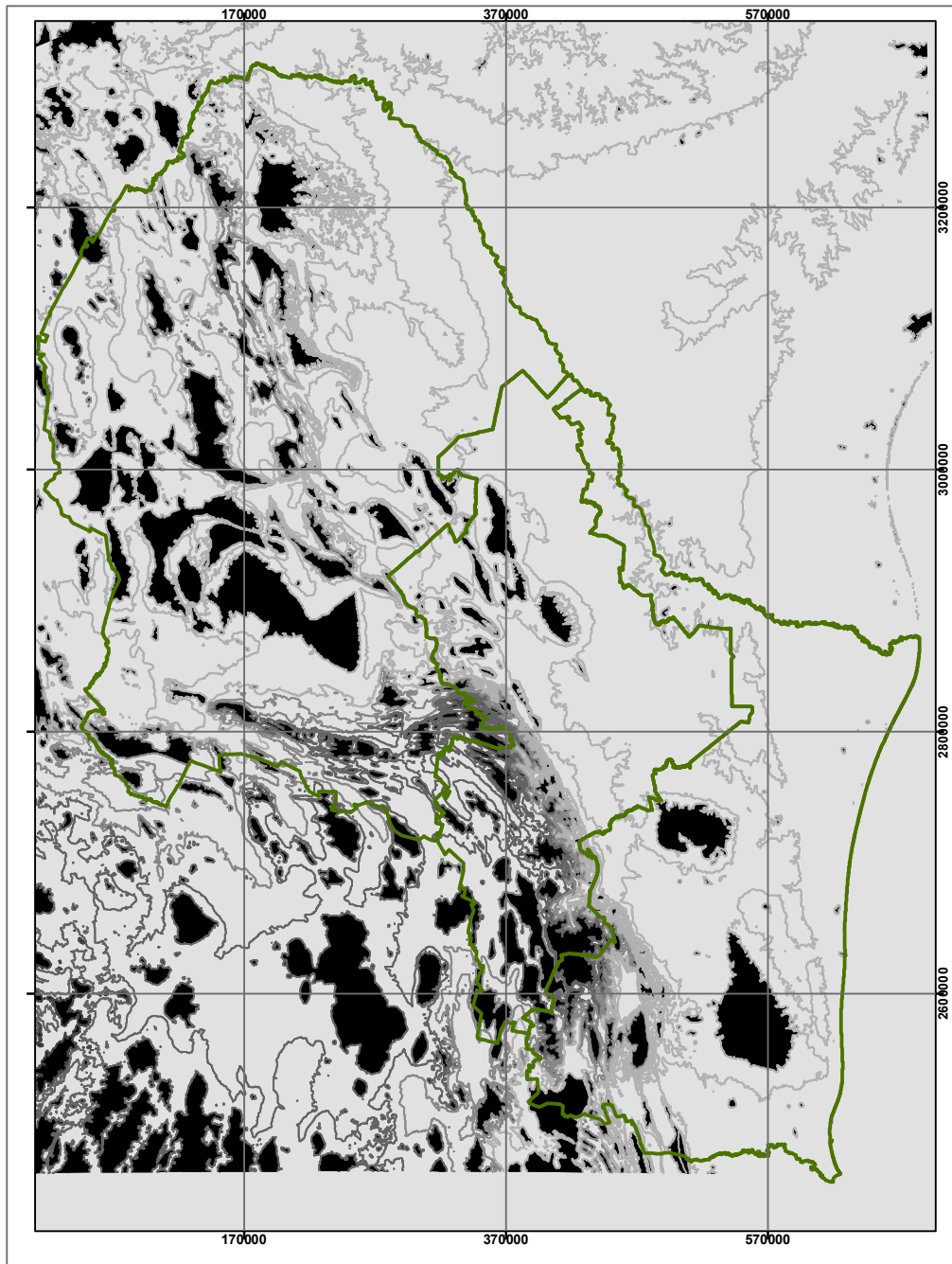


Figura. 4.9 Curvas de Nivel a cada 200 m, de la Cartografía INEGI 1:50,000 los límites estatales aparecen en tono verde, mientras que las curvas aparecen en tonos de gris dependiendo de la altura.

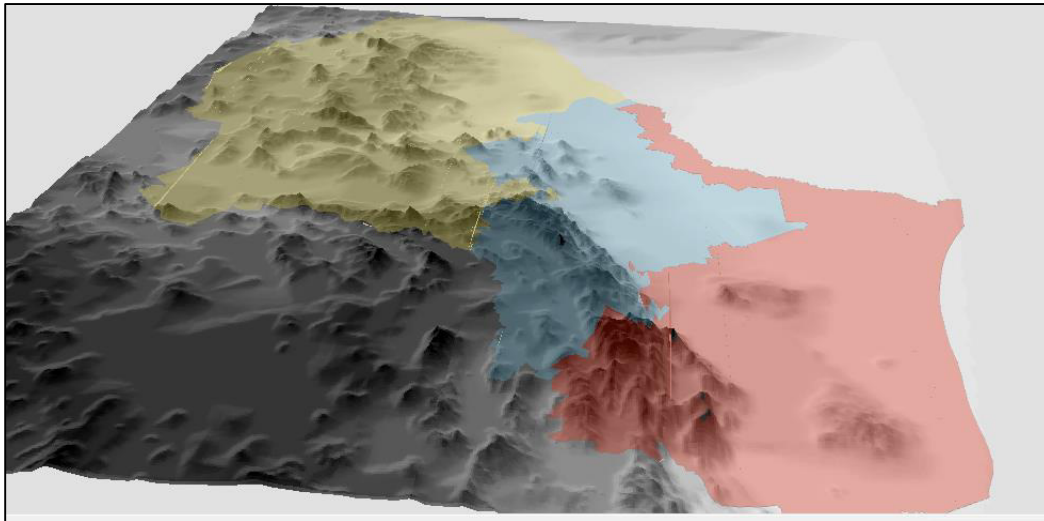


Figura. 4.10 Vista tridimensional destacando el relieve plano de Tamaulipas, a excepción de la Sierra de Dientes de Moreno y del Suroeste, así como el arranque de la Sierra Grande en el centro de Nuevo León.

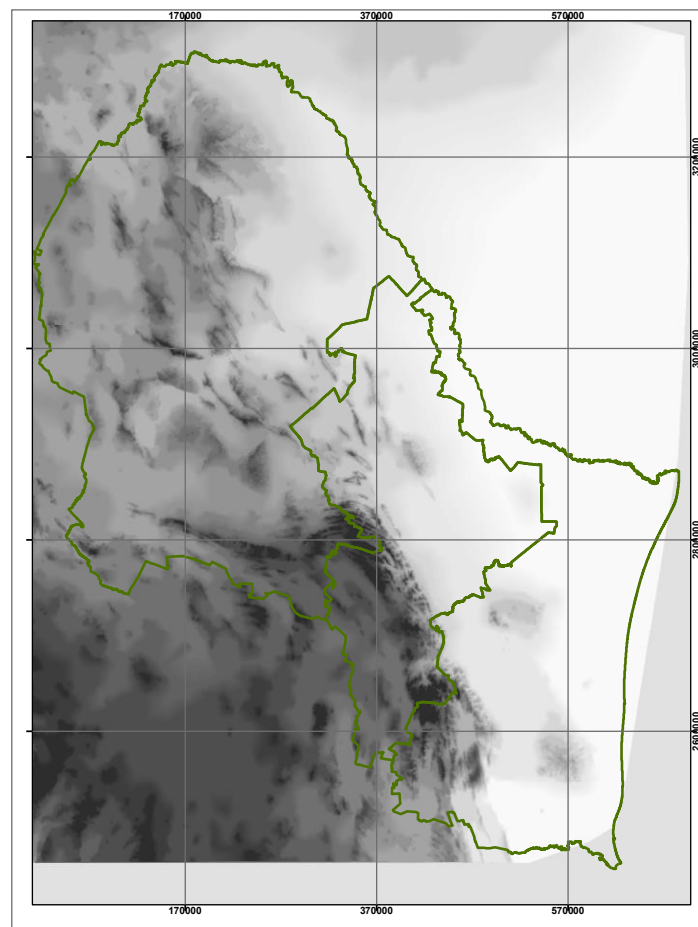


Figura. 4.11 Vista típica del Modelo Digital de Elevación de los 3 estados objeto de Estudio.

La orografía de la zona de estudio comprende desde la elevación correspondiente al nivel del mar, presente en la costa de Tamaulipas, hasta los poco más de 3,200 metros correspondientes a cotas de la Sierra Madre Oriental, destacándose por su elevación las Sierras de la Concordia, Potrero de Abrego, De Montelongo, Mazmorra, San Marcos y Pinos, Sierra Mojada, así como el Parque Nacional “Maderas del Carmen” y la Reserva de la Biósfera “El Cielo” entre Nuevo León y Coahuila.

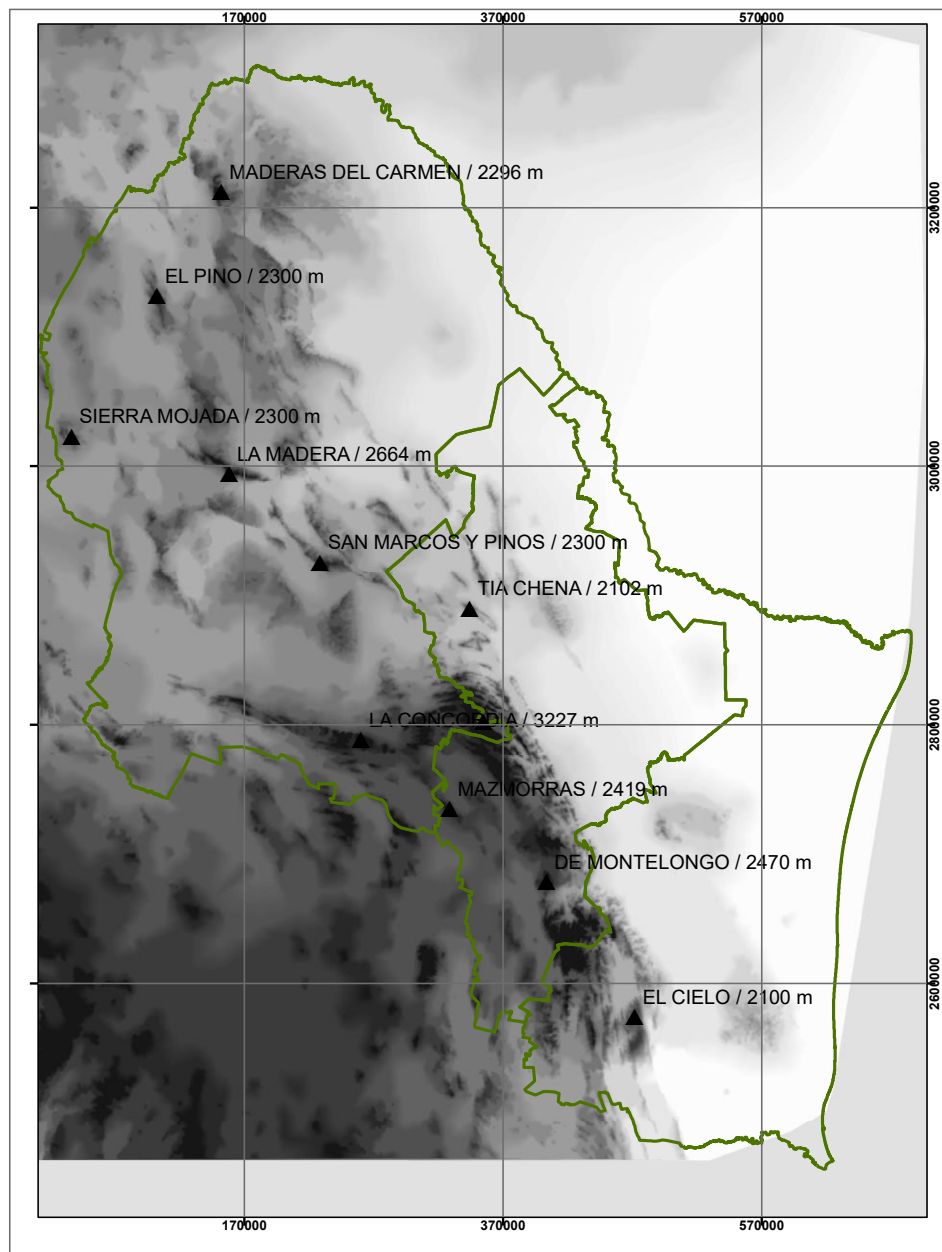


Figura. 4.12 Vista típica del Modelo Digital de Elevación de los 3 estados objeto de Estudio.

### 4.3.2. Provincias Geológicas.

Los estados de Coahuila, Tamaulipas y Nuevo León, se conforman por 10 Provincias Geológicas, distribuyéndose en la superficie de la siguiente manera:

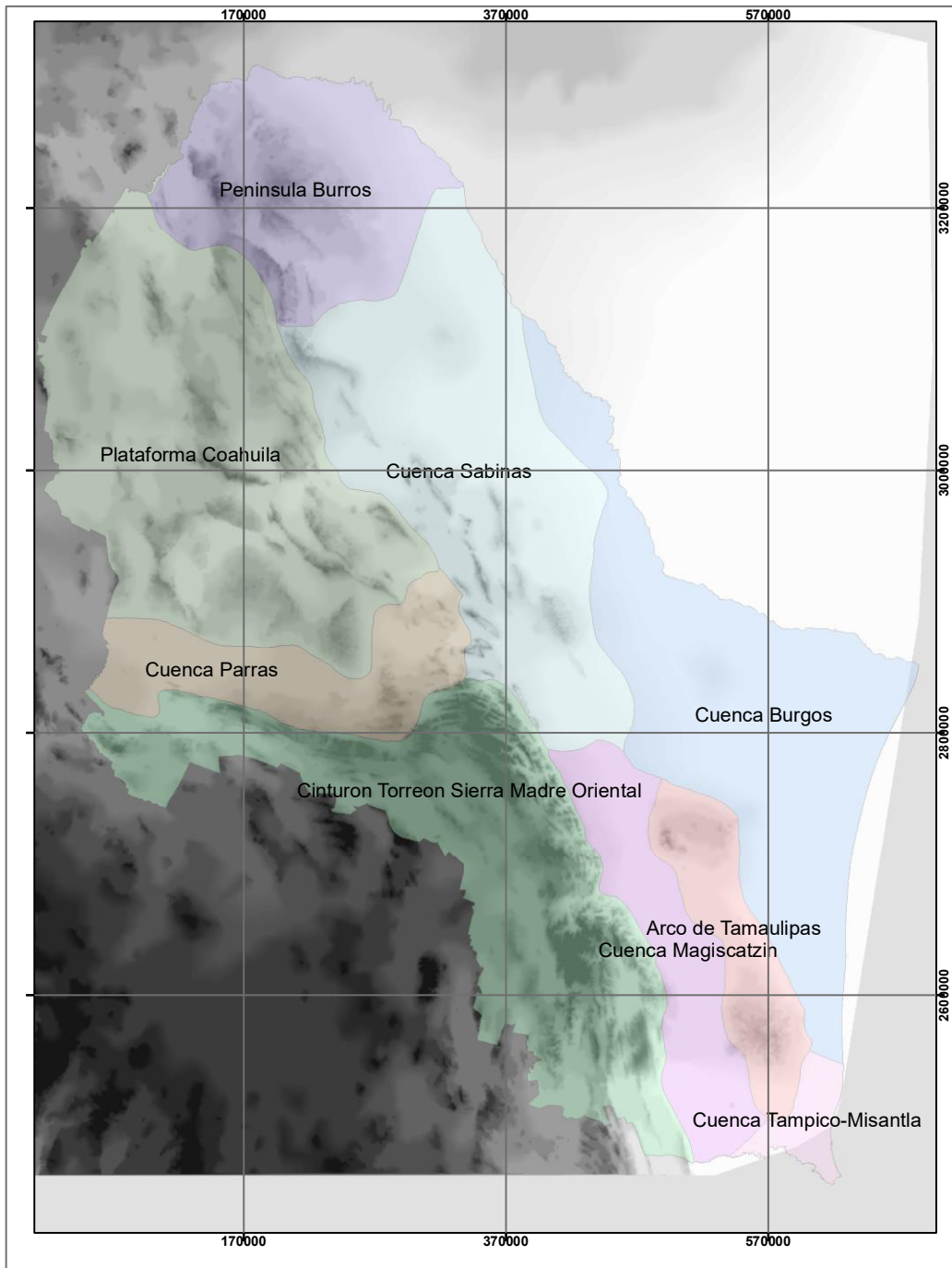


Figura. 4.13 Provincias Geológicas presentes en los 3 estados del Área de Estudio.

Tabla 4.3. Provincias Geológicas en el área de estudio.

<b>PROVINCIA GEOLÓGICA</b>	<b>Hectáreas</b>	<b>%</b>
Arco de Tamaulipas	1,254,352.32	4.24
Cinturón Torreón Sierra Madre Oriental	5,155,983.90	17.44
Cuenca Burgos	4,832,263.58	16.34
Cuenca Magiscatzin	1,696,542.01	5.74
Cuenca Parras	1,790,172.67	6.05
Cuenca Sabinas	5,166,767.47	17.47
Cuenca Tampico-Misantla	355,356.06	1.20
Oeste Golfo de México	71,030.97	0.24
Península Burros	2,892,811.72	9.78
Plataforma Coahuila	6,356,413.87	21.49
<b>TOTAL</b>	<b>29,571,694.56</b>	<b>100.00</b>

### 4.3.3 Cartas Geoquímicas.

Para la caracterización geoquímica de la zona de trabajo se optó por trabajar las muestras de plomo, Las cartas geoquímicas muestran los resultados de la interpretación de los análisis de contenidos en muestras de sedimento activo de arroyo, y se generan conforme a parámetros ya establecidos.

La densidad del muestreo se define de acuerdo a la escala del levantamiento, y en promedio es de:

Escala 1:50,000 cantidad máxima, 210 muestras

Escala 1:250,000 cantidad máxima, 660 muestras.

Tabla 4.4. Precios de los paquetes Interactivos del Servicio Geológico Mexicano. (Publicado el 24 de Mayo del 2017). <https://www.gob.mx/sgm/articulos/conoce-los-paquetes-digitales-que-ofrecemos>.



CARTAS GEOQUÍMICAS INTERACTIVAS				
ESCALA	PRESENTACIÓN	FORMATO	PRECIO/UNIDAD PESOS	TIEMPO DE ENTREGA POR EJEMPLAR DÍAS HÁBILES
1:50,000	Carta Geoquímica Interactiva	ArcGis (Shapefile)	8,795	5*
	Paquete interactivo con geología y geoquímica (31 elementos)	ArcGis (Shapefile)	17,576	5 a 10*
1:100,000	Paquete interactivo con geología y geoquímica (31 elementos)	ArcGis (Shapefile)	17,576	5 a 10*
1:250,000	Resultados de análisis geoquímicos en hoja de cálculo (31 elementos) con coordenadas X-Y	Excel	5,225	4
	Carta Geoquímica Interactiva	ArcGis (Shapefile)	8,795	5*
	Paquete interactivo con geología y geoquímica (31 elementos)	ArcGis (Shapefile)	17,576	5 a 10*

Sin embargo, dados los precios de cada carta interactiva (17,576 pesos) y dado que se requieren 22 cartas escala 1:250,000, el costo total sería de 386,672 pesos, lo que pone esta capa fuera del alcance económico de este trabajo.

Lo anterior se subsanó georeferenciando las 22 cartas con el Software TNT Mips con 6 puntos de control para cada carta, para posteriormente digitalizar los puntos correspondientes a la geoquímica de arroyos para plomo, agregando a continuación el resultado del ensayo para cada uno de los 9,378 puntos digitalizados.



Figura. 4.14 Índice de las 22 cartas escala 1:250,000 presentes en los 3 estados objetivo de este estudio.

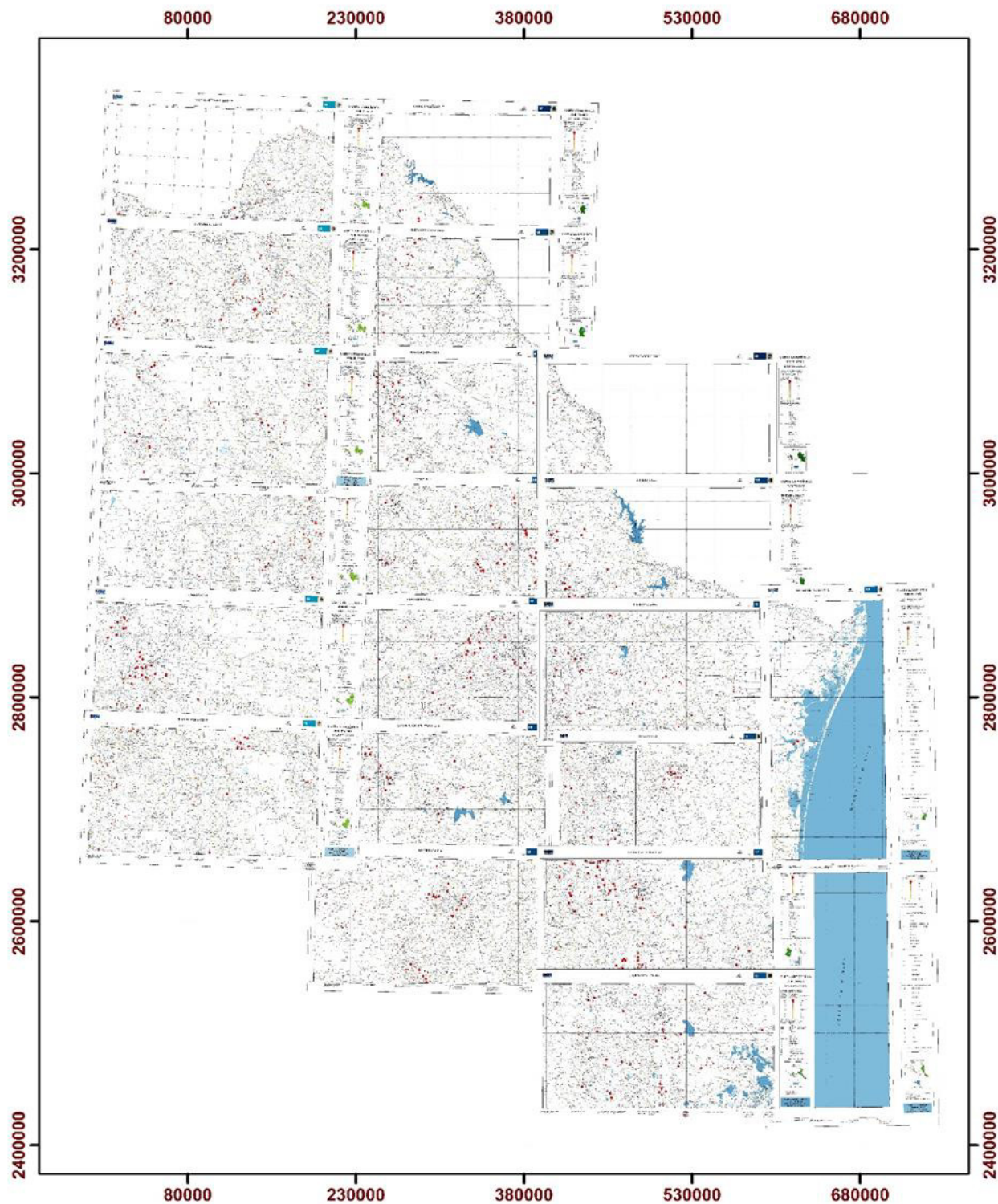


Figura. 4.15. Imágenes georeferidas correspondientes a las 22 Cartas Geoquímicas para plomo del Servicio Geológico Mexicano, como base para digitalización de la ubicación del muestreo de sedimentos de arroyos.



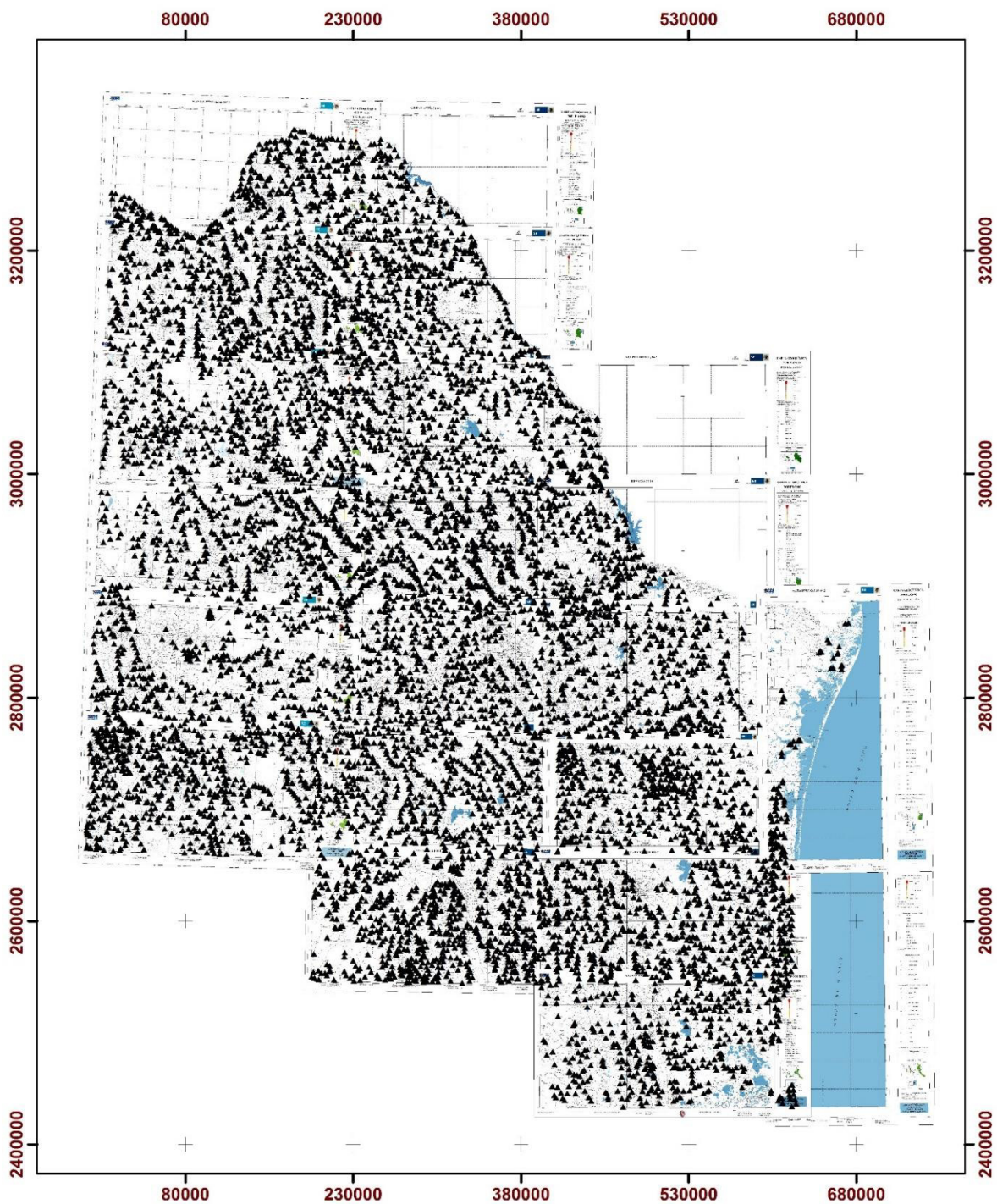


Figura. 4.16. Son 9378 las muestras digitalizadas de sedimentos de arroyos analizados para Pb a partir de las imágenes georeferidas correspondientes a las 22 Cartas Geoquímicas para plomo del Servicio Geológico Mexicano.

### 4.3.4 Infraestructura Eléctrica y Ductos petroleros.

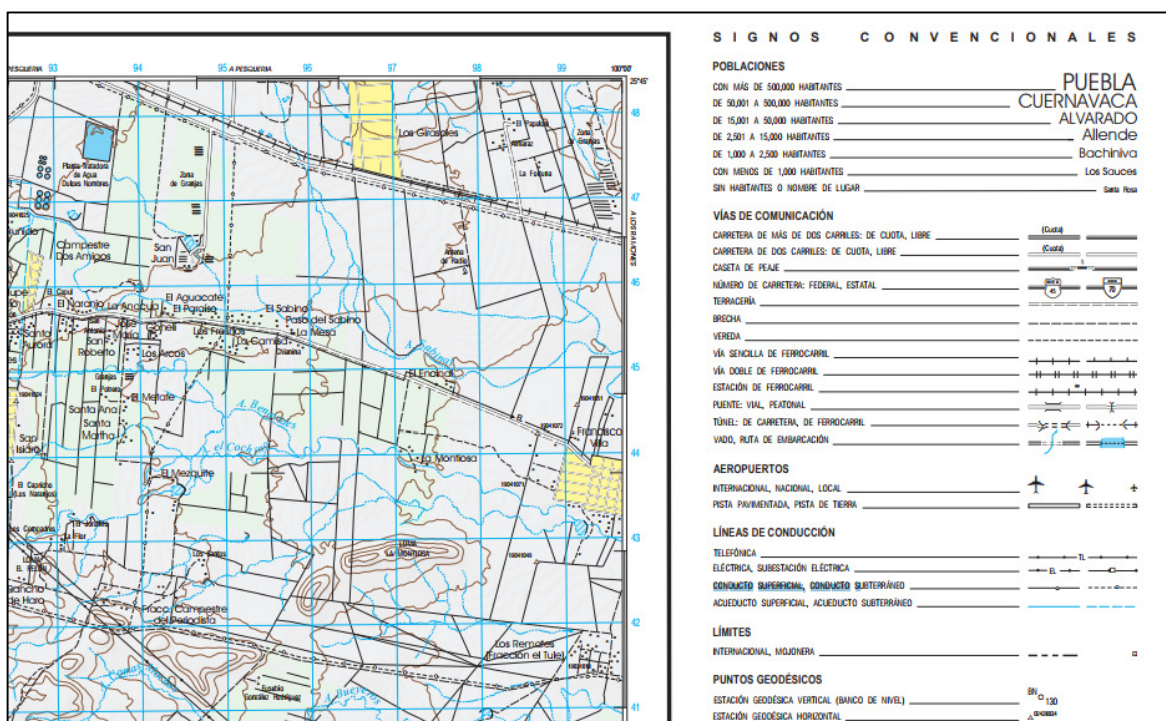


Figura 4.17 Carta Topográfica Escala 1:50,000 G14C26 (Monterrey). En la simbología se encuentra el apartado Líneas de Conducción donde se ubica la infraestructura de conducción de Hidrocarburos y eléctrica.

Dados los cambios realizados a la Ley Minera y su Reglamento, así como la expedición de la Ley de Hidrocarburos entre los años 2013 y 2014, a partir de la Reforma Energetica, se vuelve una necesidad para la planeación minera contar con la información de la infraestructura de hidrocarburos y transmisión de energía eléctrica, ya que la Ley Minera, en su artículo 17, fracción II Bis:

*“Si la solicitud cumple con los requisitos para ser tramitada, o bien se desahogó en debida forma el requerimiento previsto en la fracción anterior, la unidad administrativa solicitará la información necesaria a las autoridades competentes, a fin de verificar si, dentro de la superficie en la que se solicita la concesión, se realiza alguna de las actividades preferentes de **exploración y extracción de petróleo y de los demás hidrocarburos o del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica.***

*Las autoridades competentes contarán con un plazo de diez días hábiles, contado a partir del día siguiente al de la fecha de recepción de la solicitud de información correspondiente, para dar respuesta.”*

Por lo que en el mapa base, se debe contemplar esa infraestructura, que está incluida en la cartografía escala 1:50,000. En la siguiente gráfica se observa que la cobertura nacional que para este proyecto se contempla como instalaciones de

transmisión eléctrica y de hidrocarburos que en caso de encontrarse cerca de una concesión minera solicitada, podría provocar que se negará dicha concesión por la Secretaría de Economía es de 211 mil kilómetros, lo que significa 5 veces el perímetro de la tierra.

Tabla 4.4. Longitud en kilómetros de la Infraestructura Instalada de Hidrocarburos y Conducción de Energía Eléctrica. (INEGI, Cartas 1:50,000)

TIPO INFRAESTRUCTURA	Longitud Km
CARBOELECTRICA	23.67
CONDUCTO SUBTERRANEO	14,504.76
CONDUCTO SUPERFICIAL	8.96
ELECTRICA DE - DE 33KV	41.79
ELECTRICA DE 33KV O +	193,752.95
GASODUCTO	2,786.27
HIDROELECTRICA	5.61
REFINERIA	73.32
SUBESTACION ELECTRICA	110.42
TERMoeLECTRICA	143.77
<b>TOTAL:</b>	<b>211,451.52</b>

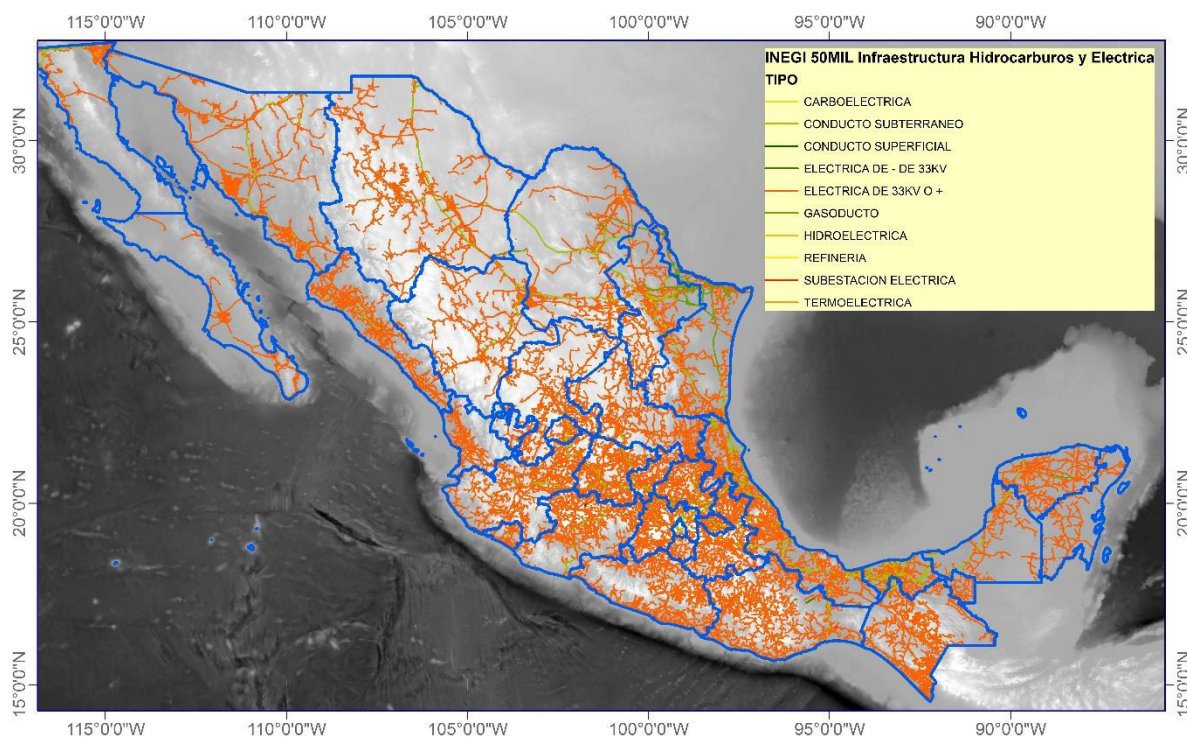


Figura 4.18 Infraestructura de Hidrocarburos y conducción eléctrica en todo el País, como elemento inhibitor de la actividad minera en el proceso de otorgamiento de concesiones mineras.

Sin embargo, la información acerca de los hidrocarburos, es sujeto de seguridad nacional, ya que en la “Ley Federal para prevenir y sancionar los delitos cometidos en materia de Hidrocarburos”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 2016, en sus artículos 22 y 23, así lo deja claro:

*Artículo 22.- Para efectos de esta Ley, se consideran instalaciones estratégicas a los espacios inmuebles, construcciones, muebles, equipo y demás bienes, destinados al funcionamiento, mantenimiento y operación de las actividades consideradas estratégicas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como de aquellas que tiendan a mantener la integridad, estabilidad y permanencia del Estado Mexicano, en términos de la Ley de Seguridad Nacional. (fragmento)*

*Artículo 23. La información o datos sobre el funcionamiento de las operaciones, instalaciones, actividades, movimientos del personal o vehículos de asignatarios, contratistas o permisionarios que se vinculen con las actividades previstas en el párrafo séptimo del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, será considerada información de **Seguridad Nacional en términos de la Ley en la materia.** (fragmento)*



Figura 4.19 Ducto Subterráneo de Pemex.

**CAPÍTULO 5. Análisis General de Sitios Mineros en el Noreste de México.**

**5.1 Comparación del Inventario de Sitios Mineros con Regiones Mineras y Cartas del Servicio Geológico Mexicano.**

Para este estudio se adoptó la definición de Sitio Minero que el Servicio Geológico Mexicano utiliza para tipo de obra minera: mina abandonada, mina en reactivación, mina en producción, prospecto, manifestación pequeña de mineral in-situ, planta de beneficio, procesadora de no metálicos.

En la siguiente gráfica se observa el número de sitios mineros clasificados por elemento reportado, se comparan los sitios mineros de todo el país contra la región Noreste.

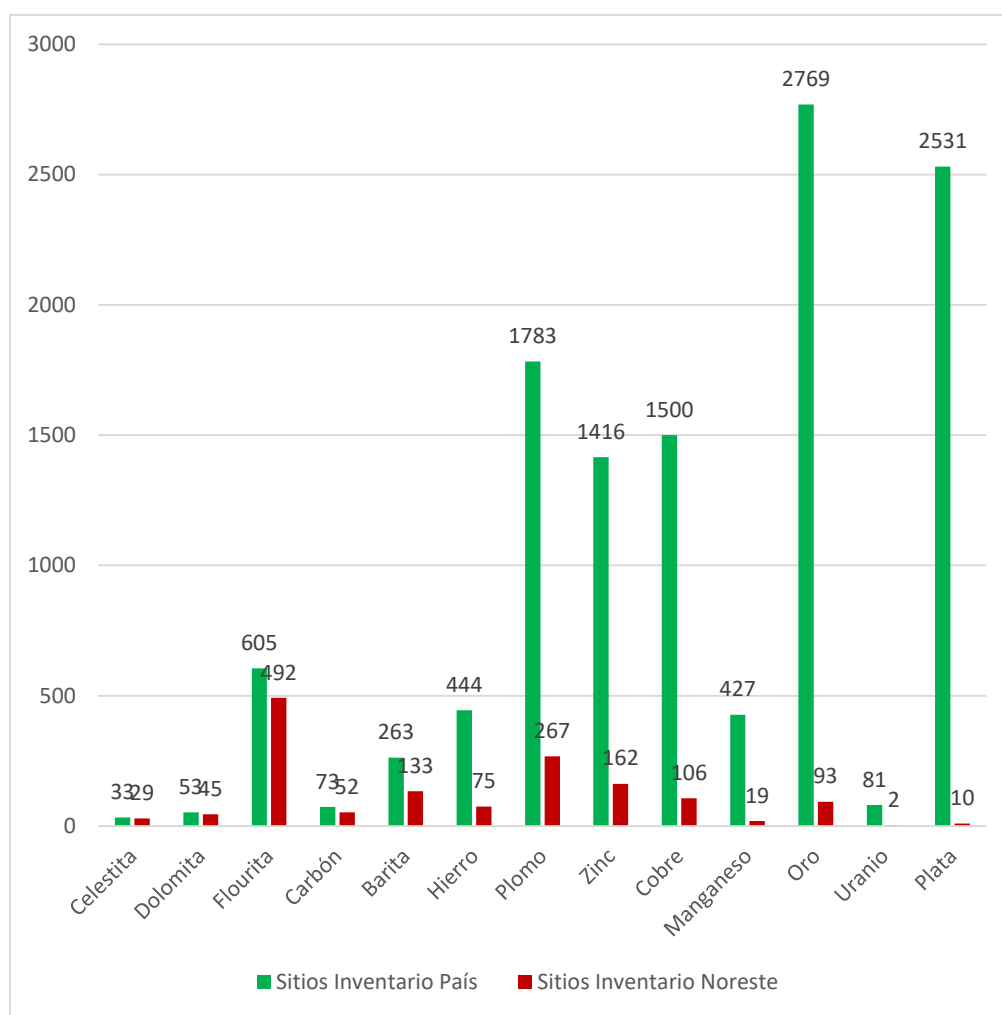


Figura 5.1 Comparación entre los 10,401 sitios totales en el país y los 2,272 sitios ubicados en el Noreste, objetivo de este trabajo.

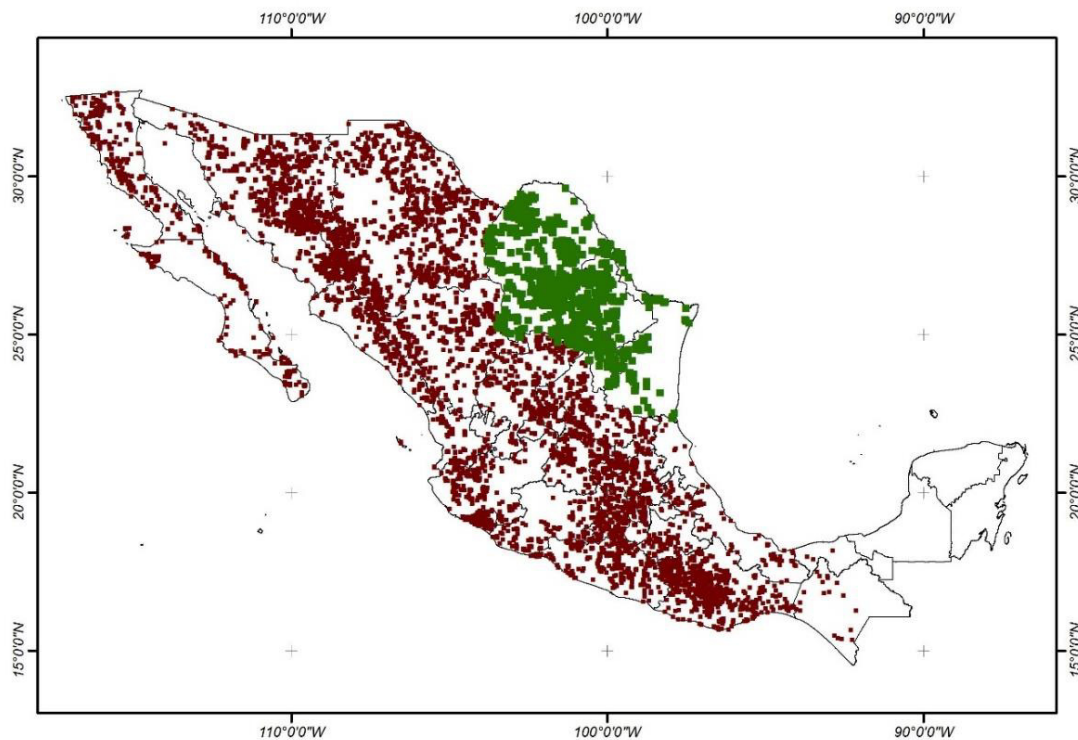


Figura.5.2 Comparación entre los 10,401 sitios totales en el país de los cuáles 2,272 sitios están ubicados en el Noreste objetivo de este trabajo.

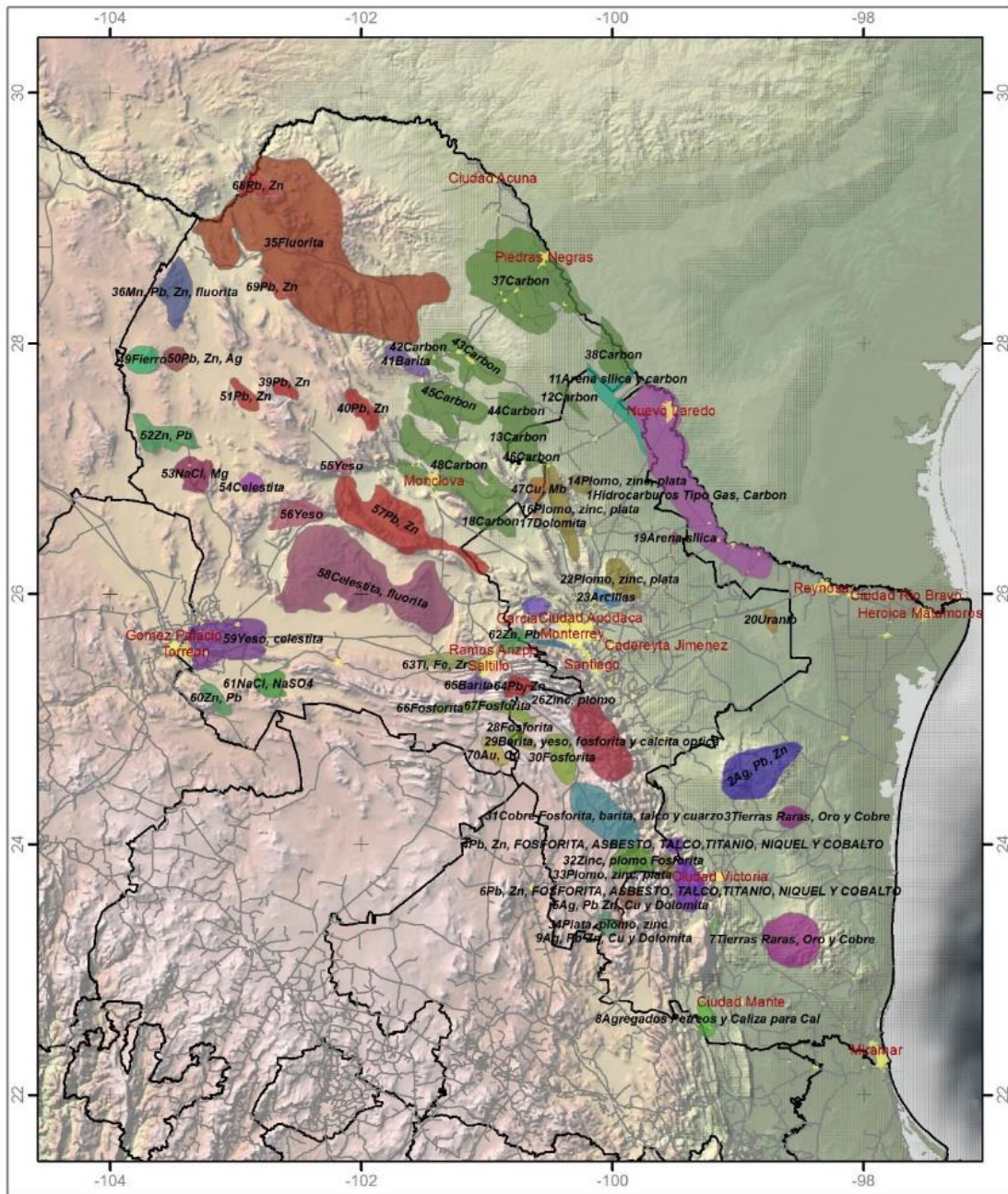


Figura 5.3 Regiones Mineras (70) del Servicio Geológico Minero, indicando el mineral preponderante en cada una de ellas.

Num.	Region Minera	Sustancia Predominante
1	Cuenca Terciario del Golfo	Hidrocarburos Tipo Gas, Carbón
2	San carlos- cruillas	Ag, Pb, Zn
3	Jimenez	Tierras Raras, Oro y Cobre
4	El Novillo	Pb, Zn, P
5	Miquihuana	Ag, Pb Zn, Cu y Dolomita
6	El Novillo	Pb, Zn, P, Ni,Co
7	Sierra de Tamaulipas	Tierras Raras, Oro y Cobre
8	El Abramante	Agregados Petreos y Caliza para Cal
9	Miquihuana	Ag, Pb Zn, Cu y Dolomita
10	Llera de canales	Pb, Zn, F, P
11	Cuenca de Burgos	Arena silica y Carbón
12	Cuenca Fuentes-Rio Escondido	Carbón
13	Cuenca de Sabinas	Carbón
14	Lomerio de vallecillo	Plomo, zinc, plata
15	Sierra del Carrizal	Fierro, cobre, molibdeno
16	Sierra Sabinas-lampazos	Plomo, zinc, plata
17	Zona Bustamante	Dolomita
18	Cuenca de Sabinas	Carbón
19	Parras	Arena silica
20	La Sierrita La Coma	Uranio
21	Cerro El Fraile	Zinc, plomo, Marmol, yeso
22	Sierra de Picachos - Mamuli	Plomo, zinc, plata
23	Dr. Gonzalez	Arcillas
24	Cerro del Topo Chico	Fosforita
25	Sierra de los Muertos	Zinc, plomo
26	Agua Nueva	Zinc, plomo
27	Sierra Las Mazmorras	Fosforita
28	Area San Jose de Raices	Fosforita
29	Area Galeana	Barita, yeso, fosforita y calcita optica
30	Area San José de raíces	Fosforita
31	La Ascencion-Aramberri	Cobre Fosforita, barita, talco y cuarzo
32	Area Zaragoza	Zinc, plomo Fosforita
33	Area Dulces Nombre	Plomo, zinc, plata
34	Bustamante	Plata, plomo, zinc
35	El Carmen - La Encantada	Fluorita
36	El Volcán	Mn, Pb, Zn, fluorita
37	Golfo de Sabinas	Carbón
38	Cuenca Terciaria	Carbón
39	Potrero de la Mula	Pb, Zn
40	Sierra de Padilla	Pb, Zn



Num.	Region Minera	Sustancia Predominante
41	Santa Rosa	Barita
42	Golfo de Sabinas	Carbón
43	Golfo de Sabinas	Carbón
44	Golfo de Sabinas	Carbón
45	Golfo de Sabinas	Carbón
46	Golfo de Sabinas	Carbón
47	Candela	Cu, Mb
48	Golfo de sabinas	Carbón
49	Hercules	Fierro
50	Santa Elena	Pb, Zn, Ag
51	El Fuste	Pb, Zn
52	Sierra Mojada	Zn, Pb
53	Salinas el Rey	NaCl, Mg
54	Arocha	Celestita
55	Cuatrociénegas	Yeso
56	Cuatrociénegas	Yeso
57	La Purisima- La Gavia	Pb, Zn
58	Paila - Alamos	Celestita, fluorita
59	San Pedro	Yeso, celestita
60	Jimulco	Zn, Pb
61	Viesca	NaCl, NaSO <sub>4</sub>
62	Cañon Colorado	Zn, Pb
63	General Cepeda	Ti, Fe, Zr
64	Agua Nueva	Pb, Zn
65	Santa Maria	Barita
66	Carneros	Fosforita
67	Carneros	Fosforita
68	Puerto Rico	Pb, Zn
69	La Encantada	Pb, Zn
70	Rocamontes	Au, Cu

Tabla 5.1 Regiones Mineras (70) del Servicio Geológico Minero, indicando el mineral preponderante en cada una de ellas.

Una primera aproximación para identificar geográficamente los sitios mineros son las 70 regiones mineras presentes en las monografías geológico mineras publicadas por el Servicio Geológico Mexicano.

Una vez revisado el análisis de sobreposición entre las 2 capas: Regiones Mineras del SGM y los 2, 272 sitios mineros, sólo 1181 (52%) sitios mineros se encontraban dentro de las regiones mineras y 1,091 estaban afuera de los límites de dichas

Regiones, lo que indica que existe una mayor cobertura de sitios mineros que la tradicionalmente reconocida, por lo que habría que redefinir dichas regiones o incrementar su número.

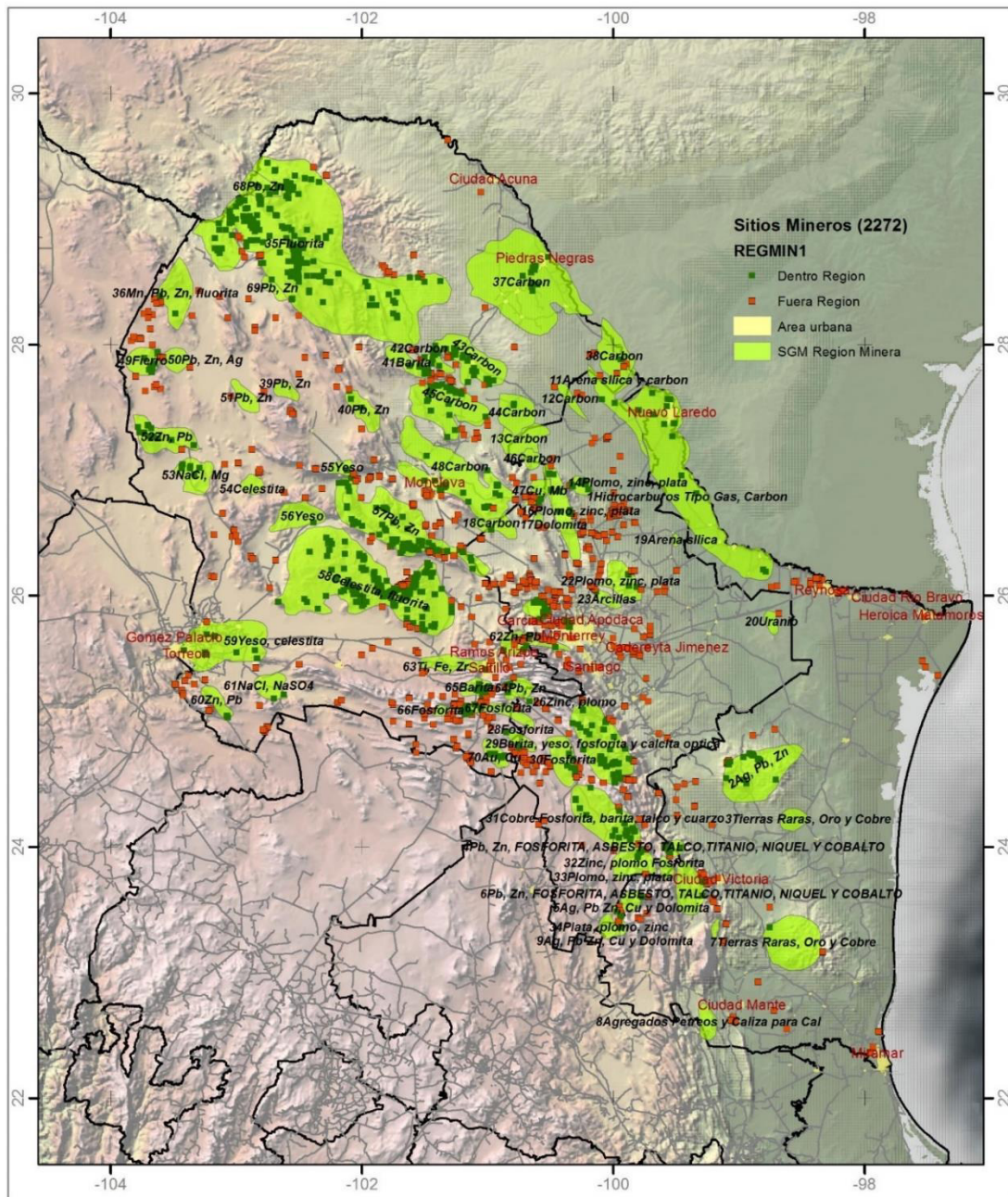


Figura 5.4 Un 52% de los sitios mineros de este trabajo se localiza dentro de alguna de las 70 Regiones Mineras del SGM.

### 5.1.1 . Cartas Geológico-Mineras del Servicio Geológico Mexicano.

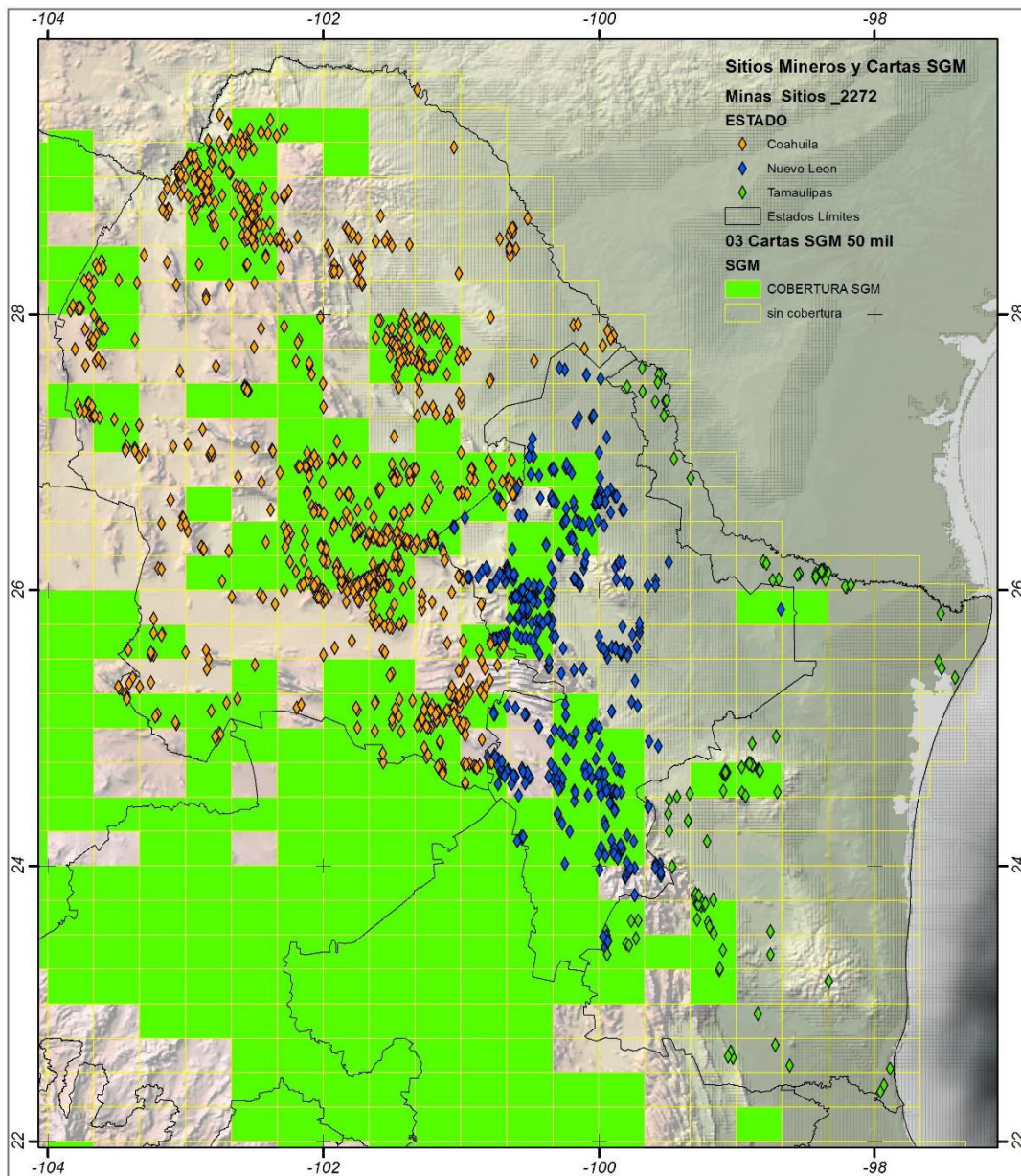


Figura 5.5 Las Cartas Geológico-Mineras del Servicio Geológico Mexicano, cubre sólo parcialmente la zona de estudio de los Estados de Coahuila, Tamaulipas y Nuevo León.

En la introducción de este trabajo se enfatiza que la cobertura que el Servicio Geológico Mexicano tiene de esta zona de trabajo es parcial, lo que es evidente en la cobertura de las cartas Geológico Mineras escala 1: 50,000, pues de las 370 Cartas que completan esta cobertura para los 3 estados, el Servicio Geológico Mexicano ha publicado 116, lo que es un 31.5%.

A nivel nacional el Servicio Geológico Mexicano cuenta con un 35.7 % de cobertura (825 cartas de un total nacional de 2,313)

### 5.2. Análisis Geoestadístico para generar patrones espaciales.

En el análisis de datos se definió un proceso estadístico para mostrar la influencia geográfica y distribución de un lote de información que para este trabajo son los 2272 sitios mineros, enfocándose por mineral, lo que puede hacerse de varias maneras, entre ellas las tradicionales como diagramas univariados de dispersión y los histogramas.

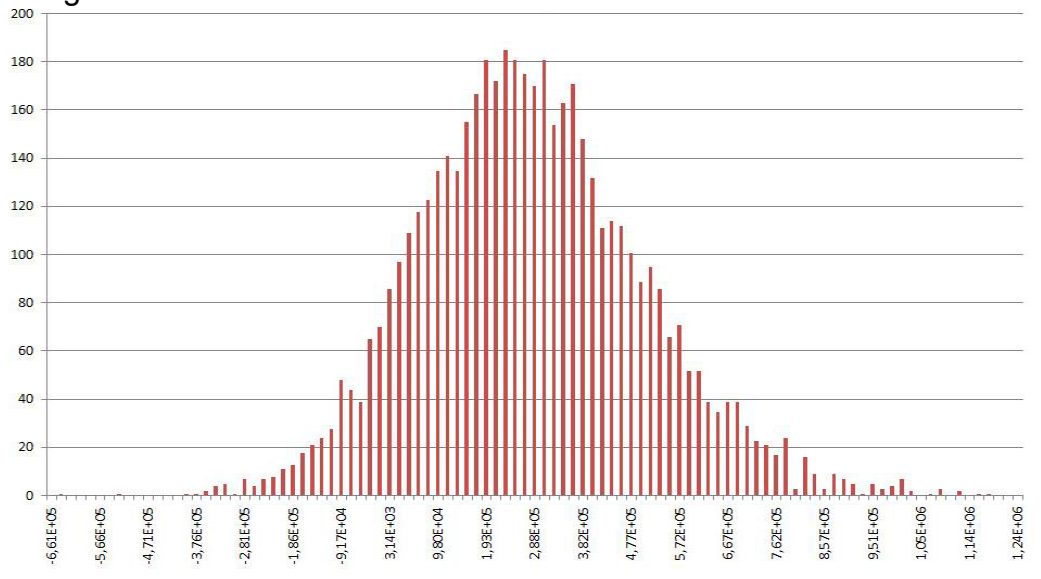


Figura 5.6 Histograma indicando el teorema de la tendencia central.

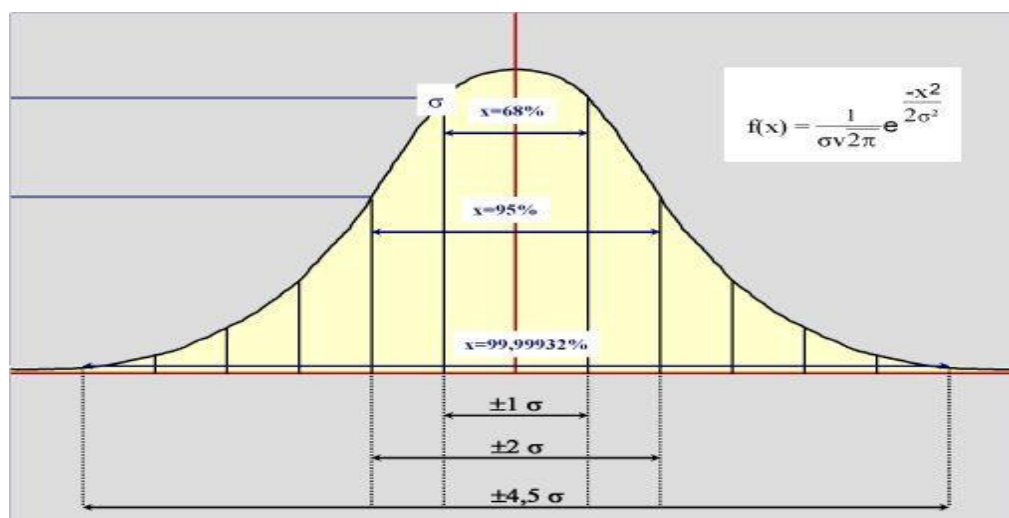


Figura 5.7 Campana de Gauss indicando su relación con la probabilidad y la desviación estándar.

El histograma es la herramienta de análisis y visualización de datos por excelencia aún cuando el número de datos sea considerable, pero se necesita tener una idea sencilla y visual sobre cómo están integrados esos datos.

Recordemos que el teorema del límite central indica que si la distribución de la media de una muestra aleatoria de una población es cuantiosa entonces la distribución de las medias se parece a una distribución normal, también llamada campana de Gauss.

Cómo muchos problemas de estadística requieren que los datos sean considerados con un comportamiento de una distribución normal, el teorema de límite central permite extrapolar valores de una distribución normal a universos de población que podrían considerarse no normales.

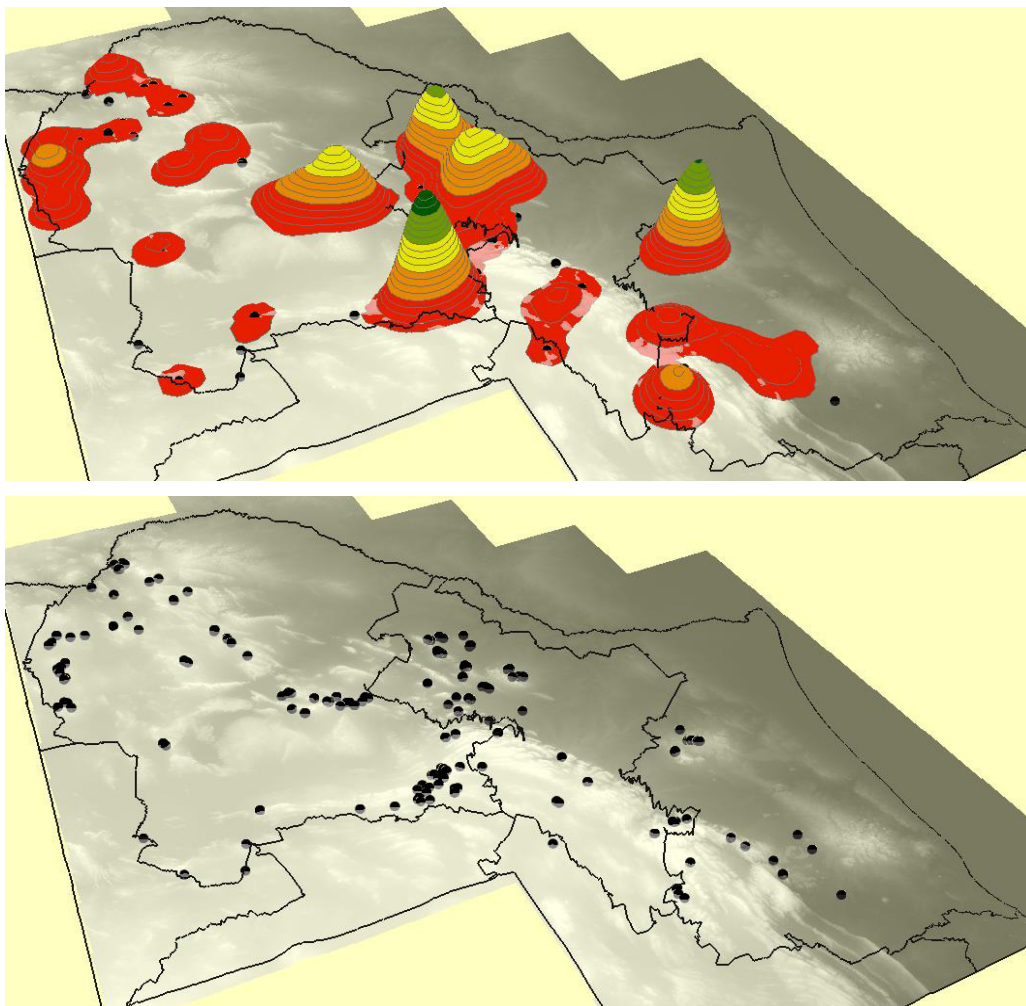


Figura 5.8 La función de densidad Kernel funciona como una Campana de Gauss tridimensional, a partir de la densidad con que se ubica un universo de puntos, en este caso los sitios mineros para plomo (Pb), dentro de las 3 entidades: Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Un ejemplo de este comportamiento es cuando afirmamos que en una distribución de datos considerada normal, el 68% de una población se ubica en +/- 1 desviación estándar, el 95 % de los datos en +/- 2 desviaciones estándar mientras que el 99.9% de los datos, están dentro de +/- 3 desviaciones estándar.

Los estimadores kernel se consideran una versión avanzada de los histogramas, se basa en estudios hechos por Rosenblatt y Parzen en los años de la década de 1950 y primeros de los 1960s. La herramienta de Densidad kernel calcula la densidad de los puntos en sus inmediaciones. Puede calcularse para las entidades de punto y de línea.

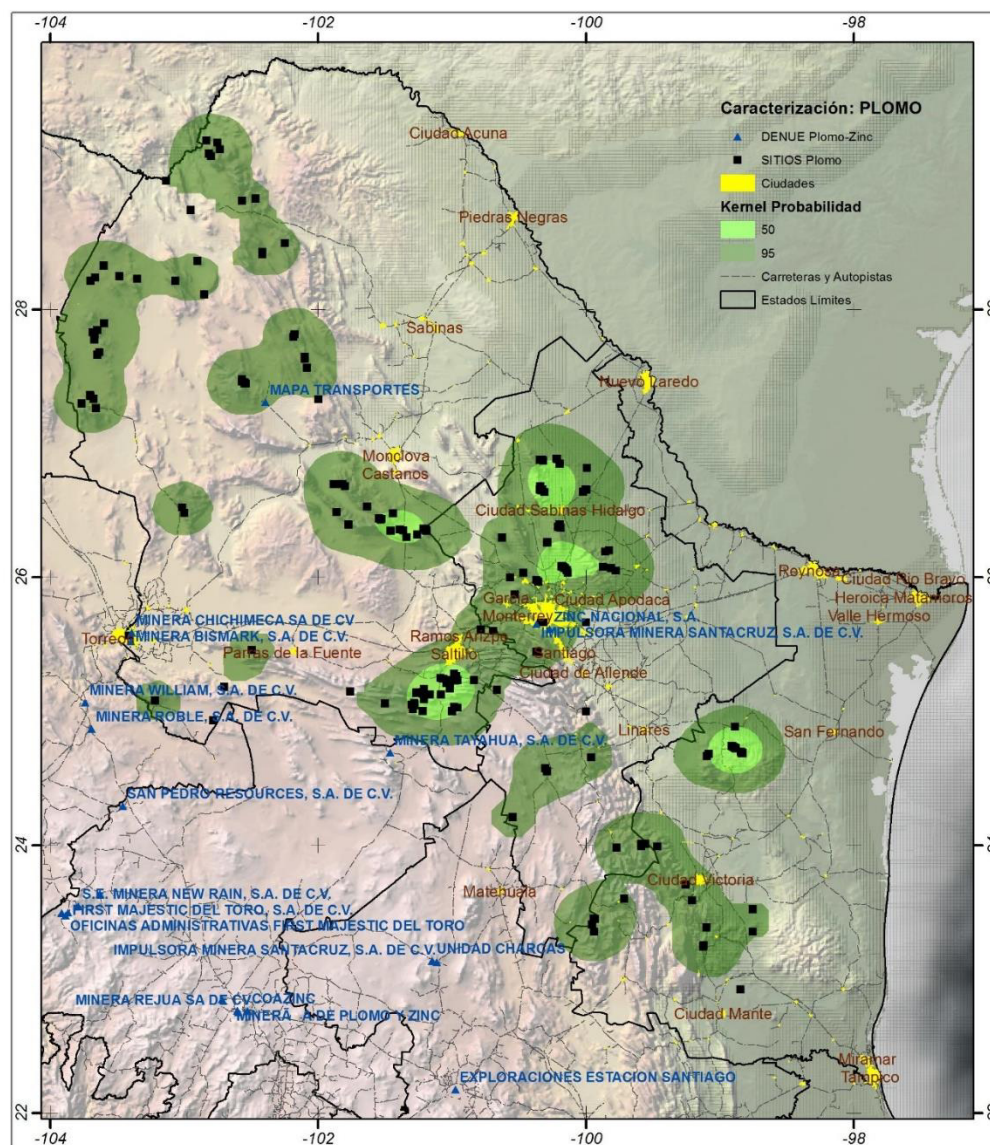


Figura 5.9 La función de densidad Kernel se estructura como una Campana de Gauss tridimensional, a partir de la densidad con qué se ubica un universo de puntos, en este caso los sitio mineros para plomo (Pb), dentro de las 3 entidades: Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

### 5.3. ANÁLISIS DE SITIOS MINEROS POR ELEMENTO.

Para determinar las áreas de probabilidad de localizar cada elemento, se seleccionaron 2 áreas de probabilidades: la máxima, que es un 95%, así como una intermedia correspondiente al 50%.

#### 5.3.1 BARITA.

Existen 133 sitios mineros caracterizados con Barita en la Zona de Estudio.

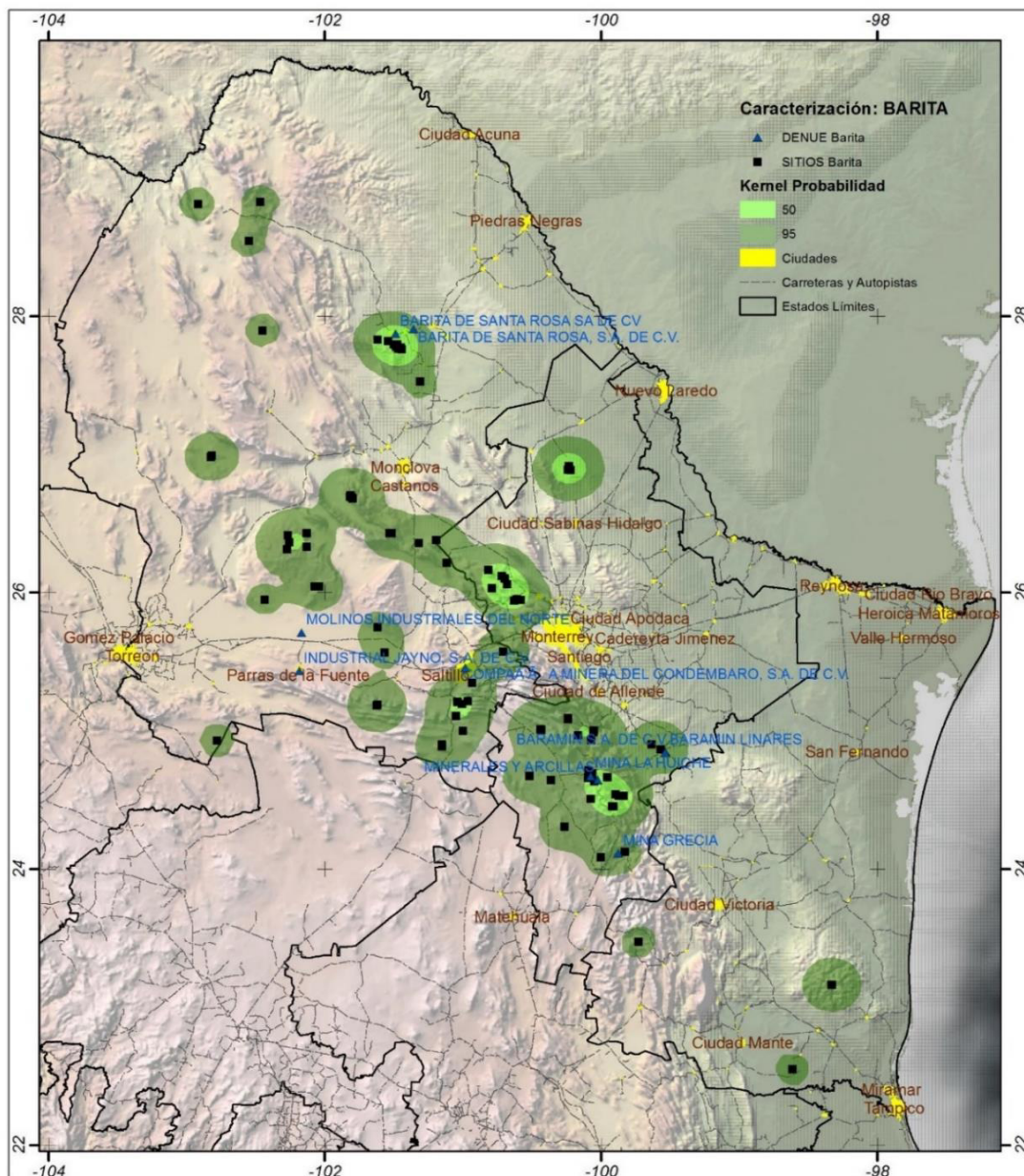


Figura 5.10 Áreas de ubicación potencial de barita, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUÉ que reportan dicho elemento.

Tabla 5.2. 10 Establecimientos dedicados a la Barita. (DENUE, 2016)

ID	NOMBRE	MUNICIPIO	ENTIDAD
6701869	MOLINOS INDUSTRIALES DEL NORTE	Parras	COAHUILA DE ZARAGOZA
6186239	INDUSTRIAL JAYNO, S.A. DE C.V.	Parras	COAHUILA DE ZARAGOZA
6186237	BARITA DE SANTA ROSA, S.A. DE C.V.	Muzquiz	COAHUILA DE ZARAGOZA
6186296	COMPANIA MINERA DEL CONDEMBARO, S.A. DE C.V.	Saltillo	COAHUILA DE ZARAGOZA
6758540	BARITA DE SANTA ROSA SA DE CV	Muzquiz	COAHUILA DE ZARAGOZA
6187624	MINERALES Y ARCILLAS	Galeana	NUEVO LEON
6186362	BARAMIN S.A. DE C.V.	Linares	NUEVO LEON
6228525	BARAMIN LINARES	Linares	NUEVO LEON
6228531	MINA LA HUICHE	Galeana	NUEVO LEON
6733846	MINA GRECIA	Aramberri	NUEVO LEON

Tabla 5.3. 133 Sitios del Inventario Minero con Barita.

Num.	ESTADO	MUNICIPIO	SITIOS
1	Coahuila	Castaños	3
2	Coahuila	Cuatro Ciénegas	15
3	Coahuila	General Cepeda	2
4	Coahuila	Muzquiz	14
5	Coahuila	Ocampo	5
6	Coahuila	Parras	4
7	Coahuila	Progreso	1
8	Coahuila	Ramos Arizpe	2
9	Coahuila	Saltillo	11
10	Coahuila	San Pedro	2
11	Coahuila	Viesca	1
12	Nuevo Leon	Aramberri	4
13	Nuevo Leon	Galeana	25
14	Nuevo Leon	García	2
15	Nuevo Leon	Hualahuises	1
16	Nuevo Leon	Iturbide	2
17	Nuevo Leon	Lampazos de Naranjo	9
18	Nuevo Leon	Linares	2
19	Nuevo Leon	Mina	16
20	Nuevo Leon	Rayones	7
21	Tamaulipas	Aldama	3
22	Tamaulipas	Bustamante	1
23	Tamaulipas	El Mante	1

**Total: 133**



5.3.2. CARBÓN.

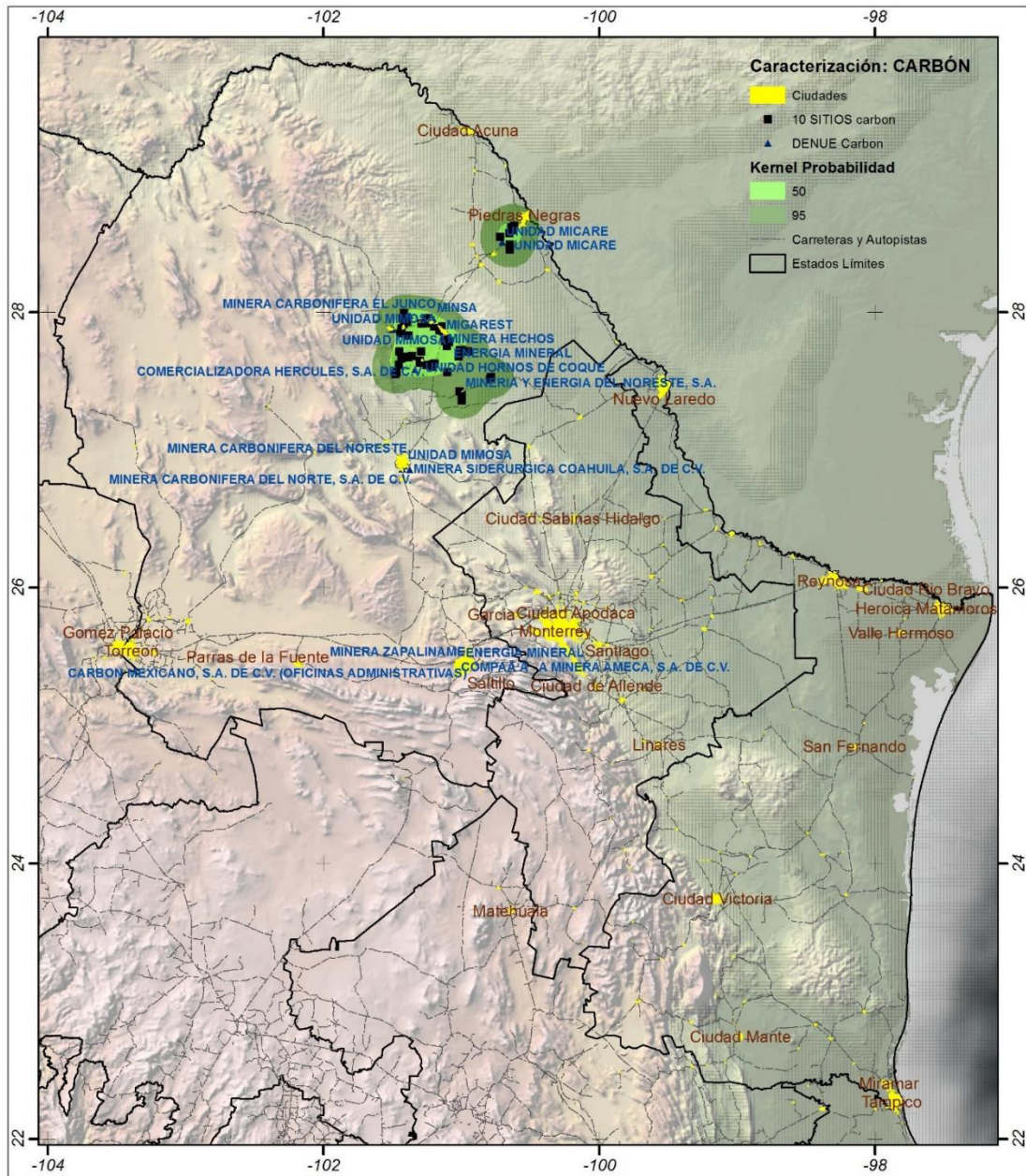


Figura 5.11. Áreas de ubicación potencial de Carbón, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUE que reportan dicho elemento.

Tabla 5.4. 33 Establecimientos dedicados al Carbón. (DENUE, 2016)

ID	ESTABLECIMIENTO	MUNICIPIO	ESTADO
6186235	MINERA SIDERURGICA COAHUILA, S.A. DE C.V.	Monclova	COAHUILA
6186236	UNIDAD MIMOSA	Muzquiz	COAHUILA
6186243	MINERIA DE CARBON MINERAL	Muzquiz	COAHUILA
6301831	UNIDAD HORNOS DE COQUE	Muzquiz	COAHUILA
6186238	UNIDAD MICARE	Nava	COAHUILA
6693876	CARBONIFERA DE SAN PATRICIO	Progreso	COAHUILA
6186217	MINERA HECHOS	Sabinas	COAHUILA
6186224	MINERA ALVARAM DE AGUJITA	Sabinas	COAHUILA
6186231	MINERA EL PROGRESO, S.A. DE C.V.	Sabinas	COAHUILA
6186232	TALLER DE CARBONIFERA LA ESPERANZA	Sabinas	COAHUILA
6186233	CARBONIFERA MANANTIAL	Sabinas	COAHUILA
6186245	RODAMIENTOS Y EQUIPOS DE SABINAS, S.A. DE C.V.	Sabinas	COAHUILA
6186247	REFACCIONES Y MATERIALES DE SABINAS	Sabinas	COAHUILA
6186255	TAJO EL COYOTE	Sabinas	COAHUILA
6186269	ENERGIA MINERAL	Sabinas	COAHUILA
6186276	CARBONIFERA LA ESPERANZA, S.A. DE C.V.	Sabinas	COAHUILA
6186288	ZEDUVIK, S.A. DE C.V.	Sabinas	COAHUILA
6186289	MINERA 2G, S.A. DE C.V.	Sabinas	COAHUILA
6186290	CARBONIFERA DE LUNA, S.A. DECV	Sabinas	COAHUILA
6186291	MINERIA Y ENERGIA DEL NORESTE, S.A.	Sabinas	COAHUILA
6186292	MINERIA DE CARBON MINERAL	Sabinas	COAHUILA
6186304	MINERA Y ACARREOS DE CARBON, S.A. DE C.V.	Sabinas	COAHUILA
6186305	FONDO DE GARANTIA A LA PEQUEÑA Y MEDIANA MINERIA	Sabinas	COAHUILA
6186306	GRUPSA, S.A. DE C.V.	Sabinas	COAHUILA
6186307	MINERA CARBONIFERA LOS LIRIOS, S.A. DE C.V.	Sabinas	COAHUILA
6186308	MINERA LA BONITA, S.A. DE C.V.	Sabinas	COAHUILA
6301830	PLANTA LAVADORA	Sabinas	COAHUILA
6727990	OPERADORA INDUSTRIAL MINERA	Sabinas	COAHUILA
6742468	MIGAREST	Sabinas	COAHUILA
6186294	COMPAIA MINERA AMECA, S.A. DE C.V.	Saltillo	COAHUILA
6186257	MINERA CARBONIFERA EL JUNCO	San Juan de Sabinas	COAHUILA
6301832	TAJO EL TESORO	San Juan de Sabinas	COAHUILA
6302515	MINSA	San Juan de Sabinas	COAHUILA

Tabla 5.5. 52 Sitios del Inventario Minero con Carbón.

NUM	MUNICIPIO	ESTADO	SITIOS
1	Progreso	Coahuila	13
2	Sabinas	Coahuila	12
3	Muzquiz	Coahuila	11
4	Nava	Coahuila	8
5	San Juan de Sabinas	Coahuila	6
6	Juárez	Coahuila	2
<b>TOTAL</b>			<b>52</b>

5.3.3. FLOURITA.

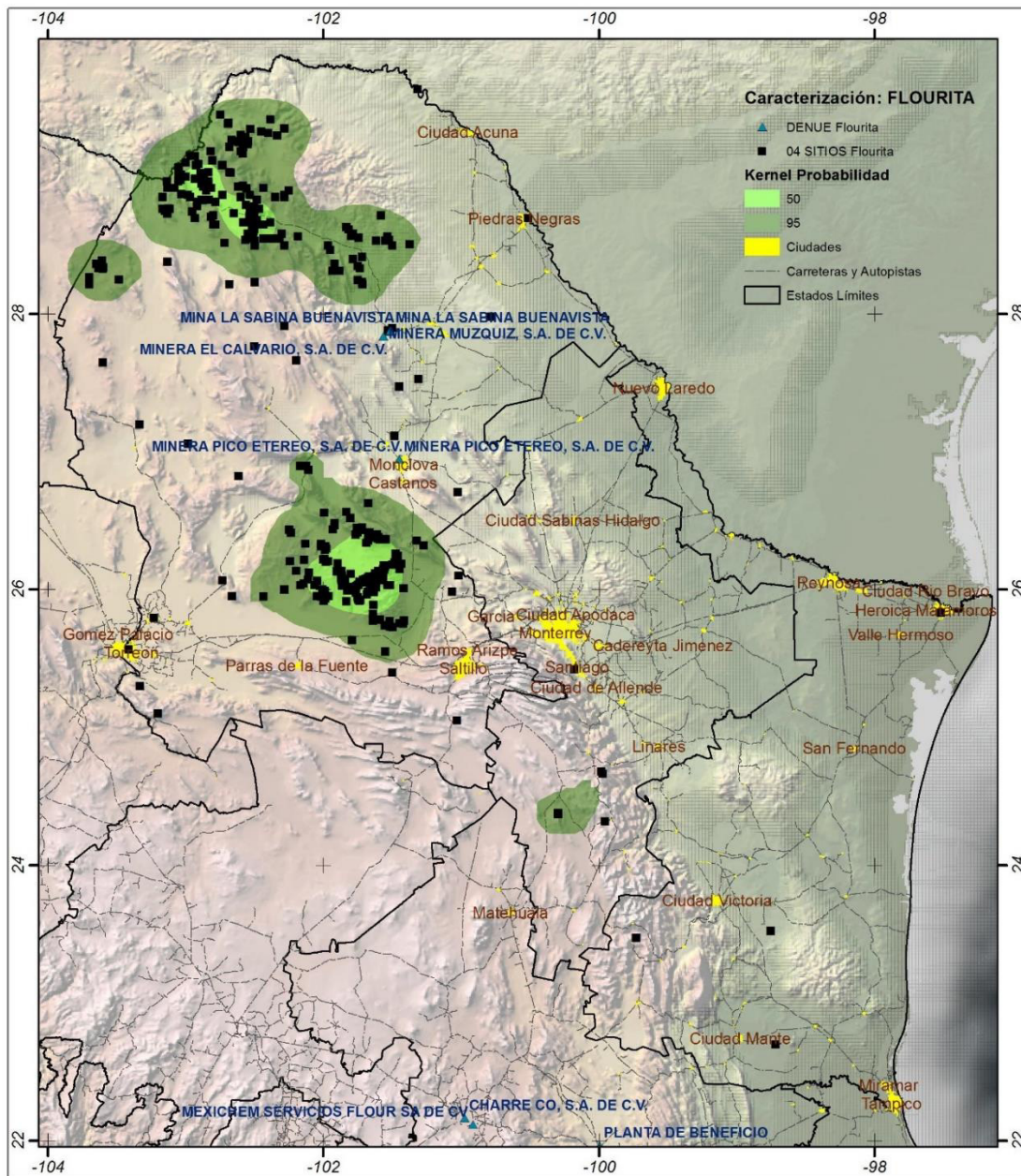


Figura 5.12 Áreas de ubicación potencial de Flourita, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUE que reportan dicho elemento.

Tabla 5.6. 9 Establecimientos dedicados a la Flourita. (DENUE, 2016)

NUM	ESTABLECIMIENTO	Entidad	Municipio
1	ASOCIACION NACIONAL DE PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES DE FLUORITA, A.C.	COAHUILA DE ZARAGOZA	Múzquiz
2	CHARRE CO, S.A. DE C.V.	GUANAJUATO	Victoria
3	FLUORITA DE MEXICO, S.A. DE C.V.	COAHUILA DE ZARAGOZA	Múzquiz
4	JRU TRITURADOS Y CONSTRUCTORA, S.A. DE C.V.	SAN LUIS POTOSI	Rioverde
5	MEXICHEM FLUOR SA DE CV	SAN LUIS POTOSI	San Luis Potosi
6	MINERA EL CALVARIO, S.A. DE C.V.	COAHUILA DE ZARAGOZA	Múzquiz
7	MINERA MUZQUIZ, S.A. DE C.V.	COAHUILA DE ZARAGOZA	Múzquiz
8	MINERA PICO ETEREO, S.A. DE C.V.	COAHUILA DE ZARAGOZA	Frontera
9	MINERA RAMOS, S.A. DE C.V.	COAHUILA DE ZARAGOZA	Muzquiz

Tabla 5.7. 28 Sitios del Inventario Minero con Flourita.

NUM.	NOMBRE MUNICIPIO	ESTADO	SITIOS
1	Acuña	Coahuila	32
2	Aramberri	Nuevo León	2
3	Bustamante	Tamaulipas	2
4	Candela	Coahuila	2
5	Casas	Tamaulipas	1
6	Castaños	Coahuila	6
7	Cuatro Ciénegas	Coahuila	61
8	Escobedo	Coahuila	2
9	Francisco I. Madero	Coahuila	2
10	Galeana	Nuevo León	10
11	General Cepeda	Coahuila	11
12	González	Tamaulipas	1
13	Matamoros	Tamaulipas	1
14	Múzquiz	Coahuila	64
15	Ocampo	Coahuila	110
16	Parras	Coahuila	48
17	Piedras Negras	Coahuila	1
18	Progreso	Coahuila	1
19	Ramos Arizpe	Coahuila	87
20	Saltillo	Coahuila	2
21	San Buenaventura	Coahuila	7
22	San Pedro	Coahuila	14
23	Santiago	Nuevo León	1
24	Sierra Mojada	Coahuila	10
25	Torreón	Coahuila	3
26	Viesca	Coahuila	2
27	Villa Unión	Coahuila	1
28	Zaragoza	Coahuila	8
		<b>TOTAL:</b>	<b>492</b>

5.3.4. PLOMO.

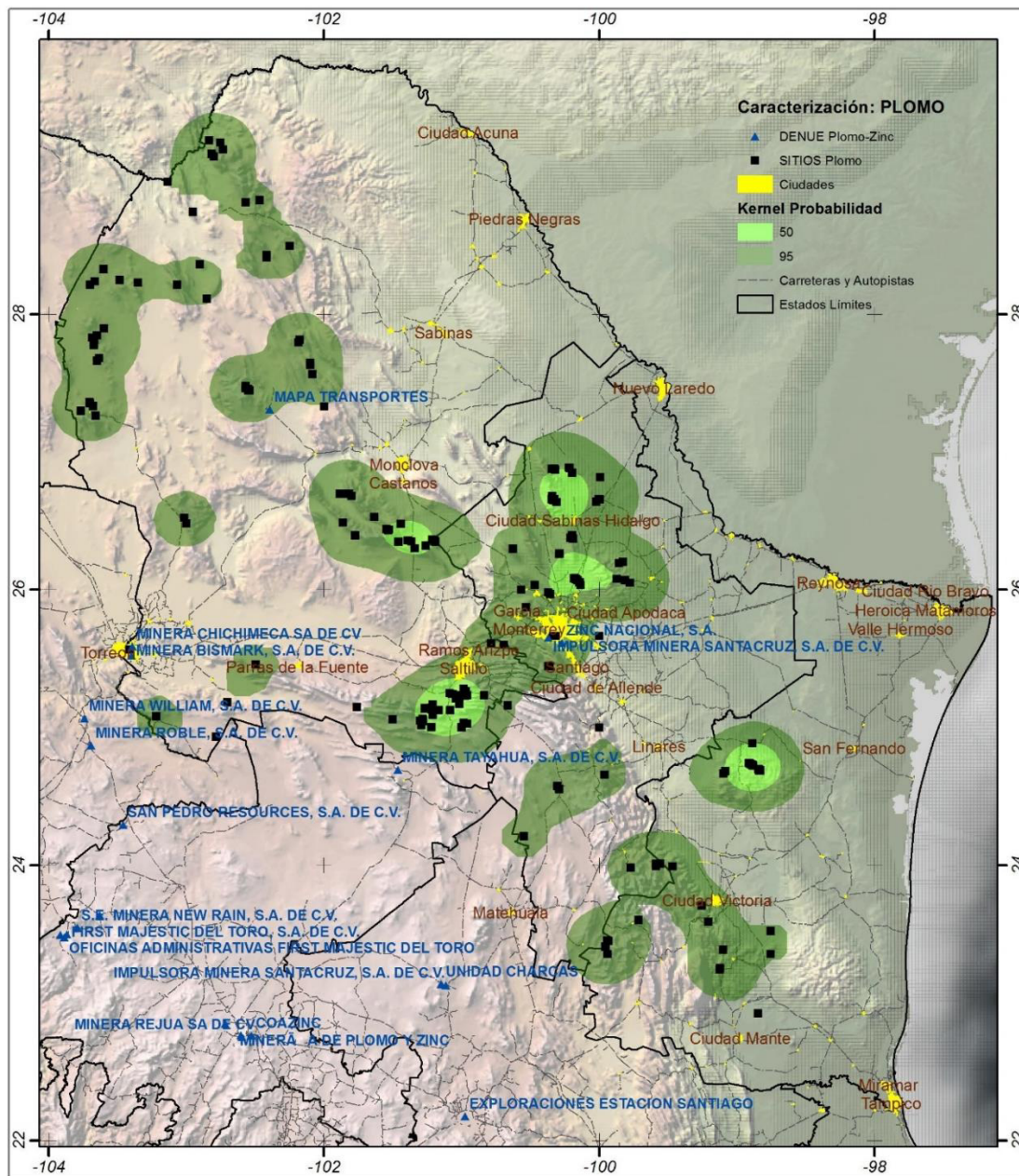


Figura 5.13 Áreas de ubicación potencial de Plomo, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUE que reportan dicho elemento.

Tabla 5.8. 4 Establecimientos dedicados al Plomo (DENUE, 2016).

ID	ESTABLECIMIENTO	MUNICIPIO	ESTADO
6189143	IMPULSORA MINERA SANTACRUZ, S.A. DE C.V.	San Pedro Garza García	Nuevo León
6189069	MINERA BISMARCK, S.A. DE C.V.	Torreón	Coahuila
6773535	MINERA CHICHIMECA SA DE CV	Torreón	Coahuila
6189140	ZINC NACIONAL, S.A.	Monterrey	Coahuila

Tabla 5.9. 267 Sitios del Inventario Minero con Plomo.

NUM	MUNICIPIO	ESTADO	SITIOS
1	Acuña	Coahuila	3
2	Agualeguas	Nuevo Leon	3
3	Arteaga	Coahuila	1
4	Burgos	Tamaulipas	1
5	Bustamante	Tamaulipas	2
6	Cadereyta Jiménez	Nuevo Leon	1
7	Carmen	Nuevo Leon	4
8	Casas	Tamaulipas	1
9	Castaños	Coahuila	14
10	Cerralvo	Nuevo Leon	8
11	Cuatro Ciénegas	Coahuila	17
12	Dr. Arroyo	Nuevo Leon	2
13	Francisco I. Madero	Coahuila	1
14	Galeana	Nuevo Leon	7
15	García	Nuevo Leon	2
16	Gral. Zaragoza	Nuevo Leon	5
17	Hidalgo	Tamaulipas	2
18	Lampazos de Naranjo	Nuevo Leon	6
19	Llera	Tamaulipas	5
20	Mier y Noriega	Nuevo Leon	6
21	Mina	Nuevo Leon	5
22	Miquihuana	Tamaulipas	1
23	Monterrey	Nuevo Leon	2
24	Múzquiz	Coahuila	1
25	Ocampo	Coahuila	20
26	Parras	Coahuila	4
27	Ramos Arizpe	Coahuila	6
28	Rayones	Nuevo Leon	1
29	Sabinas Hidalgo	Nuevo Leon	10
30	Salinas Victoria	Nuevo Leon	14
31	Saltillo	Coahuila	35
32	San Buenaventura	Coahuila	6
33	San Carlos	Tamaulipas	5
34	San Nicolás	Tamaulipas	19
35	Santiago	Nuevo Leon	2
36	Sierra Mojada	Coahuila	19
37	Torreón	Coahuila	3
38	Vallecillo	Nuevo Leon	7
39	Victoria	Tamaulipas	3
40	Viesca	Coahuila	2
41	Villaldama	Nuevo Leon	10
42	Xicoténcatl	Tamaulipas	1
		<b>TOTAL:</b>	<b>267</b>

5.3.5 ORO.

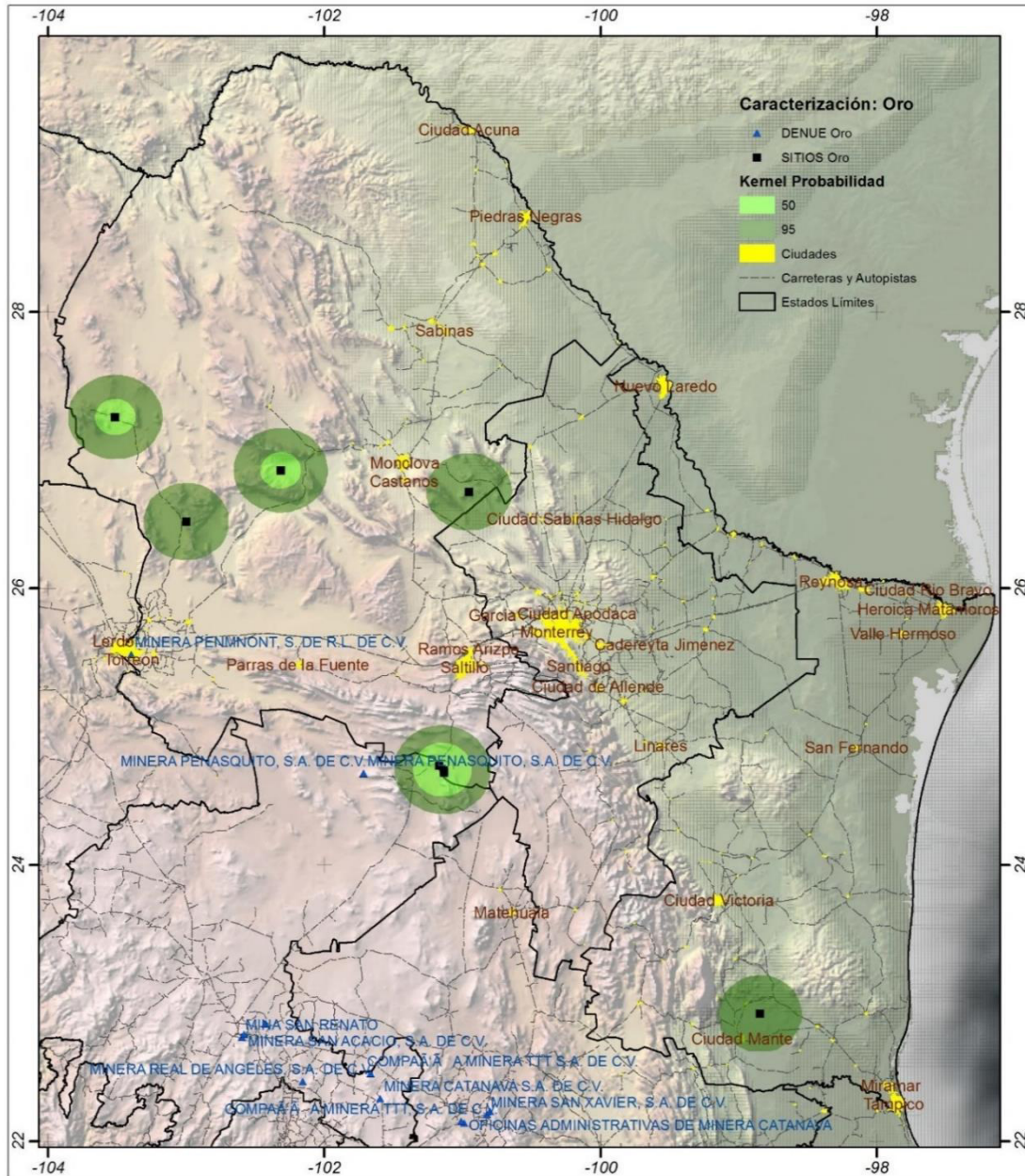


Figura 5.14 Áreas de ubicación potencial del Oro, utilizando densidad de kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENE que reportan dicho elemento.

Tabla 5.10. Un establecimiento dedicado al Oro (DENUE, 2016).

ID	ESTABLECIMIENTO	MUNICIPIO	ENTIDAD
6189070	MINERA PENMNONT, S. DE R.L. DE C.V.	Torreón	COAHUILA DE ZARAGOZA

Tabla 5.11. 6 Sitios del Inventario Minero con Oro.

NUM	MUNICIPIO	ESTADO	SITIOS
1	Candela	Coahuila	1
2	Cuatro Ciénegas	Coahuila	2
3	Francisco I. Madero	Coahuila	1
4	Ocampo	Coahuila	2
5	Saltillo	Coahuila	3
6	Xicoténcatl	Tamaulipas	1



5.3.6 PLATA.

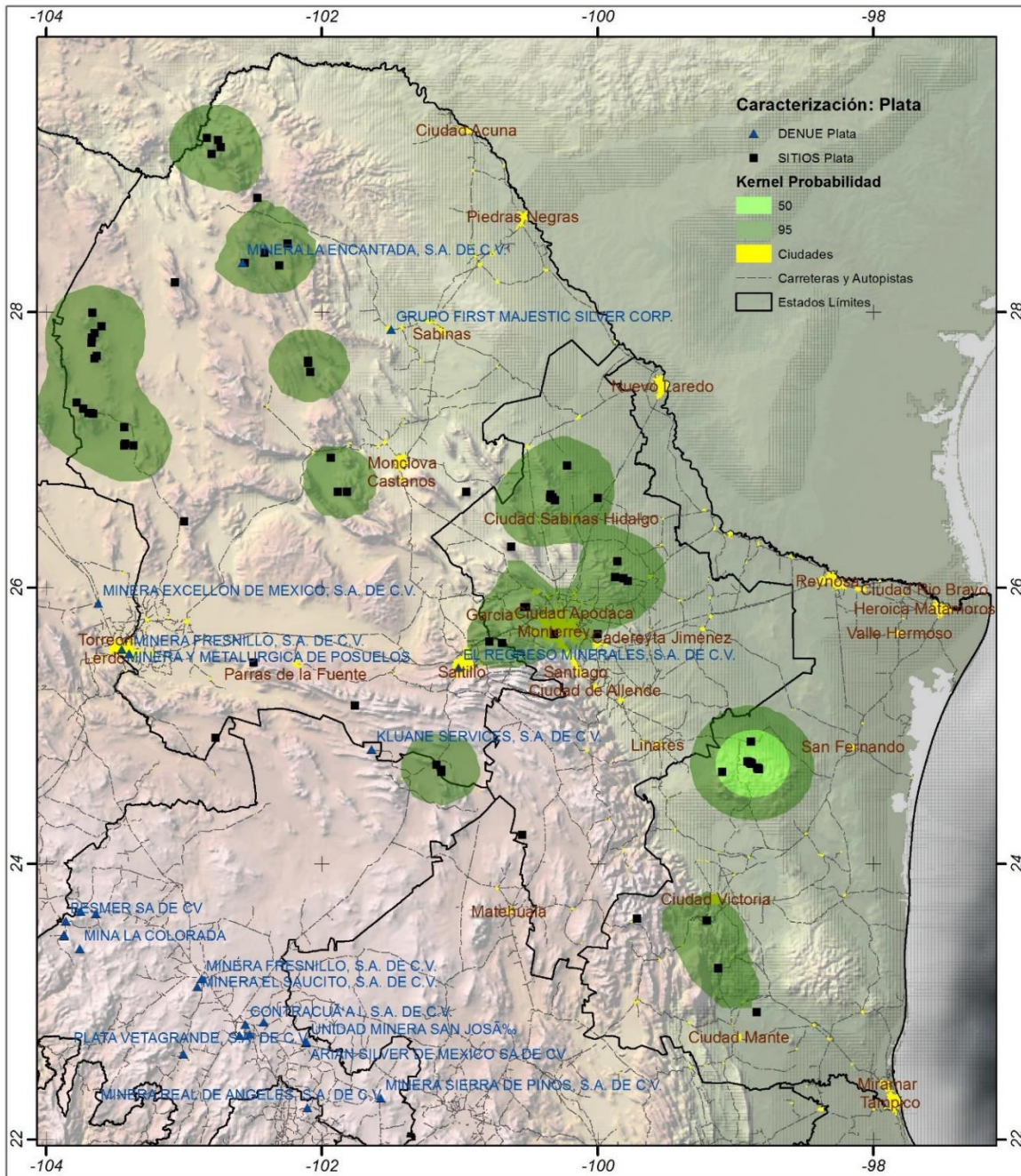


Figura 5.15 Áreas de ubicación potencial de la Plata, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUE que reportan dicho elemento.

Tabla 5.12. 6 Establecimientos dedicados a la Plata (DENUE, 2016).

ID	ESTABLECIMIENTO	MUNICIPIO	ESTADO
6186221	EL REGRESO MINERALES, S.A. DE C.V.	Saltillo	COAHUILA DE ZARAGOZA
6186250	MINERA Y METALURGICA DE POSUELOS	Torreón	COAHUILA DE ZARAGOZA
6186299	MINERA FRESNILLO, S.A. DE C.V.	Torreón	COAHUILA DE ZARAGOZA
6186300	MINERA MEXICANA LA CIENEGA, S.A. DE C.V.	Torreón	COAHUILA DE ZARAGOZA
6186405	MINERA LA ENCANTADA, S.A. DE C.V.	Ocampo	COAHUILA DE ZARAGOZA
6189066	GRUPO FIRST MAJESTIC SILVER CORP.	Múzquiz	COAHUILA DE ZARAGOZA

Tabla 5.13. 93 Sitios del Inventario Minero con Plata.

NUM	MUNICIPIO	ESTADO	SITIOS
1	Acuña	Coahuila	3
2	Agualeguas	Nuevo León	1
3	Burgos	Tamaulipas	2
4	Cadereyta Jiménez	Nuevo León	1
5	Candela	Coahuila	1
6	Cerralvo	Nuevo León	3
7	Cuatro Ciénegas	Coahuila	3
8	Dr. Arroyo	Nuevo León	1
9	Francisco I. Madero	Coahuila	1
10	García	Nuevo León	2
11	Lampazos de Naranjo	Nuevo León	2
12	Llera	Tamaulipas	2
13	Mina	Nuevo León	1
14	Miquihuana	Tamaulipas	1
15	Monterrey	Nuevo León	1
16	Múzquiz	Coahuila	1
17	Ocampo	Coahuila	6
18	Parras	Coahuila	2
19	Ramos Arizpe	Coahuila	2
20	Sabinas Hidalgo	Nuevo León	2
21	Saltillo	Coahuila	3
22	San Buenaventura	Coahuila	6
23	San Carlos	Tamaulipas	3
24	San Nicolás	Tamaulipas	20
25	Sierra Mojada	Coahuila	15
26	Vallecillo	Nuevo León	1
27	Victoria	Tamaulipas	2
28	Viesca	Coahuila	1
29	Villaldama	Nuevo León	3
30	Xicoténcatl	Tamaulipas	1
		<b>TOTAL:</b>	<b>93</b>

5.3.7 COBRE.

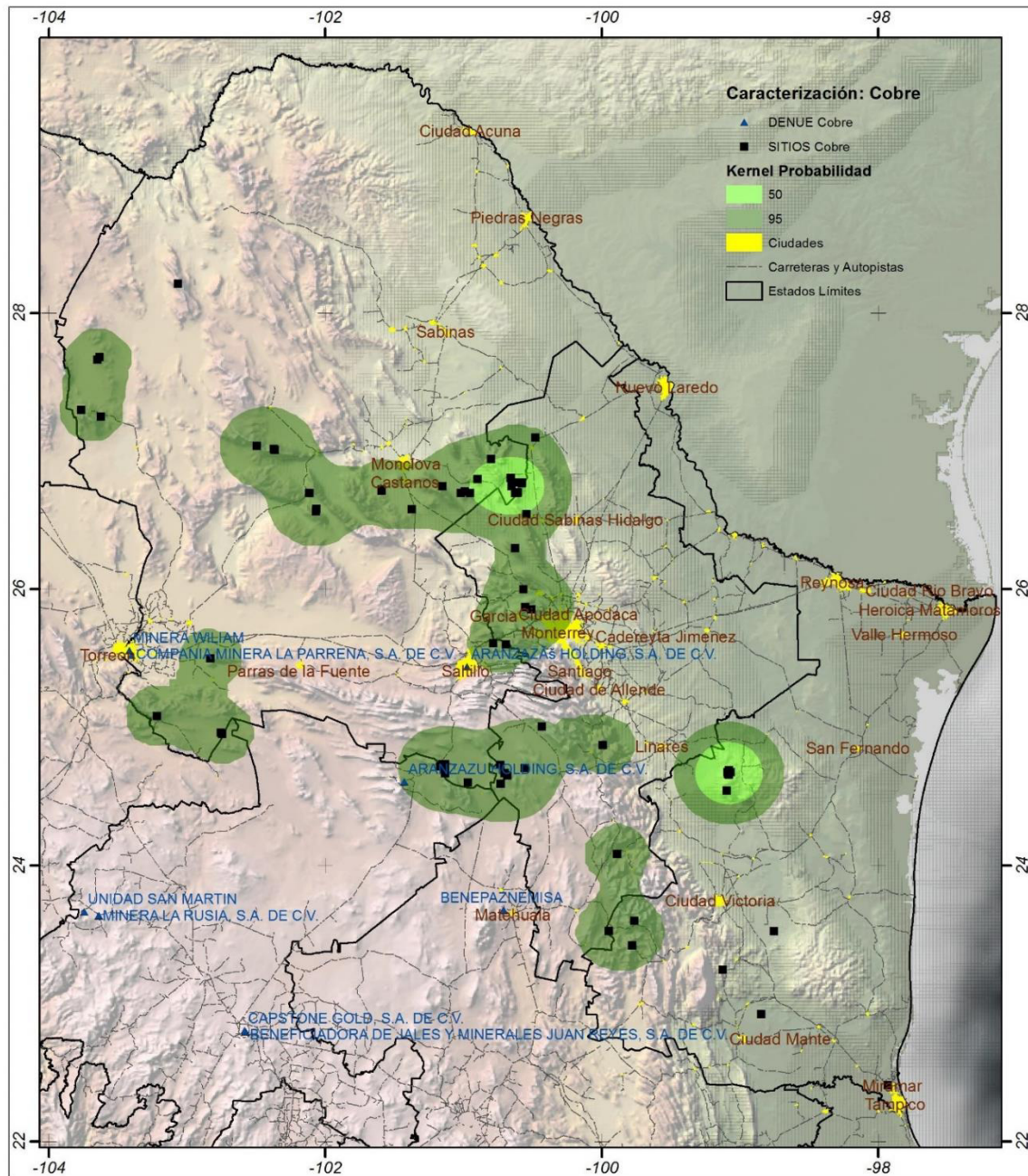


Figura 5.16 Áreas de ubicación potencial de la Plata, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUE que reportan dicho elemento.

Tabla 5.14. 3 Establecimientos dedicados al Cobre (DENUE, 2016).

ID	ESTABLECIMIENTO	ESTADO	MUNICIPIO
280023	MINERA WILIAM	COAHUILA DE ZARAGOZA	Torreón
6186249	ARANZAZÚ HOLDING, S.A. DE C.V.	COAHUILA DE ZARAGOZA	Saltillo
6186298	COMPANIA MINERA LA PARRENA, S.A. DE C.V.	COAHUILA DE ZARAGOZA	Torreón

Tabla 5.15. 106 Sitios del Inventario Minero con Cobre.

NUM	MUNICIPIO	ESTADO	SITIOS
1	Altamira	Tamaulipas	1
2	Aramberri	Nuevo León	2
3	Bustamante	Nuevo León	5
4	Candela	Coahuila	19
5	Casas	Tamaulipas	1
6	Castaños	Coahuila	3
7	Cuatro Ciénegas	Coahuila	10
8	Galeana	Nuevo León	13
9	García	Nuevo León	4
10	Lampazos de Naranjo	Nuevo León	1
11	Llera	Tamaulipas	1
12	Mina	Nuevo León	2
13	Miquihuana	Tamaulipas	3
14	Monclova	Coahuila	1
15	Ocampo	Coahuila	1
16	Ramos Arizpe	Coahuila	2
17	Saltillo	Coahuila	6
18	San Carlos	Tamaulipas	20
19	Sierra Mojada	Coahuila	4
20	Torreón	Coahuila	2
21	Viesca	Coahuila	4
22	Xicoténcatl	Tamaulipas	1
		<b>TOTAL:</b>	<b>106</b>

5.3.8 HIERRO.

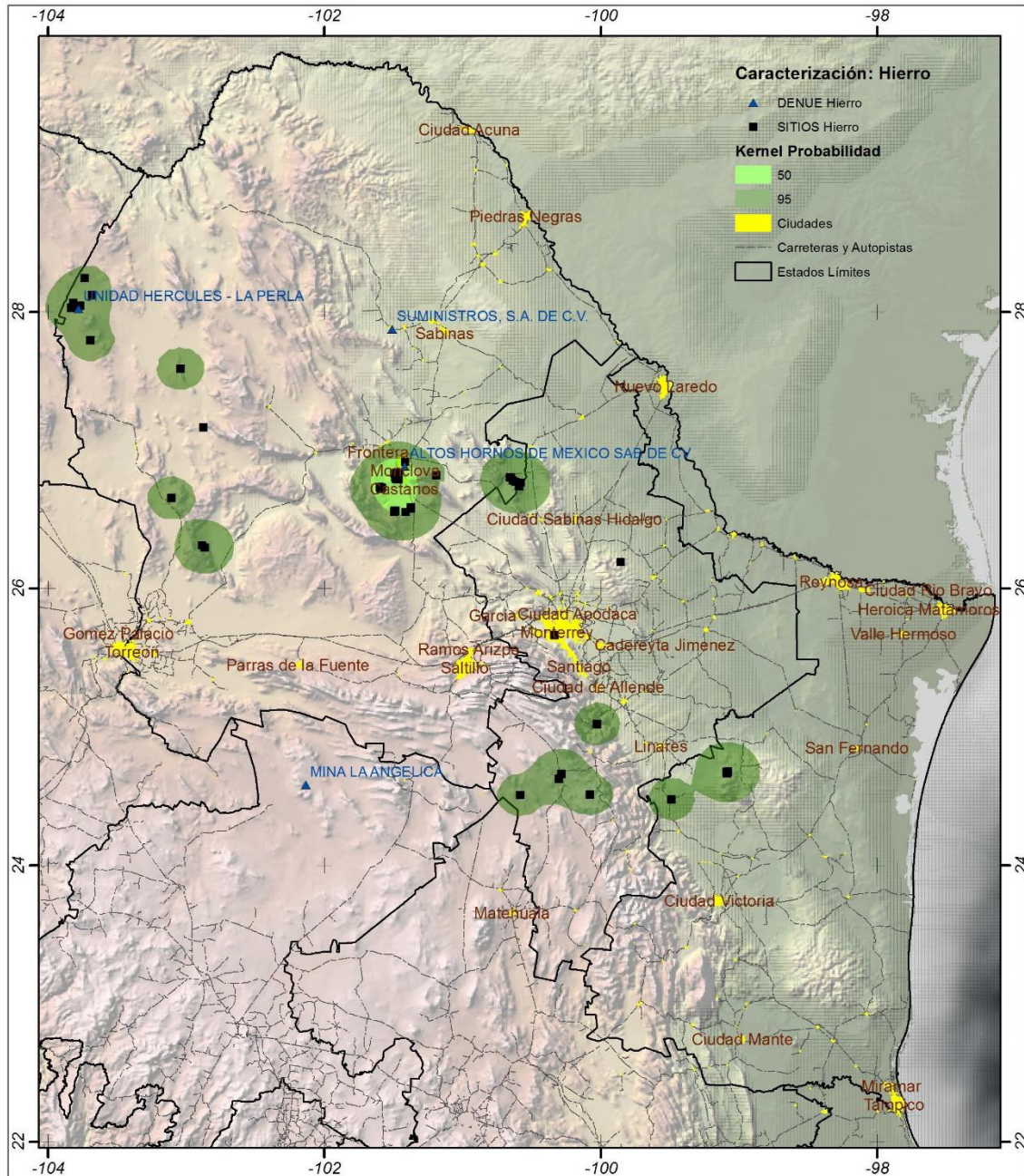


Figura 5.17 Áreas de ubicación potencial del Hierro, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUE que reportan dicho elemento.

Tabla 5.16 Establecimientos dedicados al Hierro (DENUE, 2016).

ID	ESTABLECIMIENTO	MUNICIPIO	ESTADO
6186242	SUMINISTROS, S.A. DE C.V.	Múzquiz	COAHUILA DE ZARAGOZA
6186301	UNIDAD HERCULES - LA PERLA	Sierra Mojada	COAHUILA DE ZARAGOZA
6299993	ALTOS HORNOS DE MEXICO SAB DE CV	Monclova	COAHUILA DE ZARAGOZA

Tabla 5.17. 75 Sitios del Inventario Minero con Hierro.

NUM	MUNICIPIO	ESTADO	SITIOS
1	Aguaqueguas	Nuevo León	1
2	Candela	Coahuila	6
3	Castaños	Coahuila	22
4	Francisco I. Madero	Coahuila	2
5	Galeana	Nuevo León	8
6	Lampazos de Naranjo	Nuevo León	3
7	Monclova	Coahuila	6
8	Monterrey	Nuevo León	1
9	Ocampo	Coahuila	3
10	Rayones	Nuevo León	2
11	San Carlos	Tamaulipas	7
12	San Pedro	Coahuila	4
13	Sierra Mojada	Coahuila	8
14	Villagrán	Tamaulipas	2
<b>TOTAL:</b>			<b>75</b>

5.3.9 ZINC.

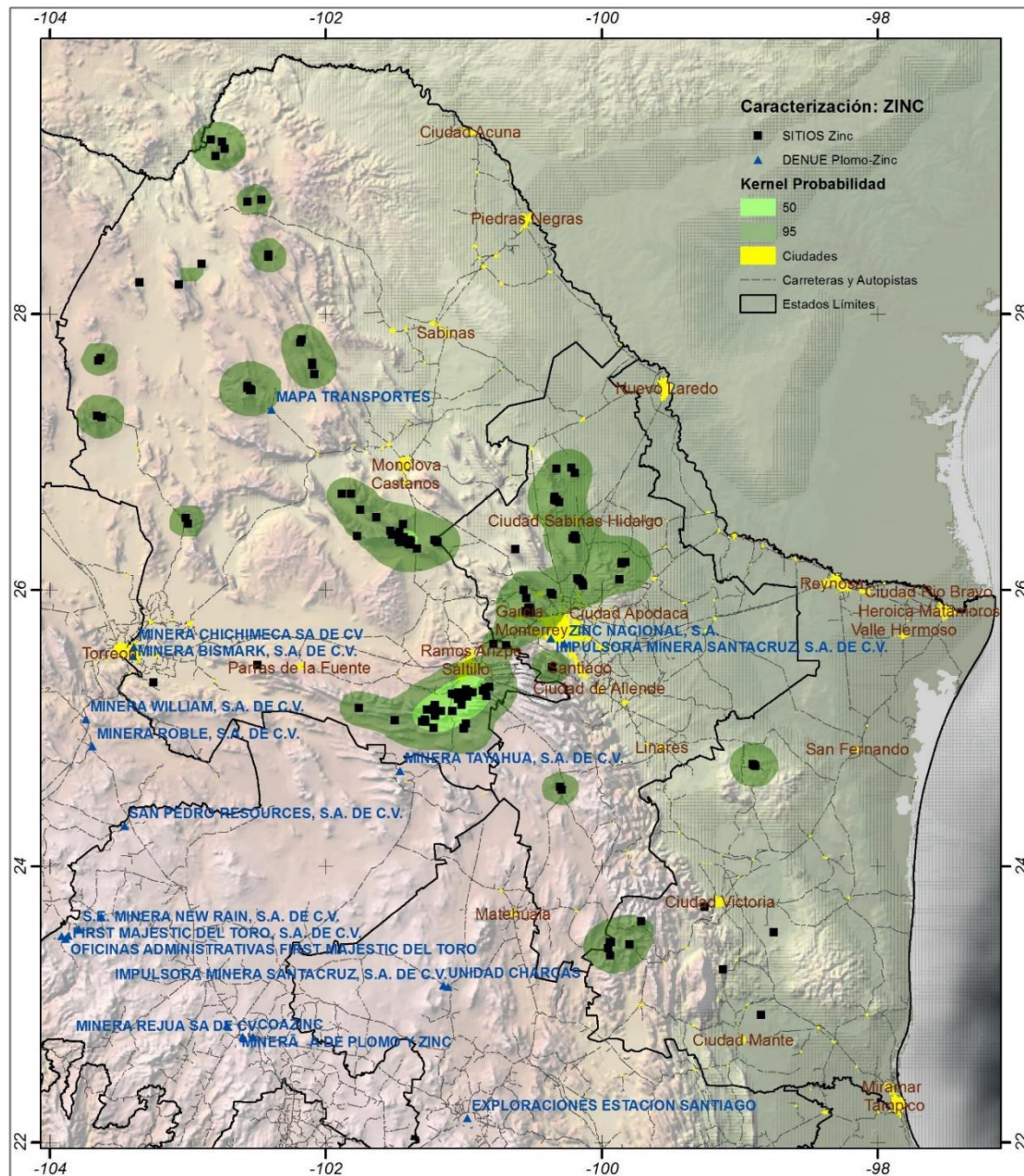


Figura 5.18 Áreas de ubicación potencial del Zinc, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUE que reportan dicho elemento.

Tabla 5.18. 4 Establecimientos dedicados al Zinc (DENUE, 2016).

ID	ESTABLECIMIENTO	MUNICIPIO	ESTADO
6189143	IMPULSORA MINERA SANTACRUZ, S.A. DE C.V.	San Pedro Garza García	Nuevo León
6189069	MINERA BISMARCK, S.A. DE C.V.	Torreón	Coahuila
6773535	MINERA CHICHIMECA SA DE CV	Torreón	Coahuila
6189140	ZINC NACIONAL, S.A.	Monterrey	Coahuila

Tabla 5.19. 162 Sitios del Inventario Minero con Zinc.

NUM	MUNICIPIO	ESTADO	SITIO
1	Acuña	Coahuila	3
2	Agualeguas	Nuevo Leon	5
3	Arteaga	Coahuila	7
4	Bustamante	Tamaulipas	3
5	Carmen	Nuevo Leon	2
6	Casas	Tamaulipas	1
7	Castaños	Coahuila	15
8	Cerralvo	Nuevo Leon	1
9	Cuatro Ciénegas	Coahuila	7
10	Francisco I. Madero	Coahuila	1
11	Galeana	Nuevo Leon	2
12	García	Nuevo Leon	7
13	Lampazos de Naranjo	Nuevo Leon	2
14	Llera	Tamaulipas	1
15	Mier y Noriega	Nuevo Leon	3
16	Mina	Nuevo Leon	3
17	Miquihuana	Tamaulipas	1
18	Múzquiz	Coahuila	1
19	Ocampo	Coahuila	13
20	Parras	Coahuila	5
21	Ramos Arizpe	Coahuila	3
22	Sabinas Hidalgo	Nuevo Leon	6
23	Salinas Victoria	Nuevo Leon	5
24	Saltillo	Coahuila	42
25	San Buenaventura	Coahuila	5
26	San Nicolás	Tamaulipas	3
27	Santiago	Nuevo Leon	2
28	Sierra Mojada	Coahuila	5
29	Victoria	Tamaulipas	1
30	Viesca	Coahuila	1
31	Villaldama	Nuevo Leon	5
32	Xicoténcatl	Tamaulipas	1
		<b>TOTAL:</b>	<b>162</b>



5.3.10 MANGANESO.

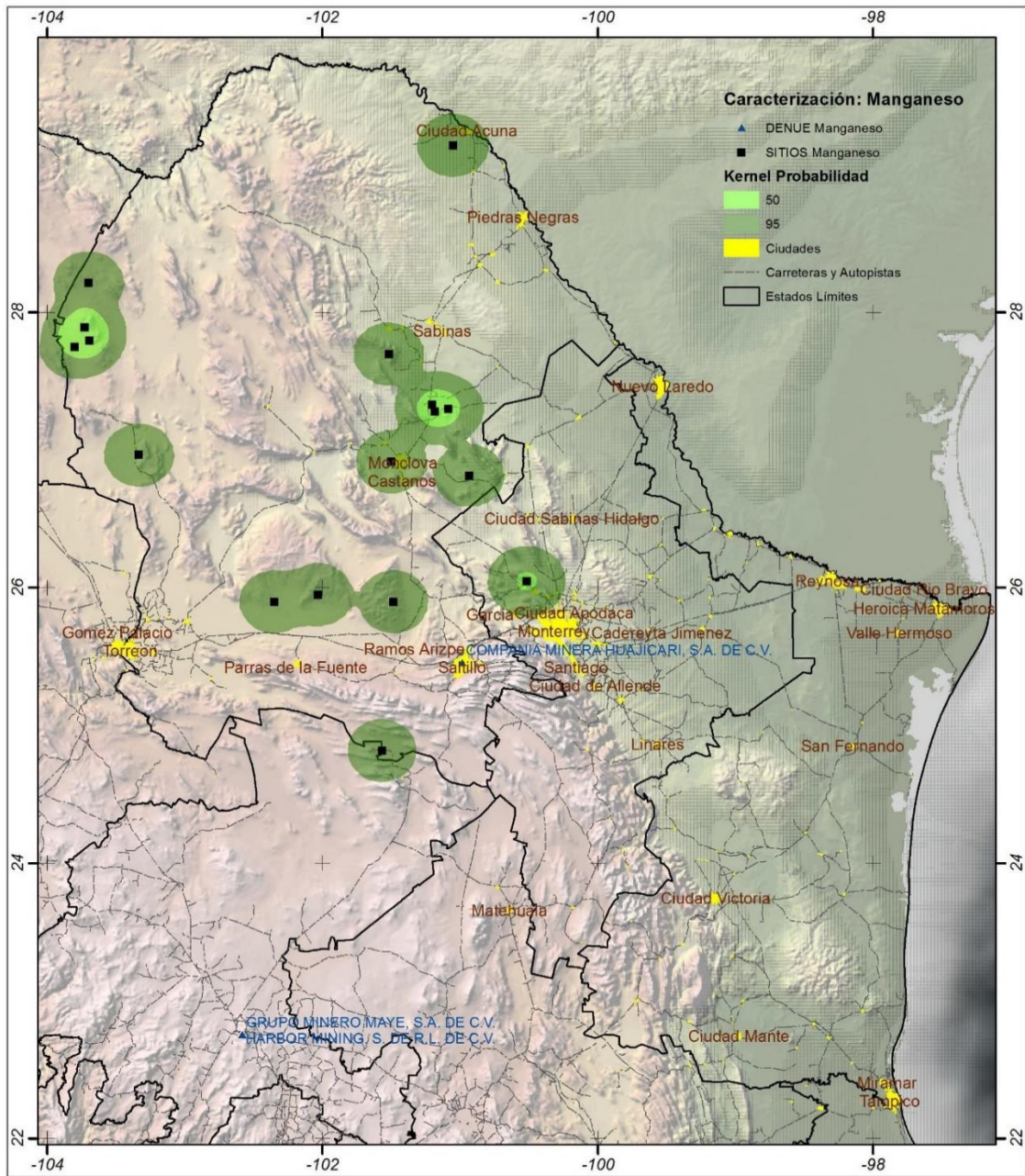


Figura 5.19 Áreas de ubicación potencial de Managaneso, utilizando densidad de Kernel a partir de los puntos del Inventario de Sitios Mineros. (Probabilidad de 90% y 50%). Se indican en color azul los establecimientos del DENUE que reportan dicho elemento.

Tabla 5.20. 1 Establecimiento dedicados al Manganeseo (DENUE, 2016).

ID	ESTABLECIMIENTO	MUNICIPIO	ESTADO
6186297	COMPANIA MINERA HUAJICARI, S.A. DE C.V.	Saltillo	COAHUILA DE ZARAGOZA

Tabla 5.21. 11 Sitios del Inventario Minero con Manganeseo.

NUM	MUNICIPIO	ESTADO	SITIOS
1	Acuña	Coahuila	1
2	Candela	Coahuila	1
3	Escobedo	Coahuila	2
4	Frontera	Coahuila	1
5	Mina	Nuevo León	2
6	Parras	Coahuila	1
7	Progreso	Coahuila	2
8	Ramos Arizpe	Coahuila	1
9	Saltillo	Coahuila	1
10	San Pedro	Coahuila	1
11	Sierra		
	Mojada	Coahuila	6
<b>TOTAL:</b>			<b>19</b>

## CAPÍTULO 6. CONCESIONES MINERAS.

### 6.1 Concesiones Mineras.

El Artículo 27 Constitucional hace mención muy específica de la propiedad de los recursos minerales del país: *“Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los minerales o substancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los fosfatos susceptibles de ser utilizados como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos”*.

La concesión minera es el instrumento jurídico que le permite a las personas físicas mexicanas, a las sociedades mercantiles constituidas conforme a las leyes mexicanas (por mexicanos o extranjeros) y a ejidos y comunidades agrarias realizar la exploración, explotación y aprovechamiento de las sustancias minerales contenidas dentro del lote que ampara.

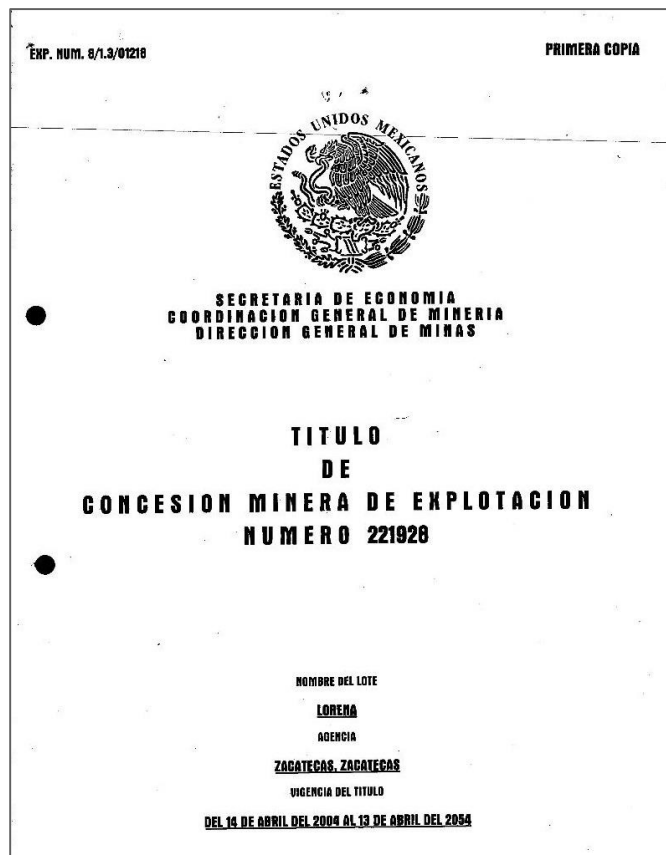


Figura 6.1. Carátula del Título de Concesión Minera 221926.

Los detalles de como funcionan las concesiones mineras son tratadas en la Ley Minera y el Reglamento de la Ley Minera. La Ley Minera se ha modificado en 4 ocasiones de manera significativa:

- El 24 de diciembre de 1996 para dar certeza jurídica a los concesionarios y simplificar el otorgamiento de las concesiones mineras;
- La segunda mediante el Decreto del 28 de abril de 2005 que reúne en solo título de concesión minera la exploración y la explotación vigente a partir de Enero de 2006;
- El 26 de junio de 2006 para modificar aspectos de la inversión extranjera.
- La última a raíz de la reforma energética en el año 2014.

La superficie concesionada para la minería vigente en el país es de 25,975,341 Ha) al mes de Junio del 2016, lo que es casi un 13 % de un total de 196 millones de hectáreas del territorio total del país, por lo que constituye un factor que influye en muchos ámbitos: Uso de Suelo, Ecología, Factores Políticos.

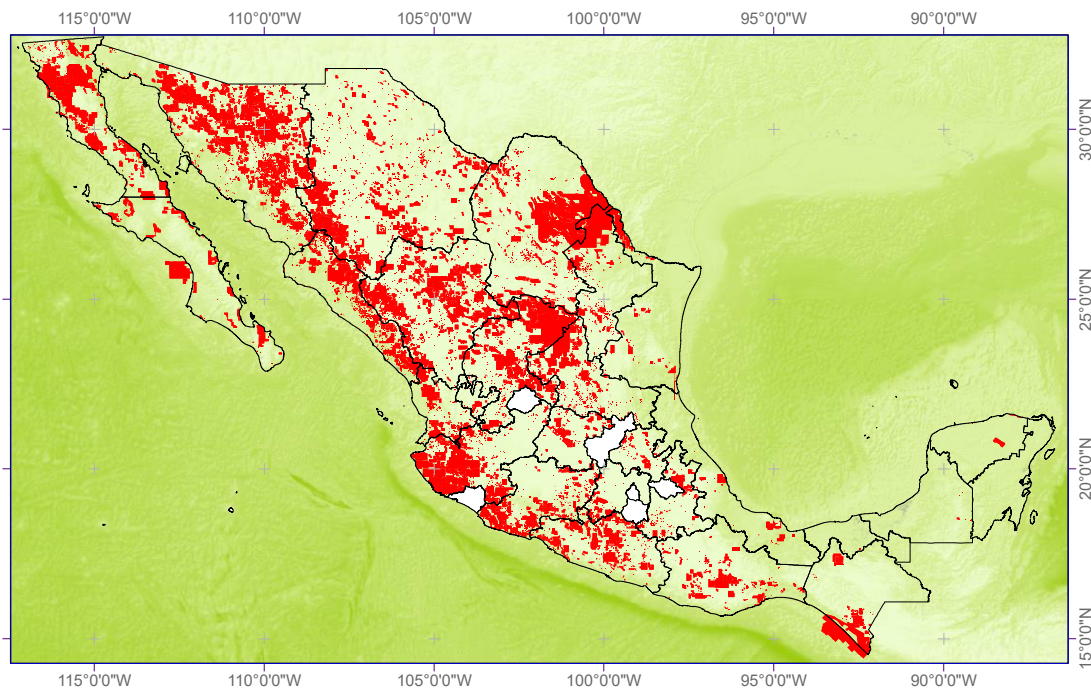


Figura 6.2. Poligonales de las Concesiones Mineras vigentes a Junio del 2016.

El principio básico sobre el que se sustenta la expedición de concesiones mineras, reconocido por todas las leyes mexicanas que han regulado la materia, es que las mismas se otorgan al primer solicitante en tiempo de un lote minero sobre terreno.

El Reglamento de la Ley Minera del 31 de Octubre del 2014 sufre modificaciones en las cuáles **la minería deja de ser actividad preferente cuando se solicita una concesión**, pues determina que se debe realizar en un plazo de 90 días hábiles un estudio técnico para determinar la factibilidad de que coexistan las actividades mineras con las actividades preferentes de exploración y extracción de petróleo ó bien de transmisión y distribución de energía eléctrica en la misma superficie.

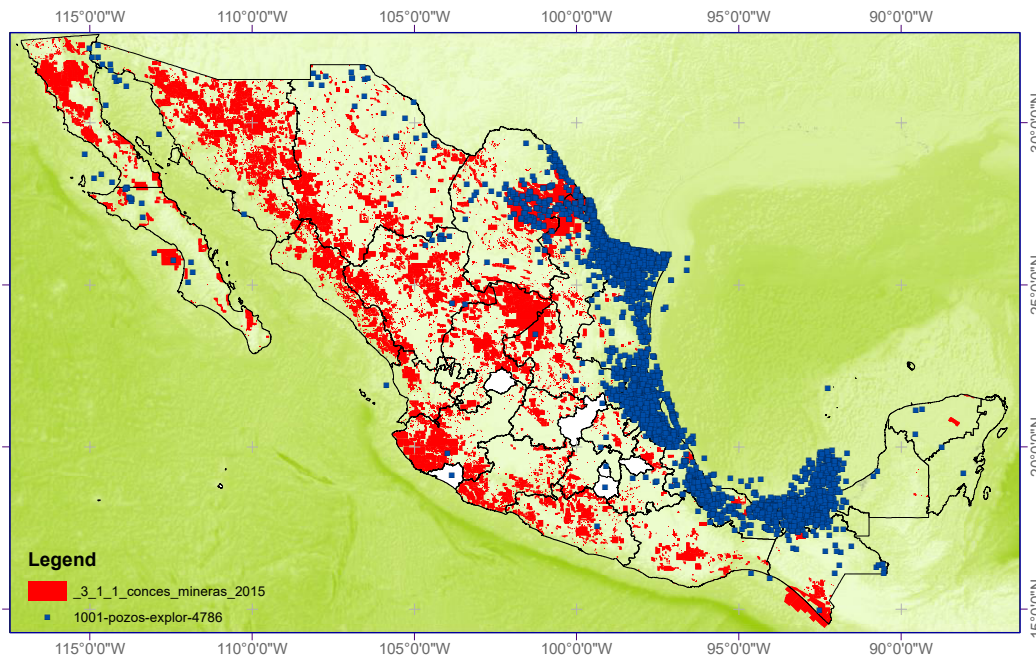


Figura 6.3. Concesiones Mineras y Pozos Exploratorios de PEMEX. (Secretaría de Economía y Comisión Nacional de Hidrocarburos, respectivamente).

### Lote Minero

La ley minera define el lote minero como un sólido de profundidad indefinida, limitado por planos verticales y cuya cara superior es la superficie del terreno, sobre el cual se determina el perímetro que comprende.



Figura 6.4. Punto de Partida (P) y Lote del Título 219310.

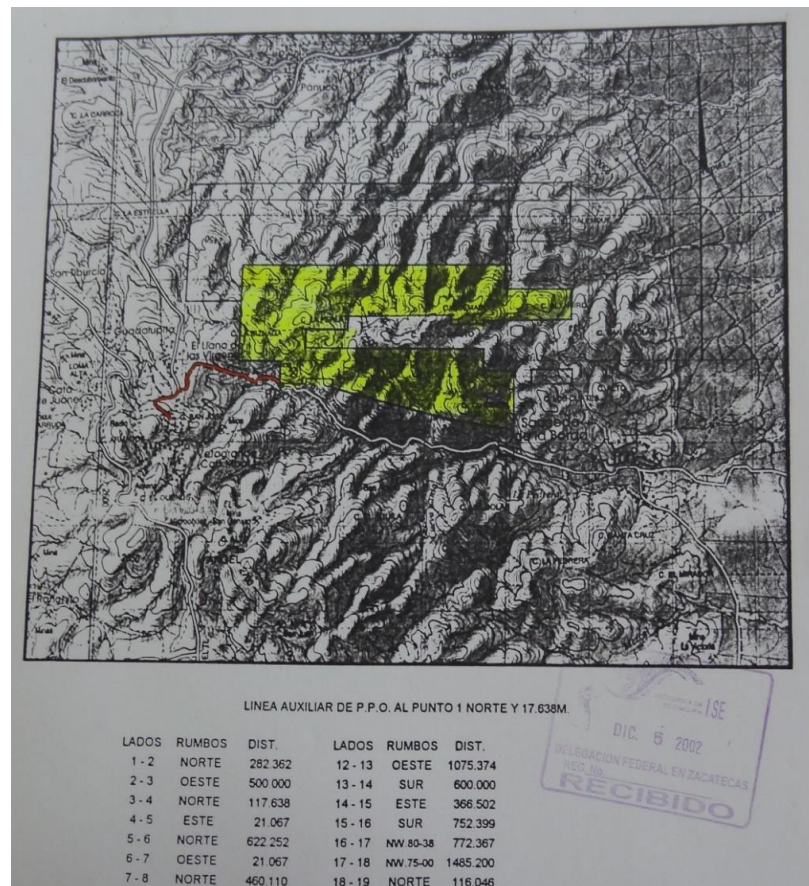


Figura 6.5. Levantamiento de Lote Minero 219310 en trabajo Pericial.

La localización del lote minero se determina con base en un punto fijo en el terreno denominado punto de partida. Dicho punto se determina en el terreno mediante trabajos técnicos denominados periciales, ya que son realizados por un perito minero previamente registrado para tal efecto en la Secretaría de Economía.



Figura 6.6. Mojonera para ubicar punto de partida de Lote Minero.

## 6.2 Panorama Actual de las Concesiones Mineras en el País.

Desde el año 2000, la Secretaría de Economía publica mensualmente los listados de títulos de concesiones mineras expedidas, para esta tesis dichas bases de datos se homologaron para reunirlos en una sola base unificada hasta Junio del año 2016 que consta de 40,229 concesiones mineras a las que denominamos “**Históricas**”, de las cuáles a la fecha de corte estaban vigentes un subconjunto de 25,538 títulos, que amparan 26,477,476 Ha.

Tabla. 6.1. Distribución de Concesiones Mineras por Estado, tanto del registro histórico como vigentes.

Cve Estado	Estado	Concesiones Históricas	Concesiones Vigentes	Cve Estado	Estado	Concesiones Históricas	Concesiones Vigentes
1	Aguascalientes	225	143	18	Nayarit	668	424
2	Baja California	1,118	634	19	Nuevo Leon	1,038	645
3	Baja California Sur	276	157	20	Oaxaca	572	328
4	Campeche	19	14	21	Puebla	535	331
5	Coahuila	3,254	1,983	22	Queretaro	503	362
6	Colima	375	295	23	Quintana Roo	1	0
7	Chiapas	173	89	24	San Luis Potosí	1,419	764
8	Chihuahua	4,967	3,414	25	Sinaloa	2,094	1,306
10	Durango	5,078	3,444	26	Sonora	7,445	4,462
11	Guanajuato	787	613	27	Tabasco	6	4
12	Guerrero	1,032	679	28	Tamaulipas	283	164
13	Hidalgo	524	397	29	Tlaxcala	8	2
14	Jalisco	2,476	1,501	30	Veracruz	164	94
15	México	326	208	31	Yucatan	23	21
16	Michoacán	1,379	867	32	Zacatecas	3,393	2,148
17	Morelos	68	45		<b>TOTAL:</b>	<b>40,229</b>	<b>25,538</b>

El componente geográfico de las concesiones no se encuentra en las bases de datos mensuales publicadas por la Secretaría de Economía, por lo que investigaciones como la realizada por el Centro de Estudios e Investigación FUNDAR, señala que en el Sistema Integral de Administración Minera (SIAM), debería permitirse la descarga de la localización georreferenciada de los polígonos de las concesiones mineras. (Aroa, 2014)



Figura 6.7. La Jornada, 31 de Agosto del 2014. (Versión electrónica).

Asimismo, en el Instituto Federal de Acceso a la Información (IFAI) se han presentado por particulares las solicitudes 0001000060807, 0001000100314, 0001000008414 y 0001000012514 referentes a la ubicación geográfica de las Concesiones Mineras, y que en respuesta entregaron bases de datos en formato Excel con las coordenadas **únicamente de los puntos de partida** de las concesiones mineras, una parte de ellas en coordenadas geográficas y otra parte en coordenadas UTM de las diferentes zonas presentes en México (Sánchez Martínez, La Jornada, 31 de Agosto del 2014).

Con la información de las coordenadas de las bases de datos citadas se procesó un archivo SIG de Puntos de Partida de cada concesión, como uno de los insumos principales para esta Tesis.

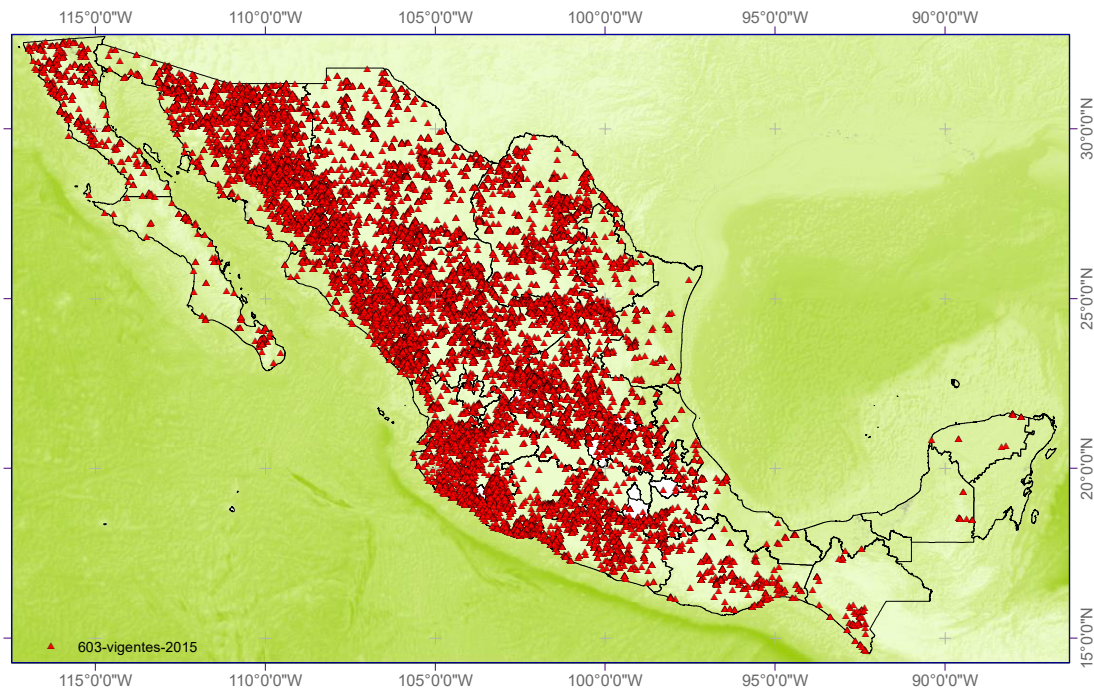


Figura 6.8. Distribución de los puntos de partida de las 25,538 concesiones vigentes.

La normatividad minera delimita el perímetro de un lote minero mediante rumbos y distancias de cada uno de sus lados, vinculando así dicho perímetro con un punto de partida, el cual es el único elemento cartográfico definido por coordenadas (UTM, Ortogonales o Geográficas).

Por tanto no se encuentran en las bases de datos de la Secretaría de Economía los polígonos cuya extensión y localización de las concesiones, por medio de datos numéricos expresados en coordenadas que definan cada concesión (Vértices), (Respuesta a Solicitud IFAI 0001000060807).





Figura 6.9. Mojonera que identifica en Campo el Punto de Partida del Lote minero “El Zapote”.

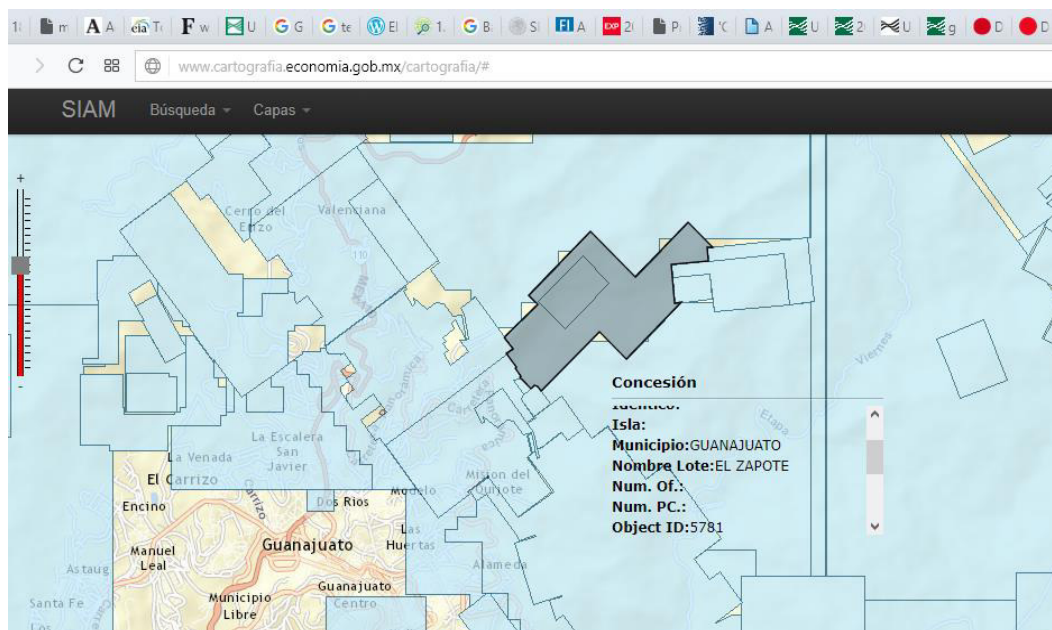


Figura 6.10. Lote “El Zapote”, identificado en el SIAM de la Secretaría de Economía. <http://www.cartografia.economia.gob.mx/cartografia/#>

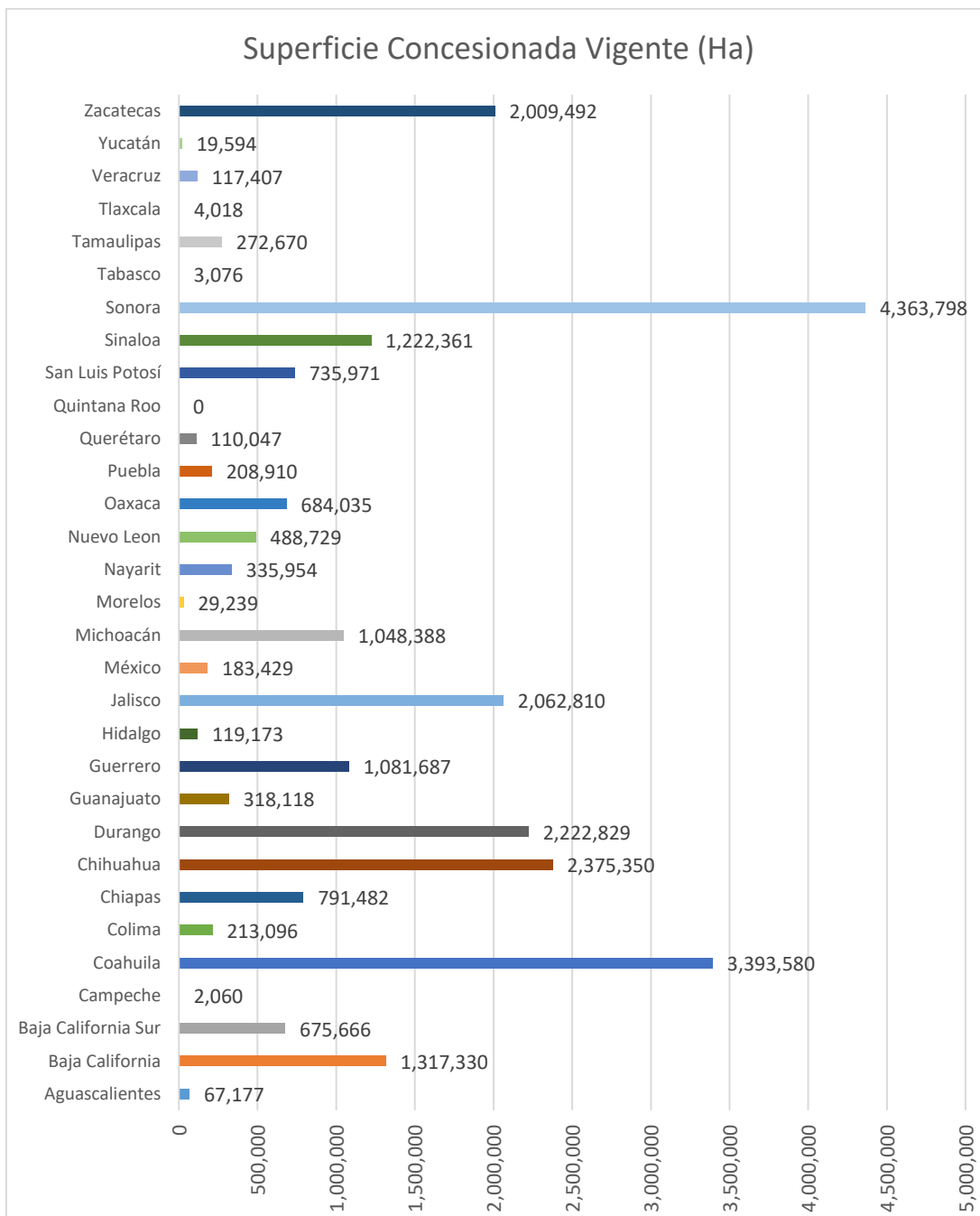


Figura 6.11. Número de Concesiones vigentes por Entidad.

Tan sólo en 6 estados: Sonora, Coahuila, Chihuahua, Durango, Jalisco y Zacatecas se conjuntan casi 2 terceras partes del total de superficie concesionada, con 16.4 millones de hectáreas del total de los 26.5 millones de hectáreas concesionadas vigentes.

Tabla. 6.2.Principales concesionarios a nivel nacional.

Orden	TITULAR	Concesiones	Superficie Ha.
1	MINERALES MONCLOVA, S.A. DE C.V.	120	1,495,905.83
2	EXPLORACIONES MINERAS PARREÑA S.A. DE C.V.	634	1,386,098.91
3	MINERA MARIA, S.A. DE C.V.	178	597,380.44
4	JORGE JIMENEZ ARANA	8	580,304.97
5	MINERA PLATA REAL, S. DE R.L. DE C.V.	42	560,245.59
6	RIVERSIDE RESOURCES MEXICO, S.A. DE C.V.	27	493,478.03
7	MINERA TECK, S.A. DE C.V.	24	435,018.36
8	MINERA DE CORDILLERAS, S. DE R.L. DE C.V.	168	400,897.79
9	MINERA METALIN, S.A. DE C.V.	30	390,697.88
10	GRUPO ONTIVEROS DE MINERALES DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	11	386,578.54
11	CANPLATS DE MEXICO, S.A. DE C.V.	14	363,224.20
12	IVONNE ALICIA BOILEVE ROMERO	16	350,451.17
13	MINERA GOLONDRINA, S. DE R.L. DE C.V.	15	344,627.86
14	LAS ENCINAS, S.A. DE C.V.	48	341,451.50
15	MINERA PENMONT, S. DE R.L. DE C.V.	160	319,764.13
16	BLACKFIRE EXPLORATION MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	2	311,313.65
17	INDUSTRIAL MINERA MEXICO, S.A. DE C.V.	313	307,984.64
18	MINERA AGUA TIERRA, S.A. DE C.V.	55	295,270.94
19	CLAUDIA NOEMI RIVAS JASSO	13	290,179.36
20	TIMMINS GOLDCORP MEXICO, S.A. DE C.V.	27	283,899.88
21	EXPLORACIONES OCEANICAS S. DE R.L. DE C.V.	1	268,238.62
22	COMPANIA MINERA PANGEA, S.A. DE C.V.	38	229,840.57
23	EXPLORACIONES MINERAS PEÑOLES, S.A. DE C.V.	136	217,936.35
24	MINERA DEL NORTE, S.A. DE C.V.	91	217,215.26
25	EXMIN, S.A. DE C.V.	39	216,325.05
26	MINERA LOS LAGARTOS, S.A. DE C.V.	28	206,930.28
27	MINERA TEOCUITLA, S.A. DE C.V.	30	201,717.39
28	DESARROLLO MINERO UNIFICADO DE MEXICO S.A. DE C.V.	8	180,068.62
29	SILVER STANDARD MEXICO, S.A. DE C.V.	25	170,073.90
30	JOSE ARMANDO TRUJILLO HERNANDEZ Y SOCIOS	6	168,872.58
<b>TOTAL:</b>		<b>2,307</b>	<b>12,011,992.31</b>

Razón Social	BLACKFIRE EXPLORATION MEXICO S. DE R.L. DE C.V.
País Origen	Canadá
Expediente	90565
Sector	Minería
Dirección	AVENIDA CEDROS 321 <a href="#">Ver en el mapa</a>
Municipio	Tuxtla Gutiérrez
Colonia	Las Arboledas
Estado	Chiapas
C.p.	29030
Representante Legal	JORGE JIMENEZ ARANA

**Lo más activo aquí es...**

[CICLO COMBINADO TIERRA MOJADA S DE RL DE CV](#)

[MINERA IRI DE MEXICO S.A. DE C.V.](#)

[MEXICO MS MOLD S.A. DE C.V.](#)

[GLOBAL KEMY S.A. DE C.V.](#)

[Free Virtual Keyboard \(www.FreeVirtu](#)



## Buholegal

Recursos Jurídicos

Inicio
Consulta Cédulas
Cuentas Premium

Acuerdos y Expedientes
Alertas por Expediente (Mis casos)
Alertas por Nombre
Búsqueda Judicial

Historial del Expediente: 899/2010

<b>Baja California</b>	
Juzgado:	JUZGADO PRIMERO CIVIL ENSENADA
Expediente:	899/2010
Actor:	HIPOTECARIA NACIONAL S.A. DE C.V.
Demandado:	<b>YVONNE ALICIA BOILEVE ROMERO</b>
Juicio:	

Fecha	Acuerdo
16/02/2017	HIPOTECARIA NACIONAL S.A. DE C.V. VS YVONNE ALICIA BOILEVE ROMERO SUMARIO HIPOTECARIO ACDO.- (SEGUNDO TOMO)
03/02/2017	HIPOTECARIA NACIONAL S.A. DE C.V. VS YVONNE ALICIA BOILEVE ROMERO SUMARIO HIPOTECARIO ACDO.- (SEGUNDO TOMO)
25/01/2017	HIPOTECARIA NACIONAL S.A. DE C.V. VS YVONNE ALICIA BOILEVE ROMERO SUMARIO HIPOTECARIO ACDO.
02/12/2016	HIPOTECARIA NACIONAL S.A. DE C.V. VS YVONNE ALICIA BOILEVE ROMERO SUMARIO HIPOTECARIO, ACUERDO Y SENT. INTER.
28/10/2016	HIPOTECARIA NACIONAL S.A. DE C.V. VS YVONNE ALICIA BOILEVE ROMERO SUMARIO HIPOTECARIO ACDO.

January 13, 2016

### Para Resources Announces Letters of Intent to Acquire 100% of Colombia Milling Limited and the Termination of the Ojos Negros Acquisition

Increases Para's direct interest in the EL Limon Mine to 61%

**January 13, 2016 - Vancouver, British Columbia.** Para Resources Inc. (the "Company" or "Para") (TSXV - "PBR") (WKN - "A14YF1") reports that after completing Phase 1 due diligence on the Ojos Negros property in Mexico it has terminated the binding letter of intent dated April 25, 2015, with **Navial Minería, S.A. de C.V.** and **Ivonne Alicia Boileve Romero**, effective immediately.

The Company also reports that it has signed Letters of Intent to acquire the 33.71% interest in Colombia Milling Limited ("CML") owned by James Randall Martin ("Martin") and the 16.20% interest in CML held by SAEF Exploration Inc. ("SAEF"), increasing the Company's ownership of CML to 100% (the "Transaction"). The

sition of 100% of the shares of CML will bring Para's total indirect interest in the El Limon Mine to 61.2%.

**NEWS**  
Archive

2017

2016

2015

Figura 6.12. Los 2 principales concesionarios marcados como personas físicas, son representantes de compañías mineras.

Así también, es notorio el agrupamiento de concesiones en cuanto a los usuarios individuales, pues aunque las 25,538 concesiones se reparten entre 7,527 concesionarios, los principales 30 concesionarios poseen 12,011,992 Has, que representan el 45 % de la superficie total concesionada. Los 30 concesionarios principales se describen en la siguiente relación, de acuerdo a la superficie concesionada.

Las 2 personas físicas que aparecen en los primeros lugares, en realidad son representantes de 2 compañías mineras: Jorge Jiménez Arana representante de Blackfire Exploration México, con más de 580,000 Has. concesionadas, e Ivonne Alicia Boileve Romero, con nexos con Naval Minería, S.A. de C.V. que tiene concesionadas 350 mil hectáreas.

Otro punto a realzar es que la gran mayoría (26 de 30 casos) de estos principales concesionarios son personas morales, o sea compañías, resaltando 2 casos: Minerales Monclova y Exploraciones Mineras Parreña, cada una ronda el millón y medio de hectáreas, estas 2 compañías combinadas tienen concesionada una superficie equivalente al Estado de Guanajuato.

Sin embargo, estas empresas tienen una distribución espacial de sus concesiones muy diferente y representan los casos extremos de agrupamiento espacial, en el caso de Exploraciones Mineras Parreña, las 634 concesiones se distribuyen en 21 estados.

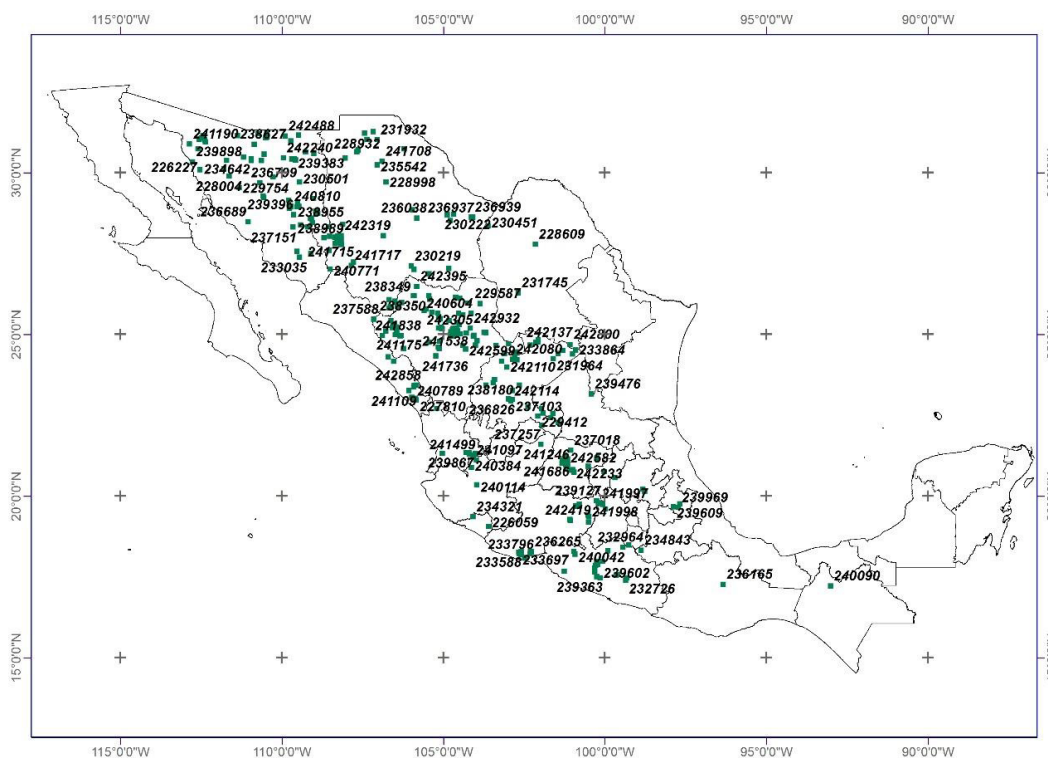


Figura 6.13. Distribución de las 634 concesiones vigentes de Exploraciones Mineras Parreña.

Tabla 6.3. Distribución por Estado de las concesiones vigentes de Exploraciones Mineras Parreña.

Estado	Concesiones	Superficie Ha	Estado	Concesiones	Superficie Ha
Durango	131	375,455.76	Chiapas	1	6,846.00
Chihuahua	70	323,307.97	Oaxaca	12	4,356.33
Zacatecas	52	321,220.90	Mexico	2	2,673.69
Guerrero	50	118,079.57	Puebla	5	1,989.76
Sonora	117	89,462.94	Morelos	1	1,965.92
Michoacan	48	35,530.25	Jalisco	5	1,407.78
Coahuila	5	35,024.04	Colima	5	1,305.98
Guanajuato	72	34,135.84	Hidalgo	4	922.75
Sinaloa	26	21,088.20	Queretaro	2	922.33
Nayarit	24	10,128.05	San Luis Potosi	2	274.85
				<b>634</b>	<b>1,386,098.91</b>

Es de interés señalar que Exploraciones Mineras Parreña S.A. de C.V. es una empresa subsidiaria del Grupo Peñoles, empresa enfocada en los minerales Metálicos, tiene 634 concesiones que amparan 1,386,098 hectáreas. Existen además 2 registros de empresas muy cercanos a este concesionario: Compañía Minera La Parreña y Exploraciones Mineras Peñoles que conjuntan otras 348 concesiones y 362 mil hectáreas.

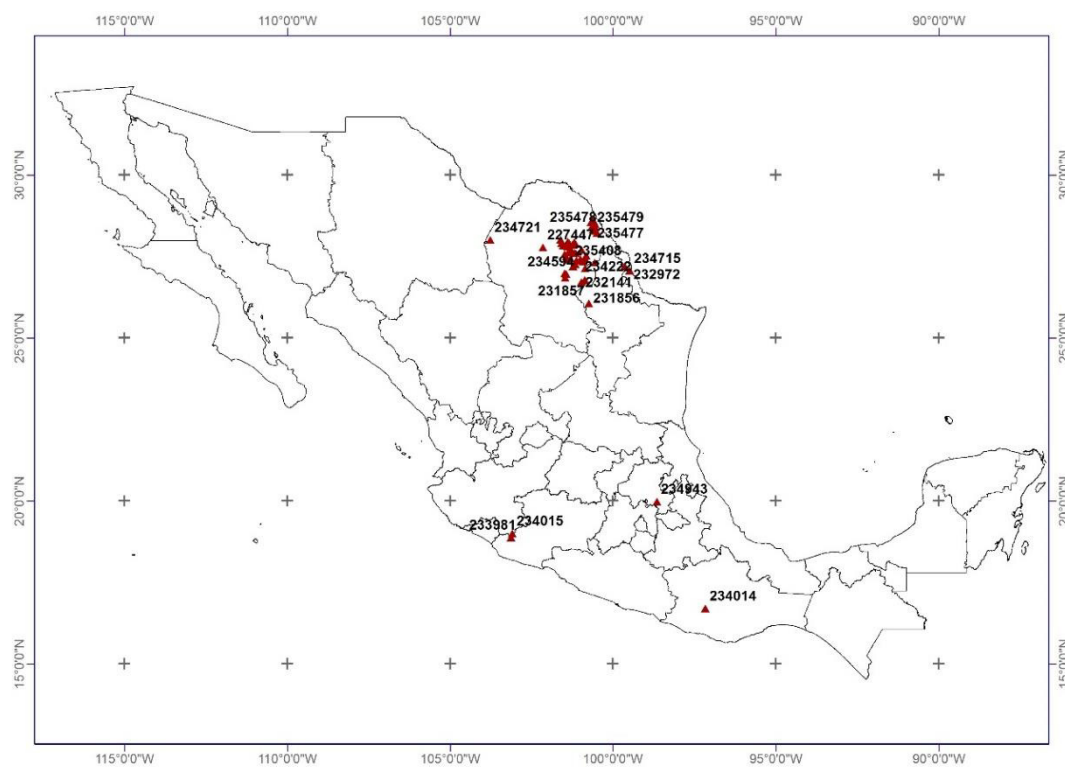


Figura 6.14. Distribución de las 120 concesiones vigentes de Minera del Norte S.A. de C.V.

Por otro lado, Minera Monclova S.A. de C.V., ahora llamada Minera del Norte S.A. de C.V. es una subsidiaria de Altos Hornos de México (AHMSA), y es la concesionaria que ocupa el primer lugar por superficie en todo el país si consideramos su denominación o razón social, tiene la mayor parte de sus concesiones agrupadas en el Estado de Coahuila, con escasa presencia en otros estados del país.

Tabla. 6.4. Distribución de Concesiones de Minera Monclova S.A de C.V.

Estado	Concesiones	Superficie Ha
Coahuila	103	1,153,747.11
Nuevo León	3	118,924.47
Oaxaca	1	113,197.00
Tamaulipas	10	102,312.26
Jalisco	1	5,000.00
Michoacán	1	1,925.00
Hidalgo	1	800.00
	<b>120</b>	<b>1,495,905.83</b>

Si la información de las concesiones vigentes se observa a nivel municipal, al menos existe una concesión en 991 Municipios de los 2,454 que conforman el país.

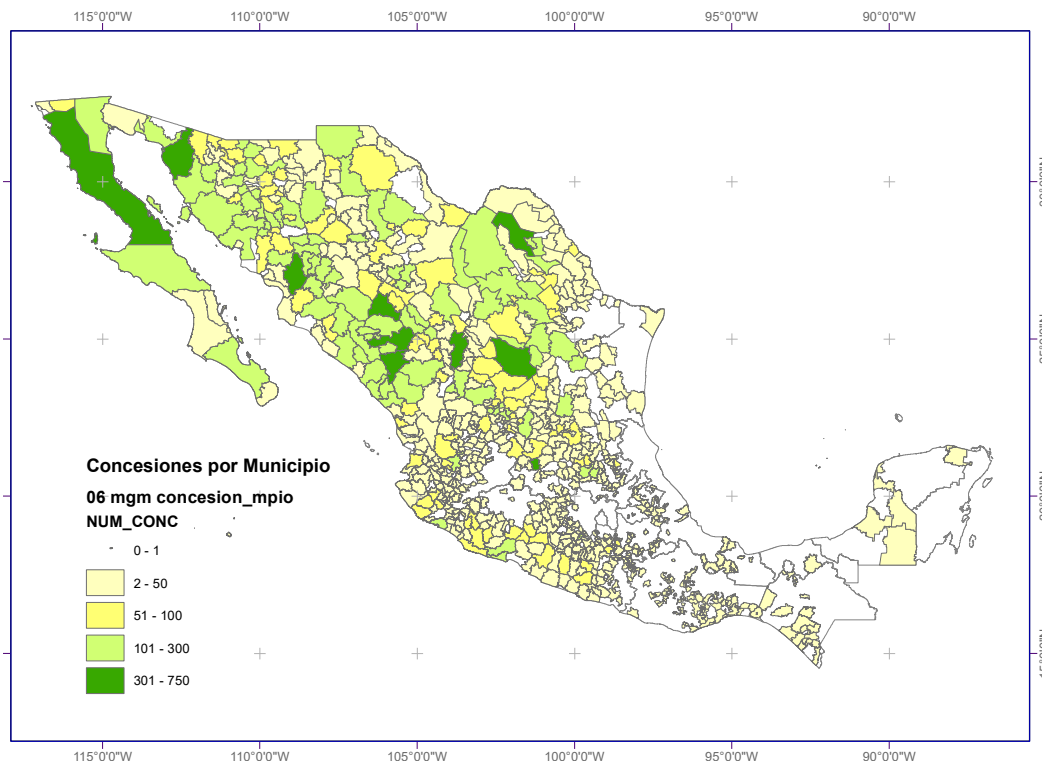


Figura 6.15. Número de Concesiones Mineras por Municipio.

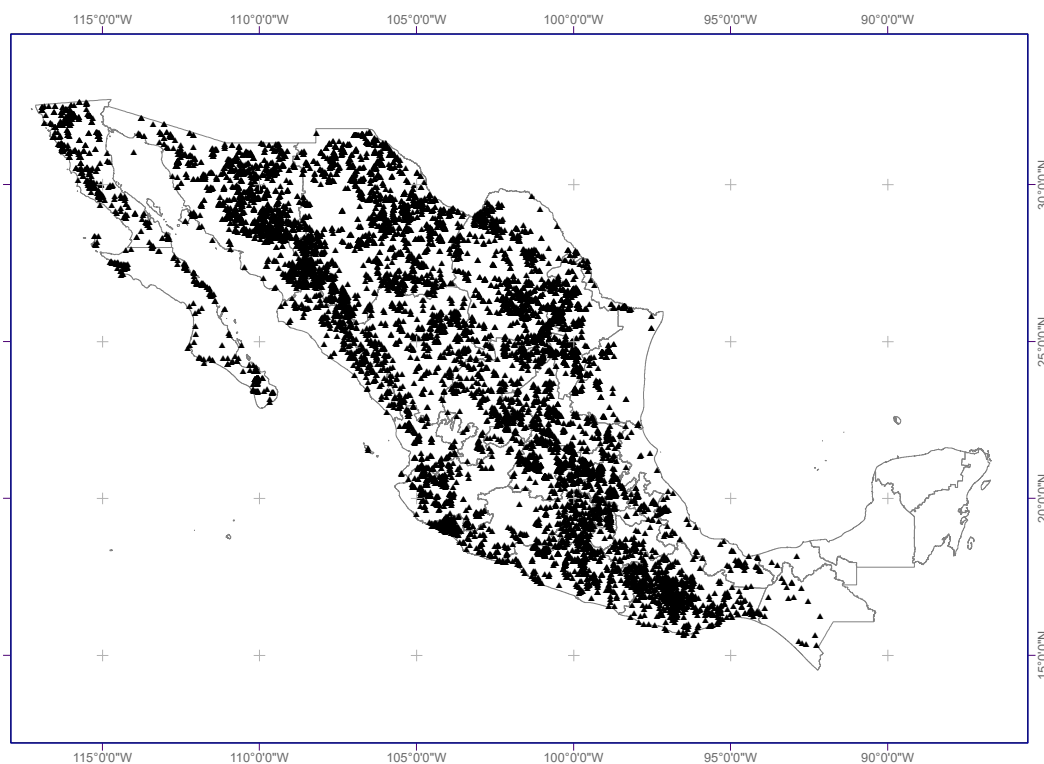


Figura 6.16. Concesiones Mineras en Base de Datos.



Figura 6.17. Concesiones Mineras en el Sitio web SIAM de la Secretaría de Economía.



## Capítulo 7. DATOS DE APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS Y POZOS PETROLEROS.

### 7.1. Cambios en el Reglamento de la Ley Minera a partir de la Reforma Energética del 2014.

A raíz de las modificaciones en el Reglamento de la Ley Minera introducidas el 31 de Octubre del 2014, la actividad minera dejó de ser preponderante, pues se ahora se supeditará a las actividades preferentes de:

1. Exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos,
2. Servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica.

Dicho reglamento en su artículo 17 menciona:

*“Si la solicitud cumple con los requisitos para ser tramitada, o bien se desahogó en debida forma el requerimiento previsto en la fracción anterior, la unidad administrativa solicitará la información necesaria a las autoridades competentes, a fin de verificar si, dentro de la superficie en la que se solicita la concesión, se realiza alguna de las actividades preferentes de exploración y extracción de petróleo y de los demás hidrocarburos o del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica”.*

(Artículo 17 del Reglamento de la Ley Minera, inciso II bis, primer párrafo)

*“Si derivado del estudio técnico a que se refiere el párrafo anterior se desprende **la imposibilidad de la coexistencia** de las actividades mineras con las actividades preferentes de exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos, o del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica en la misma superficie, **se negará la solicitud correspondiente**”.*

(Artículo 17 del Reglamento de la Ley Minera, inciso II bis, tercer párrafo)

Por lo que se hace necesario para el estudio de la minería en general y muy en particular para los 3 estados del Noreste del país, el interactuar con la información de 3 segmentos que anteriormente se soslayaban en los trámites de las concesiones mineras:

- Petróleo y gas natural,
- el sector de la energía eléctrica
- Disponibilidad de agua.

Los aprovechamientos de los recursos subterráneos que además de la minería, tienen mayor importancia son: los aprovechamientos hídricos, denominados

comúnmente como pozos de agua para uso agrícola o potable y las perforaciones para la industria petrolera.

Adicionalmente, el área Noreste es la zona más importante en el país para los yacimientos de petróleo y gas llamados No Convencionales, que provienen de las lutitas o shale, de los cuáles el estado de Texas es uno de los mayores productores en el mundo y cuya continuidad geológica natural se ubica en los estados objetivo de este Estudio.

Un ejemplo del potencial de esta región se dió el 15 de Noviembre del 2016, cuando el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) daba a conocer que se había descubierto el mayor depósito de petróleo no convencional en la historia de Estados Unidos, en la Cuenca denominada Texas Permian Basin, en la sección Midland Basin, en específico el llamado Wolfcamp Play.

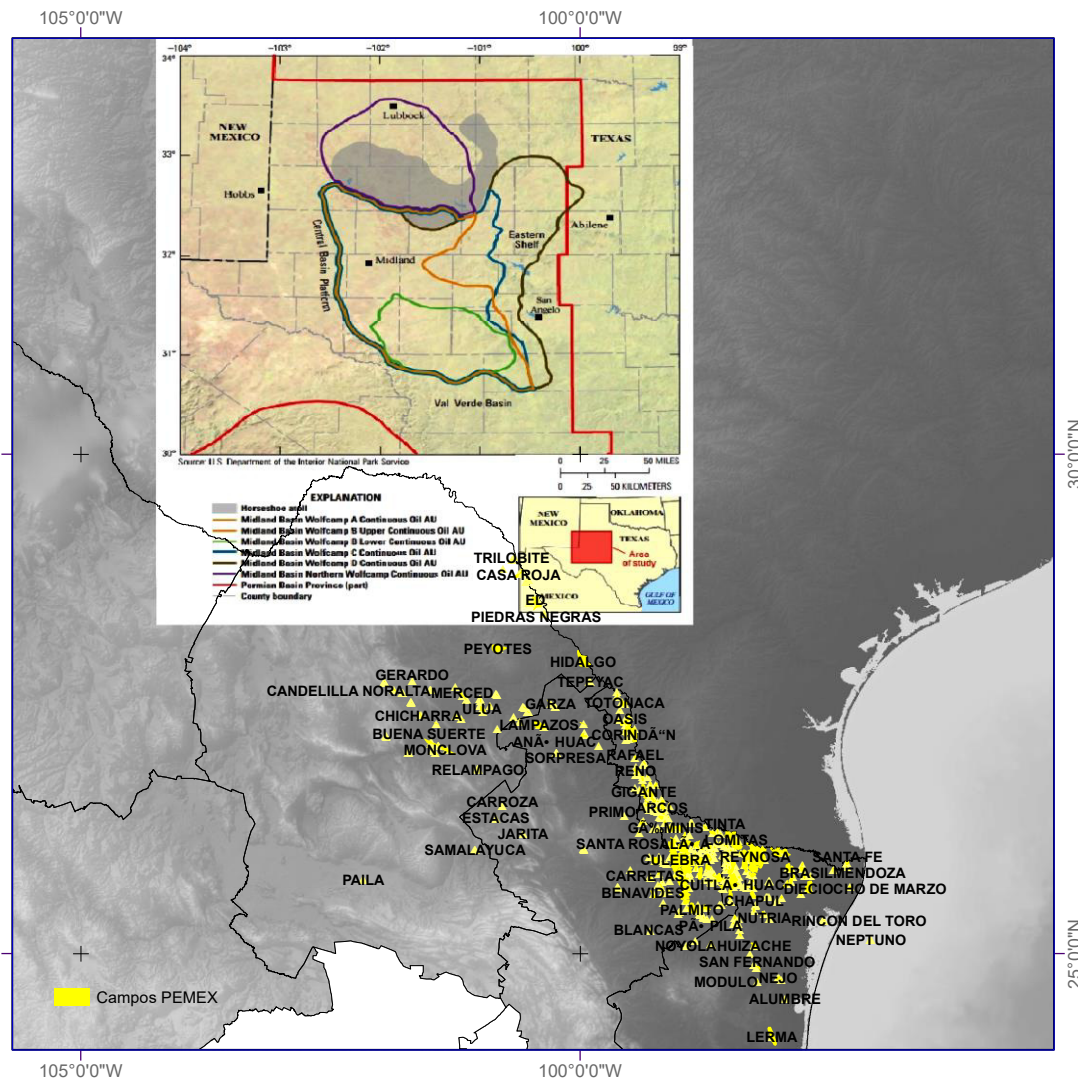


Figura 7.1 Ubicación de los Campos de Petróleo y Gas Natural de Pemex, y su ubicación respecto al Wolfcamp Shale.

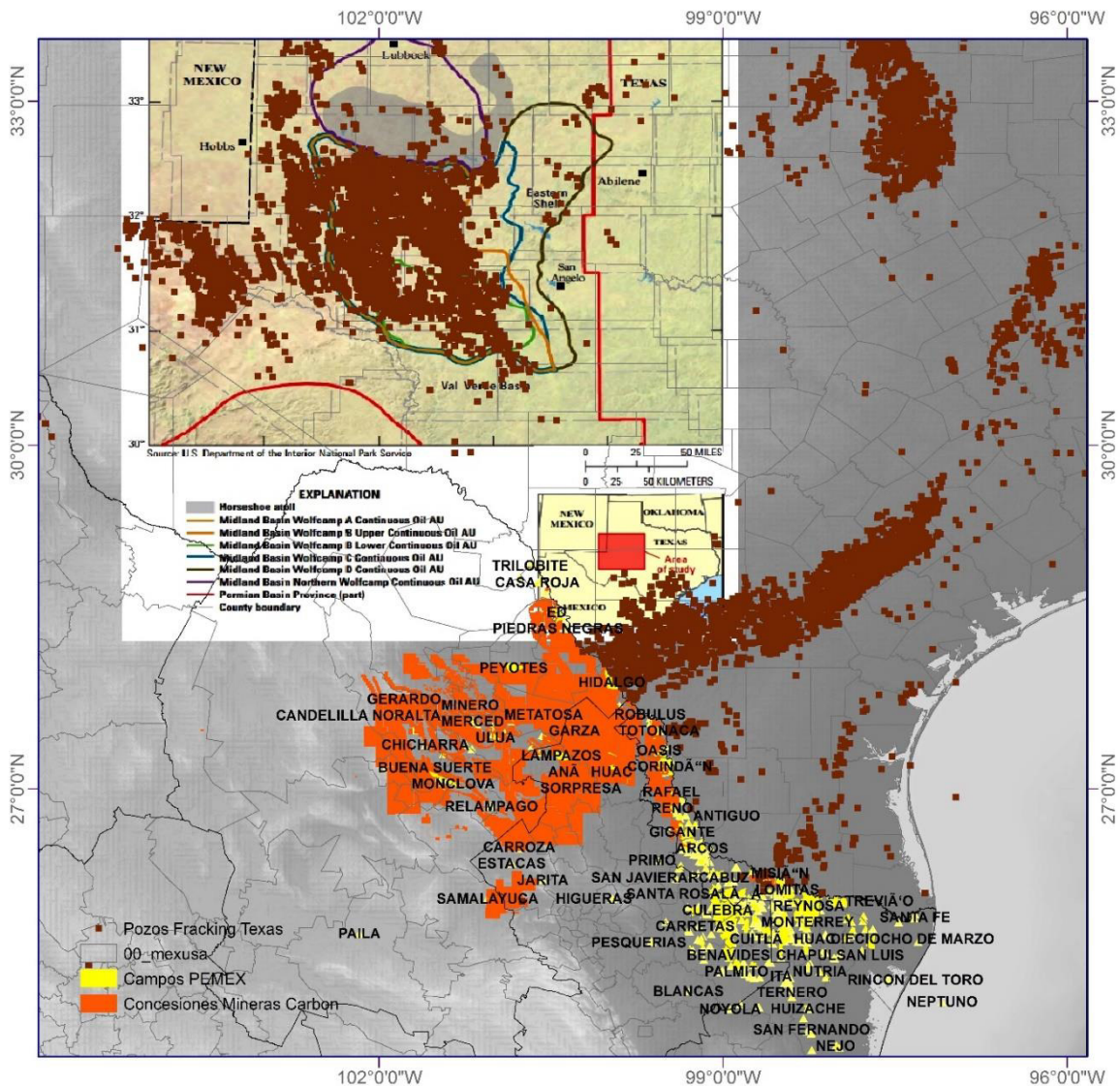


Figura 7.2 Ubicación de los Campos de Petróleo y Gas Natural de Pemex, en amarillo, las Concesiones Mineras de Carbón en naranja y los pozos de fracking del Estado de Texas, así como el Wolfcamp Shale.

Se considera que almacena reservas por 20 billones de barriles de petróleo, 16 trillones de pies cúbicos de gas natural asociado y 1.6 billones de barriles de gas natural líquido. Dicho depósito se encuentra apenas a 120 kilómetros de la frontera de Texas con el Estado de Coahuila.

En contraste, la producción de Pemex ha ido en descenso ya que en el 2004 alcanzó un record de 3.4 millones de barriles, al mes de Octubre del 2014, la producción diaria de Petróleo en México era de 2,364,000 barriles diarios, ya en agosto del 2017 la producción apenas se mantenía en los 2 millones de barriles diarios.

(Fuente: <http://expansion.mx/empresas/2017/08/24/la-produccion-crudo-de-pemex-cae-a-menos-de-2-millones-barriles-por-dia-en-julio>).

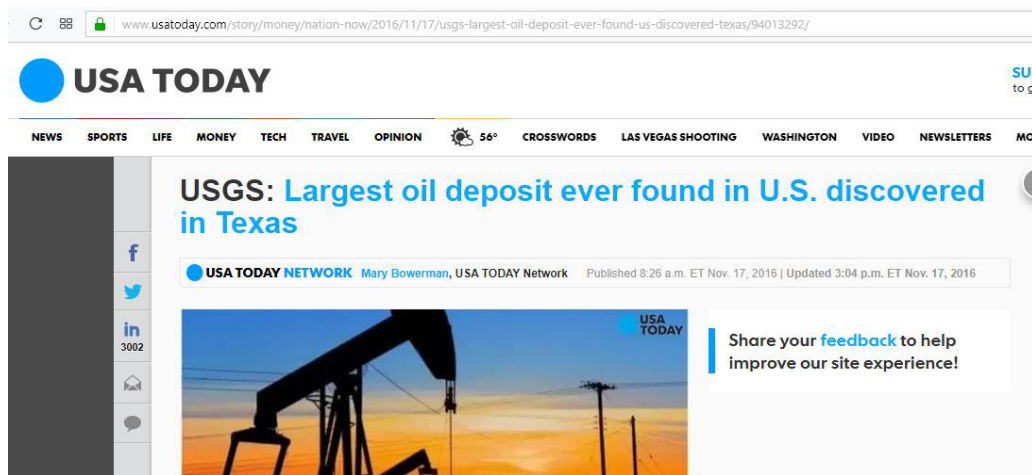


Figura 7.3 Publicación del descubrimiento del Wolfcamp Shale en los medios de comunicación.

Por lo anterior existe alta probabilidad de que en México empiece la explotación de hidrocarburos vía fracking. La interacción espacial de la información de estos tipos de perforaciones subterráneas con los sitios mineros debe determinarse en los siguientes ámbitos:

1. Abatimiento en el nivel de un acuífero de uso agrícola por la extracción del agua debido a obras mineras.
2. Contaminación por residuos de Plantas de Beneficio o de tratamiento petrolero al agua extraída por los pozos de uso agrícola o agua potable.
3. Inestabilidad en obras mineras debido a cambios en la sismicidad por la extracción petrolera, principalmente por el fracturamiento hidráulico (fracking).

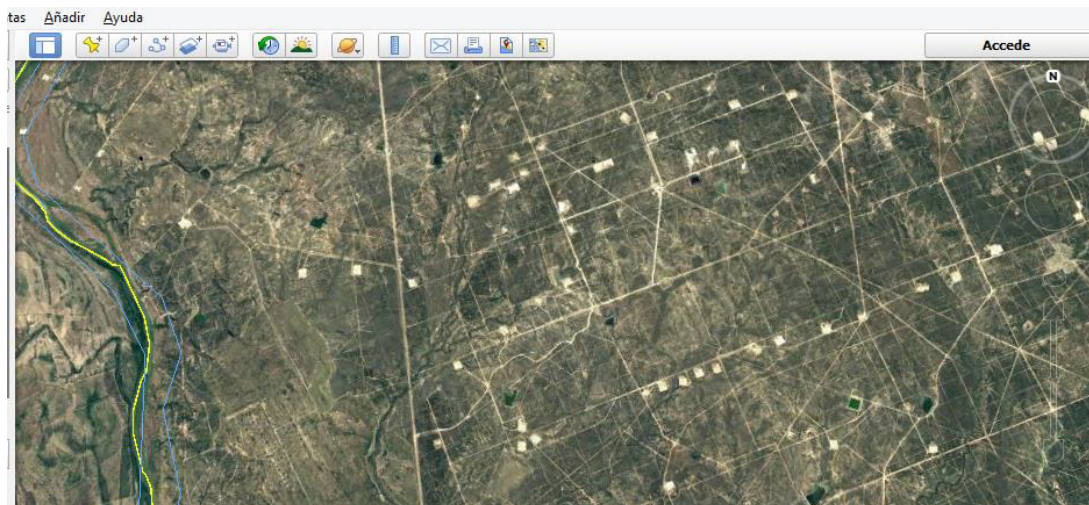


Figura 7.4 Captura de pantalla del Google Earth mostrando la disposición de pozos fracking a pocos kilómetros de la frontera con Villa Hidalgo, Coahuila.

## 7.2 Hidrocarburos.

México ha sido objeto de estudios y actividades exploratorias enfocados a encontrar yacimientos de hidrocarburos desde finales del siglo XIX. Como resultado, en 1904 se efectuó el primer descubrimiento comercial de hidrocarburos en México, por los estadounidenses Doheny y Canfield, asesorados por el Ing. Ezequiel Ordóñez.



Figura 7.5. Cuadrilla de perforación de Doheny y Carfield en 1902, en Ébano, San Luis Potosí, equipada con un vehículo de tracción a vapor.

En los últimos 75 años, Petróleos Mexicanos ha explorado el territorio mexicano siendo actualmente el área encargada de la exploración, explotación, almacenamiento y comercialización PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN, tanto del Gas Natural como del Petróleo. Con ese propósito se divide el territorio mexicano en 4 grandes regiones: Norte, Sur, Marina Noreste y Marina Suroeste (Anuario Pemex, 2014).

A continuación se desglosan los 4 niveles geográficos en que se desglosa la industria petrolera mexicana: Regiones, Provincias, Campos y Pozos Petrolero.

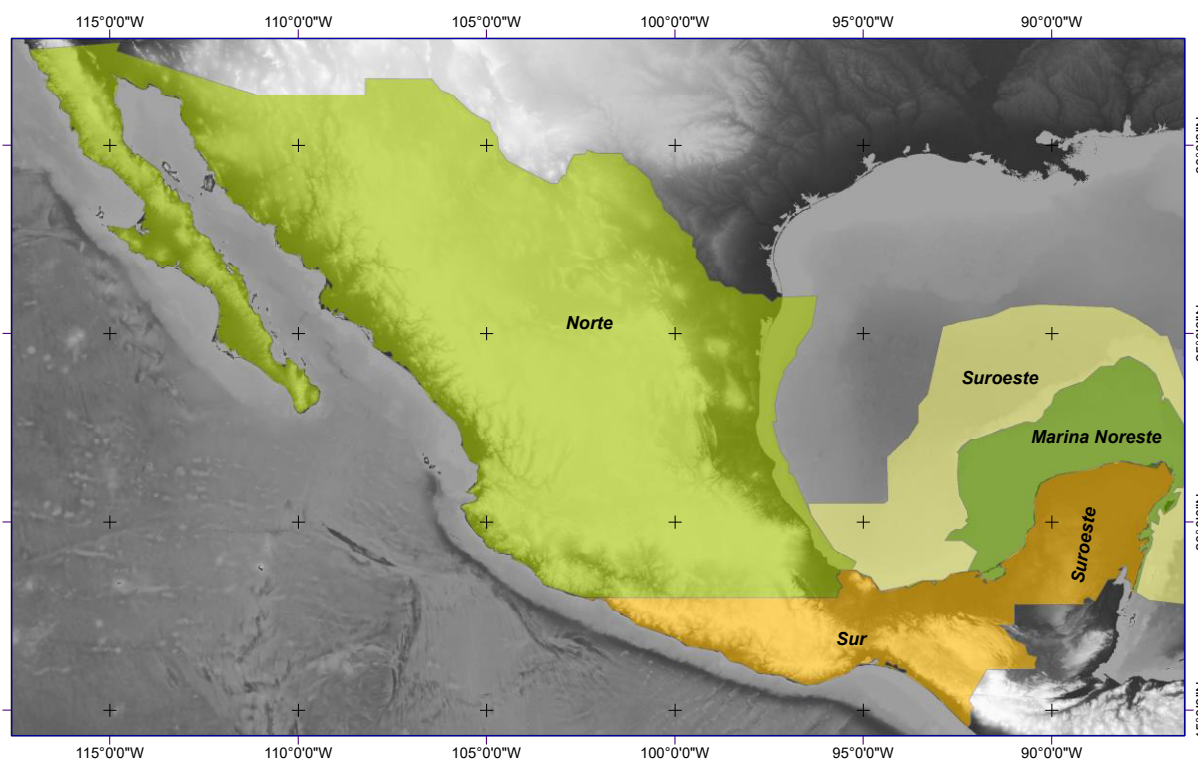


Figura 7.6. Son 4 Regiones para Exploración y Explotación en México (PEMEX).

**Provincia Petrolera.** Es un área donde ocurren cantidades comerciales de petróleo o en la que se ha identificado condiciones favorables para la acumulación de hidrocarburos (Potencial Medio-Bajo). PEMEX ha definido 12 provincias principales con potencial petrolífero, habiendo establecido producción comercial y con reservas de hidrocarburos en 6 de ellas: Sabinas-Burro Picachos, Burgos, Tampico-Misantla, Veracruz, Sureste y Golfo de México Profundo.

Adicionalmente, se tienen identificadas otras 6 provincias con potencial petrolífero de potencial medio-bajo que incluyen la Plataforma de Yucatán, Cinturón Plegado de Chiapas, Cinturón Plegado de la Sierra Madre Oriental, Chihuahua, Golfo de California y Vizcaíno-La Purísima-Iray.

**Campo:** (Field). Área geográfica en la que un número de pozos de petróleo y gas producen de una misma reserva probada. Un campo puede referirse únicamente a un área superficial o a formaciones subterráneas. Un campo sencillo puede tener reservas separadas a diferentes profundidades.

Definiciones similares a Campo petrolero, son en inglés: Play, Prospect y Lead.

**Play:** Es una familia de yacimientos ó prospectos que comparten la misma roca almacén, la roca sello y la misma historia de generación de hidrocarburos.

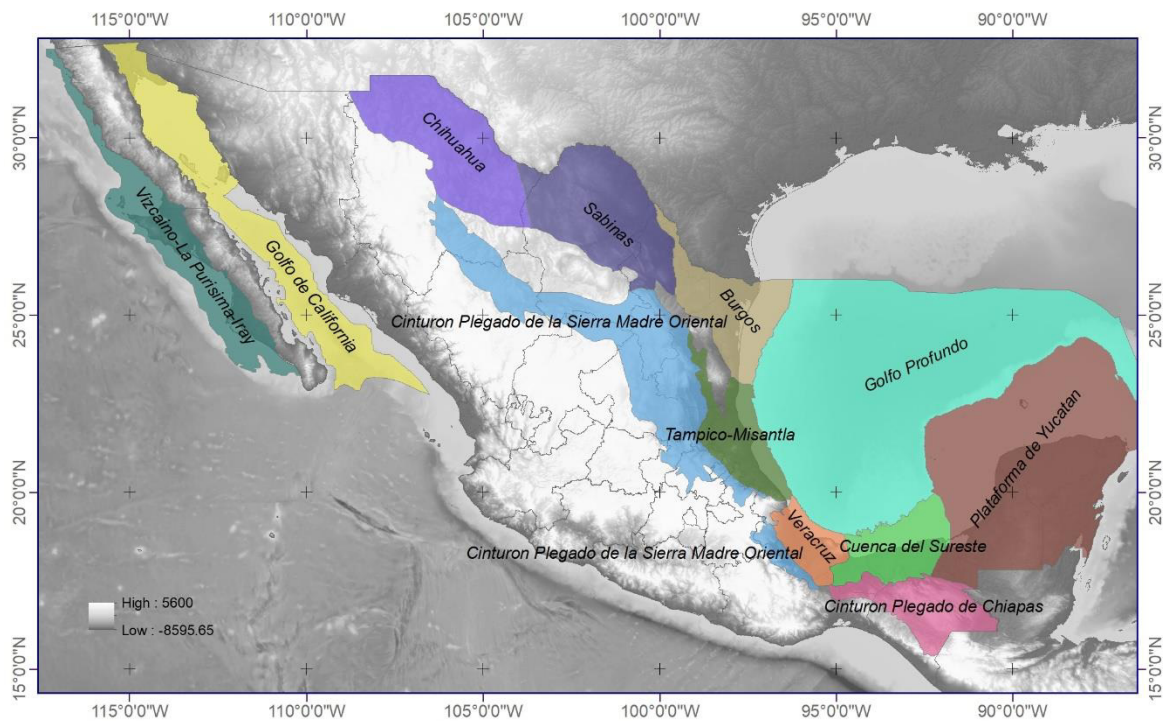


Figura 7.7. Son 12 Provincias Petroleras en México (PEMEX).

**Prospect:** Es un destino de exploración con intervalo estratigráfico en específico, el cual aún no ha sido probado por la perforación (cuando se prueba y los resultados son positivos, se denomina yacimiento).

**Lead.** Es un prospecto hipotético, que necesita mayor estudio o definición.

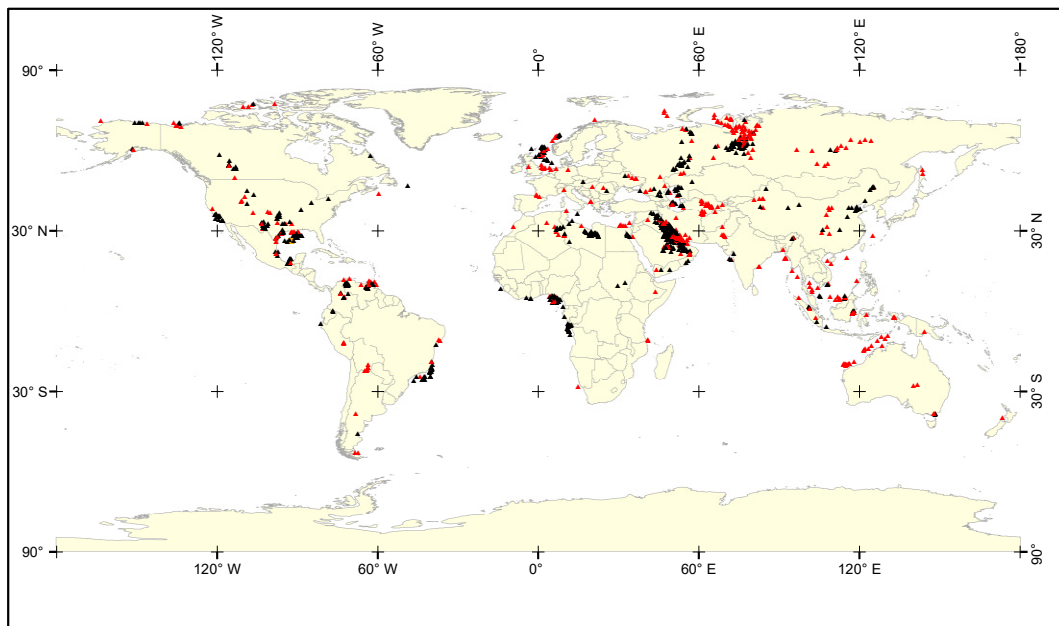


Figura 7.8. Campos Gigantes de Hidrocarburos en el Mundo. (Rojo: Gas, Negro: Petróleo) (American Association of Petroleum Geologists, AAPG)

En el mundo, según The American Association of Petroleum Geologists (AAPG) existen aproximadamente un millar de campos de petróleo ó gas (996 en total) denominados como campos gigantes (Giant Field), que aportan la gran mayoría de la producción mundial.

En México existen 20 de ellos, la distribución global por país es la siguiente.

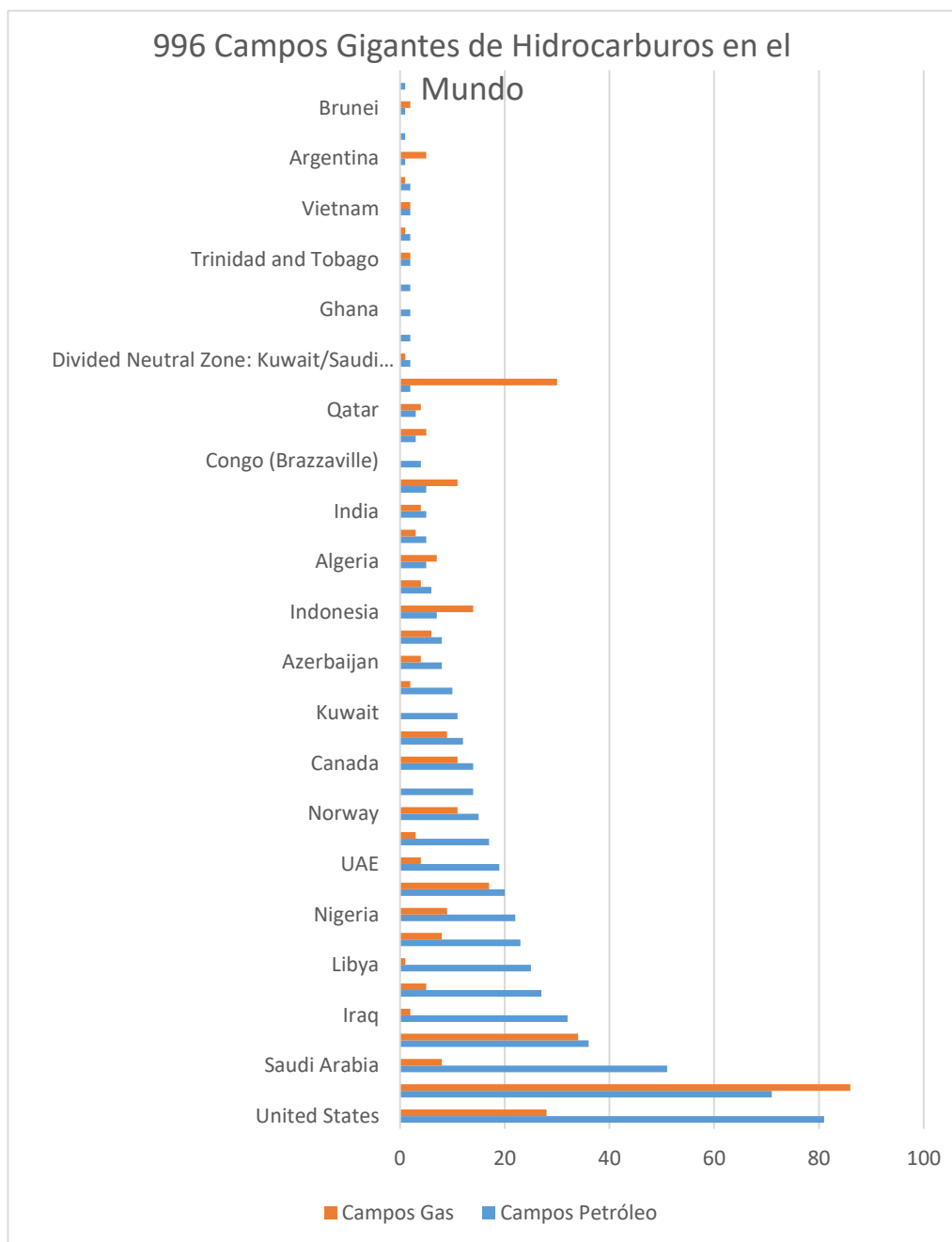


Figura 7.9 Campos Gigantes de Hidrocarburos en el Mundo.



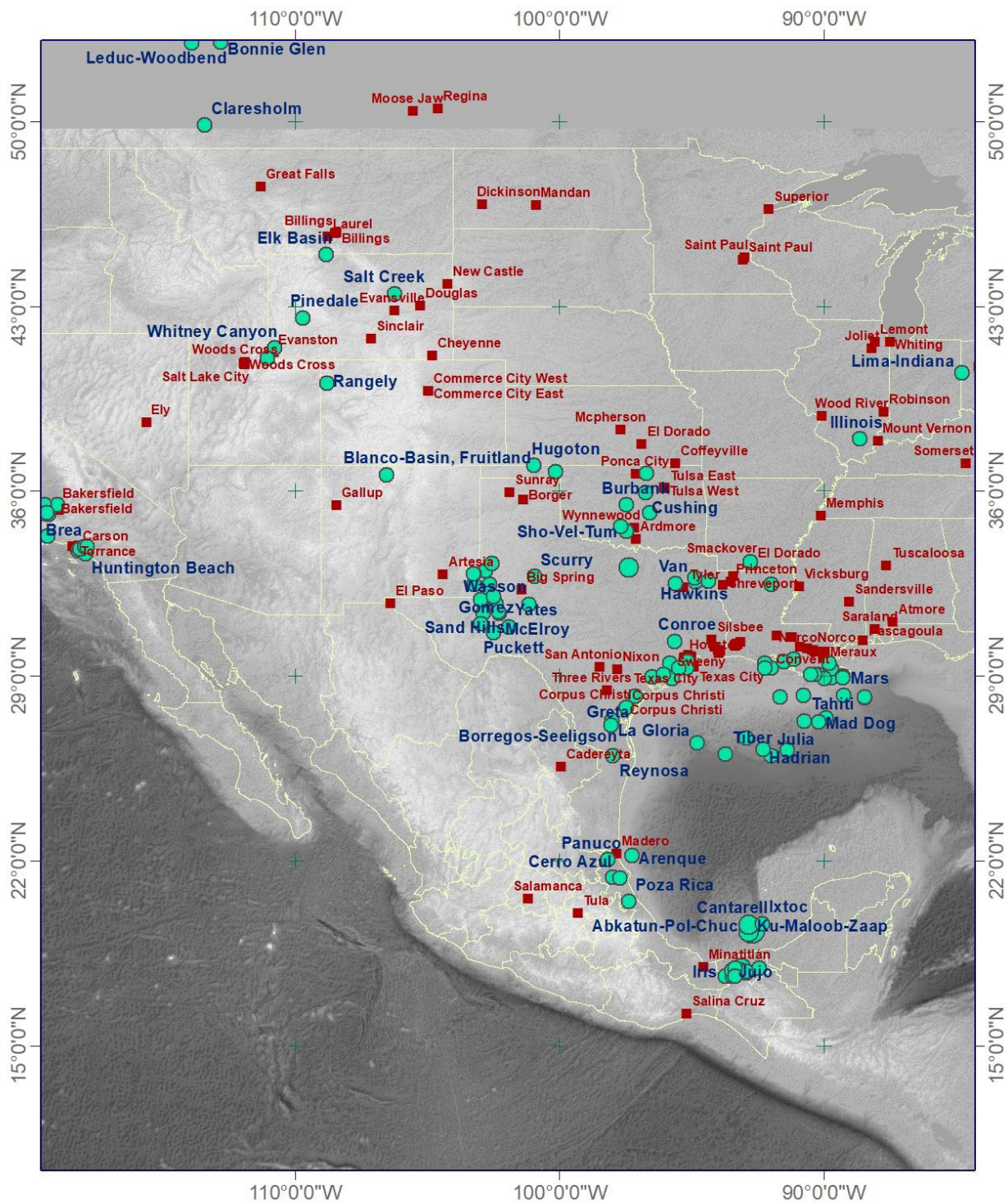


Figura 7.10. Campos Gigantes de Hidrocarburos en Azul y Refinerías en Rojo (AAPG) en Norteamérica.

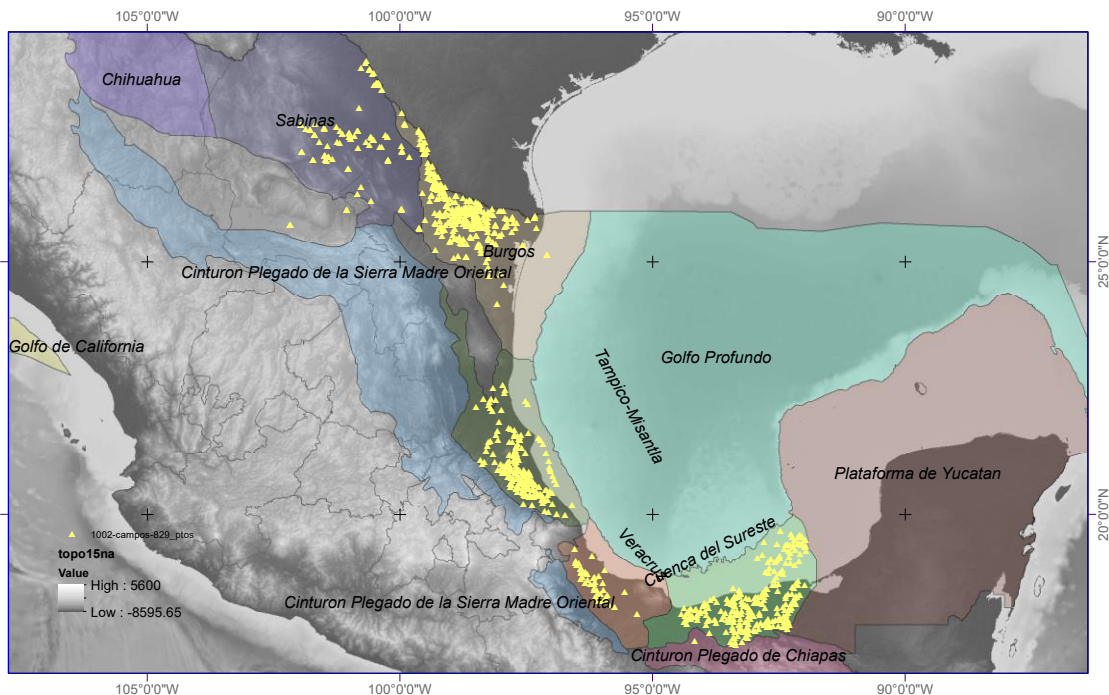


Figura 7.11. Los campos Petroleros en México son 829 (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2014).

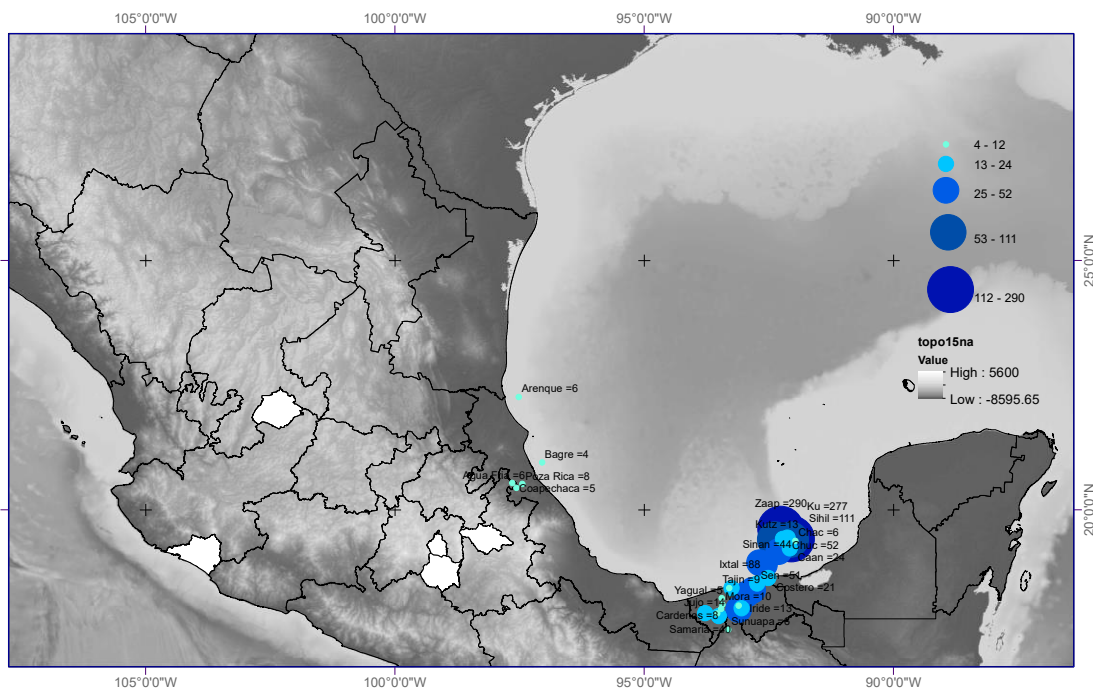


Figura 7.12. En 35 Campos Petroleros se producen 1.8 millones de los 2.36 millones de barriles diarios que produjo México en el 2014. (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2014)

A través de las denominadas Rondas, el gobierno mexicano oferta regiones con potencial para explotación de Hidrocarburos mediante subasta.

Muchas de las que están consideradas como grandes empresas petroleras del mundo se han interesado en dicho procedimiento.

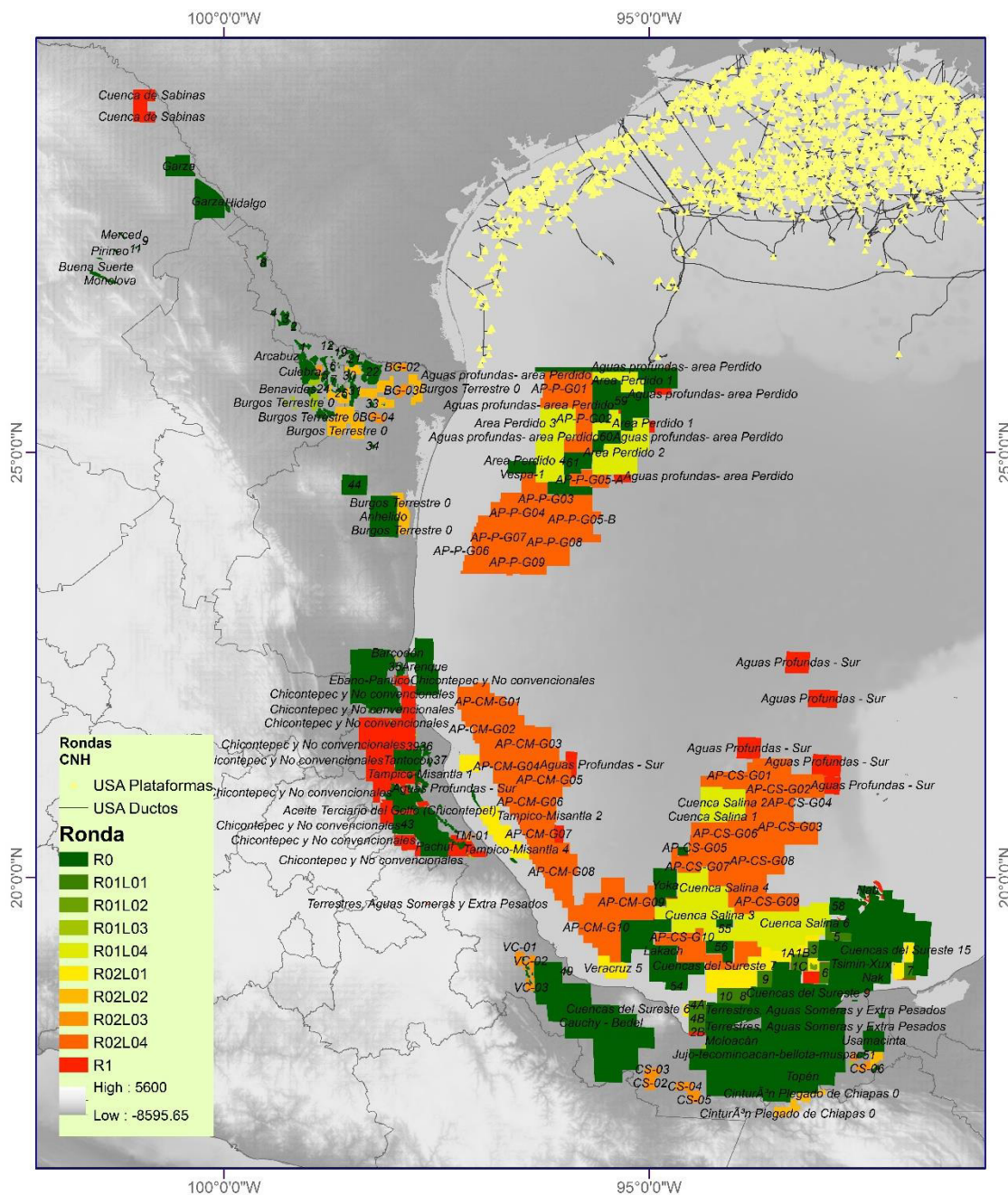


Figura 7.13. Rondas de Hidrocarburos ofertadas a la fecha (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2017).

Una ronda es un conjunto de licitaciones. Cada licitación ofrece zonas de interés a las que llaman Bloques. Las compañías petroleras interesadas, deben cumplir aspectos técnicos, financieros y de seguridad que las autoridades mexicanas establecen en cada caso (precalificación), pueden competir por uno o más bloques en una licitación, y lo pueden hacer sólo ó en alianza con otras compañías.

Esta información permite determinar geográficamente las zonas con potencial yacimientos de hidrocarburos, y poder cotejar su interacción con las regiones mineras.

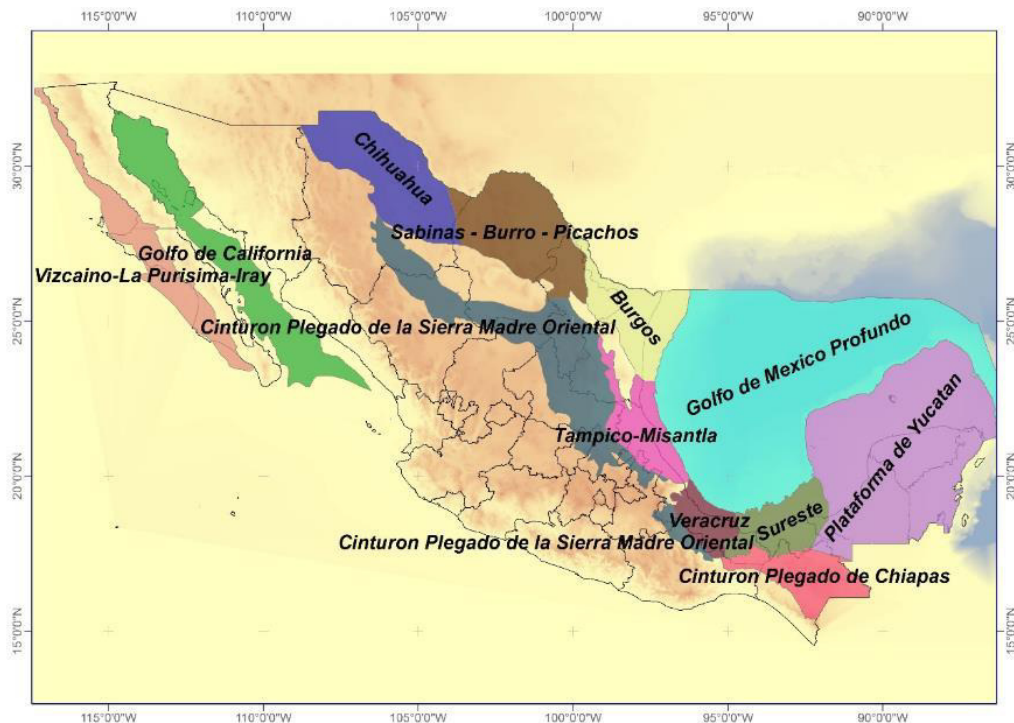


Figura 7. 14 Cuencas Petrolíferas en México. (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2014).

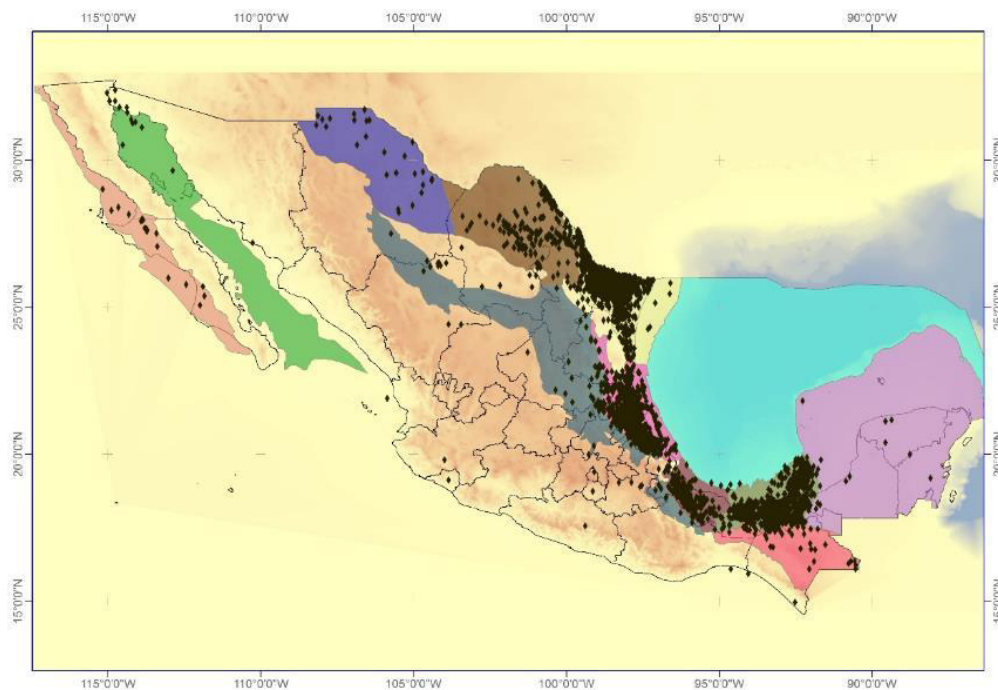


Figura 7.15. Entre pozos exploratorios, en producción y otros, existen alrededor de 30,000 pozos perforados para PEMEX. (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2014).

### 7.3 Fracking.

El petróleo y gas natural ubicados en las formaciones geológicas con poca permeabilidad, principalmente en lutitas (shale) situadas en el subsuelo. Se ubican a profundidad mayores a los 3 mil metros. Estos depósitos de hidrocarburos son llamados también No Convencionales.

El proceso para extraer los recursos de estos yacimientos no convencionales se llama fracking (fracturamiento hidráulico). Para ello es necesario perforar pozos verticales con separación de entre 0.6 a 2 km, a la profundidad indicada anteriormente, una vez se llega a ese nivel se perfora horizontalmente entre 1 y 1.5 km. inyectando posteriormente un compuesto de agua con sustancias químicas que permitirán el fracturamiento de la roca. Se calcula que para cada pozo son necesarios entre 9,000 y 29,000 metros cúbicos de agua.

El objetivo es liberar el gas y petróleo acumulado en los poros de las rocas sedimentarias estratificadas de grano fino como arcillas o margas, cuya poca permeabilidad impide la liberación natural del hidrocarburo.

Es importante considerar este procedimiento, porque según la agencia gubernamental de los Estados Unidos de Información de Energía , EIA por sus iniciales en inglés (U.S. Energy Information Administration), la mitad del petróleo y 2 terceras partes del gas natural que se consumieron en el 2015 en Estados Unidos provienen del Fracking.

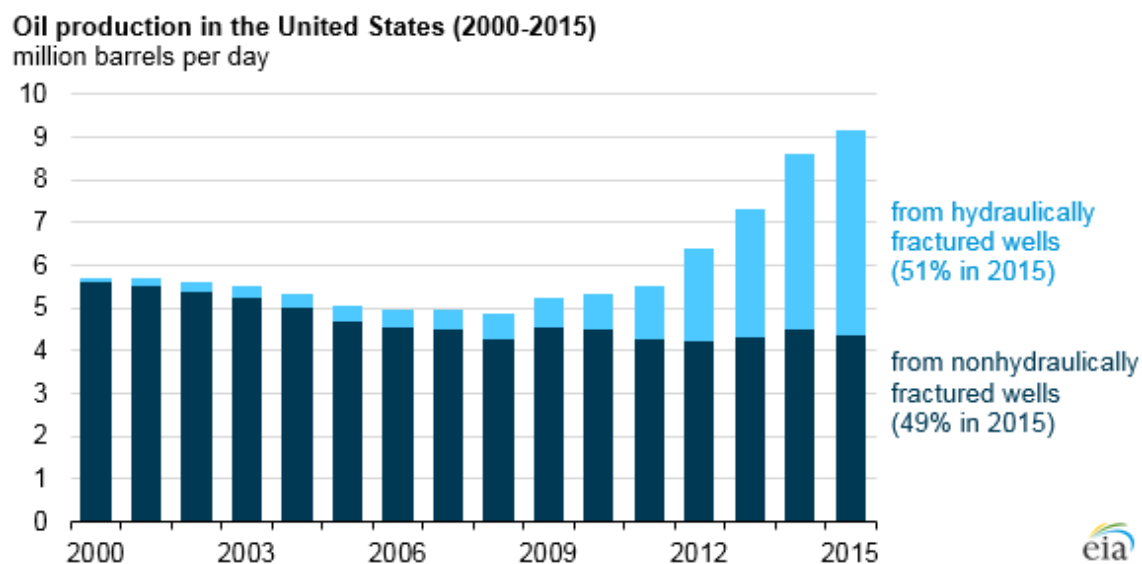


Figura 7.16. Evolución de la producción de petróleo en Estados Unidos años 2000-2015, Pozos convencionales contra Pozos de fractura Hidráulica. U.S. Energy Information Administration. <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=25372>

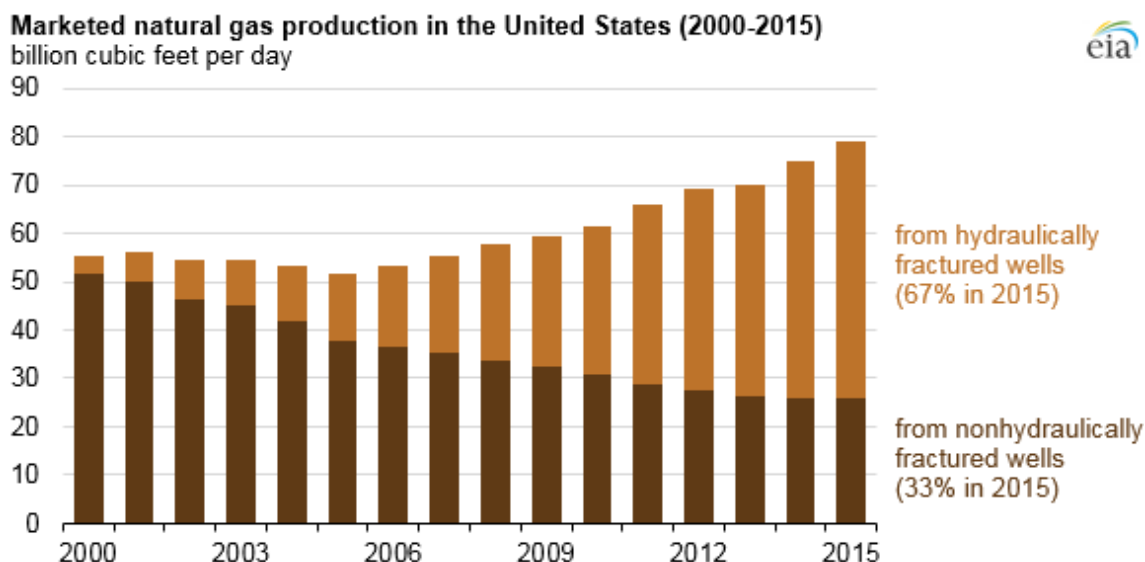


Figura 7.17. Evolución de la producción de gas natural en Estados Unidos (2000-2015), Pozos convencionales contra Pozos de fractura Hidráulica. U.S. Energy Information Administration. <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=26112>

State	Wells	State	Wells	State	Wells	State	Wells
Texas	291,996	New Mexico	60,943	Alabama	8,017	Arizona	369
Kansas	252,097	Kentucky	32,483	Mississippi	7,897	Nevada	250
Oklahoma	206,373	Utah	27,352	Indiana	7,672	Idaho	152
Pennsylvania	136,036	New York	24,435	Missouri	6,590	Florida	123
West Virginia	109,747	Montana	19,928	Alaska	5,643	Maryland	57
California	105,037	Michigan	19,821	Nebraska	3,140		
Colorado	72,313	Arkansas	18,645	Ohio	1,916		
Illinois	69,222	North Dakota	17,931	Washington	721		
Wyoming	66,298	Tennessee	15,814	South Dakota	587		
Louisiana	64,710	Virginia	11,850	Oregon	522		

Figura 7.18. Número de pozos para extracción de Gas Natural y petróleo en los Estados Unidos en el año 2015. (<https://www.fractracker.org/>)

La introducción del proceso de fracking en México ya pasó de sus primeras etapas, pues actualmente la normatividad está preparando el camino para ello, por ejemplo el 30 de Agosto del 2017, se publica en el Diario Oficial de la Federación los “Lineamientos para la protección y conservación de las aguas nacionales en actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”.

En los citados lineamientos, en su artículo 8 se citan la información técnica que para el Aprovechamiento de las Aguas Nacionales en la exploración vía fracking, se necesitan, se describe dicho artículo a continuación:

*Artículo 8.- Los Regulados que en la etapa de Extracción de Hidrocarburos en Yacimientos No Convencionales, requieran el uso, explotación o aprovechamiento de Aguas Nacionales, deberán solicitar la concesión correspondiente, presentando además de la información y documentación que establece la Ley, las especificaciones técnicas siguientes:*

- c. La poligonal que circunscriba a las Áreas de Extracción, definida en términos de coordenadas geográficas ITRF2008, época 2010.0;*
- d. Documentación técnica que soporte la solicitud. El volumen total de agua que se requiere para la Extracción de Hidrocarburos en Yacimientos No Convencionales, estimado con base en el número total de pozos que pretende construir en el Área de Extracción y en valores medios probables del volumen de agua requerido por pozo y del porcentaje de retorno;*
- e. La ubicación georreferenciada de la infraestructura hidráulica proyectada para el traslado, distribución y manejo del agua y de los fluidos empleados y otras instalaciones del desarrollo, tales como, depósitos de agua y aditivos químicos;*
- f. El programa calendarizado de las actividades de Extracción de Hidrocarburos;*
- g. El anteproyecto de terminación de cada uno de los Pozos Productores, indicando sus principales características constructivas;*
- h. El diseño de las Redes de Monitoreo Regional y Local, y*
- i. Listado de aditivos a emplear para la preparación de los Fluidos Fracturantes, incluyendo su nombre comercial, formulación química, número de registro CAS (identificación numérica única para compuestos químicos), el volumen total a utilizar, sus hojas de datos de seguridad de acuerdo a la normatividad vigente y su porcentaje en peso en el Fluido Fracturante. El listado deberá ser actualizado en caso de que se utilicen diferentes aditivos en la formulación del Fluido Fracturante para los distintos pozos a perforar o terminar.*

De lo anterior, se concluye la obligación de ubicar geográficamente y con precisión los límites del proyecto, la infraestructura del manejo de fluidos y los pozos de inyección y extracción.

Además se infiere que dicha información irá integrándose en un Sistema de Análisis Geoespacial, como base para los estudios técnicos de factibilidad de coexistencia entre actividades mineras y de procesamiento de hidrocarburos, según lo indica la Ley Minera y su Reglamento.

## 7.4 Aprovechamientos y Recursos Hídricos.

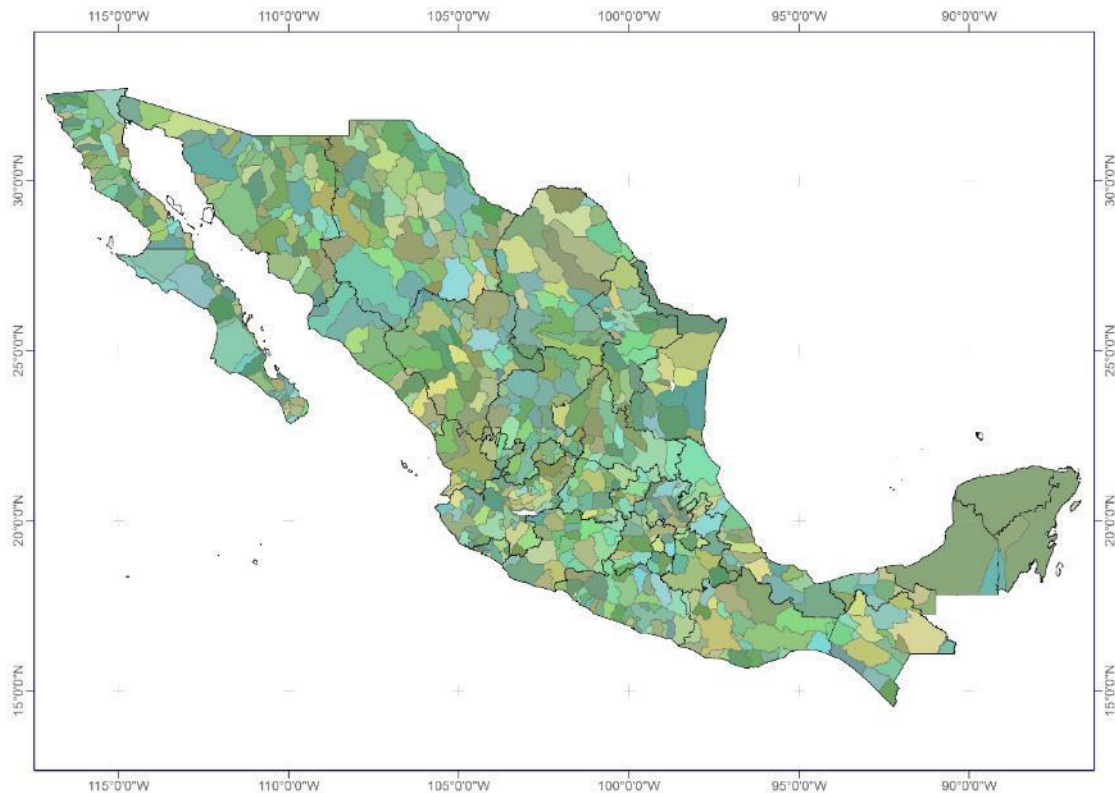


Figura 7.19. 653 Acuíferos presentes en el País.(CONAGUA)

La Ley de Aguas Nacionales, Artículo 3, Fracción II, define como Acuífero: *“Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo”.*

Asimismo, en su fracción XXIX. Introduce el concepto de “Gestión Integrada de los Recursos Hídricos”: *Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con estos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.*

*Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque.*





Existen 65 acuíferos en la Región Noreste, de los cuáles 7 están sobreexplotados: Región Lagunera, Natividad Raíces, Monclova, La Paila, Campo Mina, Región Manzanera Zapalime, y Saltillo Ramos Arizpe.

En la región existen 8 Acuíferos que presentan índices elevados de Salinidad: Las Delicias, La Paila, El Hundido, Cuatrociénegas-Ocampo, Bajo Río Bravo, Laguna del Rey Sierra Mojada, Región Lagunera y Acatita.

Tabla 7.1. Listado de Acuíferos en la Zona de Estudio, incluye clave CONAGUA.

Clave	Acuifero	Estado	Clave	Acuifero	Estado
501	Allende-Piedras Negras	Coahuila	1906	Area Metrop Monterrey	Nuevo León
502	Canon del derramadero	Coahuila	1907	Campo Buenos Aires	Nuevo León
503	Cerro Colorado-La Partida	Coahuila	1908	Campo Mina	Nuevo León
504	Cuatrociénegas-Ocampo	Coahuila	1909	Campo Durazno	Nuevo León
505	General Cepeda-Sauceada	Coahuila	1910	Campo Topochico	Nuevo León
506	El Hundido	Coahuila	1911	Canon del Huajuco	Nuevo León
507	Monclova	Coahuila	1912	Citricola Norte	Nuevo León
508	Paredon	Coahuila	1913	China-General Bravo	Nuevo León
509	La Paila	Coahuila	1914	Citricola Sur	Nuevo León
510	Saltillo-Ramos Arizpe	Coahuila	1915	Soto La Marina	Nuevo León
511	Region Manzanera-Zapaliname	Coahuila	1916	Navidad-Potosi-Raices	Nuevo León
512	Region Carbonifera	Coahuila	1917	Sandia-La Union	Nuevo León
513	Palestina	Coahuila	1918	Campo Jaritas	Nuevo León
514	Hidalgo	Coahuila	1919	Campo Cerritos	Nuevo León
515	Santa Fe del Pino	Coahuila	1920	Campo Papagayos	Nuevo León
516	Hercules	Coahuila	1921	El Penuelo-San Jose El Palmar	Nuevo León
517	Laguna El Guaje	Coahuila	1922	Santa Rita- Cruz de Elorza	Nuevo León
518	Laguna el coyote	Coahuila	1923	Doctor Arroyo	Nuevo León
519	Castaños	Coahuila	1924	El Carmen-Salinas-Victoria	Nuevo León
520	Laguna del rey-Sierra Mojada	Coahuila	2801	Bajo Rio Bravo	Tamaulipas
521	Saltillo Sur	Coahuila	2802	Mendez-San Fernando	Tamaulipas
522	Presa La Amistad	Coahuila	2803	Hidalgo-Villagran	Tamaulipas
523	Principal-Region Lagunera	Coahuila	2804	San Carlos	Tamaulipas
524	Acatita	Coahuila	2805	Jimenez-Abasolo	Tamaulipas
525	Las Delicias	Coahuila	2806	Margenes del Rio Purificacion	Tamaulipas
526	Serrania del Burro	Coahuila	2807	Victoria- Guemez	Tamaulipas
527	Valle de San Marcos	Coahuila	2808	Victoria- Casas	Tamaulipas
528	Cuatrociénegas	Coahuila	2809	Aldama- Soto La Marina	Tamaulipas
1901	Lampazos- Villaldama	Nuevo León	2810	Palmillas-Jaumave	Tamaulipas
1902	Sabinas-Paras	Nuevo León	2811	Llera-Xicotencatl	Tamaulipas
1903	Lampazos-Anahuac	Nuevo León	2812	Ocampo- Antigo morelos	Tamaulipas
1905	Agualeguas-Ramones	Nuevo León	2813	Zona Sur	Tamaulipas
			2814	Tula- Bustamante	Tamaulipas

Respecto a los pozos, CONAGUA a través del REPDA: Registro Público de Derechos de Agua, proporciona información a los usuarios de aguas vía títulos de

concesión, asignación y permisos de descarga, así como las modificaciones que se efectúen en las características de los mismos.

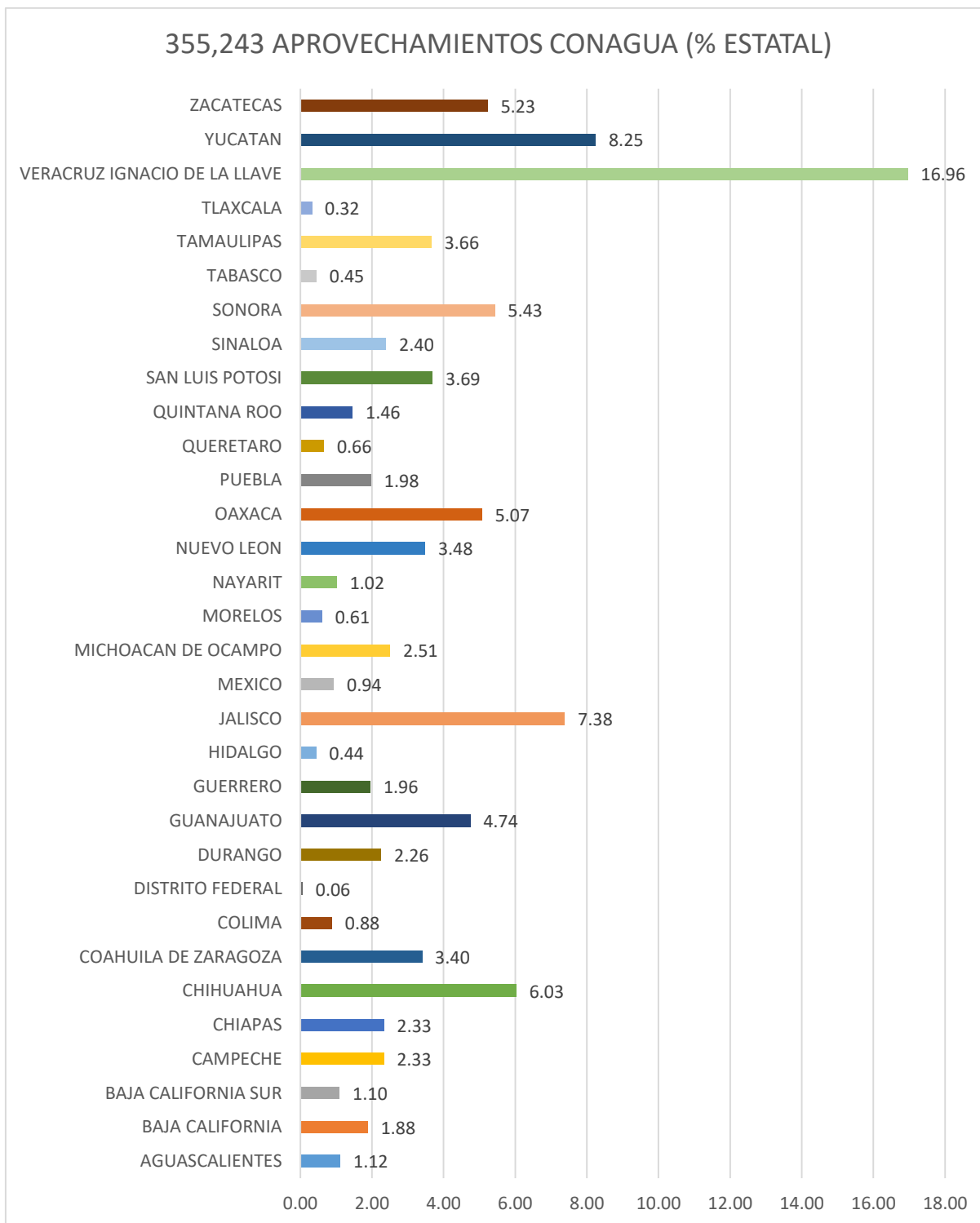


Figura 7.21. Distribución de Aprovechamientos Subterráneos por Estado.(CONAGUA REPDA, 2016)

En los 3 estados se encuentran ubicados 37,607 pozos para extraer agua: Coahuila con 12,168, Nuevo León con 12,365 y Tamaulipas con 13,074.

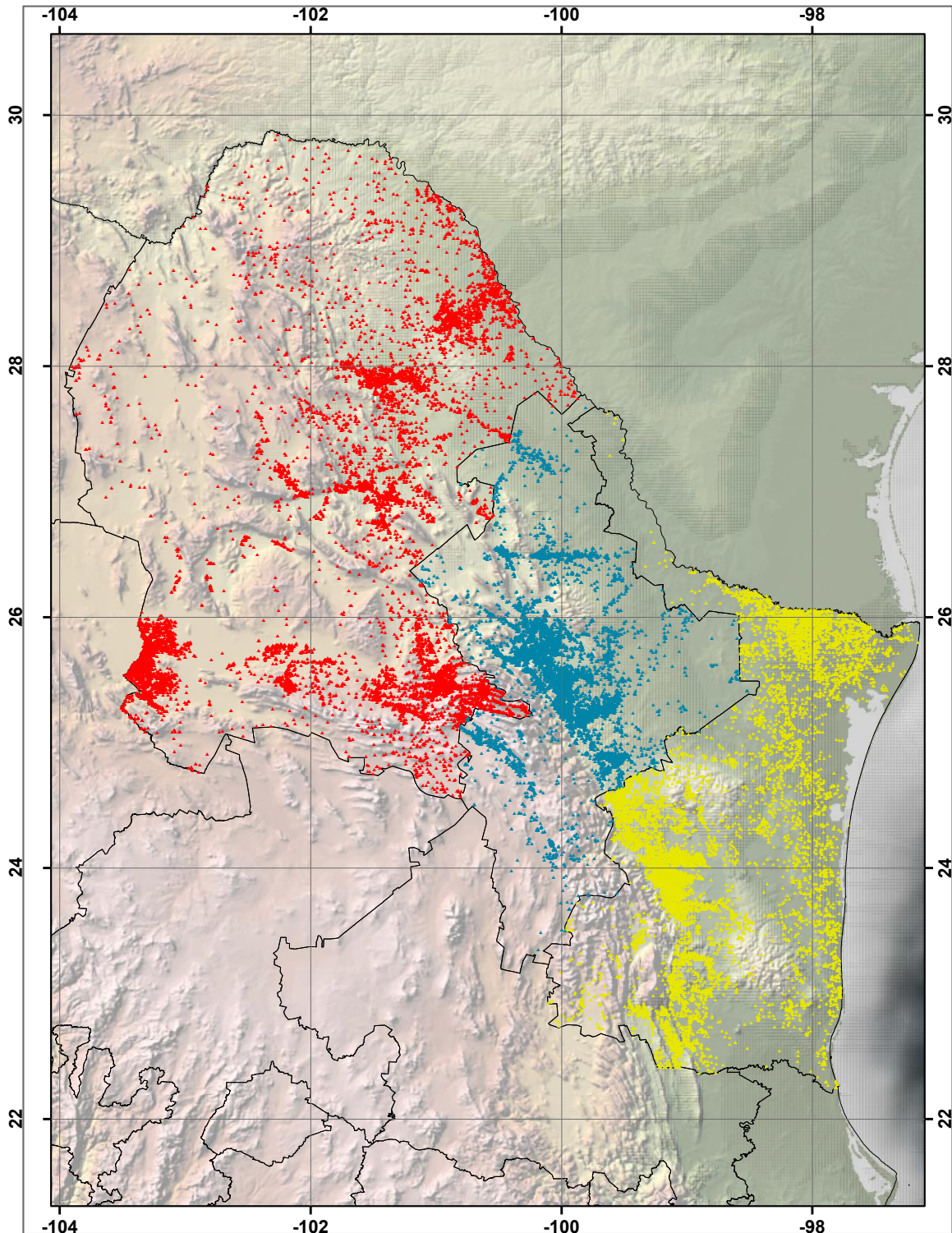


Figura 7.22. 37,607 Pozos ubicados en el área (CONAGUA REPDA, 2014).

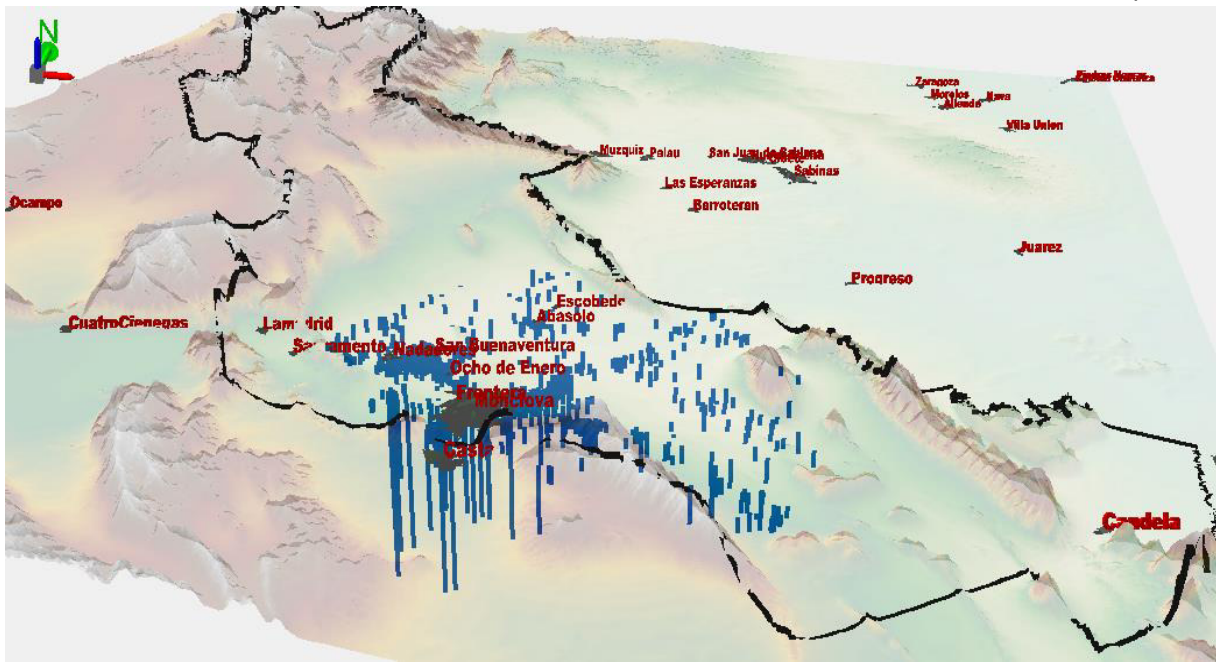


Figura 7.23. Vista 3D del Acuífero Monclova, con 1,247 Pozos (CONAGUA REPDA, 2014)

La cercanía entre los pozos de aprovechamiento hidráulico y las minas se considera la principal causa de una potencial contaminación y se manifiesta a partir de la distancia existente entre ambas capas de información, por lo cual los aprovechamientos de CONAGUA se distribuyen en 4 zonas de interacción con las minas: Alta, media, baja y nula.

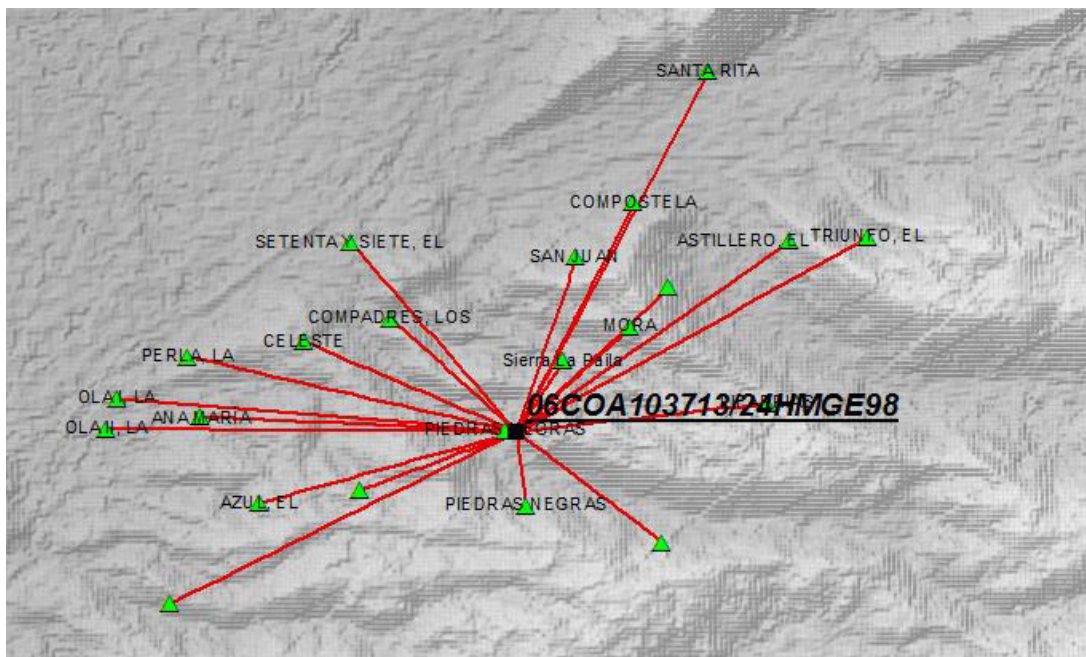


Figura 7.24. Ejemplo de Interacción espacial del pozo en Coahuila con título 06COA103713/24HMGE98, con 23 sitios mineros (CONAGUA REPDA, 2014).

Tabla 7.2. Ejemplo de Interacción espacial de los pozos CONAGUA, con el Inventario de Sitios Mineros.

Distancia (Rango)	Pozos	Interacción Espacial con sitios mineros
0 a 30 m	12	Alta
30 a 500 m	233	Media
500 a 3,000 m	4,178	Baja
más de 3,000 m	33,184	Nula
<b>TOTAL:</b>	<b>37,607</b>	

El criterio para determinar si el pozo se encuentra en una interacción Alta es el inciso 6.2. “Área restringida para el emplazamiento de un pozo” de la NOM-003-CNA-1996 (Requisitos durante la Construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la Contaminación de Acuíferos), dicho inciso menciona que el área de protección entre el sitio seleccionado para construir un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrá un radio mínimo de 30 m con respecto al pozo.

Para considerar la interacción media, el criterio fue tomado a partir del Inciso 5.3.4.2.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003: A) Verificar la existencia de aprovechamientos hidráulicos subterráneos en una franja perimetral de 500 metros alrededor de una Presa de Jales colmada.

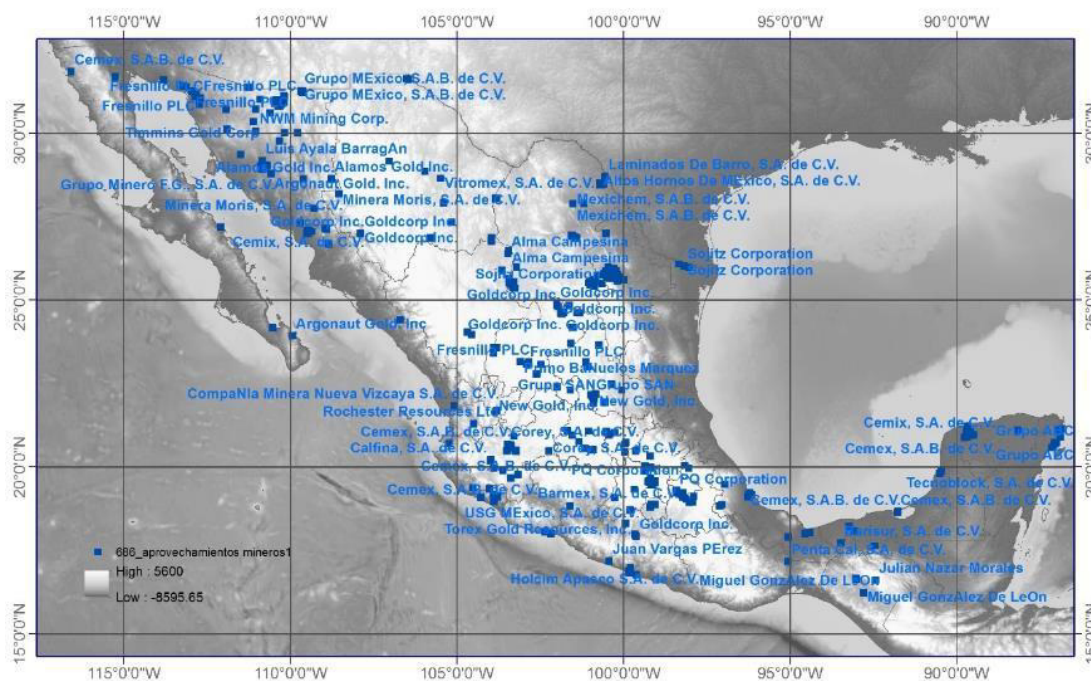


Figura 7.25. Son 686 concesiones del REPDA Conagua que pertenecen a empresas del sector minero. (Elaborada por el autor con datos de la Fundación Heinrich Böll, 2016).

## **CAPÍTULO 8. MODELOS PREDICTIVOS MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA UBICACIÓN DE PRESAS DE JALES ACORDE A LA NOM-141-SEMARNAT-2003.**

### **8.1. Definición de Presas de Jales.**

Los residuos mineros son llamados también colas (tailings), relaves o jales; los cuales son generados durante los procesos de recuperación de metales a partir de minerales metalíferos tras de moler las rocas originales que los contienen y mezclar las partículas que se forman con agua y pequeñas cantidades de reactivos químicos que facilitan la liberación de los metales.

Los jales como residuo de un proceso de separación o concentración de los minerales, son una mezcla de agua con partículas de roca sólida que ya no tienen valor económico para la industria minera y que se depositan en un confinamiento conocido como presa de jales.

En general el proceso consiste en dejar depositar el material por gravedad de manera gradual, mientras que el agua clarificada se recupera para reincorporarse al proceso de beneficio del mineral en cuestión.



Figura 8.1. Presa de Jales en la Minera El Peñasquito en Mazapil para residuos del proceso de beneficio.

Dado que en el beneficio se emplean sustancias de distintos niveles de toxicidad, se requiere controlar las posibles fugas de dicho material. Los residuos o jales derivados del beneficio del minera siempre representan un riesgo potencial para el ambiente y la salud de la población, debido a sus características químicas, su oxidación o la forma de manejo de su beneficio.

Las presas de jales son uno de los sistemas para la disposición final de los residuos sólidos generados por el beneficio de minerales contemplados en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, y deben reunir condiciones de máxima seguridad.

Las alteraciones más importantes que producen las Presas de Jales son: contaminación de cuerpos de agua, sobreexplotación de acuíferos, alteración del paisaje, incluidas flora y fauna, la contaminación del aire por partículas levantadas por el viento, afectación del suelo y agua subterránea por los depósitos de jales, y algunos efectos colaterales sobre turismo y cultura regional.

En el boletín 121 "Tailings Dams Risk of Dangerous Occurrences (Lessons learnt from practical experiences)" de la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD) y del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) se contabilizan un total de 268 casos de desastres en presas de Jales a nivel mundial.

Tabla 8.1. Principales fallas en presas de jales en los últimos años. (Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD) y del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP)).

FECHA	UBICACION	COMPANY
2016, Aug. 27	New Wales plant, Mulberry, Polk County,	Mosaic Co
2016, Aug. 8	Dahegou Village, Luoyang, Henan	Luoyang Xiangjiang Wanji Aluminium Co., Ltd.
2015, Nov. 21	Hpakant, Kachin state, Myanmar	?
2015, Nov. 5	Germano mine, Bento Rodrigues, distrito de Mariana, Região Central, Minas Gerais,	Samarco Mineração S.A. (50% BHP Billiton , 50% Vale )
2014, Sep. 10	Herculano mine, Itabirito, Região Central, Minas Gerais, Brazil	Herculano Mineração Ltda
2014, Aug. 7	Buenavista del Cobre mine, Cananea, Sonora, Mexico	Southern Copper Corp. (Grupo México )
2014, Aug. 4	Mount Polley mine, near Likely, British Columbia, Canada	Imperial Metals Corp.
2014, Feb. 2	Dan River Steam Station, Eden, North Carolina, USA	Duke Energy
2013, Nov. 15-19	Zangezur Copper Molybdenum Combine , Kajaran, Syunik province, Armenia	Cronimet Mining AG
2013, Oct. 31	Obed Mountain Coal Mine, northeast of Hinton, Alberta, Canada	Sherritt International
2012, Dec. 17	former Gullbridge mine site, Newfoundland, Canada	
2012, Nov. 4	Sotkamo, Kainuu province, Finland	Talvivaara Mining Company Plc
2011, Jul. 21	Mianyang City, Songpan County, Sichuan Province, China	Xichuan Minjiang Electrolytic Manganese Plant
2010, Oct. 4	Kolontár, Hungary	MAL Magyar Alumínium
2010, Jun. 25	Huancavelica, Peru	Unidad Minera Caudalosa Chica
2009, Aug. 29	Karamken, Magadan region, Russia	Karamken Minerals Processing Plant
2009, May 14	Huayuan County, Xiangxi Autonomous Prefecture, Hunan Province, China	?

Las consideraciones específicas a considerar como factores de riesgo para las presas de Jales son:



1. Selección e investigación del sitio
2. Presa inicial
3. Cimientos no satisfactorios
4. Falta de estabilidad de la pendiente corriente abajo
5. Cargas superimpuestas
6. Problemas con los materiales de decantación
7. Deslizamiento de flujo
8. Terremotos
9. Balance incorrecto de agua y/o hielo
10. Embalses no retenidos por la presa



Figura 8.2. Derrumbe parcial de cortina en Presa de Jales de minera Caudalosa Chica, Huanavelica, Perú. Año 2010.

Dados los anteriores factores resulta evidente que la caracterización de sitios dónde ubicar una presa de jales es compleja, por lo que tenemos que hacer uso de los denominados análisis jerárquico, multicriterio o multivalor.

## 8.2 Definición de Análisis Multicriterio.

El análisis multicriterio en los Sistemas de Análisis Geoespacial, se basa en el análisis de las relaciones que guardan entre sí 2 o más capas de información georreferenciadas.

Cada capa o layer de información representa un modelo de información, como ejemplo el tipo de suelo, la pendiente de terreno o un valor de geoquímica, en dónde cualquier punto territorio tiene asignado un factor ó valor, posteriormente esas capas interactúan entre sí para obtener una calificación total que indica su capacidad o aptitud para una determinada actividad en un análisis del territorio (Bosque,1994).

Cómo uno de los ejemplos más logrados el 7 de Septiembre del 2012 se publica en el Diario Oficial de la Federación, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, cuyo objetivo es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional, designando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial.

Este programa tiene su origen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

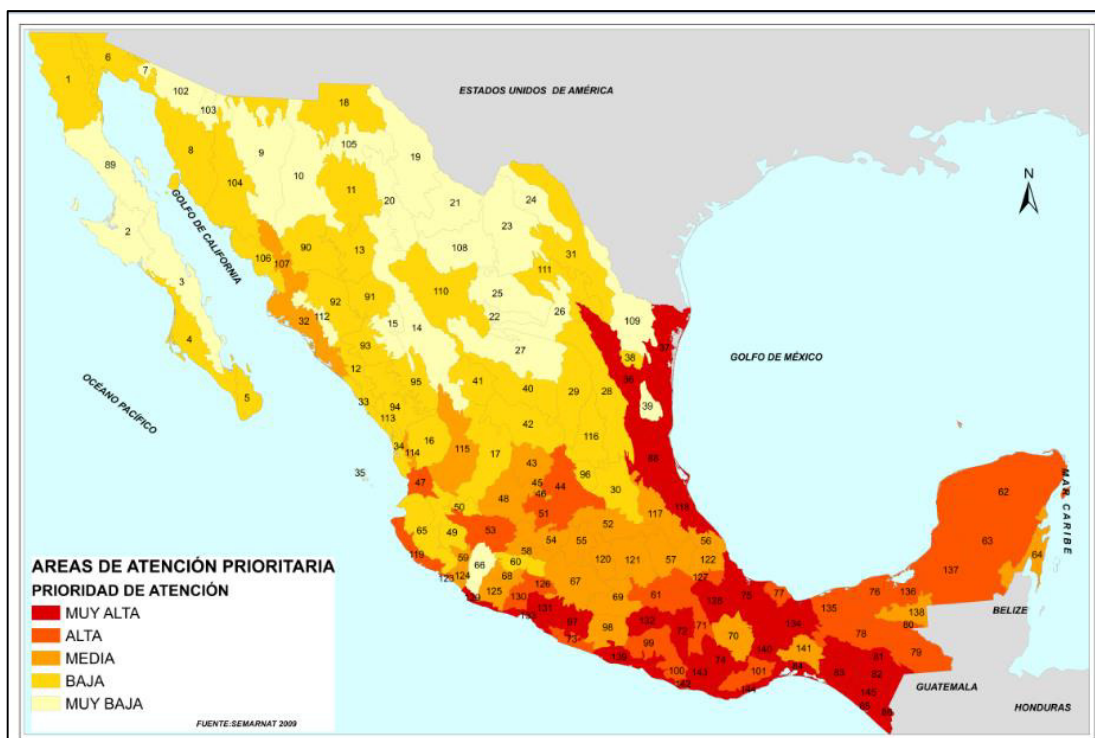


Figura 8.3. Calificación de áreas de atención Prioritaria según el POEGT, como resultado de Análisis multicriterio.

La elaboración del POEGT fue responsabilidad del Instituto de Geografía de la UNAM, con supervisión del Instituto de Ecología y la SEMARNAT a partir de un grupo de trabajo coordinado por el Poder Ejecutivo con las instituciones siguientes: SEDESOL, SAGARPA, SECTUR, SRA, SEGOB (CONAPO, CENAPRED), SCT, SE (SGM), SENER (PEMEX, CFE) e INEGI, creado en abril del año 2008.

El POEGT tiene por objeto: *“establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF)”*.

Con una metodología similar para esta tesis se estructuró un mapa de aptitud que calificase las características del territorio de los 3 estados objeto de estudio para instalar una presa de Jales.

En un sistema de información geoespacial para este propósito, el primer paso consiste en una recopilación de distintas fuentes de información, como geofísica, geoquímica, imágenes de teledetección y cartografía de estudios previos.

Lo anterior es un problema cuando se cuenta con un volumen excesivo de información, por lo que la organización, documentación y la visualización de cómo se genera la información se convierte en un paso indispensable. (Bonham Carter, 1994).

Se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones, según lo detalla la norma:

- Ubicación del área para la Presa de Jales.
- Caracterización geológica del área
- Condiciones climáticas e hidrológicas del área de emplazamiento de la Presa.
- Condiciones Sísmicas del área del proyecto
- Determinación de las condiciones geotécnicas.

El mapa resultante de un análisis multicriterio representa la probabilidad espacial expresada gradualmente que favorece la ubicación de las zonas más aptas para instalar una presa de jales, ajustándose a los criterios propuestos en la NOM-141-SEMARNAT-2003. Ese mapa es resultado de 2 etapas del análisis multicriterio:

1. Se evalúan las variables espaciales que son realmente necesarias como insumos para realizar el mapa predictivo.
2. Se modelan las relaciones geográficas y el peso específico que tendrá en el modelo predictivo cada una de las variables.

El peso específico de cada variable puede asignarse según 2 posibles criterios:

- A) En el primero de ellos se asignan valores según el criterio experto de peritos en el área de estudio.
- B) Como segundo criterio, los datos se califican basándose en estadística de datos de exploración y métodos probabilísticos de tipo bayesiano como el denominado "Weights of Evidence" o reglas de inferencia matemática (probabilísticas, aritméticas ó lógicas).

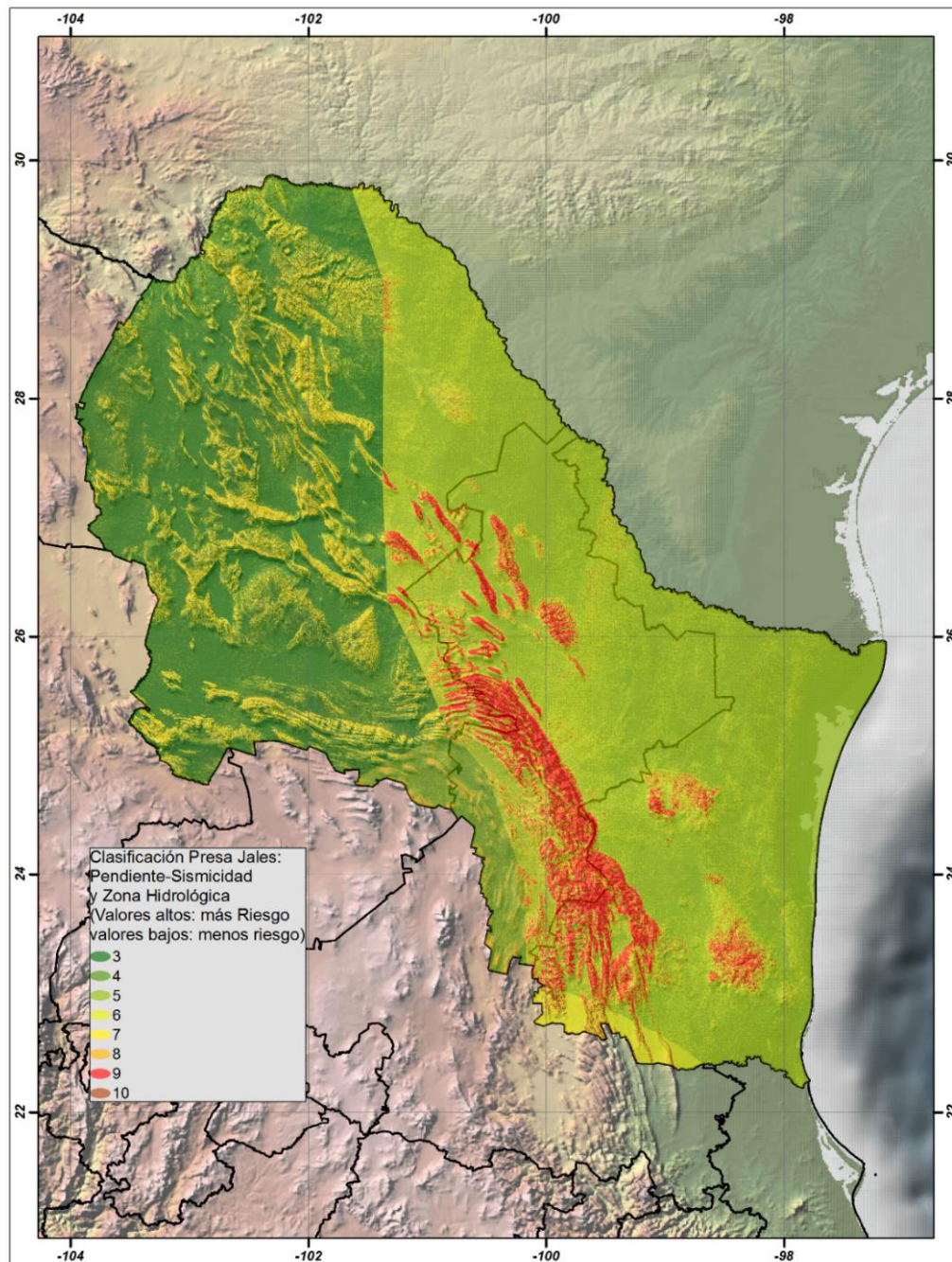


Figura 8.4. Modelo predictivo final producto del análisis multicriterio para instalación de Presa de Jales para los 3 Estados del Noreste.

### 8.3. Aspectos aplicados de la NOM-141-SEMARNAT-2003.

La NOM-141-SEMARNAT-2003, que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales. se enfoca en las siguientes condiciones principales:

1. La cantidad de agua que se precipita en la cuenca dónde se ubicará la presa y posteriormente cómo se distribuye: Cuánta se infiltra, se evapotranspira y cuanta escurre.
2. Cómo son las afectaciones a las cantidades anteriores debido a las condiciones de tipo de suelo y uso de suelo, así como la geología.
3. Considerar las condiciones de la topografía y del acuífero subyacente, así como la sismicidad de la zona.

Asimismo, la NOM-141-SEMARNAT-2003 hace referencia a que los jales provenientes del beneficio de antimonio, de óxidos de cobre, de pirita de cobre, de plomo y de zinc, están listados como peligrosos en la NOM-052-SEMARNAT-1993.

#### 8.3.1. Delimitación de Cuenca Hidrológica dónde se ubica la Presa de Jales:

Se define como cuenca hidrográfica a la unidad morfológica superficial, delimitada por divisorias (“parteguas”) a partir de las cuales escurren aguas superficiales. Al interior, las cuencas se pueden delimitar o subdividir en sub-cuencas o cuencas de orden inferior. (Cotler, 2007).

La delimitación de cuencas significa calcular las áreas de drenaje superficial donde las precipitaciones (principalmente las pluviales) que precipitan sobre ellas tienden a ser drenadas hacia un mismo punto de salida.

La NOM 141-SEMARNAT-2003, en su apartado 5.3.4 Aspectos hidrológicos Superficiales y Subterráneos, señala que para comprobar que la presa de jales no representa un riesgo para los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, se deben presentar los estudios que se detallan a continuación:

##### 5.3.4.1 Superficial

- a) Delimitar la subcuenca hidrológica donde se localiza el sitio del depósito de jales.

Para caracterizar de manera oficial las cuencas, se utilizaron las subcuencas hidrológicas definidas por la Comisión Nacional del Agua. 98 subcuencas permiten cubrir las 3 entidades federativas .

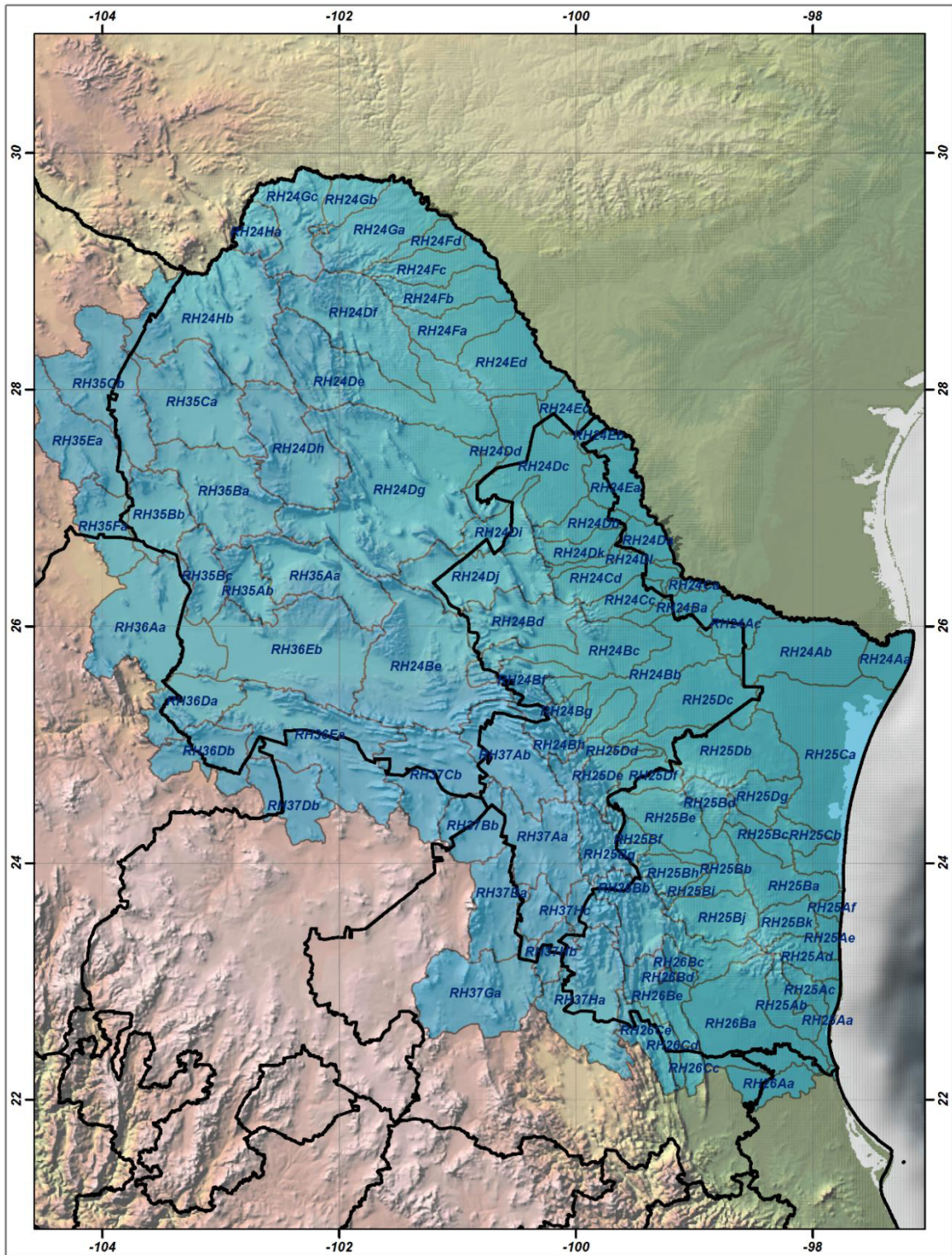


Figura 8.5. En la zona existen 98 subcuencas Hidrológicas determinadas por la Comisión Nacional del Agua.

### 8.3.2. Cálculo del volumen de escurrimiento por cuenca hidrológica.

El cálculo del inciso b) Determinar el volumen medio anual del escurrimiento de la cuenca aguas arriba del sitio de interés, conforme a la NOM-011-CNA-2000, se realiza utilizando como insumo para determinar la precipitación y temperatura las estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional, la cobertura de las estaciones climatológicas en la región es de 508 estaciones.

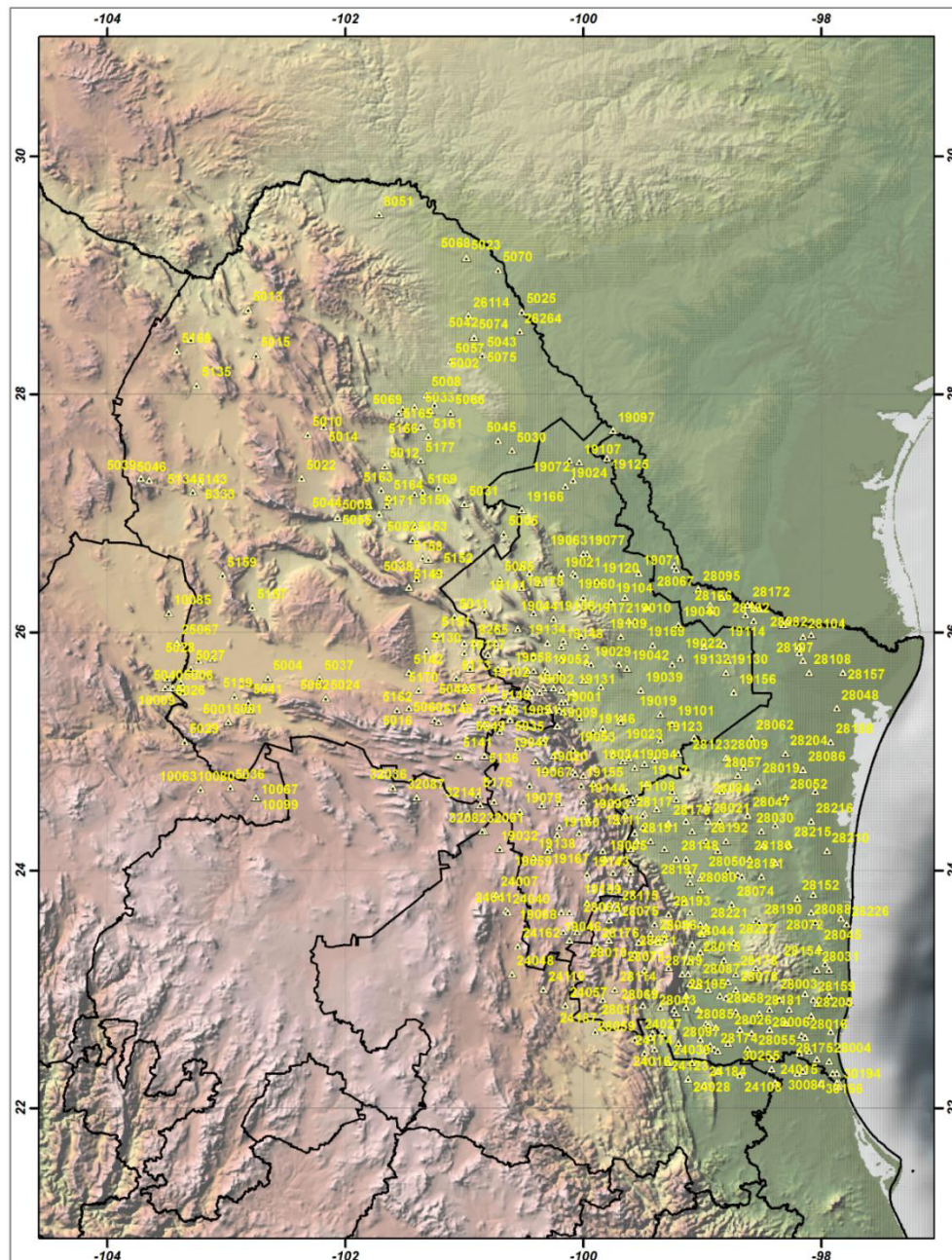


Figura 8.6. 508 Estaciones Climatológicas presentes en los 3 estados con información histórica, etiquetadas por su clave.

NOMBRE	MUNICIPIO	CLAVE	Â NORMALES 2010	1951-Â NORMALES 2000	1971-Â NORMALES 2010	1981-Â NORMALES 2010	Â MEDIAS Y EXTREMOS DIARIAS	Â MEDIAS Y EXTREMOS MENSUALES
ABASOLO	ABASOLO	00005150	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
ACATITA	FRANCISCO I. MADERO	00005159	<a href="#">NORM 51-10</a>	-	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
AGUA NUEVA	GUERRERO	00005001	<a href="#">NORM 51-10</a>	-	-	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
ALLENDE (SMN)	ALLENDE	00005002	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
ALLENDE I (DGE)	ALLENDE	00005075	<a href="#">NORM 51-10</a>	-	-	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
ALLENDE II (DGE)	ALLENDE	00005043	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	-	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
ALTO DE NORIAS	RAMOS ARIZPE	00005151	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
ARTEAGA (DGE)	ARTEAGA	00005180	<a href="#">NORM 51-10</a>	-	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	-	
ARTEAGA (SMN)	ARTEAGA	00005003	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
BAJAN	CASTAÑOS	00005182	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
BAJO DE AHUICHILA	VIESCA	00005004	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
C. E. F. Z. A. LA SAUCEDA	RAMOS ARIZPE	00005130	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	-	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
CABECERAS	JIMENEZ	00005188	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
CANDELA (DGE)	CANDELA	00005005	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
CANDELA (SMN)	CANDELA	00005085	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	-	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
CARNEROS	SALTILLO	00005081	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
CASTAÑOS (DGE)	CASTAÑOS	00005153	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
CASTAÑOS (SMN)	CASTAÑOS	00005052	-	-	-	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	
CIENEGA DE LA PURISIMA	ARTEAGA	00005149	<a href="#">NORM 51-10</a>	<a href="#">NORM 71-00</a>	<a href="#">NORM 81-10</a>	<a href="#">MED-EXT DIA</a>	<a href="#">MED-EXT MES</a>	

Figura 8.7. Ejemplo de datos disponibles de Normales Climatológicas para el Estado de Coahuila por Estación Climatológica.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL  
NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: COAHUILA DE ZARAGOZA PERIODO: 1951-2010

ESTACION: 00005150 ABASOLO LATITUD: 27°10'58" N. LONGITUD: 101°25'58" W. ALTURA: 430.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	20.5	23.4	28.3	30.9	33.7	35.7	35.2	35.1	33.3	29.2	24.6	20.8	29.2
MAXIMA MENSUAL	30.6	30.7	35.9	39.2	40.8	39.7	40.7	40.1	41.2	36.5	31.7	28.4	
AÑO DE MAXIMA	2000	2008	2000	1999	2000	2009	2000	1999	2000	1999	1999	2002	
MAXIMA DIARIA	39.0	41.0	43.0	47.0	48.0	47.0	48.0	47.0	46.0	46.0	39.0	36.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	19/2000	14/2000	02/2000	11/1999	27/2001	27/1999	18/1999	04/1999	29/2002	30/2002	17/1999	03/2007	
AÑOS CON DATOS	22	23	22	22	21	24	23	24	22	21	19	18	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	12.5	14.7	19.0	22.1	25.8	28.1	28.0	27.9	25.8	21.2	16.4	13.1	21.2
AÑOS CON DATOS	22	23	22	22	21	24	23	24	22	21	19	18	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	4.5	6.0	9.8	13.2	18.0	20.6	20.8	20.8	18.4	13.2	8.3	5.3	13.2
MINIMA MENSUAL	1.1	2.9	5.2	7.9	11.1	10.1	7.6	11.2	6.8	7.6	5.7	1.1	
AÑO DE MINIMA	1985	1981	1996	1994	1992	1992	1992	1993	1993	1993	1999	1983	
MINIMA DIARIA	-6.0	-5.0	0.0	2.0	5.0	4.0	0.4	4.0	3.0	2.0	0.0	-11.0	
FECHA MINIMA DIARIA	16/1997	07/1982	07/1982	06/1994	04/1992	21/1992	01/2007	17/1992	10/1993	15/1992	21/1981	25/1983	
AÑOS CON DATOS	22	23	22	22	21	24	23	24	22	21	19	18	
PRECIPITACION													
NORMAL	9.2	8.9	8.5	16.2	39.1	27.9	25.9	23.4	33.8	19.0	10.6	7.9	230.4
MAXIMA MENSUAL	49.7	32.0	63.5	157.0	106.1	123.9	160.2	113.0	195.1	131.0	55.5	49.6	
AÑO DE MAXIMA	2010	1982	1997	1981	1997	1999	2010	1981	2003	1996	2000	2001	
MAXIMA DIARIA	26.8	17.1	36.0	63.0	57.4	63.2	68.3	85.0	56.7	56.1	34.5	41.1	

Figura 8.8. Ejemplo: Datos climatológicos de los años 1951 a 2010 para la Estación de Coahuila número 5150 denominada Abasolo, una de las 508 estaciones en la zona de estudio.



En la norma se detalla que sí la cuenca en estudio cuenta con información pluviométrica de al menos los últimos 20 años, la precipitación anual se calcula mediante el método de Polígonos de Thiessen o el de Isoyetas. Se definió trabajar por el método de polígonos de Thiessen, generando 508 polígonos (1 por cada estación climatológica).

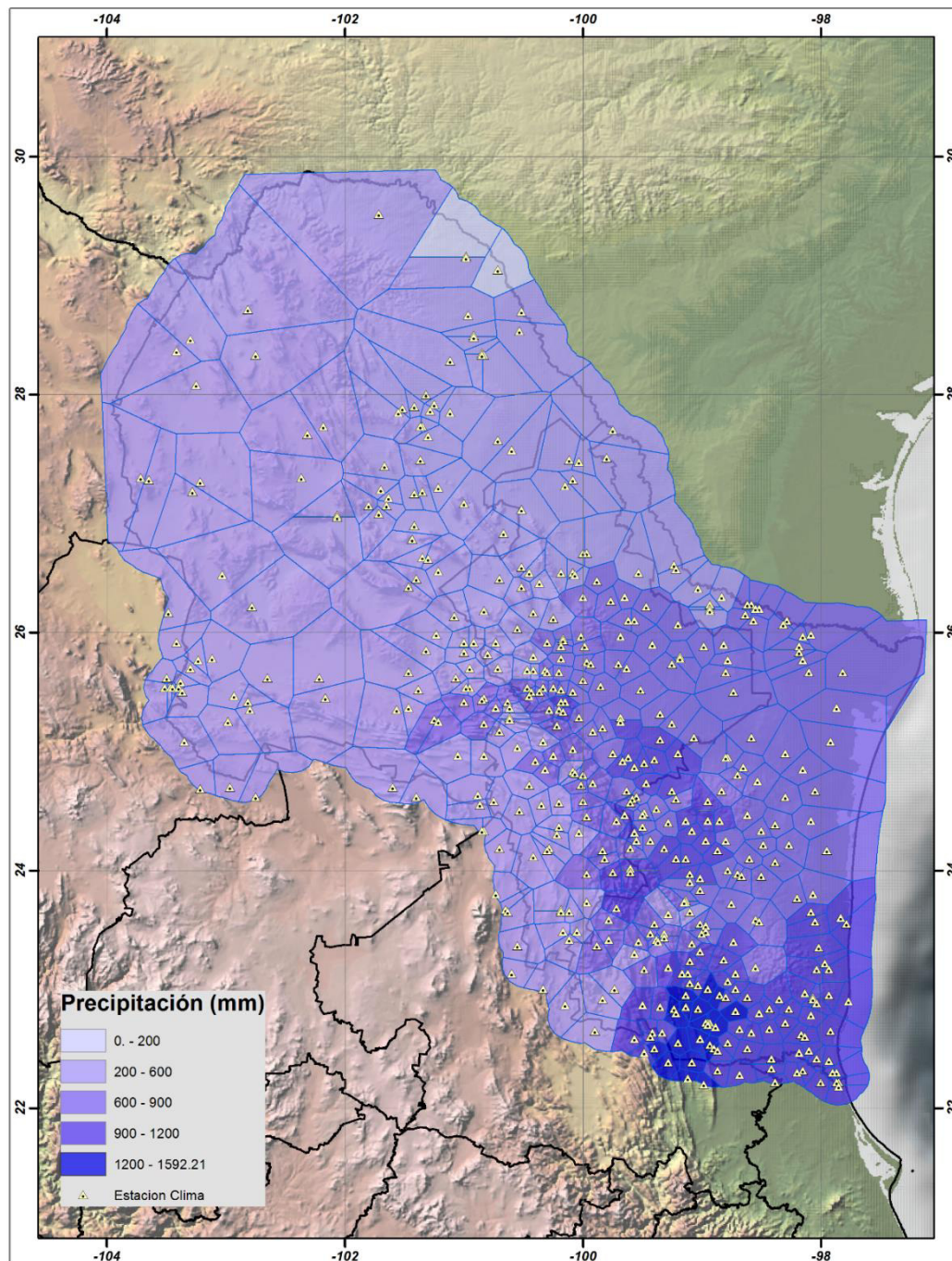


Figura 8.9. Polígonos de Thiessen (508 polígonos) como áreas de influencia a partir de las Estaciones Climatológicas clasificadas por la precipitación media anual promedio en mm.

El método de los polígonos de Thiessen delimita áreas de influencia a partir de un conjunto de puntos.

El tamaño y la configuración de los polígonos depende de la distribución de los puntos originales, posteriormente se calcula la precipitación anual por cuenca, utilizando la precipitación media ponderada, multiplicándola por la superficie de la cuenca.

Tabla 8.2. Cuenca RH24Dg, dividida en los polígonos de Thiessen correspondiente a cada estación climatológica. A partir de los datos de Superficie y precipitación media anual, se calcula la precipitación anual en 7,898 Hm<sup>3</sup>

CVE_SUBCUE	ID_ESTACION	NOMBRE	PRECIP (mm)	AREA (M2)	PRECIPITACION(M3)	PRECIP_HM3
RH24Dg	5030	PRESA V. CARRANZA	313	22,533,877.53	7,053,329.01	7.05
RH24Dg	5005	CANDELA, CANDELA (DGE)	300	45,115,408.34	13,534,622.50	13.53
RH24Dg	5009	CUATRO CIENEGAS (DGE)	474	1,956,114,828.74	928,117,802.79	928.12
RH24Dg	5047	MONCLOVA, MONCLOVA	440	820,428,474.14	360,652,152.95	360.65
RH24Dg	5177	OBALLOS, BUENEVENTURA	500	933,921,390.86	466,960,695.43	466.96
RH24Dg	5012	EJIDO SAN BLAS	563	1,483,161,881.33	835,465,087.75	835.47
RH24Dg	5022	OCAMPO, OCAMPO	429	107,977,958.23	46,334,421.65	46.33
RH24Dg	5149	CIENEGA LA PURISIMA	500	558,907,712.73	279,453,856.37	279.45
RH24Dg	5038	SANTA TERESA, CASTAÑOS	473	109,906,508.50	51,986,877.59	51.99
RH24Dg	5152	BAJAN, CATAÑOS	437	55,077,966.79	24,070,723.83	24.07
RH24Dg	5158	EL TAQUITO, CASTAÑOS	472	398,159,369.75	188,122,339.02	188.12
RH24Dg	5167	EL MARQUEZ, CASTAÑOS	492	357,332,029.63	175,893,118.27	175.89
RH24Dg	5153	CASTAÑOS, CATAÑOS, (DGE)	500	946,769,330.99	473,384,665.49	473.38
RH24Dg	5031	PROGRESO, PROGRESO	500	1,284,845,083.51	642,422,541.75	642.42
RH24Dg	5044	CUATRO CIENEGAS (SMN)	480	307,549,658.31	147,768,384.33	147.77
RH24Dg	5171	SACRAMENTO, NADADORES	382	834,362,952.71	318,434,620.90	318.43
RH24Dg	5155	MADRID, MADRID	430	567,232,495.98	243,768,165.15	243.77
RH24Dg	5050	SAN BUENAVENTURA	364	240,684,759.03	87,679,050.87	87.68
RH24Dg	5164	SAN FRANCISCO	365	217,589,915.72	79,392,032.55	79.39
RH24Dg	5163	EL GATO, BUENAVENTURA	401	504,633,386.40	202,554,794.97	202.55
RH24Dg	5010	EJIDO EL SOCORRO, OCAMPO	500	45,540,716.18	22,770,358.09	22.77
RH24Dg	5014	EJIDO CHARCOS FIGUEROA	500	1,172,242,666.57	586,121,333.29	586.12
RH24Dg	5150	ABASOLO, ESCOBEDO	375	441,862,886.55	165,716,256.97	165.72
RH24Dg	5169	RODRIGUEZ, ESCOBEDO	403	347,570,090.69	140,147,211.97	140.15
RH24Dg	5147	EJIDO PRIMERO DE MAYO	500	934,087,923.25	467,043,961.63	467.04
RH24Dg	5161	BARROTERAN, MUZQUIZ	486	699,392,506.00	339,792,855.11	339.79
RH24Dg	5165	ENRAMADAS, MUZQUIZ	500	217,047,185.04	108,523,592.52	108.52
RH24Dg	5166	LAS ESPERANZAS, MUZQUIZ	500	16,284,689.17	8,142,344.59	8.14
RH24Dg	5045	VILLA JUAREZ, JUAREZ	383	350,112,419.33	134,229,600.45	134.23
RH24Dg	5069	MUZQUIZ, MUZQUIZ (SMN)	500	704,563,341.84	352,281,670.92	352.28
RH24Dg	5066	SABINAS, SABINAS (SMN)	431	613,258.47	264,498.38	0.26
						<b>7,898.08</b>

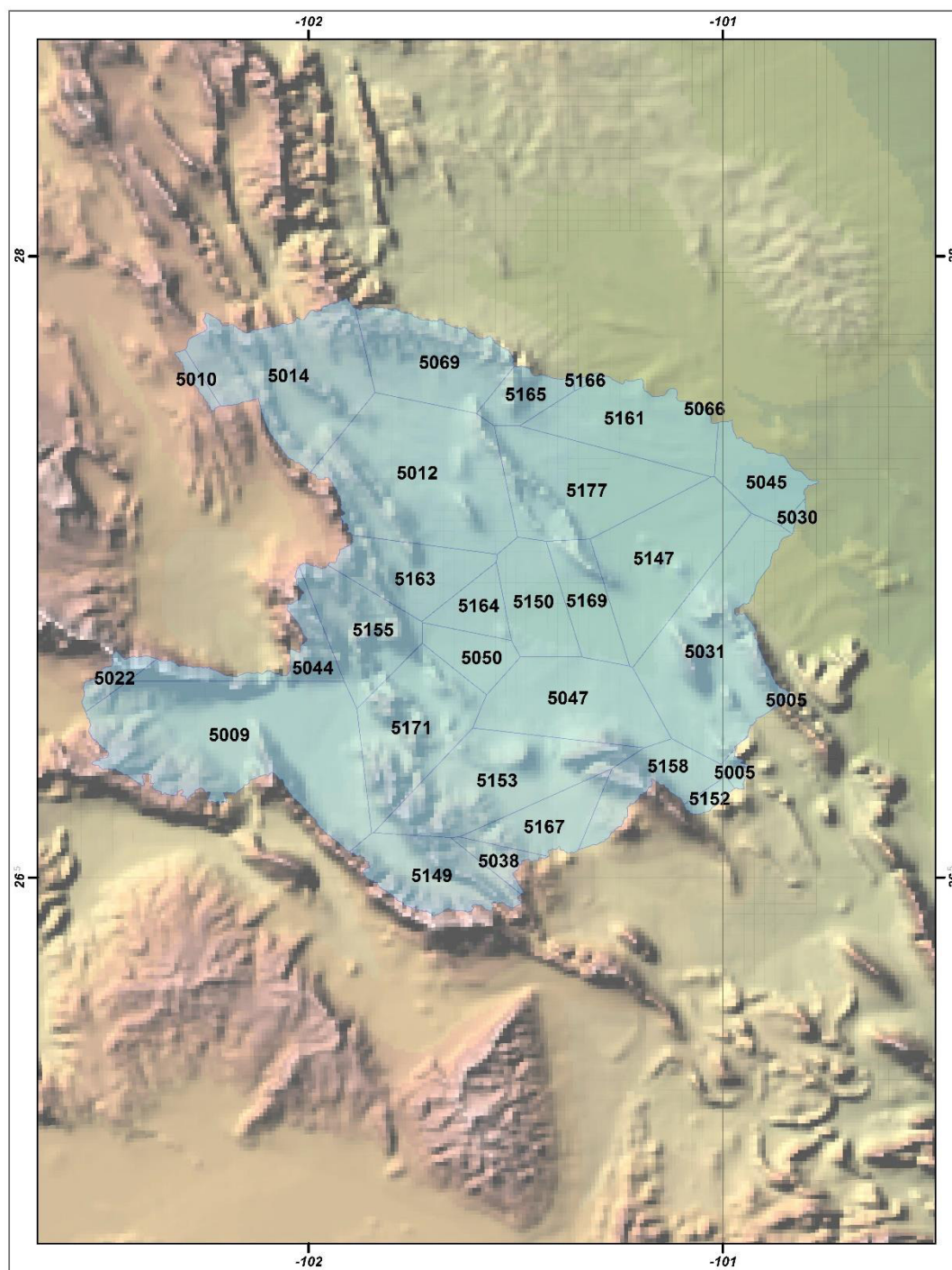


Figura 8.10. Cuenca RH24Dg, dividida en los polígonos de Thiessen correspondiente a cada estación climatológica. A partir de los datos de Superficie y precipitación media anual, se calcula la precipitación anual en 7898 Hm<sup>3</sup>

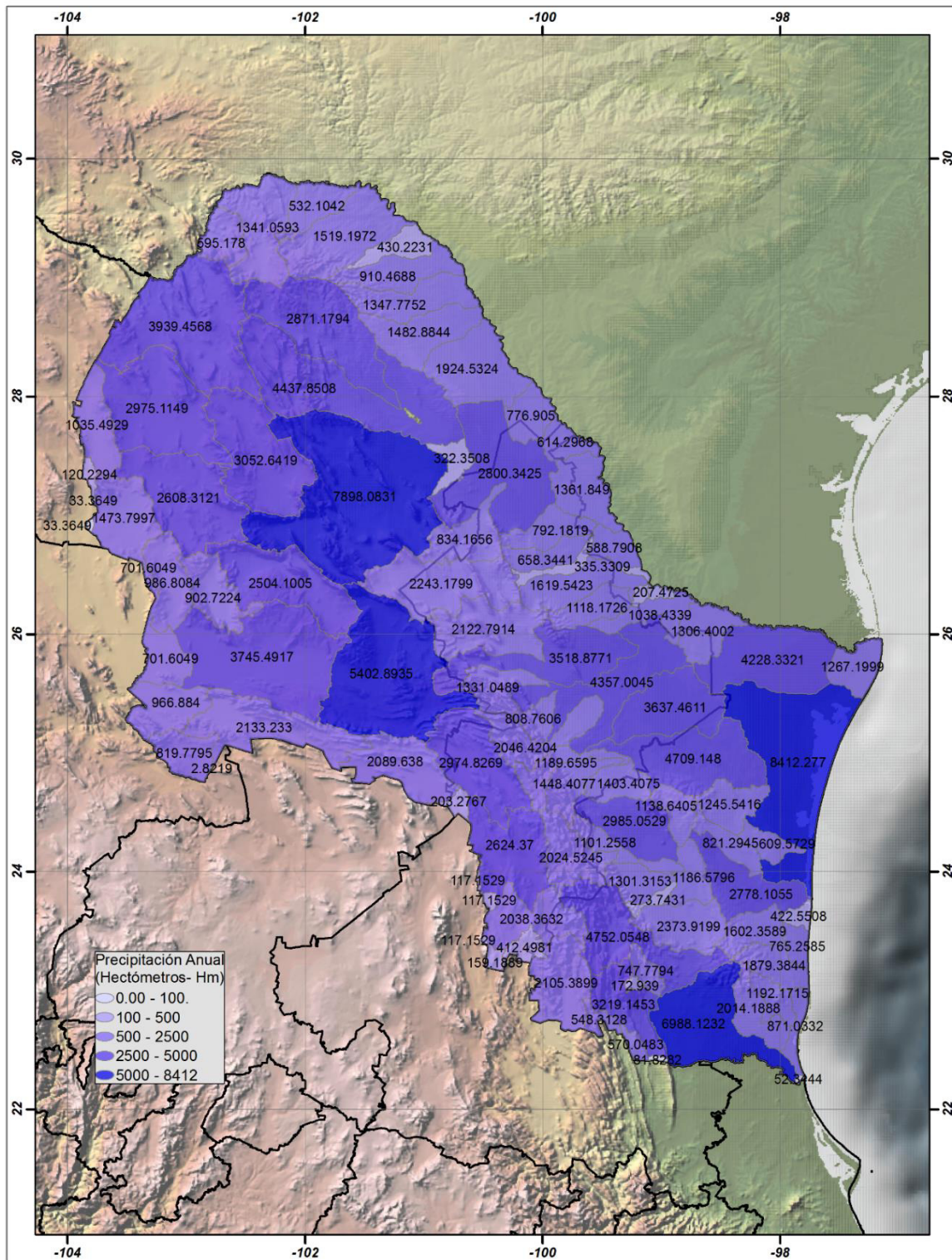


Figura 8.11. Precipitación Total por Subcuenca en hectómetros cúbicos.

Una vez obtenida la precipitación en el área de estudio, a continuación entra en juego la permeabilidad del suelo que es función de la edafología, las cuencas en

estudio se clasifican en tres diferentes tipos de acuerdo al suelo que predomina en cada una de ellas:

- A (suelos permeables);
- B (suelos medianamente permeables), y
- C (suelos casi impermeables).

Tabla 8.3. Valores de K, como función del Tipo y Uso de Suelo.

TABLA 1 VALORES DE K, EN FUNCION DEL TIPO Y USO DE SUELO

TIPO DE SUELO	CARACTERISTICAS
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

Tabla 8.4. Clasificación de tipo de Permeabilidad en función del tipo de Suelo.

SUELO	PERMEABILIDAD	Tipo	Superficie (Ha)	%	% Agrupado
Feozem	<i>Alta</i>	A	272,584.77	0.921	<b>62.30</b>
Regosol	<i>Alta</i>	A	2,925,509.36	9.881	
Xerosol	<i>Alta</i>	A	6,645,758.13	22.447	
Litosol	<i>Alta</i>	A	8,601,495.00	29.053	
Acrisol	<i>Baja</i>	C	1,374.95	0.005	<b>29.44</b>
Gleysol	<i>Baja</i>	C	4,680.25	0.016	
Solonetz	<i>Baja</i>	C	12,346.87	0.042	
Solonchak	<i>Baja</i>	C	754,342.60	2.548	
Yermosol	<i>Baja</i>	C	1,307,720.41	4.417	
Rendzina	<i>Baja</i>	C	3,114,723.17	10.520	
Vertisol	<i>Baja</i>	C	3,520,134.52	11.890	
Luvisol	<i>Media</i>	B	59,227.74	0.200	<b>5.49</b>
Chernozem	<i>Media</i>	B	312,599.62	1.056	
Castanozem	<i>Media</i>	B	1,253,142.46	4.233	
Cambisol	<i>Media Alta</i>	B	102,274.02	0.345	<b>0.80</b>
Fluvisol	<i>Media Alta</i>	B	134,456.37	0.454	
N/A		C	584,085.54	1.973	<b>1.97</b>
<b>TOTAL</b>			<b>29,606,455.78</b>	<b>100.000</b>	<b>100.00</b>

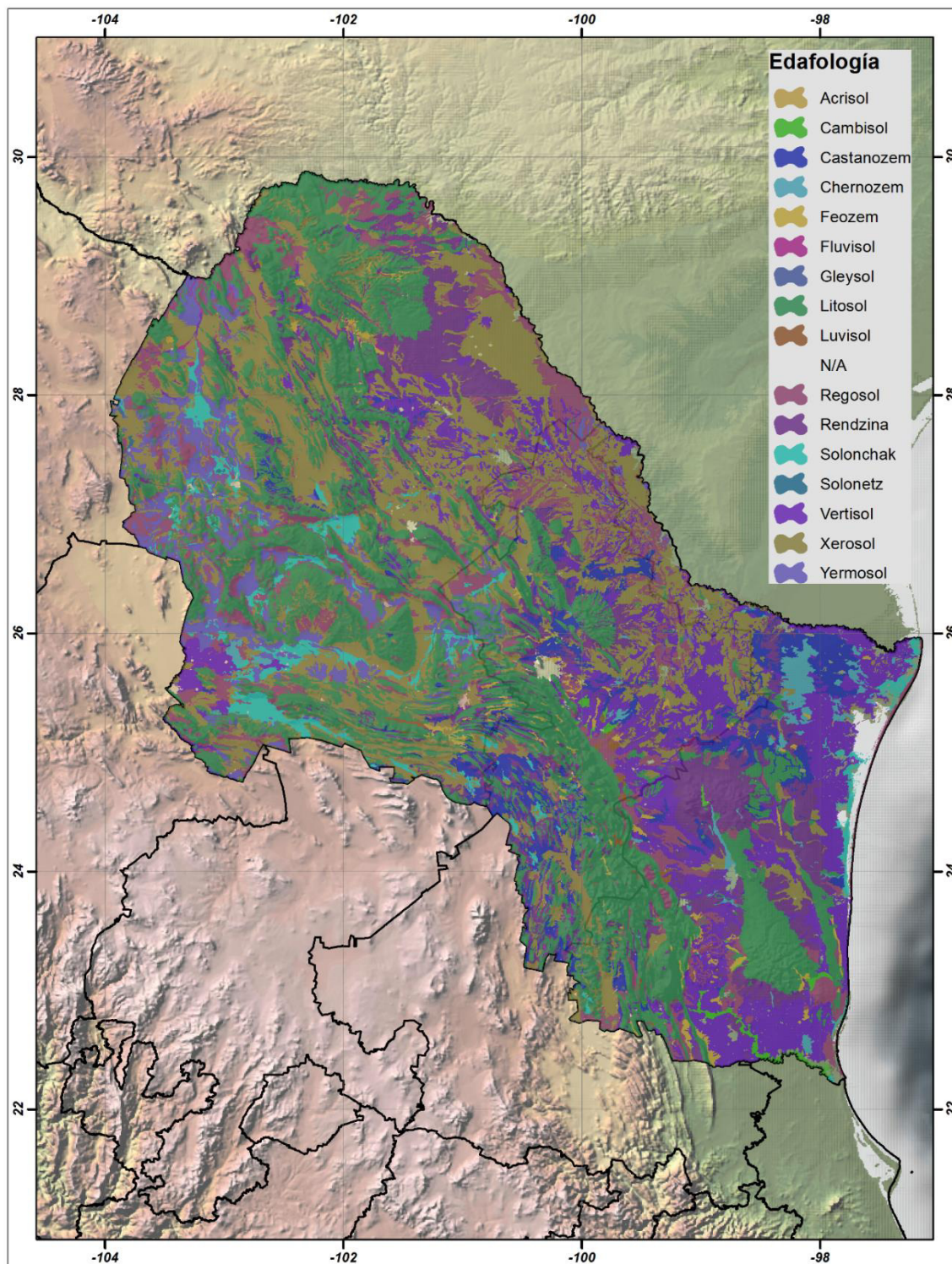


Figura. 8.12. Edafología en el territorio para los 3 estados objeto de Estudio. (INEGI, Cartas Edafológicas Escala 250,000)

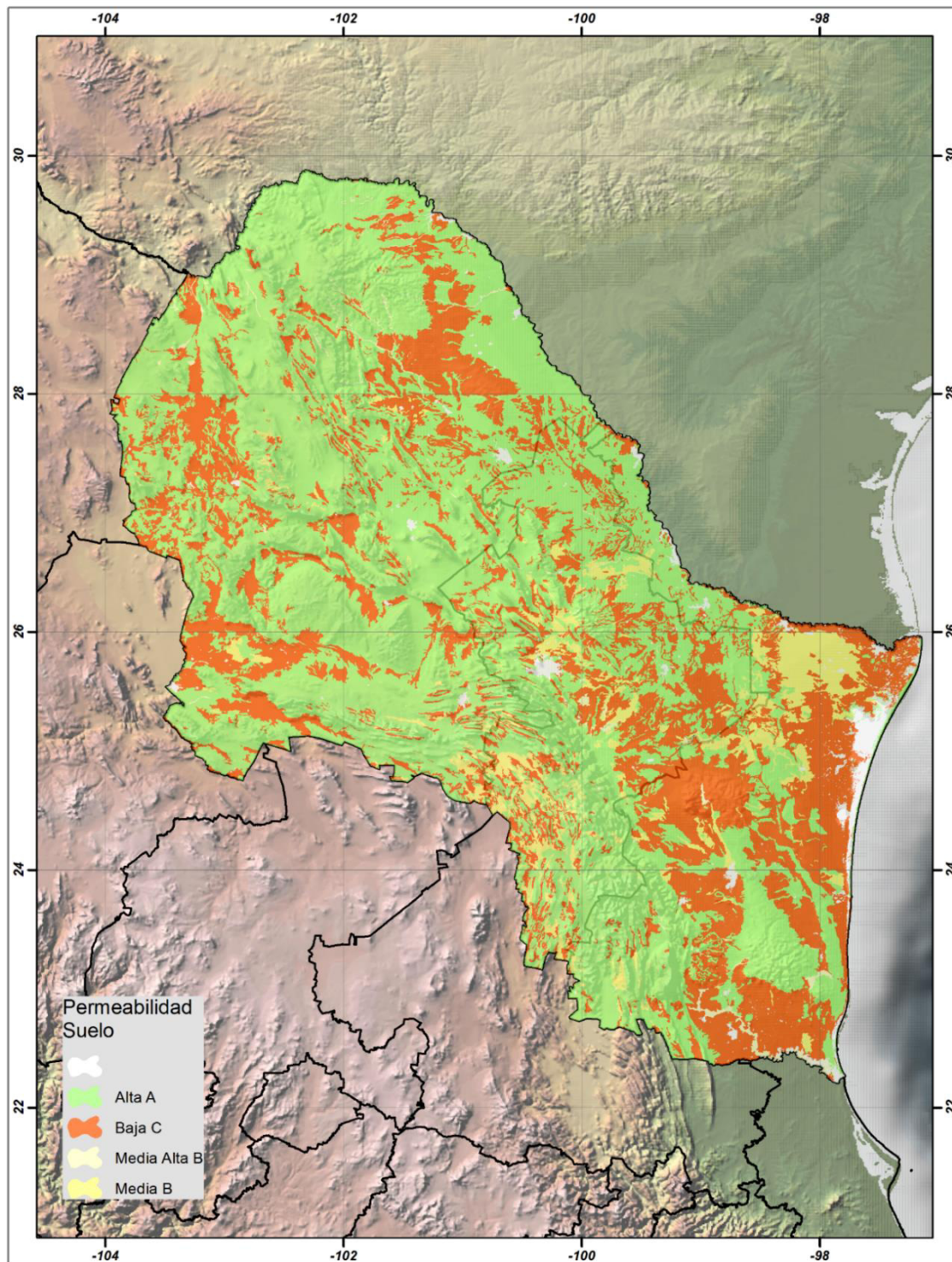


Figura 8.13. Calificación de la Permeabilidad del Suelo, con base en la capa de Edafología.

Una vez definida la permeabilidad del suelo usando la edafología, es necesario conjuntarlo con la capa de Uso de Suelo y Vegetación, para definir el denominado parámetro K. (Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural “Pequeños Almacenamientos”. Secretaría de Recursos Hidráulicos, adaptación del Libro: Small Dams).

Tabla 8.5. Superficie del área de Estudio clasificada por Uso de Suelo y Vegetación. (INEGI)

USO DE SUELO Y VEGETACION	AREA (HA)	%	USO DE SUELO Y VEGETACION	AREA (HA)	%
ACUICOLA	1,142.64	0.00	SIN VEGETACION APARENTE	108,621.54	0.37
AGRICULTURA DE HUMEDAD ANUAL	2,756.26	0.01	TULAR	13,865.15	0.05
<b>AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL</b>	<b>1,010,382.86</b>	<b>3.41</b>	VEGETACION DE DESIERTOS ARENOSOS	87,320.96	0.29
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE	170,507.74	0.58	VEGETACION DE DUNAS COSTERAS	17,727.75	0.06
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE	246,032.27	0.83	VEGETACION DE GALERIA	9,183.30	0.03
AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	107,291.17	0.36	VEGETACION GIPSOFILO	47,058.93	0.16
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE	95,189.13	0.32	VEGETACION HALOFILA HIDROFILO	177,926.55	0.60
AGRICULTURA DE RIEGO SEMIPERMANENTE Y PERMANENTE	1,258.89	0.00	VEGETACION HALOFILA XEROFILO	571,586.64	1.93
<b>AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL</b>	<b>1,974,427.76</b>	<b>6.67</b>	VEG SECARBOREA DE BOSQUE DE ENCINO	4,683.49	0.02
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y PERMANENTE	35,029.17	0.12	VEG SECARBOREA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	864.39	0.00
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y SEMIPERMANENTE	67,998.55	0.23	VEG SECARBOREA DE BOSQUE DE MEZQUITE	867.20	0.00
AGRICULTURA DE TEMPORAL PERMANENTE	27,345.44	0.09	VEG SECARBOREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	1,929.69	0.01
AGRICULTURA DE TEMPORAL SEMIPERMANENTE	13,559.36	0.05	VEG SECARBOREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	63,290.45	0.21
ASENTAMIENTOS HUMANOS	109,387.21	0.37	VEG SECARBOREA DE SELVA BAJA ESPINOSA CADUCIFOLIA	67,796.61	0.23
BOSQUE DE AYARAIN	11,920.53	0.04	VEG SECARBOREA DE SELVA BAJA ESPINOSA SUBPERENNIFOLIA	1,168.46	0.00
BOSQUE DE ENCINO	535,382.07	1.81	VEG SECARBOREA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	81.41	0.00
BOSQUE DE ENCINO-PINO	196,279.36	0.66	VEG SEC. ARBUSTIVA DE BOSQUE DE AYARAIN	14,662.06	0.05
BOSQUE DE GALERIA	2,048.11	0.01	VEG SEC. ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	304,087.60	1.03
BOSQUE DE MEZQUITE	39,398.47	0.13	VEG SEC. ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO	126,150.82	0.43
BOSQUE DE OYAMEL	1,799.12	0.01	VEG SEC. ARBUSTIVA DE BOSQUE DE MEZQUITE	3,003.29	0.01
BOSQUE DE PINO	317,619.47	1.07	VEG SEC. ARBUSTIVA DE BOSQUE DE OYAMEL	2,319.68	0.01
BOSQUE DE PINO-ENCINO	283,542.48	0.96	VEG SEC. ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO	223,296.26	0.75
BOSQUE DE TAUISCATE	31,088.50	0.11	VEG SEC. ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	35,184.24	0.12
BOSQUE MESOFILO DE MONTANA	21,177.60	0.07	VEG SEC. ARBUSTIVA DE BOSQUE DE TASCATE	12,569.15	0.04
CHAPARRAL	397,020.54	1.34	VEG SEC. ARBUSTIVA DE CHAPARRAL	5,592.85	0.02
CUERPO DE AGUA	437,147.58	1.48	VEG SEC. ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE	553.31	0.00
DESPROVISTO DE VEGETACION	8,332.42	0.03	VEG SEC. ARBUSTIVA DE MATORRAL DESERTICO MICROFILO	444,389.06	1.50
MANGLAR	4,393.21	0.01	VEG SEC. ARBUSTIVA DE MATORRAL DESERTICO ROSETOFILO	57,241.90	0.19
MATORRAL CRASICAULE	8,097.74	0.03	VEG SEC. ARBUSTIVA DE MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO	845,623.65	2.86
<b>MATORRAL DESERTICO MICROFILO</b>	<b>4,074,778.16</b>	<b>13.76</b>	VEG SEC. ARBUSTIVA DE MATORRAL SUBMONTANO	288,906.57	0.98
<b>MATORRAL DESERTICO ROSETOFILO</b>	<b>5,931,390.25</b>	<b>20.03</b>	VEG SEC. ARBUSTIVA DE MEZQUITAL XEROFILO	25,743.27	0.09
<b>MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO</b>	<b>2,480,872.56</b>	<b>8.38</b>	VEG SEC. ARBUSTIVA DE PASTIZAL GIPSOFILO	2,116.82	0.01
<b>MATORRAL SUBMONTANO</b>	<b>1,788,126.78</b>	<b>6.04</b>	VEG SEC. ARBUSTIVA DE PASTIZAL HALOFILO	65,157.42	0.22
MEZQUITAL TROPICAL	53,532.01	0.18	VEG SEC. ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	92,180.97	0.31
MEZQUITAL XEROFILO	422,472.66	1.43	VEG SEC. ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	140,418.37	0.47
PASADIZO EXTRANJERO	2,329.90	0.01	VEG SEC. ARBUSTIVA DE SELVA BAJA ESPINOSA CADUCIFOLIA	28,885.72	0.10
PALMAR INDUCIDO	3,123.64	0.01	VEG SEC. ARBUSTIVA DE SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA	55.48	0.00
PALMAR NATURAL	682.44	0.00	VEG SEC. ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	1,959.48	0.01
<b>PASTIZAL CULTIVADO</b>	<b>2,814,001.12</b>	<b>9.50</b>	VEG SEC. ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	1,932.91	0.01
PASTIZAL GIPSOFILO	26,314.29	0.09	VEG SEC. ARBUSTIVA DE VEGETACION DE DESIERTOS ARENOSOS	1,136.99	0.00
PASTIZAL HALOFILO	332,139.88	1.12	VEG SEC. ARBUSTIVA DE VEGETACION HALOFILA HIDROFILO	344.71	0.00
PASTIZAL INDUCIDO	365,032.65	1.23	VEG SEC. ARBUSTIVA DE VEGETACION HALOFILA XEROFILO	94,323.90	0.32
PASTIZAL NATURAL	471,232.92	1.59	VEG SEC. HERBACEA DE MATORRAL DESERTICO ROSETOFILO	117.84	0.00
SELVA BAJA CADUCIFOLIA	373,652.90	1.26	VEG SEC. HERBACEA DE MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO	2,376.47	0.01
SELVA BAJA ESPINOSA CADUCIFOLIA	129,341.05	0.44	VEG SEC. HERBACEA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	569.97	0.00
SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA	9,129.83	0.03	VEG SEC. HERBACEA DE VEGETACION HALOFILA XEROFILO	191.09	0.00
SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA	7,180.26	0.02	VEG SEC. HERBACEA DE MATORRAL DE CONIFERAS	66.37	0.00
SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	2,301.02	0.01	ZONA URBANA	166,135.10	0.56
			<b>TOTAL:</b>	<b>29,606,455.78</b>	<b>100.00</b>





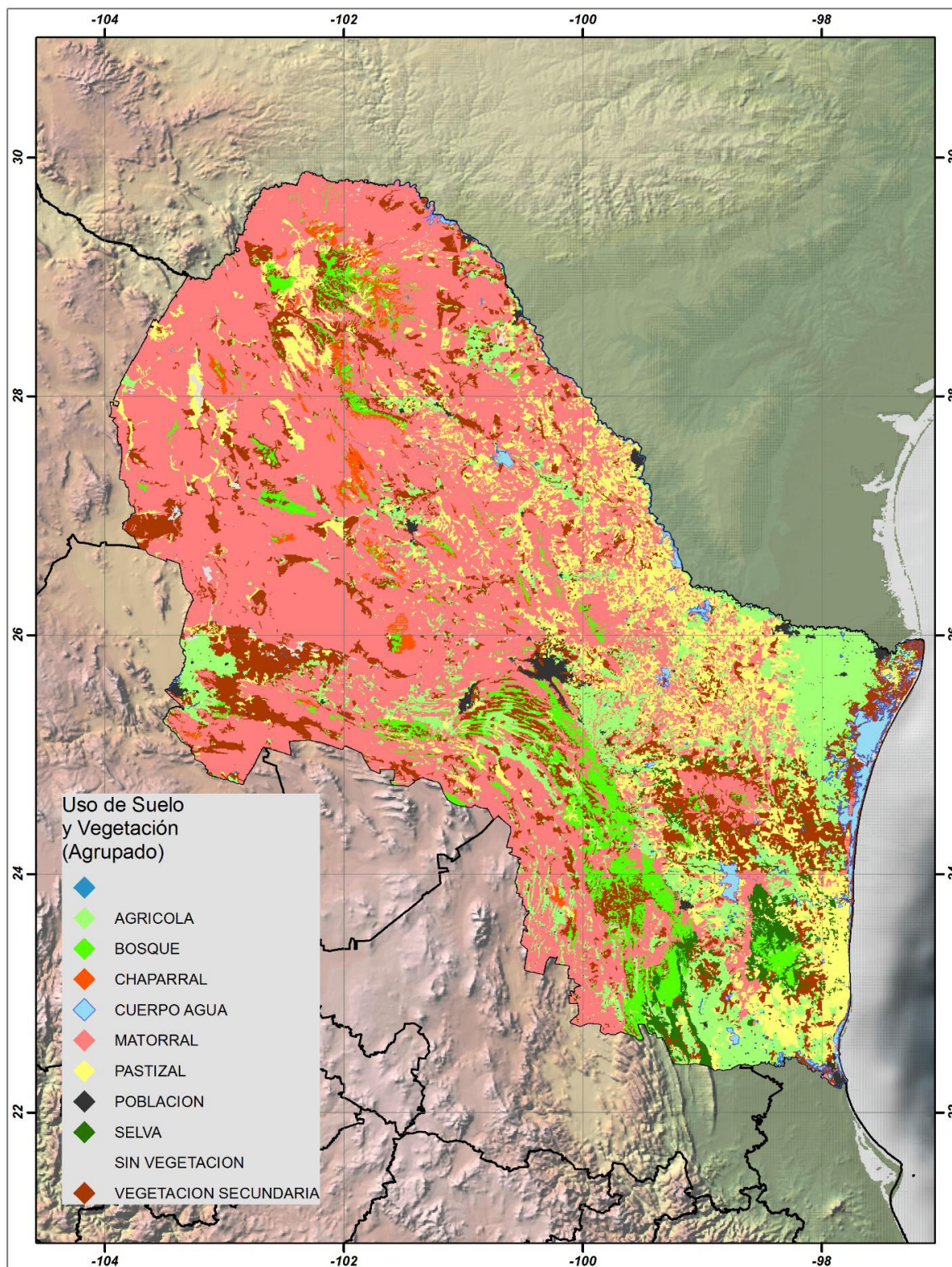


Figura 8.15. Uso de Suelo y Vegetación, agrupado por clases principales.

Tabla.8.6. Determinación del valor K, como función de las variables: permeabilidad de suelo y Uso de Suelo (NOM-011-CNA-2000).

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:			
En Hilera	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0,14	0,20	0,28
Del 50 al 75% - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos del 50% - Excesivo -	0,24	0,28	0,30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0,07	0,16	0,24
Cubierto del 50 al 75%	0,12	0,22	0,26
Cubierto del 25 al 50%	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos del 25%	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30



Figura 8.15 a. Vista al NW de la Presa de Jales No. 4 de la Unidad la Encantada, Municipio de Ocampo, Coahuila. (Manifiesto de Impacto Ambiental para Planta de Lixiviación Dinámica y Presa de Jales, Unidad La Encantada).

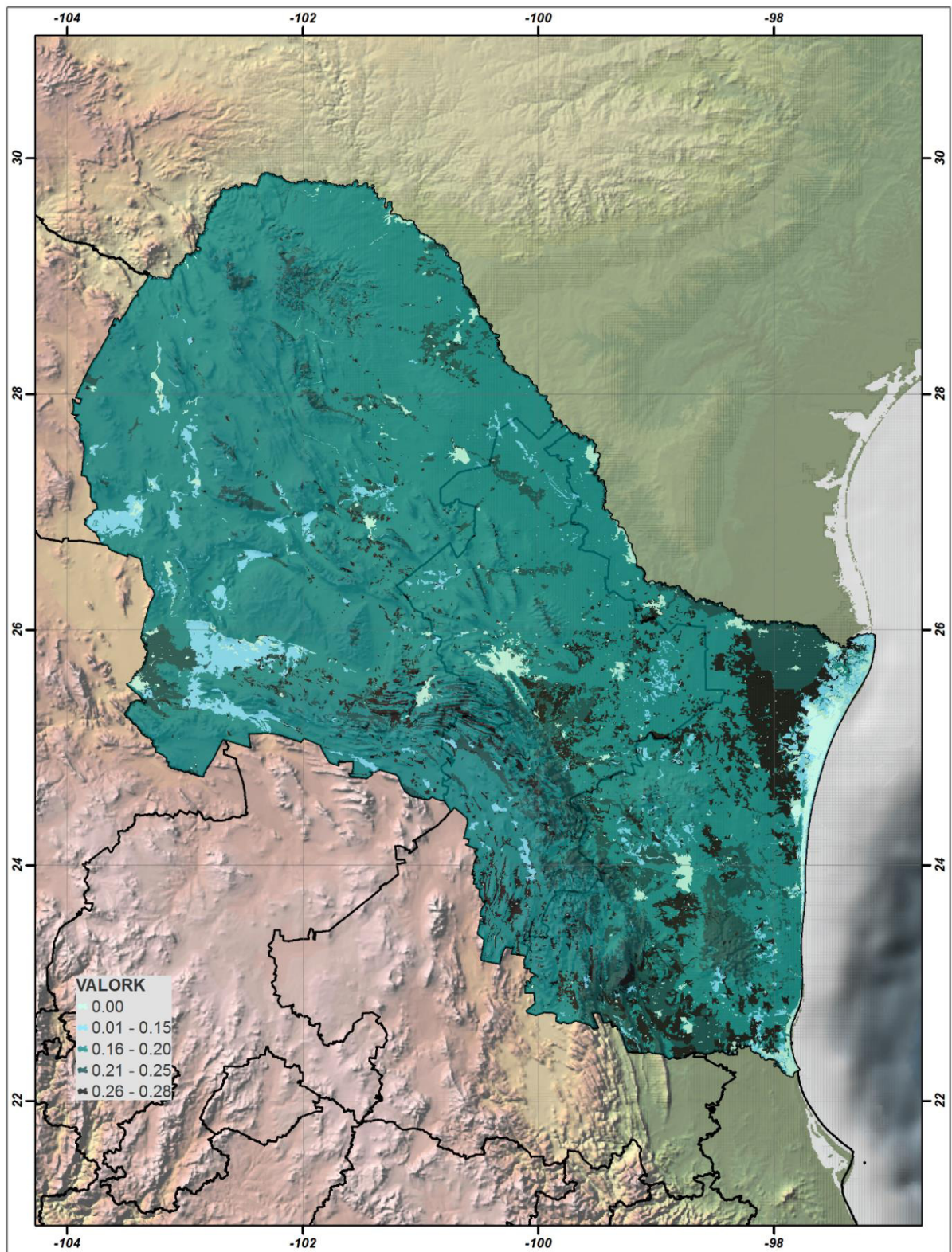


Figura 8.16. Valor de la variable K, producto de la interacción de Uso de Suelo y Vegetación con Permeabilidad.

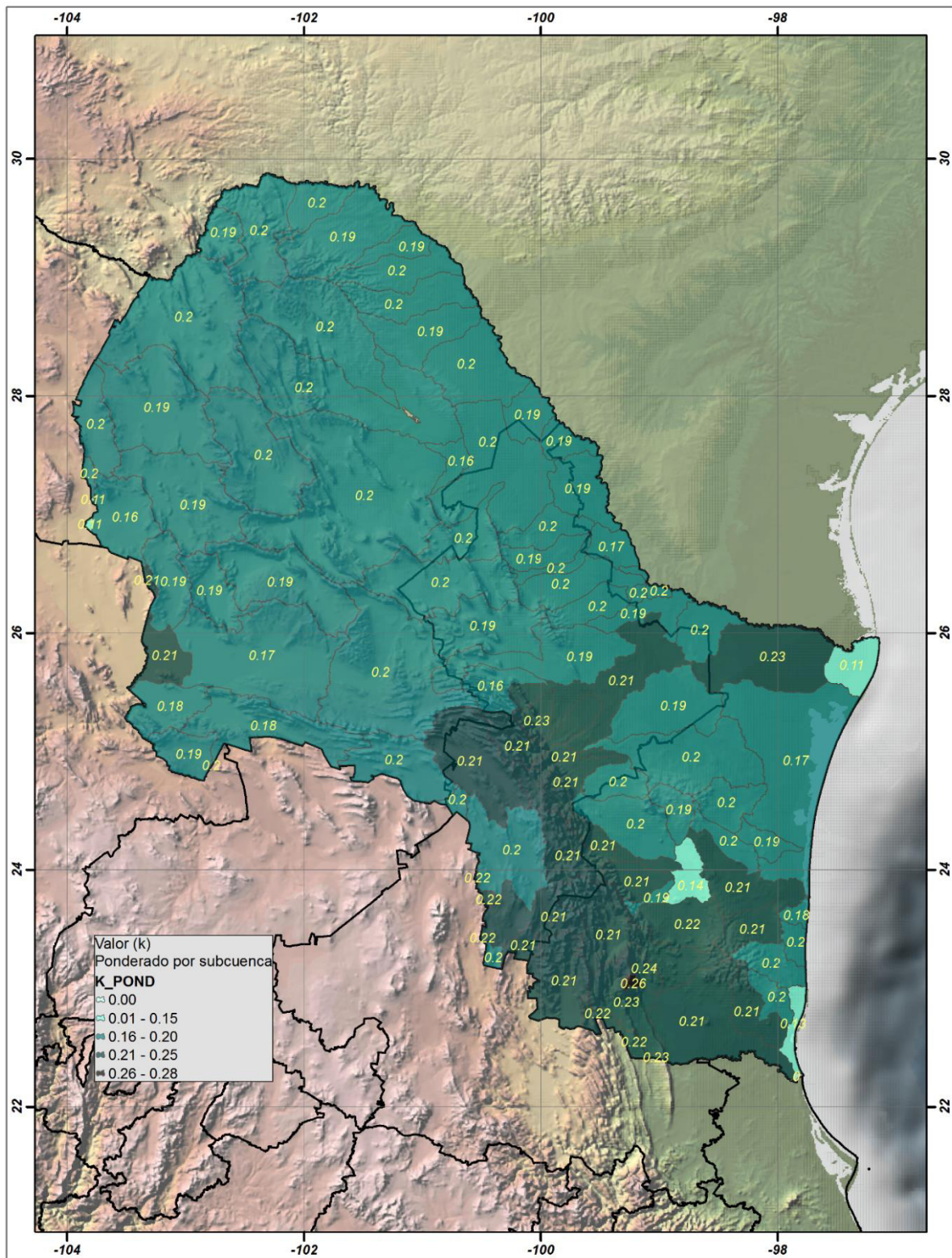


Figura 8.17. Valor de la variable K, ponderada para cada subcuenca.

Obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual ( $C_e$ ), se calcula según sea el escenario mediante una de las 2 fórmulas siguientes:

K: PARAMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL ( $C_e$ )
Si K resulta menor o igual que 0,15	$C_e = K (P-250) / 2000$
Si K es mayor que 0,15	$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0,15) / 1,5$

Por lo tanto, si el coeficiente de escurrimiento es 0.18, significa que el 18% del agua que llueve en la subcuenca escurre por la superficie, no se evapotranspira ni se infiltra al subsuelo.



Figura 8.17a. Riego en el Valle de San Fernando, Tamaulipas.  
<http://archivo.tamaulipas.gob.mx/2015/01/promueve-gobierno-de-tamaulipas-la-modernizacion-agricola/>

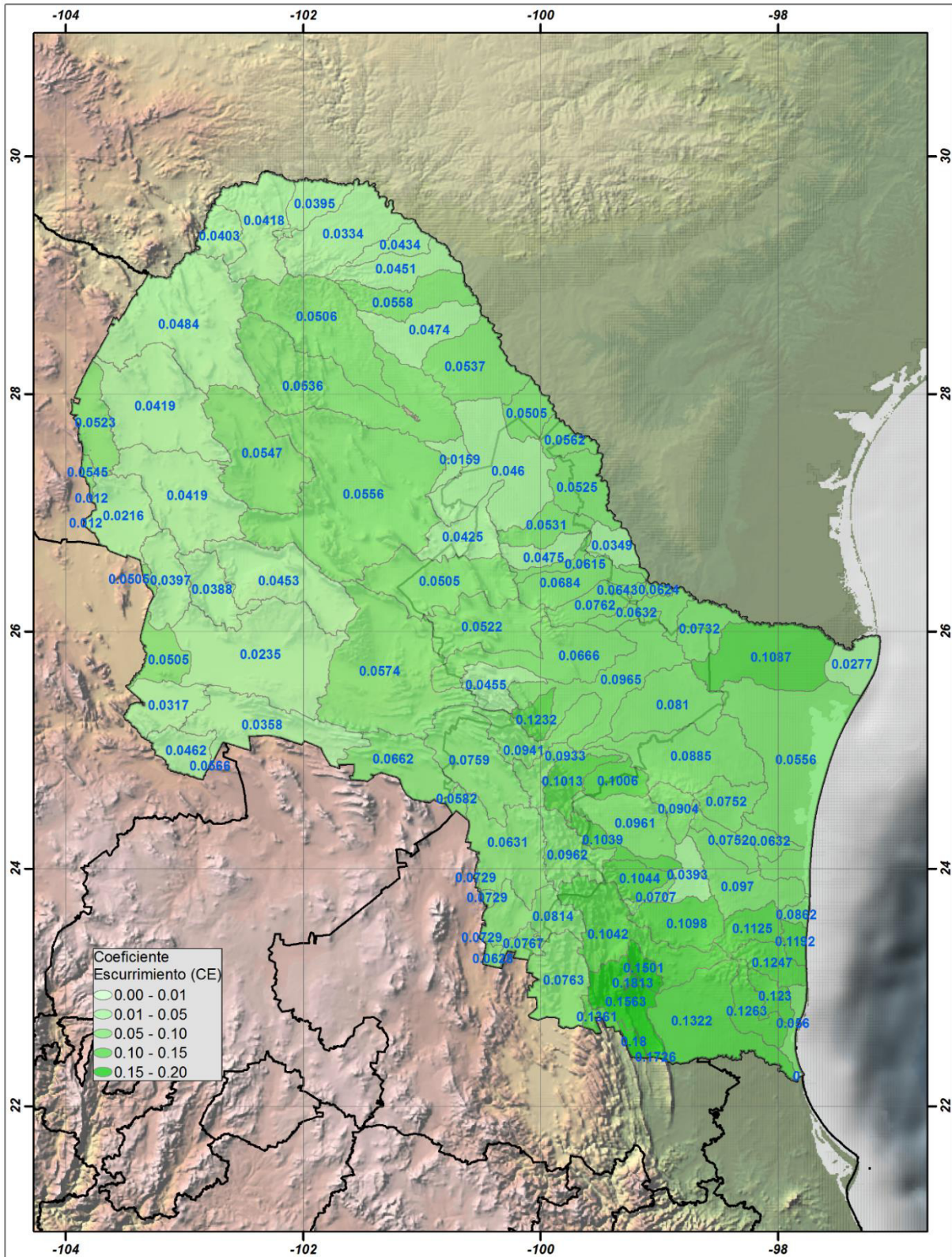


Figura 8.18. Valor del Coeficiente de Escurrimiento por Subcuenca.

### 8.3.3 Cálculo de Evapotranspiración.

La evapotranspiración se define como el resultado del desarrollo simultáneo de la evaporación y la transpiración vegetal provocado por una fuente de calor que en último término procede del Sol.

Se estima como un promedio global que el 57% de la precipitación anual es transferida a la atmósfera a través de este proceso, pudiendo llegar a valores del 90% y 100% en zonas áridas o desérticas, respectivamente (Sánchez, 1992).

La Evapotranspiración es la combinación de dos procesos independientes por los cuales se pierde agua, la evaporación del agua de la superficie del suelo y la transpiración del cultivo, por consiguiente, todos los factores que inciden en la evaporación y en la transpiración, influirán en la evapotranspiración.

La mayor parte de los métodos teóricos para medir la evapotranspiración requiere de una serie de datos climáticos que se tienen a disposición en la base de datos de las estaciones climatológicas del SMN.

Existen varios métodos para calcular la evapotranspiración: el método de Thornthwaite calcula la evapotranspiración potencial mediante los datos existentes de las temperaturas medias mensuales, el de Turc utiliza la precipitación y temperatura medias de una cuenca, mientras que el método de Blaney y Criddle así como el de Grassi y Christensen hacen uso de la radiación solar (Rodríguez Zayas, 2001).

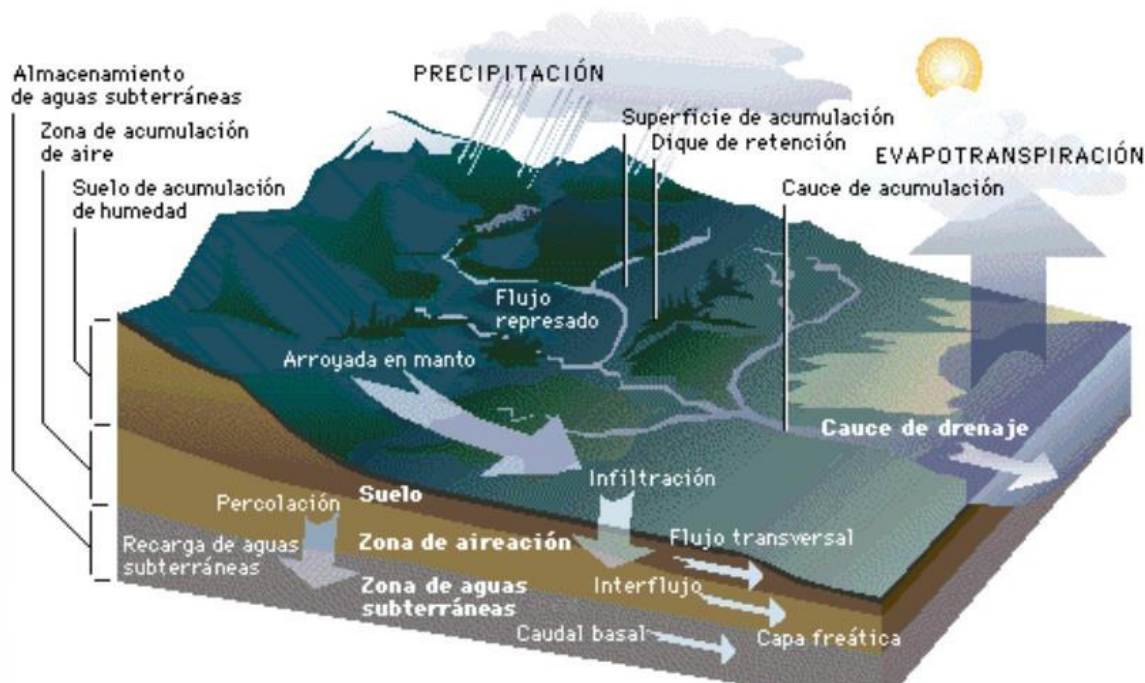


Figura 8.19. Ciclo del Agua.(Enciclopedia Encarta).



Dado que se tienen disponibles los datos de temperatura media anual y precipitación de las estaciones climatológicas se utilizará la fórmula de TURC, para el cálculo de la Evapotranspiración.

$$ETP = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Dónde:

- ETP= Evapotranspiración media anual en mm.
- P= Precipitación media anual (mm/año)
- $L=300 +25t +0.05t^3$
- t = temperatura media anual (°C)

Cómo ejemplo, considere los datos promedio de las estaciones climatológicas para una cuenca de **P= 540 mm** y **t = 16.7 °C**.

$$L=300 +25(16.7) +0.05 (16.7)^3 = \mathbf{950.37}$$

Y se calcula la Evapotranspiración ( $ETP= \mathbf{540} / ((0.9+ ((\mathbf{540})^2 / (\mathbf{950.37})^2)^{0.5}) = \mathbf{488.32}$  mm

$F=P-Q-ETR$ , dónde:

- F= Infiltración (mm)
- P= Precipitación Media Anual (mm),
- Q= Esguerrimiento (mm) y
- ETP= Evapotranspiración (mm).

**Infiltración = 540-(17.82.04)- (488.32) = 33.85 mm/año.**

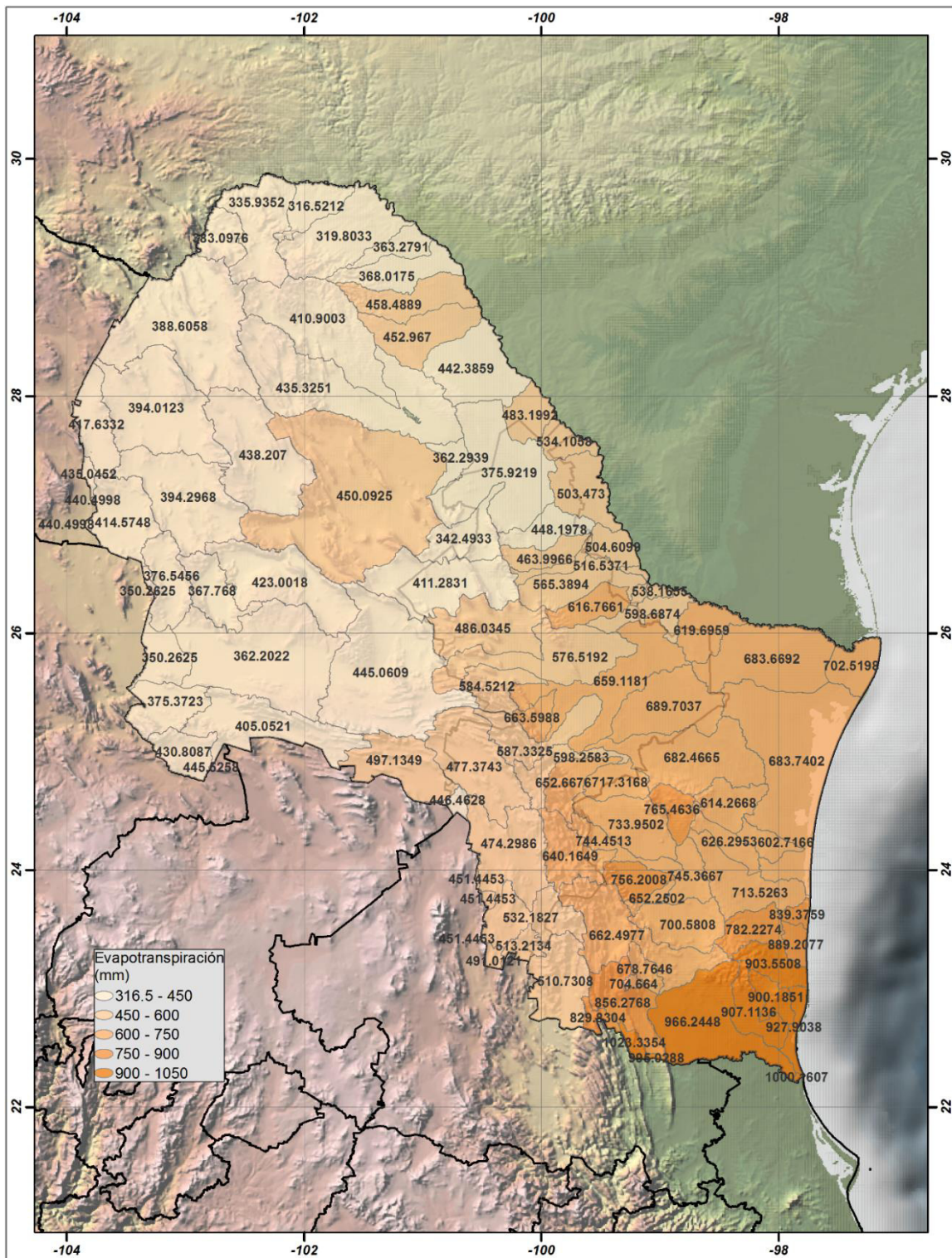


Figura 8.20. Valores de evapotranspiración determinados a partir de la Fórmula de Turc.

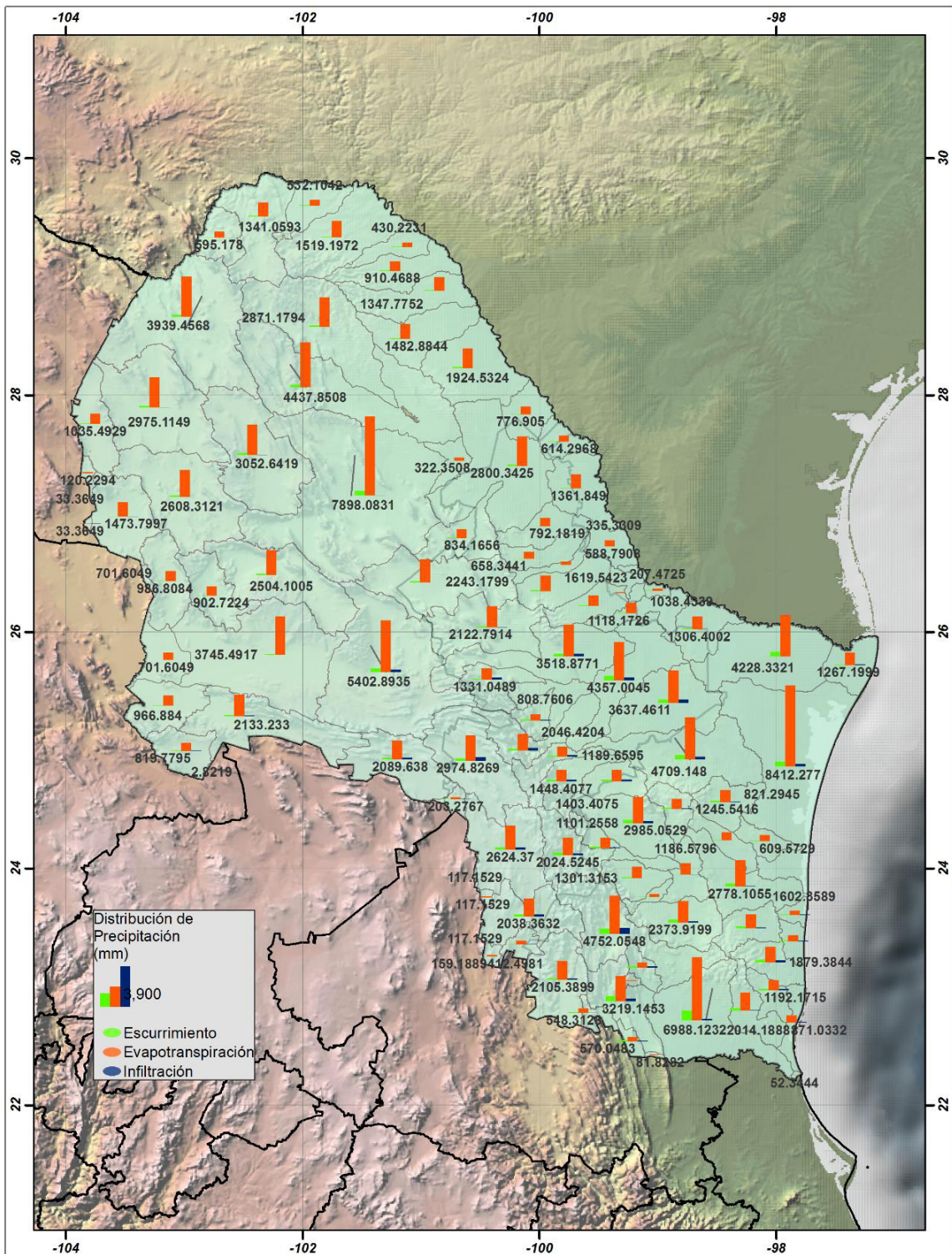


Figura 8.21. Distribución de la Precipitación anual, indicando sus 3 subproductos: Evapotranspiración, Infiltración y Escorrentamiento.

Dentro de los aspectos más relevantes de la NOM-011-CNA-2003, en su apartado 5.3.4 Aspectos hidrológicos, refiere:

*5.3.4. Para comprobar que la presa de jales no representa un riesgo para los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, en cuanto a su uso, aprovechamiento y explotación, se deben presentar los siguientes estudios:*

*5.3.4.1 Superficial*

- a) Delimitar la subcuenca hidrológica donde se localiza el sitio del depósito de jales.*
- b) Determinar el volumen medio anual del escurrimiento de la cuenca aguas arriba del sitio de interés, conforme a la NOM-011-CNA-2003 . c) Cuando tenga que utilizarse algún cauce de cualquier tipo de corriente para ubicar el depósito, determinar el gasto correspondiente en el sitio de interés.*
- d) Determinar el área de inundación de la subcuenca, representándola en cartas topográficas de INEGI a escala 1:50,000 o a una adecuada, si la zona de estudio es pequeña.*
- e) Determinar la calidad del agua de los cuerpos superficiales, tanto aguas arriba como aguas abajo, con base en las concentraciones de parámetros físicos y químicos: pH, conductividad, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, grasas y aceites, sólidos disueltos totales, cianuro total, coliformes fecales y metales como plomo, cadmio, cobre, zinc o cualquier otro que pueda en un momento dado derivarse del depósito de jales.*

1. En su apartado 5.3.1 “**Aspectos climáticos**”, la NOM 141-SEMARNAT-2003, hace referencia a documentar las características climatológicas para evitar daños o que se genere carga hidráulica o derrame de excedencias, en específico se refiere a.

- a) Zona hidrológica de ubicación del sitio (Figura 2: Carta hidrológica de la República Mexicana).*
- b) Precipitación media mensual y anual, así como sus valores máximos y mínimos.*
- c) Tormenta máxima observada para una duración de 24 horas.*
- d) Tormenta de diseño para un periodo de retorno establecido de acuerdo con la clasificación del jal, la zona hidrológica y la topografía del sitio.*
- e) Velocidad, dirección y frecuencia de los vientos.*

**8.4. Clasificación Topográfica, Sísmica e Hidrológica de la zona de estudio.**

**8.4.1. Clasificación Topográfica.**

El sitio seleccionado debe describirse de acuerdo a la Clasificación Topográfica de la República Mexicana, incluida como Tabla 2 de la presente Norma.

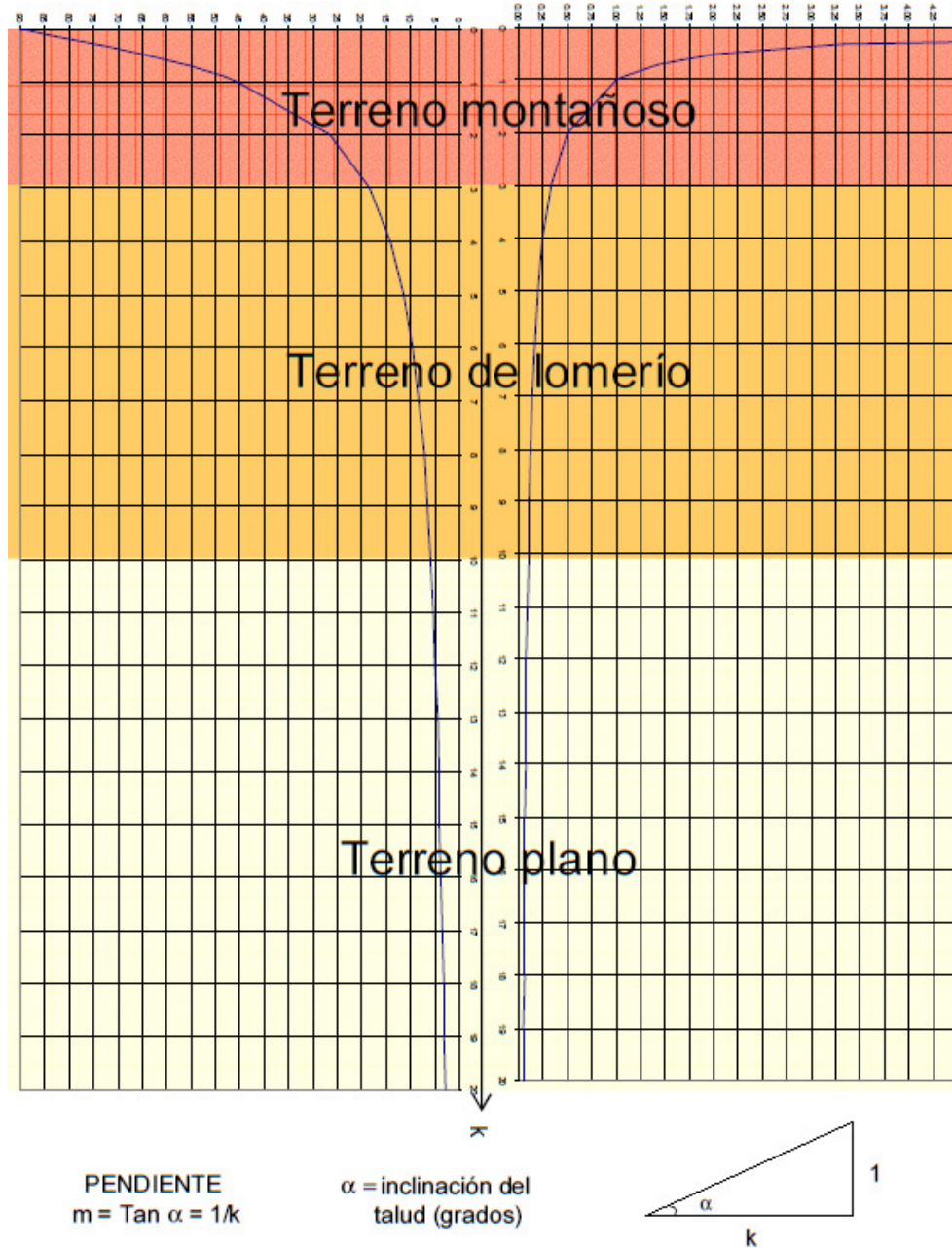


Figura 8.22. Clasificación Topográfica según la NOM 141 SEMARNAT 2003, señalada como Tabla 2.

Tabla.8.7. Relación entre ángulo, pendiente y clasificación Topográfica según la NOM 141 SEMARNAT 2003, señalada como Tabla 2.

Clasificación Topográfica según la NOM 141 SEMARNAT 2003					Clasificación Topográfica según la NOM 141 SEMARNAT 2003				
Angulo	radianes	Tang (ang)	K	TIPO	Angulo	radianes	Tang (ang)	K	TIPO
0	0.0000	0.00	#j DIV/0!	Plano	47	0.8203	1.07	0.93	Montaña
1	0.0175	0.02	57.29	Plano	48	0.8378	1.11	0.90	Montaña
2	0.0349	0.03	28.64	Plano	49	0.8552	1.15	0.87	Montaña
3	0.0524	0.05	19.08	Plano	50	0.8727	1.19	0.84	Montaña
4	0.0698	0.07	14.30	Plano	51	0.8901	1.23	0.81	Montaña
5	0.0873	0.09	11.43	Plano	52	0.9076	1.28	0.78	Montaña
6	0.1047	0.11	9.51	Lomerío	53	0.9250	1.33	0.75	Montaña
7	0.1222	0.12	8.14	Lomerío	54	0.9425	1.38	0.73	Montaña
8	0.1396	0.14	7.12	Lomerío	55	0.9599	1.43	0.70	Montaña
9	0.1571	0.16	6.31	Lomerío	56	0.9774	1.48	0.67	Montaña
10	0.1745	0.18	5.67	Lomerío	57	0.9948	1.54	0.65	Montaña
15	0.2618	0.27	3.73	Lomerío	58	1.0123	1.60	0.62	Montaña
16	0.2793	0.29	3.49	Lomerío	59	1.0297	1.66	0.60	Montaña
17	0.2967	0.31	3.27	Lomerío	60	1.0472	1.73	0.58	Montaña
18	0.3142	0.32	3.08	Lomerío	61	1.0647	1.80	0.55	Montaña
19	0.3316	0.34	2.90	Montaña	62	1.0821	1.88	0.53	Montaña
20	0.3491	0.36	2.75	Montaña	63	1.0996	1.96	0.51	Montaña
21	0.3665	0.38	2.61	Montaña	64	1.1170	2.05	0.49	Montaña
22	0.3840	0.40	2.48	Montaña	65	1.1345	2.14	0.47	Montaña
23	0.4014	0.42	2.36	Montaña	66	1.1519	2.25	0.45	Montaña
24	0.4189	0.45	2.25	Montaña	67	1.1694	2.36	0.42	Montaña
25	0.4363	0.47	2.14	Montaña	68	1.1868	2.48	0.40	Montaña
26	0.4538	0.49	2.05	Montaña	69	1.2043	2.61	0.38	Montaña
27	0.4712	0.51	1.96	Montaña	70	1.2217	2.75	0.36	Montaña
28	0.4887	0.53	1.88	Montaña	71	1.2392	2.90	0.34	Montaña
29	0.5061	0.55	1.80	Montaña	72	1.2566	3.08	0.32	Montaña
30	0.5236	0.58	1.73	Montaña	73	1.2741	3.27	0.31	Montaña
31	0.5411	0.60	1.66	Montaña	74	1.2915	3.49	0.29	Montaña
32	0.5585	0.62	1.60	Montaña	75	1.3090	3.73	0.27	Montaña
33	0.5760	0.65	1.54	Montaña	76	1.3265	4.01	0.25	Montaña
34	0.5934	0.67	1.48	Montaña	77	1.3439	4.33	0.23	Montaña
35	0.6109	0.70	1.43	Montaña	78	1.3614	4.70	0.21	Montaña
36	0.6283	0.73	1.38	Montaña	79	1.3788	5.14	0.19	Montaña
37	0.6458	0.75	1.33	Montaña	80	1.3963	5.67	0.18	Montaña
38	0.6632	0.78	1.28	Montaña	81	1.4137	6.31	0.16	Montaña
39	0.6807	0.81	1.23	Montaña	82	1.4312	7.12	0.14	Montaña
40	0.6981	0.84	1.19	Montaña	83	1.4486	8.14	0.12	Montaña
41	0.7156	0.87	1.15	Montaña	84	1.4661	9.51	0.11	Montaña
42	0.7330	0.90	1.11	Montaña	85	1.4835	11.43	0.09	Montaña
43	0.7505	0.93	1.07	Montaña	86	1.5010	14.30	0.07	Montaña
44	0.7679	0.97	1.04	Montaña	87	1.5184	19.08	0.05	Montaña
45	0.7854	1.00	1.00	Montaña	88	1.5359	28.64	0.03	Montaña
46	0.8029	1.04	0.97	Montaña	89	1.5533	57.29	0.02	Montaña
47	0.8203	1.07	0.93	Montaña	90	1.5708	Infinito	0.00	Montaña

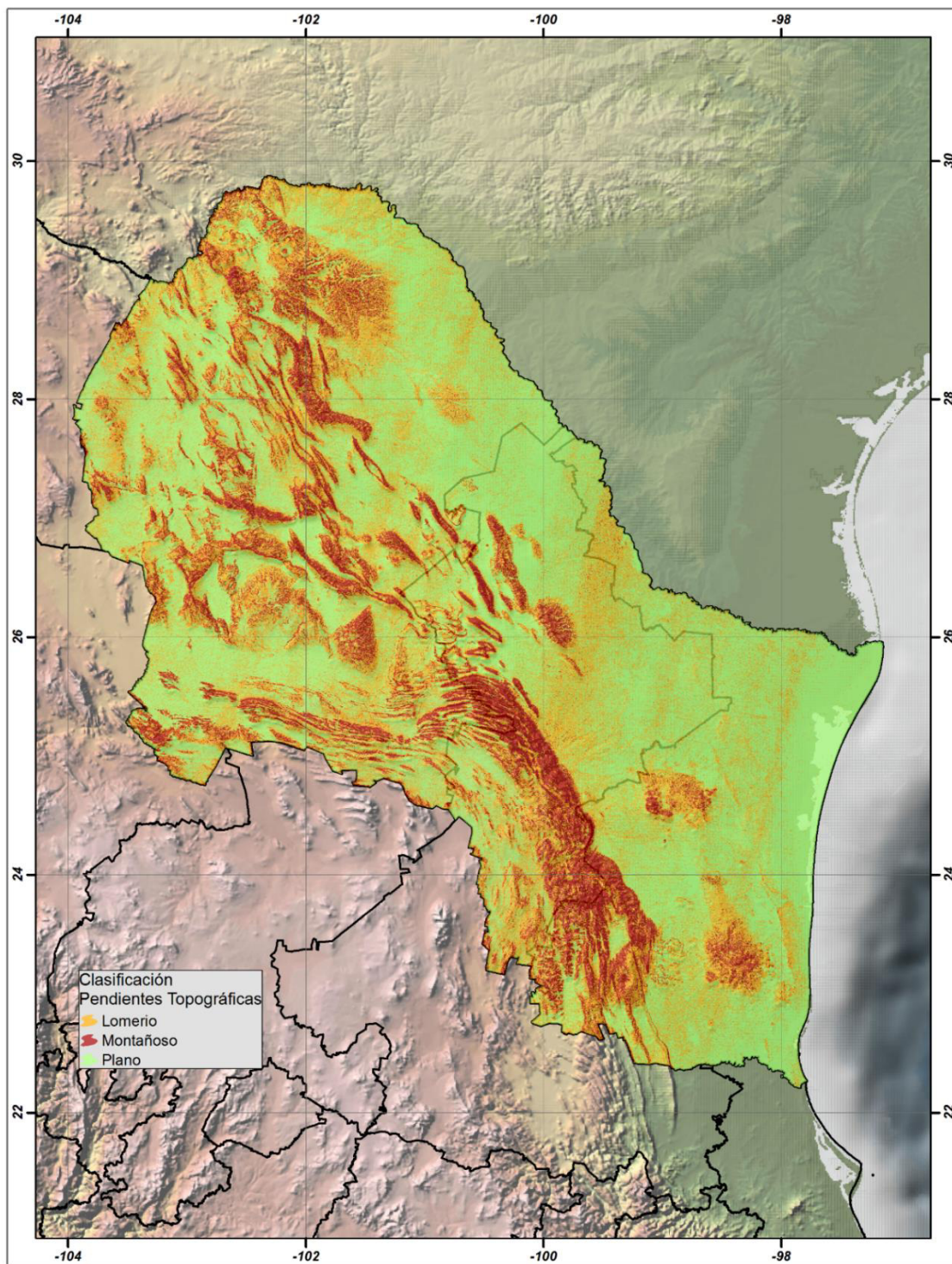


Figura 8.23. Clasificación de pendientes topográficas en la zona de estudio según la NOM 141 SEMARNAT 2003.

### 8.4.2. Clasificación Sísmica.

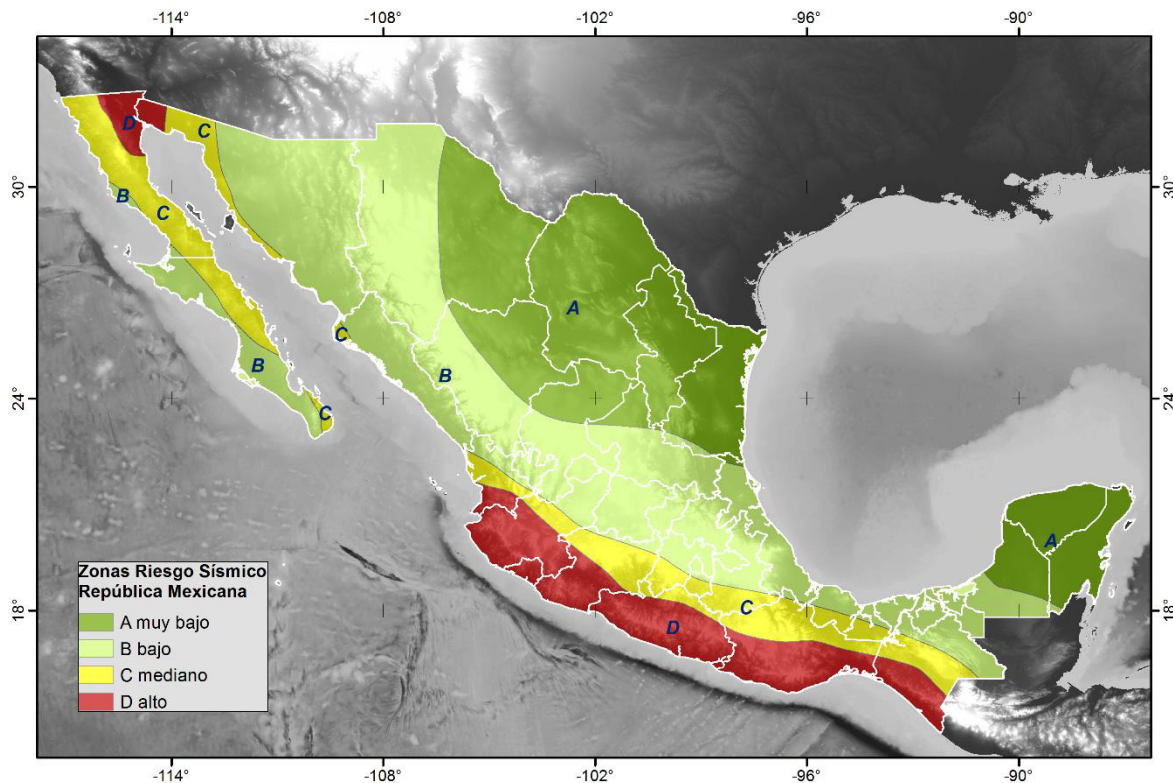


Figura 8.24. Zonificación Sísmica en la República Mexicana CFE.

México se divide en 4 zonas sísmicas:

Zona A, de baja sismicidad. En esta zona no se han registrados ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.

La zona noreste del país se encuentra en su inmensa mayoría en esta categoría.

Zona B, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

Zona D, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sísmicos históricos, y la ocurrencia de sismos es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.



### 8.4.3. Clasificación Hidrológica.

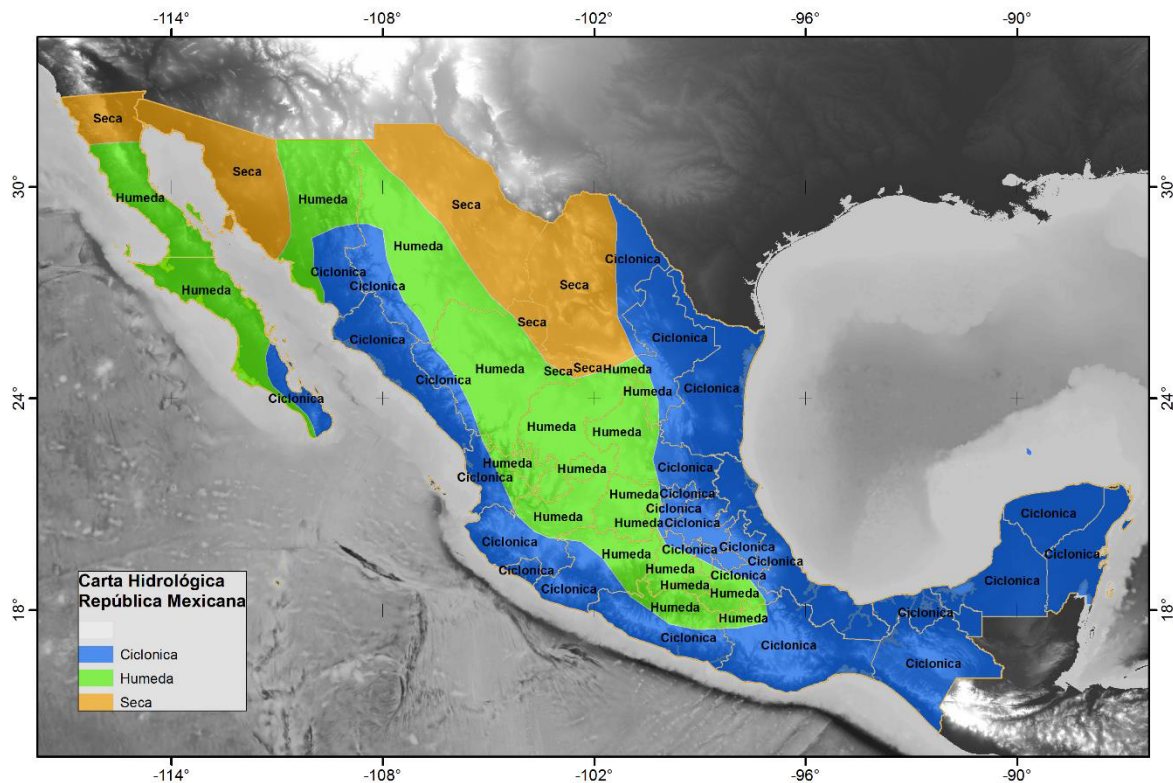


Figura 8.25. Carta Hidrológica de la República Mexicana.

La clasificación de la Carta Hidrológica Mexicana divide el país en 3 tipos:

**Zona ciclónica:** Aquella que pertenece a una cuenca hidrológica afectada directamente por los ciclones.

**Zona húmeda:** Aquella con precipitaciones pluviales producidas por lluvias orográficas y/o convectivas.

**Zona seca.** Aquella con precipitaciones pluviales escasas o nulas.

La región de trabajo de las 3 entidades se divide principalmente entre ciclónica y seca.

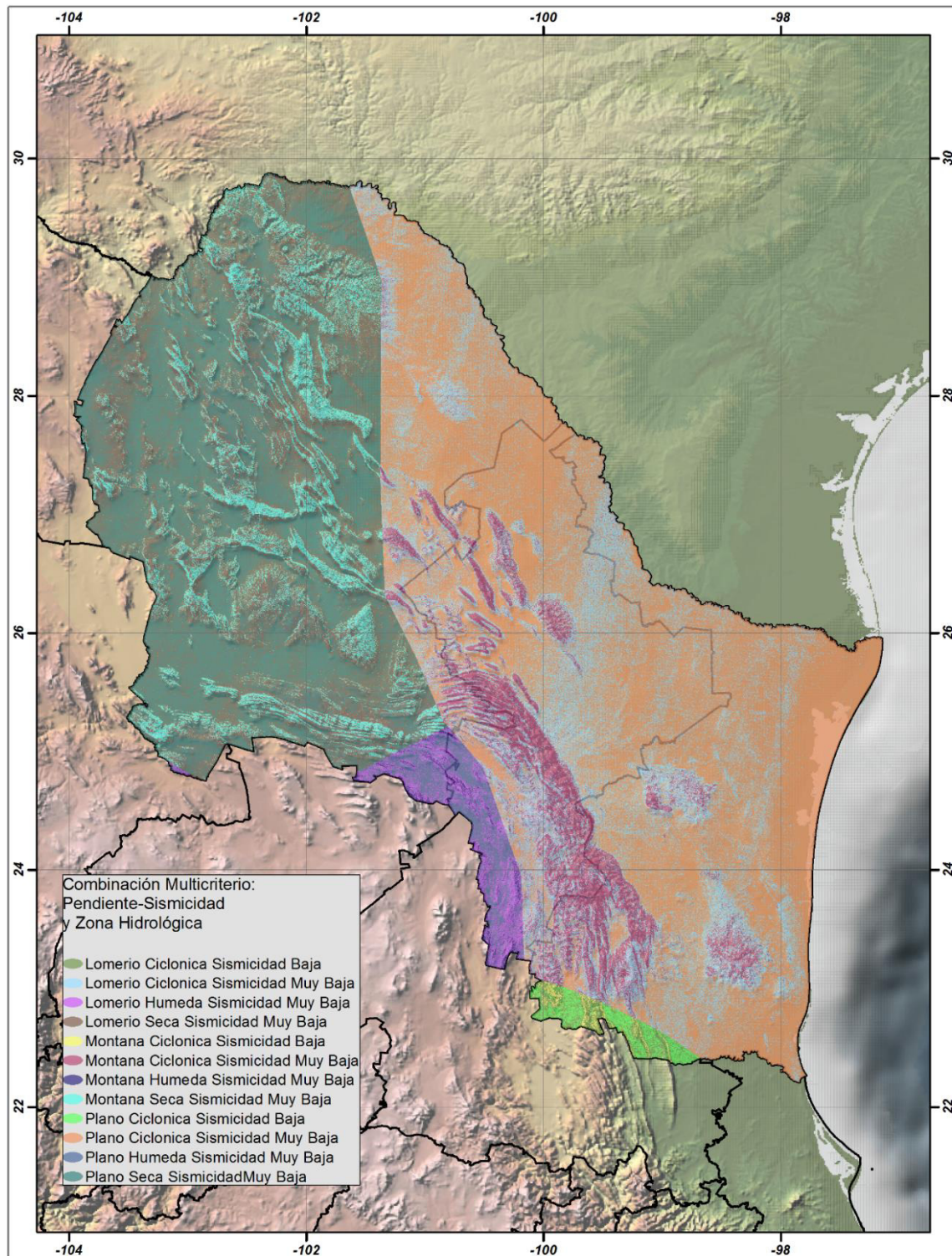


Figura 8.26. Combinación Multicriterio de Pendiente, Sismicidad y Zona Hidrológica, para determinar la valoración ponderada de sitios potenciales para establecer presas de Jales.

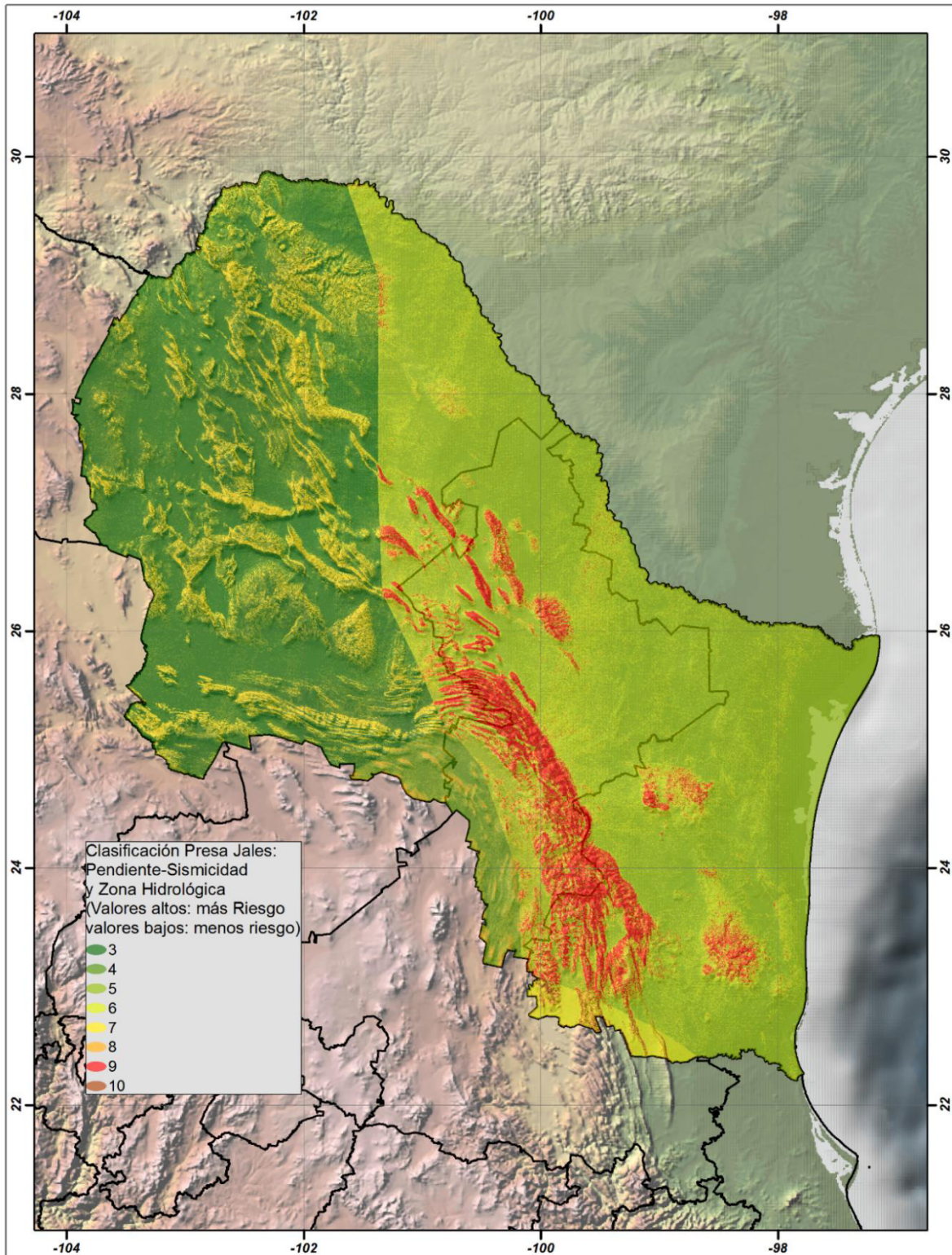


Figura 8.27. Modelo predictivo final producto del análisis multicriterio para instalación de Presa de Jales para los 3 estados del Noreste.

Tabla 8.8. Clasificación de Tipos de construcción en Presas de Jales de la República Mexicana. (Anexo Normativo 3. NOM-141-SEMARNAT-2003)

**Anexo Normativo 3: Clasificación de presas de jales en la República Mexicana**

Sub-grupo	Categoría	TOPOGRAFÍA TERRENO			HIDROLOGÍA ZONA			SISMICIDAD REGIÓN			MÉTODO CONSTRUCTIVO									ANÁLISIS ESTABILIDAD					MONITOREO				SISTEMA DE CANALIZADOR DRENANTE																													
		M	L	P	C	H	S	S	P	A	C <sub>s</sub>	↑A <sub>c</sub>	↑A <sub>s</sub>	↓A <sub>p</sub>	↓A <sub>ch</sub>	↓A <sub>c</sub>	VA <sup>c</sup>	VA <sup>e</sup>	VA <sup>f</sup>	S <sub>g</sub>	E <sub>c</sub>	E <sub>f</sub>	P <sub>e</sub>	S <sub>f</sub>	S <sub>n</sub>	P	I	R	S	S <sub>p</sub>	C <sub>c</sub>	B <sub>b</sub>	S																									
1	x				x			x			2	-	-	1	1	1	3	4	1	4	1	4	1	2	1	2	1	1	1	2	-	-																										
2	x				x			x			2	4	3	1	1	1	2	3	1	3	1	3	1	2	1	3	1	2	1	2	3	-	-																									
3	x				x					x	2	4	3	1	1	1	1	2	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	3	4	-																									
4	x					x		x			2	4	3	1	1	1	2	3	1	4	1	4	1	2	1	2	1	1	1	2	3	-	-																									
5	x					x			x		2	4	3	1	1	1	1	2	1	3	1	3	1	2	1	3	1	2	1	2	3	4	-																									
6	x					x			x		2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	2	3	-																									
7	x						x	x			2	4	3	1	1	1	1	2	1	3	1	3	1	2	1	2	1	1	1	1	2	3	4	-																								
8	x						x		x		2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	3	4	-																									
9	x						x			x	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	3	2	1	2	-																									
10		x			x			x			2	4	3	1	1	1	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	-	-	-																									
11		x			x				x		2	4	3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	3	-	-																									
12		x			x					x	2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	3	4	-																									
13		x				x		x			2	4	3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	3	4	-																								
14		x				x			x		2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	3	4	-																									
15		x				x				x	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	1	2	2	3	-																									
16		x					x	x			2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	3	4	-																								
17		x					x		x		2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	2	1	2	3	4	-																									
18		x					x			x	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	3	2	1	2	-																									
19			x		x			x			1	3	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	-	-	-																									
20			x		x				x		1	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	4	-	-																									
21			x		x					x	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	3	4	-																									
22			x			x		x			1	3	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	4	-	-																									
23			x			x			x		1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	3	4	-																									
24			x			x				x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	1	2	2	3	-																									
25			x				x	x			1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	3	4	-																								
26			x				x		x		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	3	1	2	1	2	3	4	-																								
27			x				x			x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	3	2	1	2	-																									
												Aguas arriba			Aguas abajo			Aguas abajo y aguas arriba			Estático					Sísmico				Alcantarilla																												
												Arenas "redondeada"			Estructuras y arenas "redondeada"			Presa convencional sección graduada					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros				Referencias superficiales				Sismografos				Sección Portal				Canchales o cuadrado				Banco en bahía				Sifones			
												Estructuras			Estructuras con filtro			Estructuras con filtro					Elemento grueso				Elemento fino				Piezómetros</																											

Tabla 8.9. Tablas indicando la superficie producto del análisis multicriterio para instalación de Presa de Jales para los 3 estados del Noreste.

PENDIENTE/HIDROLOGICA/SISMICIDAD	Valor Ponderado	Hectáreas	%Superficie
Montana Ciclonica Sismicidad Baja	10	50,210.889	0.17
Montana Ciclonica Sismicidad Muy Baja	9	1,856,634.208	6.27
Montana Humeda Sismicidad Muy Baja	8	88,448.466	0.30
Lomerio Ciclonica Sismicidad Baja	7	161,200.606	0.54
Montana Seca Sismicidad Muy Baja	7	1,956,542.763	6.61
Lomerio Ciclonica Sismicidad Muy Baja	6	3,324,845.646	11.23
Lomerio Ciclonica Sismicidad Muy Baja	6	1,984,238.937	6.70
Plano Ciclonica Sismicidad Baja	6	161,873.991	0.55
Lomerio Humeda Sismicidad Muy Baja	5	399,464.802	1.35
Plano Ciclonica Sismicidad Muy Baja	5	1,598,281.670	5.40
Plano Ciclonica Sismicidad Muy Baja	5	8,031,770.607	27.13
Lomerio Seca Sismicidad Muy Baja	4	3,262,188.796	11.02
Lomerio Seca Sismicidad Muy Baja	4	1,087,699.606	3.67
Plano Humeda Sismicidad Muy Baja	4	463,122.730	1.56
Plano Seca SismicidadMuy Baja	3	5,179,895.249	17.50
<b>TOTAL:</b>		<b>29,606,418.966</b>	<b>100.00</b>

Valor Ponderado	Hectáreas	% Superficie
10	50,210.889	0.17
9	1,856,634.208	6.27
8	88,448.466	0.30
7	2,117,743.369	7.15
6	5,470,958.574	18.48
5	10,029,517.079	33.88
4	4,813,011.132	16.26
3	5,179,895.249	17.50
<b>TOTAL:</b>	<b>29,606,418.966</b>	<b>100.00</b>

Lo anterior indica que casi la tercera parte del territorio se localiza con los valores de 3 y 4, que significa que son sitios adecuados para instalar presas de Jales, con valor de 5 y 6 se tiene casi la mitad del territorio, pero al estar en zonas ciclónicas, es necesario un mayor control de la construcción y un monitoreo constante en época de lluvias.

### 8.5. Vulnerabilidad del Acuífero:

En la NOM 141-SEMARNAT-2003 se señala que cuando en el sitio seleccionado para establecer una presa de jales exista un acuífero, se debe evaluar la vulnerabilidad de éste de acuerdo con el Anexo Normativo 2.

Se define un acuífero como la formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua susceptible de ser explotada en cantidades económicamente viables.

Acuíferos libres:

En ellos existe una superficie libre y real del agua encerrada, que está en contacto con el aire y a la presión atmosférica. Entre la superficie del terreno y el nivel freático se encuentra la zona no saturada. También llamados no confinados o freáticos.

Acuíferos confinados:

También llamados cautivos, a presión o en carga.

El agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa totalmente los poros o huecos de la formación geológica, saturándola totalmente. No existe zona no saturada.

Acuíferos semiconfinados:

El muro y/o techo no son totalmente impermeables sino que son acuitardos y permiten la filtración vertical del agua y, por tanto, puede recibir recarga o perder agua a través del techo o de la base. Este flujo vertical sólo es posible si existe una diferencia de potencial hidroestático entre ambos niveles.

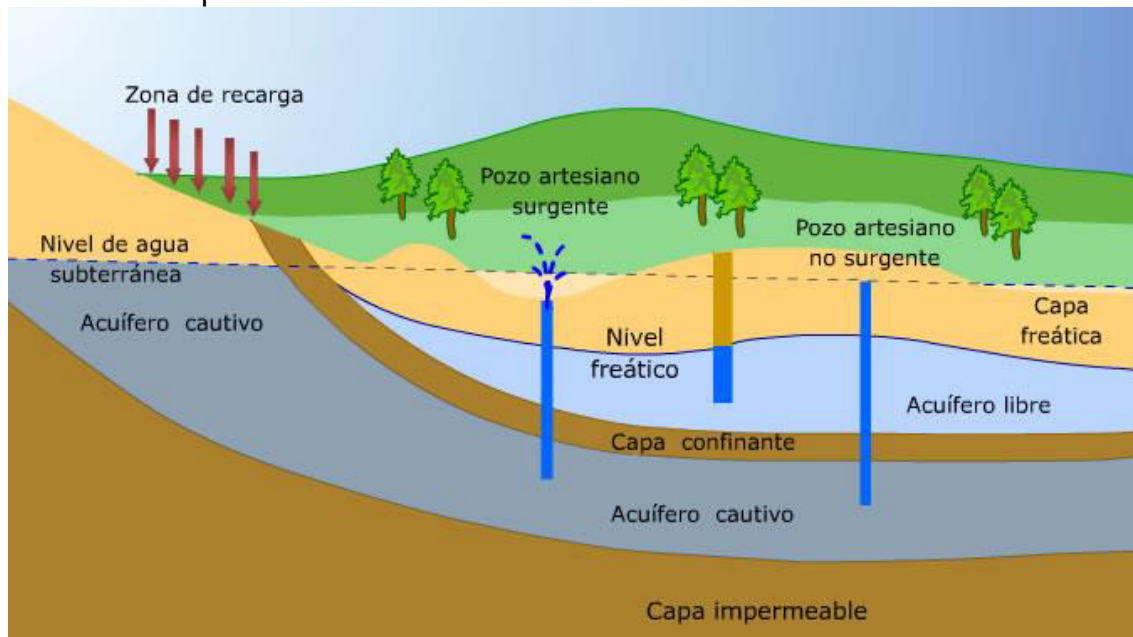


Figura 8.28 Esquema de los diferentes tipos de acuíferos.

[http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2500/2584/html/12\\_aguas\\_subterneas.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/2500/2584/html/12_aguas_subterneas.html)

Un acuífero puede ser libre, confinado y semiconfinado en distintas zonas del mismo.

Acuíferos colgados:

Se producen por efecto de una fuerte recarga, que produce un ascenso del nivel freático, quedando retenida una porción de agua por un nivel inferior impermeable.



Figura 8.29. Portada del Estudio de Disponibilidad de Agua para el acuífero 0527 en Coahuila.

La vulnerabilidad de un acuífero se define por condiciones geológicas del macizo rocoso que caracterizan la capacidad de defensa o de amortiguamiento del acuífero ante una situación de amenaza ocasionada por el manejo de los jales.

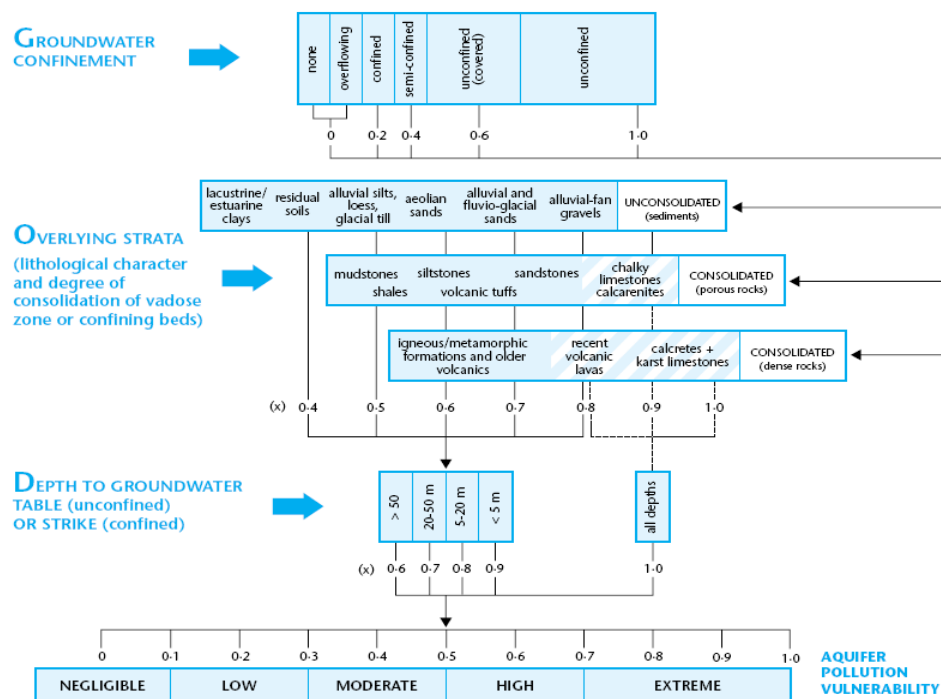


Figura 8.30. Esquema del método GOD para evaluación de vulnerabilidad de acuífero.

La vulnerabilidad de un acuífero es la sensibilidad que éste posee a ser afectado por un contaminante, tomando en cuenta sus características principalmente físicas. (Foster e Hirta, 1991)

Entre los métodos más usados para determinar la vulnerabilidad de un acuífero están: DRASTIC, SINTACS, EPIK y GOD, éste último es el utilizado en la NOM-141-SEMARNAT.

El método GOD fue desarrollado en 1987 por Foster y se utiliza cuando se tienen pocos datos, por lo que es el proceso más utilizado para estimar riesgo de contaminación de un acuífero, y partir de ese análisis establecer medidas de prevención y control.

El método GOD califica mediante índices con valor entre 0 y 1 a las tres variables, que son las que dan nombre al acrónimo del método:

**G: Ground water occurrence.** Tipo de acuífero o modo de confinamiento u ocurrencia del agua subterránea

Tabla 8.10. Índice por confinamiento hidráulico del agua subterránea.

Ocurrencia del agua subterránea	Índice
Ausente	0.0
Surgente o artesiana	0.0
Confinada	0.2
Semi-confinada	0.4
Libre o freática	0.6
Subálvea o freática aflorante	1.0



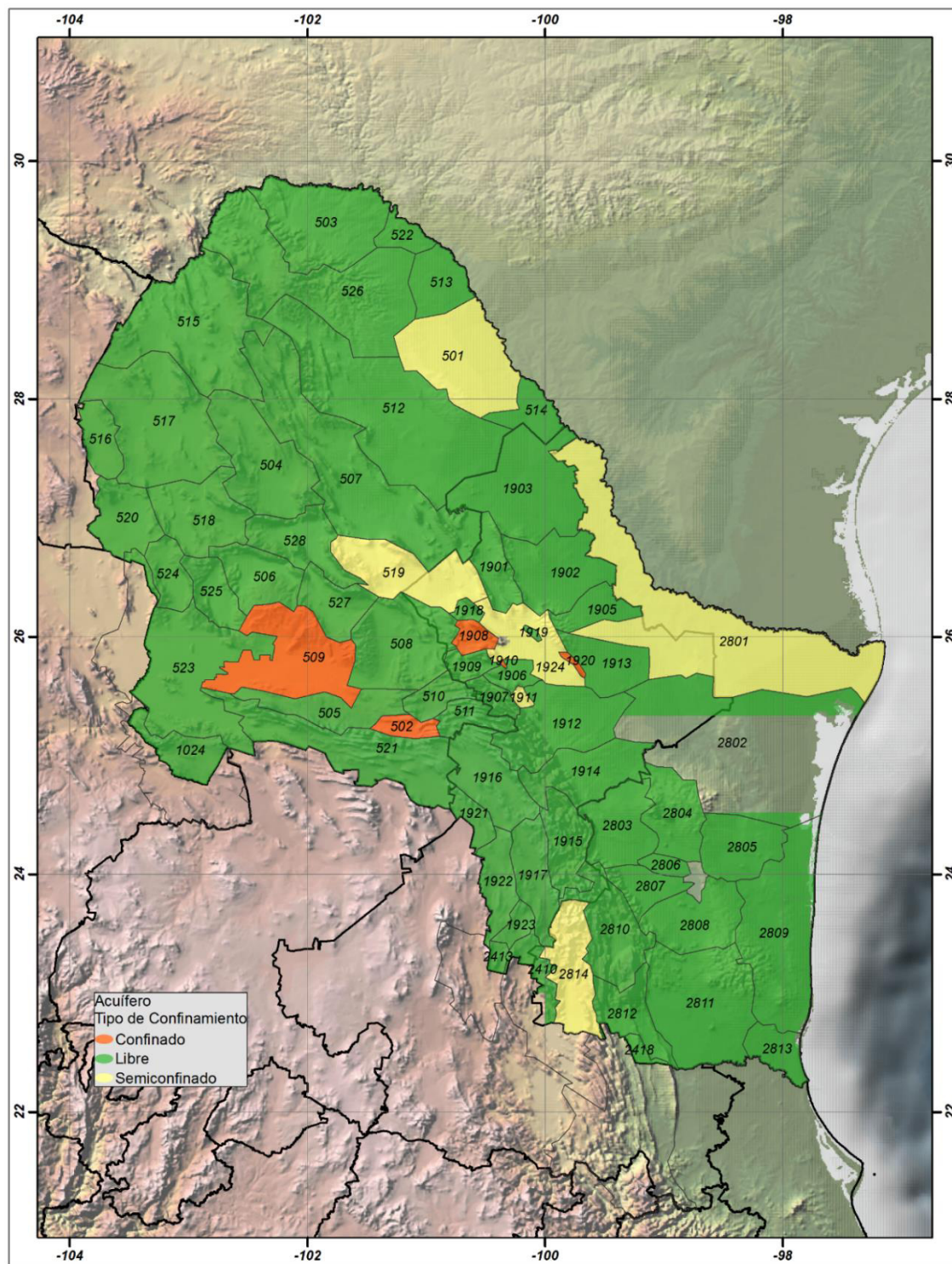


Figura 8.31. Tipo de confinamiento por acuífero (señalado por la clave de Acuífero CONAGUA), según los estudios de disponibilidad de Agua emitidos en el Diario Oficial de la Federación.

**O: overall aquifer class.** Litología de la zona no saturada. Se evalúa teniendo en cuenta el grado de consolidación y las características litológicas y como consecuencia, de forma indirecta y relativa, la porosidad, permeabilidad y contenido o retención específica de humedad de la zona no saturada.

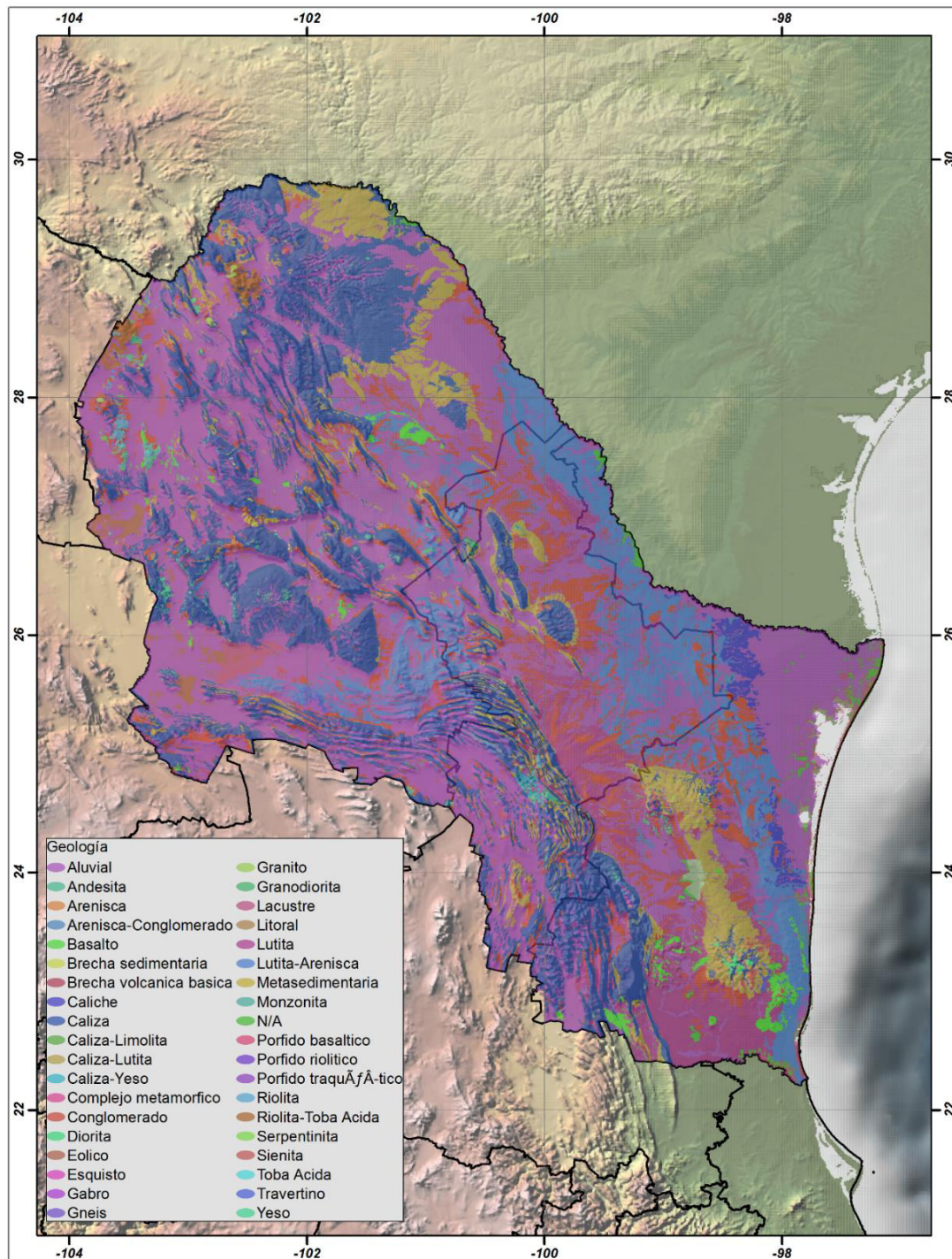


Figura 8.32. Geología Esc. 1:250,000 en el área de estudio.

Tabla 8.11. Índice adaptado a la geología sobre yacente al acuífero.

Estratos sobre yacentes			Índice
No consolidadas (sedimentos)	Consolidadas		
	(rocas porosas)	(rocas densas)	
Arcillas lacustres/estuarinas, suelos residuales			0.4
Limos aluviales, loess, till glacial	Lutitas, pizarras		0.5
Arenas aluviales y fluvio-glaciales	Limolitas, toba volcánica	Formaciones ígneas/metamórficas y volcánicas antiguas	0.6
Arena eólica	Areniscas	---	0.7
Gravas aluviales y eluviales	---	Lavas recientes	0.8
---	Caliche, calcarenitas	---	0.9
---	---	Calcretitas y calizas karstificadas	1.0

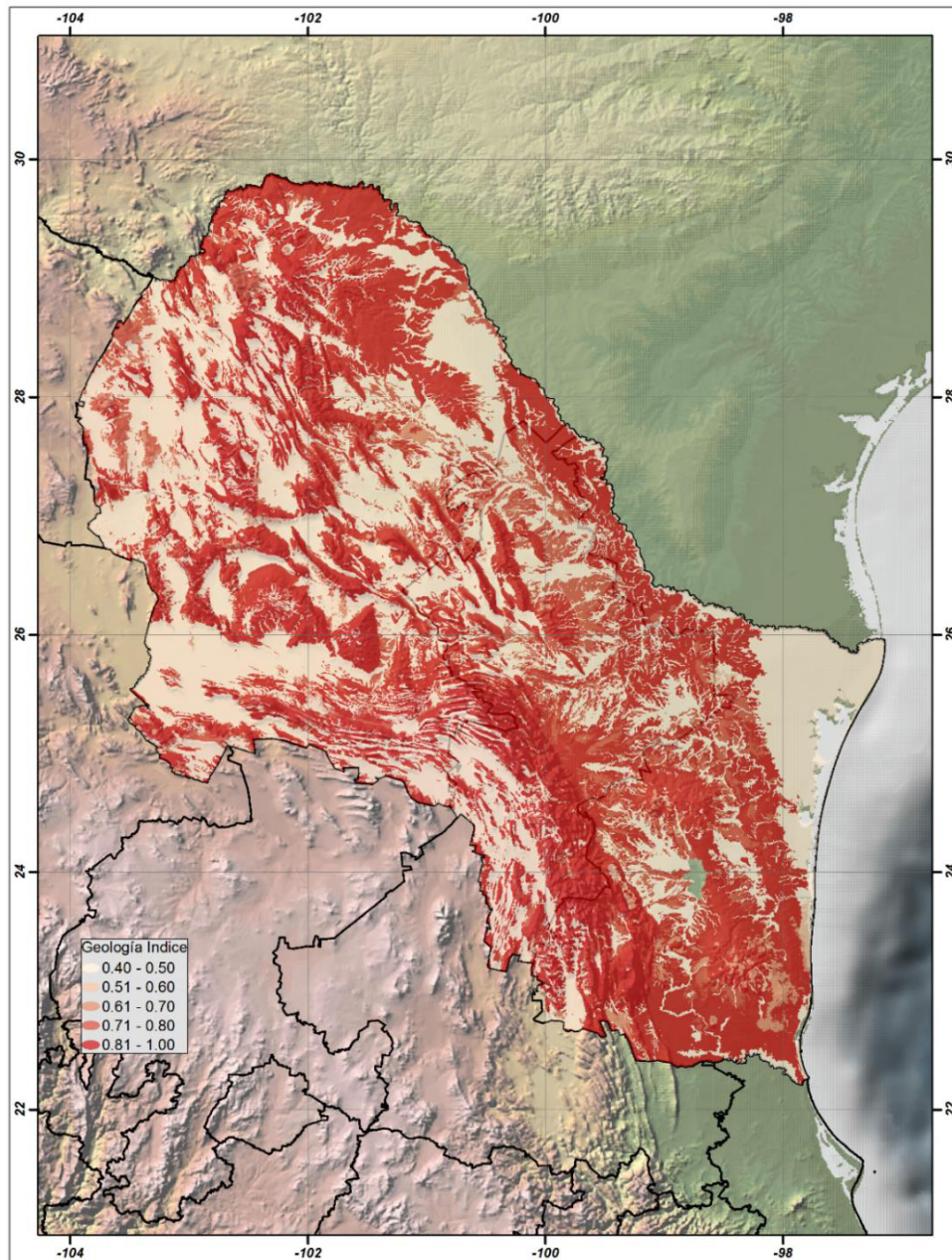


Figura 8.33. Índice para la Geología sobre yacente al acuífero basada en la Geología, escala 1: 250 mil.

D: Depth to groundwater. Profundidad del agua subterránea o del acuífero.

Tabla.8.12. Índice por la profundidad del acuífero.

Profundidad	Índice
Mayor a 50 m	0.60
Entre 20 y 50 m	0.70
Entre 5 y menos de 20 m	0.80
Menor a 5 m	0.90

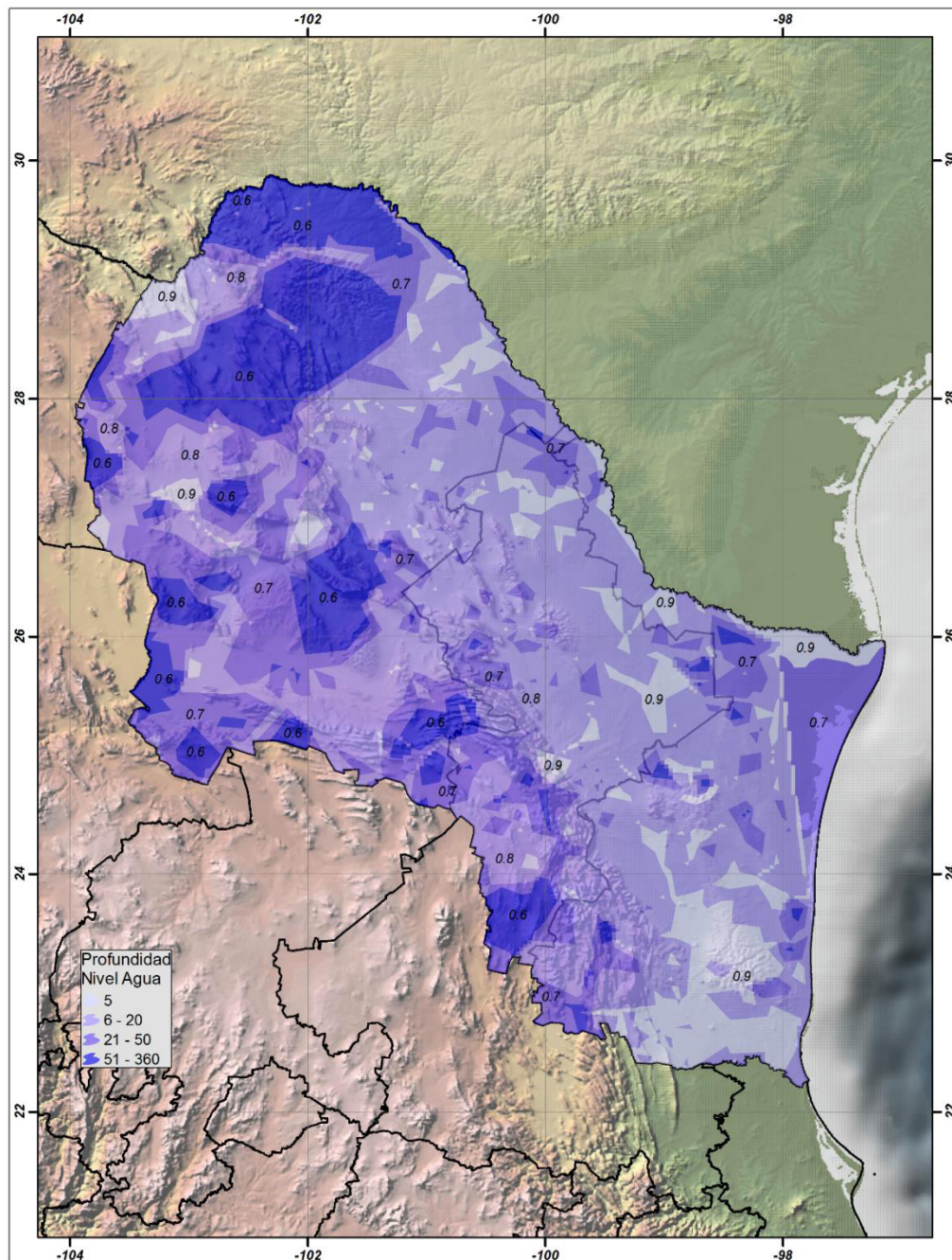


Figura 8.34. Clasificación de acuerdo a la profundidad del Nivel Estático del Acuífero.

Estos tres parámetros se multiplican para obtener una valoración de la vulnerabilidad de 0 (Inexistente) a 1 (extrema). Se considerará un acuífero vulnerable cuando el valor de dicho **índice sea mayor a 0.25**.

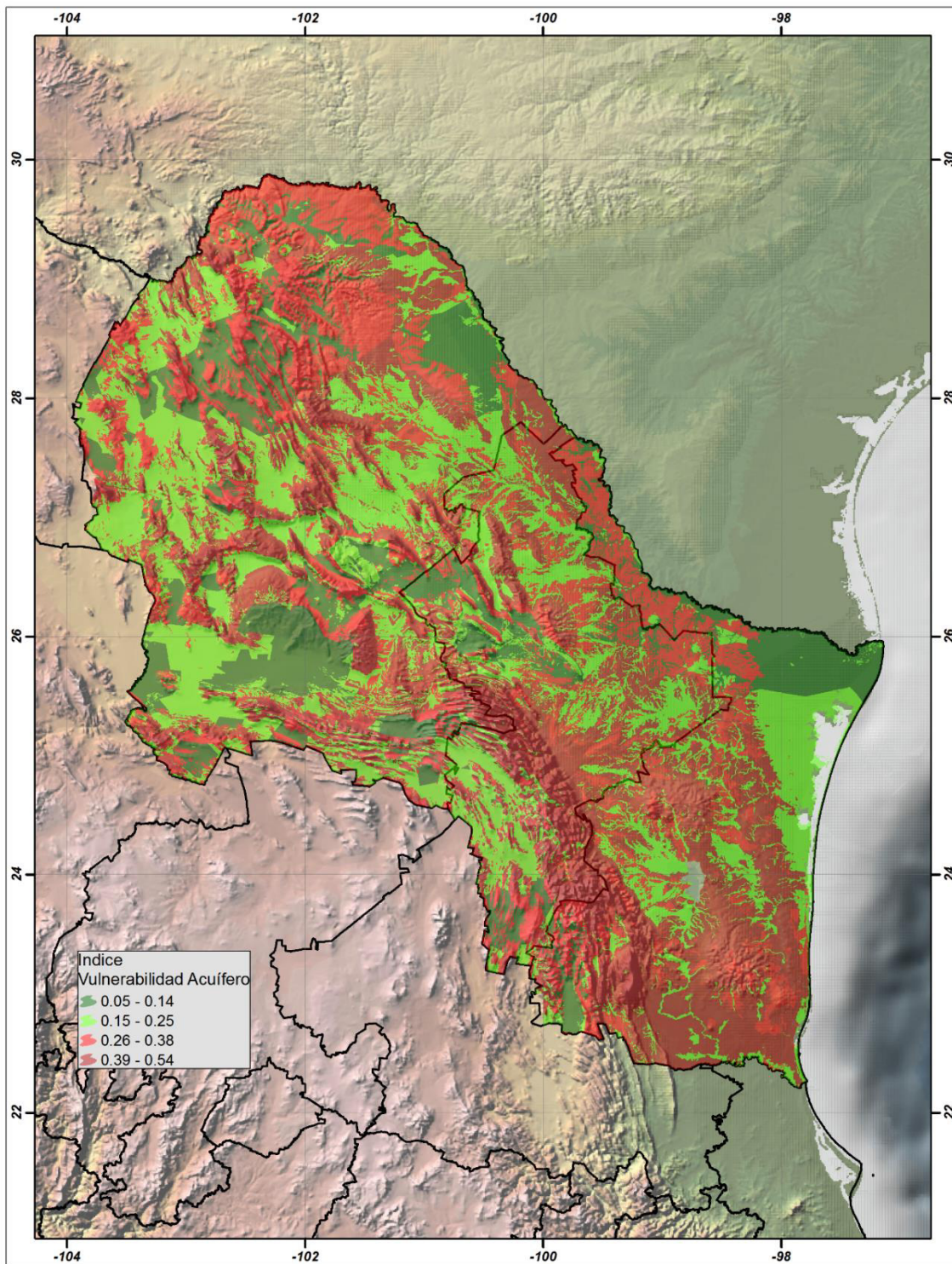


Figura 8.35. Índice de vulnerabilidad de Acuífero (Verde: No vulnerables, Rojo: Vulnerables).

Tabla.8.13. Superficie del territorio de estudio en función de la Vulnerabilidad del Acuífero.

Indice Vulnerabilidad de Acuífero	Area Ha	% Area	% Vulnerabilidad Acuífero	
0.05	59,423.55	0.2028	45.59	
0.06	339,259.85	1.1577		
0.07	63,196.16	0.2157		
0.08	14,988.91	0.0511		
0.09	6,445.24	0.0220		
0.10	74,791.82	0.2552		
0.11	517,472.87	1.7658		
0.12	111,347.23	0.3800		
0.13	947,004.94	3.2316		
0.14	2,449,509.70	8.3587		
0.15	54.44	0.0002		
0.16	154,023.70	0.5256		
0.17	2,323,254.77	7.9279		
0.18	41,499.78	0.1416		
0.19	4,684,926.64	15.9869		
0.21	130,094.60	0.4439		
0.22	928,526.78	3.1685		
0.23	25,079.84	0.0856		
0.24	423,889.20	1.4465		
0.25	63,897.46	0.2180		
0.27	272,740.32	0.9307		54.41
0.28	407,182.71	1.3895		
0.29	75,120.21	0.2563		
0.31	592,111.93	2.0205		
0.32	892,473.35	3.0455		
0.33	8,693.17	0.0297		
0.34	60,833.62	0.2076		
0.35	132,754.56	0.4530		
0.36	4,017,176.23	13.7082		
0.38	136,405.16	0.4655		
0.40	209,306.59	0.7142		
0.42	2,402,896.53	8.1997		
0.43	12,776.52	0.0436		
0.48	5,249,221.14	17.9125		
0.54	1,476,442.34	5.0382		
<b>TOTAL</b>	<b>29,304,821.86</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	

## CAPÍTULO 9. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

### 9.1.1. Panorama de las Concesiones mineras en los 3 Estados de la Región Noreste.

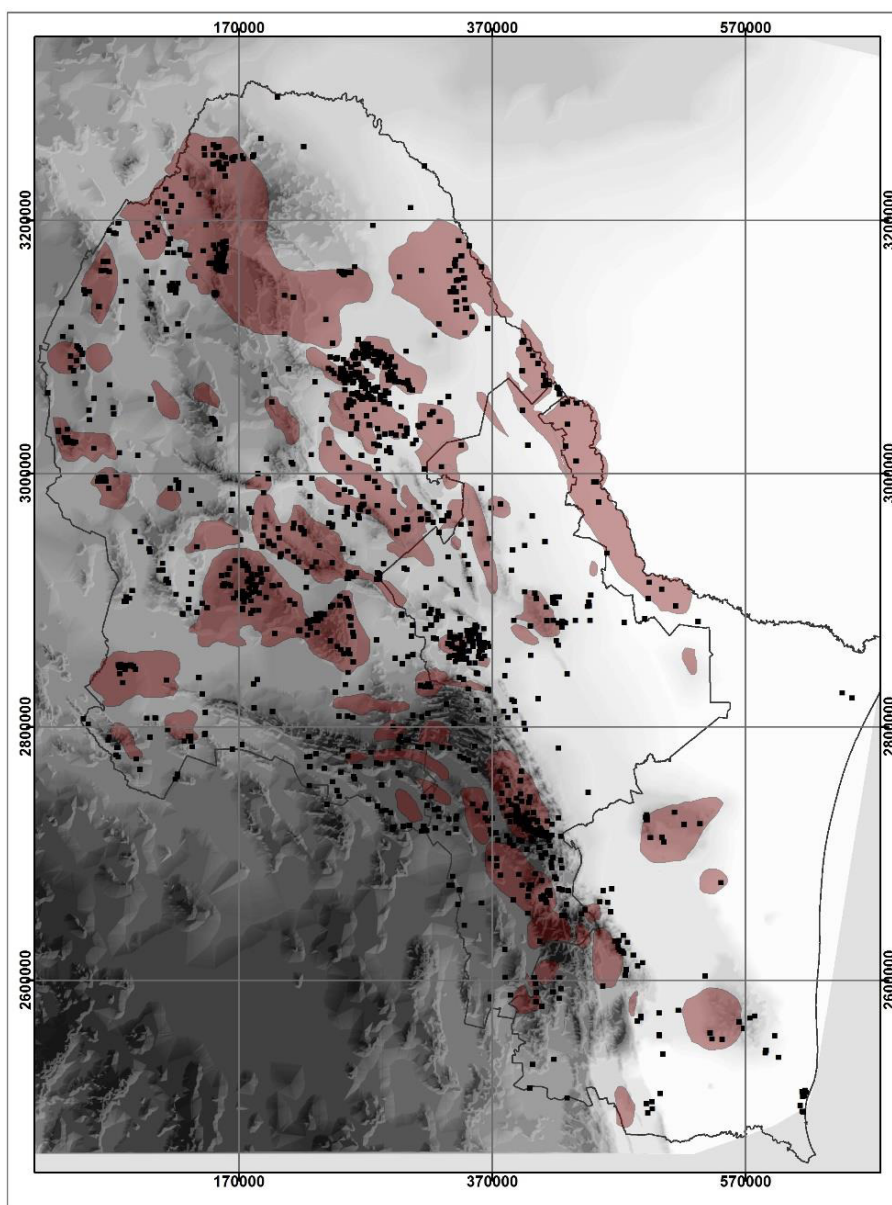


Figura 9.1. Regiones Mineras del SGM (Polígonales en rojo) y 2,023 puntos de partida (en negro) de las concesiones registradas en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Existen 2,792 concesiones vigentes dentro de los 3 estados: 1,983 pertenecen al Estado de Coahuila, 645 a Nuevo León y 164 para Tamaulipas. La superficie total concesionada es de 4.1 millones de Ha, que se distribuyen a nivel estatal de la siguiente manera:

Tabla 9.1. Superficie concesionada a la Minería por Estado.

Estado	Concesiones	Superficie Concesionada Ha.	Superficie Estatal Ha.	% Superficie del Estado Concesionada
Coahuila	1983	3,393,580	15,159,523	22.39
Nuevo León	645	488,729	6,415,611	7.62
Tamaulipas	164	272,670	8,024,909	3.40
<b>Total:</b>	<b>2,792</b>	<b>4,154,979</b>	<b>29,600,043</b>	<b>11.56</b>

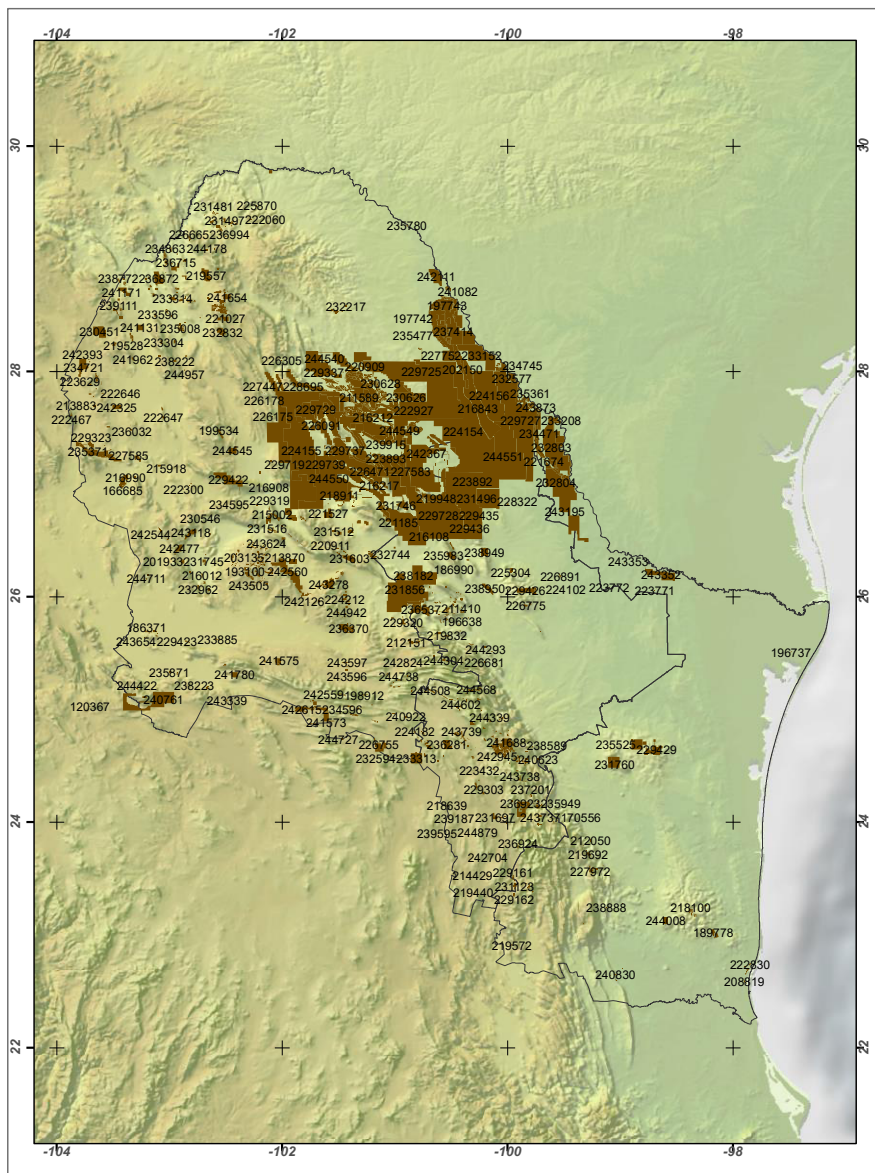


Figura 9.2. Polígonos de Concesiones Mineras vigentes a Junio del 2016 etiquetadas por su título en la zona de estudio. (Secretaría de Economía, elaborada por el Autor).



Tabla 9.2. Superficie en Hectáreas de Concesiones Mineras por principal sustancia concesionada. (Secretaría de Economía, elaborada por el Autor).

Sustancia	Concesiones	Superficie	% Superficie
Carbón	845	3,354,399.59	80.73
Au	519	257,759.37	6.20
POT	43	161,007.36	3.88
TSP	67	71,616.17	1.72
Barita	313	54,809.51	1.32
ND	139	54,265.65	1.31
Flourita	249	41,134.69	0.99
Ag	78	30,136.33	0.73
Titanio	17	26,125.50	0.63
Hierro	15	24,461.35	0.59
Celestita	80	15,518.51	0.37
Yeso	68	10,802.65	0.26
Zn	19	8,648.16	0.21
Dolomita	77	8,645.41	0.21
Cu	22	6,995.14	0.17
Sr	21	4,833.41	0.12
SUD	24	4,741.86	0.11
Pb	47	4,725.67	0.11
SAG	40	3,782.81	0.09
Cuabón	8	2,066.27	0.05
Feldespatos	10	1,559.99	0.04
Sal	12	1,065.07	0.03
Fosforita	19	1,004.26	0.02
Mn	8	992.86	0.02
PIO	15	945.00	0.02
VER	4	905.48	0.02
Mg	1	266.00	0.01
SII	1	239.76	0.01
BEN	2	214.00	0.01
CAO	5	206.00	0.00
Cd	1	149.47	0.00
DIA	2	140.00	0.00
Sb	4	138.03	0.00
TAL	3	137.00	0.00
SSO	1	130.00	0.00
ESF	4	97.34	0.00
SUC	1	87.00	0.00
ETR	1	50.00	0.00
ASB	1	49.00	0.00
CAL	1	36.72	0.00
CAN	2	33.84	0.00
GUA	1	25.00	0.00
Hg	1	16.00	0.00
SUB	1	16.00	0.00
<b>TOTAL:</b>	<b>2792</b>	<b>4,154,979.24</b>	<b>100.00</b>

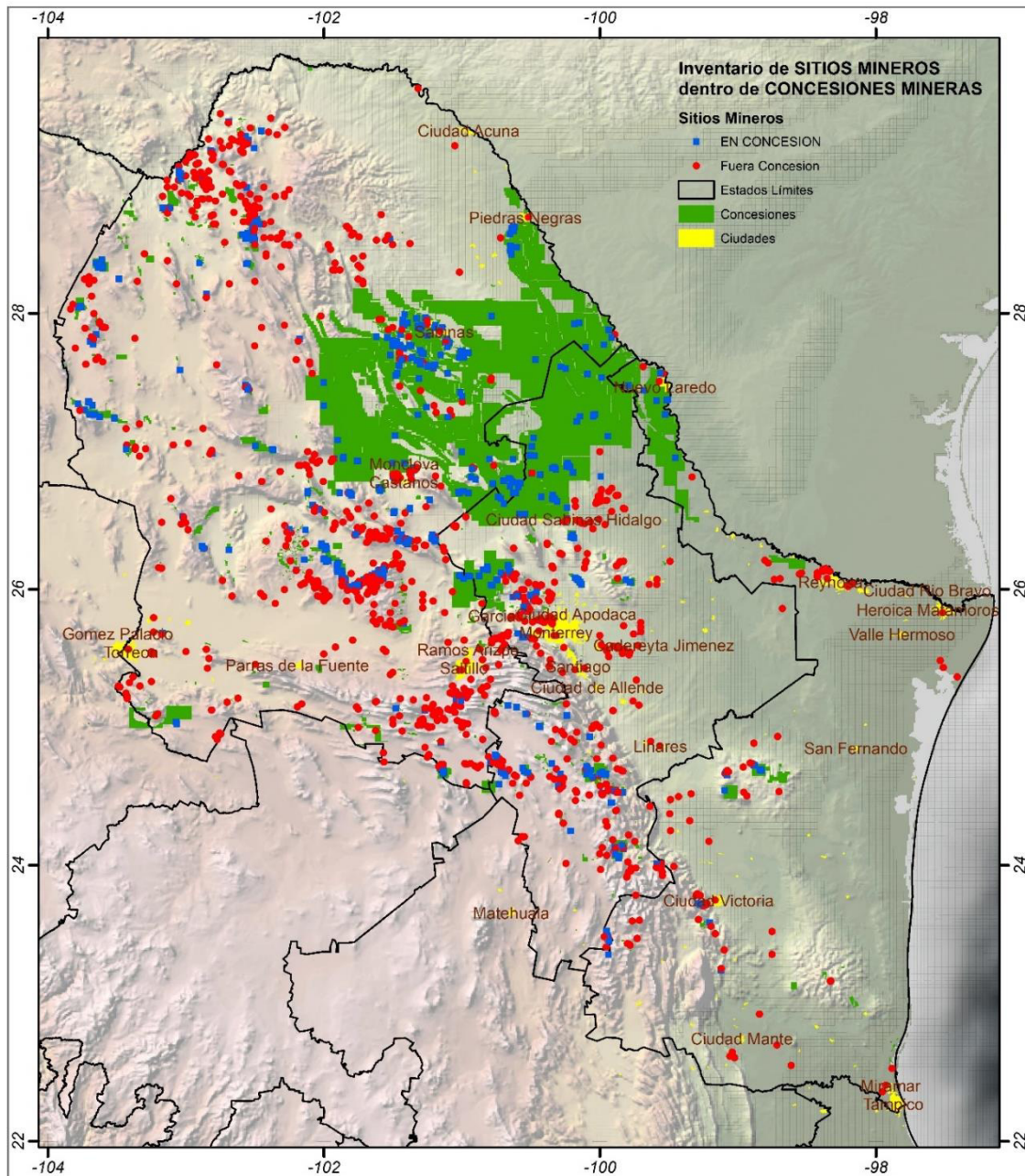


Figura 9.3. Inventario de 2,272 Sitios Mineros dentro de las Concesiones mineras vigentes al 2016 de los cuáles sólo 778 sitios (34.25%) se encuentran dentro de alguna concesión (Secretaría de Economía, elaborada por el Autor).

De los 2,272 Sitios Mineros dentro de las Concesiones mineras vigentes al 2016, sólo 778 sitios (34.25%) se encuentran dentro de alguna concesión. Lo que indica un amplio potencial minero que aún no ha sido concesionado.

## 9.2 Relación Geoespacial entre el Inventario de Sitios Mineros con Infraestructura Petrolera, otros Hidrocarburos y Distribución de Energía Eléctrica.

En este capítulo se describen las relaciones entre el Inventario de Sitios Mineros con la infraestructura Petrolera, de distribución eléctrica y otros hidrocarburos.

Lo anterior en razón de las modificaciones que tanto a la Ley Minera como al Reglamento de la Ley Minera fueron introducidas el 31 de Octubre del 2014 dónde la actividad minera dejó de ser preponderante, visto en el capítulo 7 de esta tesis.

Dicho reglamento en su artículo 17, menciona lo siguiente:

*“Si la solicitud (de la concesión minera) cumple con los requisitos para ser tramitada, o bien se desahogó en debida forma el requerimiento previsto en la fracción anterior, la unidad administrativa solicitará la información necesaria a las autoridades competentes, a fin de verificar si, dentro de la superficie en la que se solicita la concesión, se realiza alguna de las actividades preferentes de exploración y extracción de petróleo y de los demás hidrocarburos o del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica”.*

(Artículo 17 del Reglamento de la Ley Minera, inciso II bis, primer párrafo)

*“Si derivado del estudio técnico a que se refiere el párrafo anterior se desprende la imposibilidad de la coexistencia de las actividades mineras con las actividades preferentes de exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos, o del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica en la misma superficie, se negará la solicitud correspondiente”.*

(Artículo 17 del Reglamento de la Ley Minera, inciso II bis, tercer párrafo)

Por lo anterior para cualquier interesado del sector minero ahora es necesario conocer con certeza no solo la información geológico minera, sino también la relacionada al sector energético pues ahora se supeditarán a las actividades preferentes de:

1. Exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos
2. Servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica.

Esto representa una carga adicional de análisis de información para las empresas mineras, (específicamente análisis geoespacial) ya que en el “DECRETO por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones del Reglamento de la Ley Minera”, publicado también en el DOF del 31 de Octubre del 2014, donde modifica el Artículo 17 II Bis de la Ley Minera, que en el último párrafo señala que:

*“La Secretaría y la Secretaría de Energía emitirán conjuntamente, y publicarán en el Diario Oficial de la Federación, las especificaciones que deberá contener el estudio técnico para determinar la factibilidad de la coexistencia de actividades mineras con las actividades preferentes de exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos, o con las del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica en la misma superficie”.*

Sin embargo, estas reglas a la fecha aún no se han publicado, ya que para este trabajo se realizó una investigación en la página web del Diario Oficial de la Federación con corte al 25 de Octubre del 2017, encontrándose 150 referencias con la palabra “hidrocarburos” desde el 31 de Octubre del 2014, de las cuáles ninguna se relaciona con las citadas reglas, lo que deja un entorno no definido sin los criterios que delimitan la factibilidad de la coexistencia entre la minería las actividades referentes al petróleo y al servicio de transmisión eléctrica.

www.dof.gob.mx/website/busqueda\_detalle.php

SEGOB SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN

Ejemplar de hoy Trámites Servicios Leyes y Reglamentos Preguntas Frecuentes

RESULTADO DE BÚSQUEDA

Texto: Hidrocarburos  
Período: 25/10/2007 a 25/10/2017

141 - 150 DE 204

- ▷ 31/10/2014

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

[Reglamento de la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos](#)
- ▷ 31/10/2014

SECRETARIA DE ENERGIA

[Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos](#)
- ▷ 28/10/2014

COMISION REGULADORA DE ENERGIA

[Acuerdo por el que se delegan facultades en materia de adquisiciones, arrendamientos y servicios a los titulares de las direcciones generales de Hidrocarburos y Bioenergéticos; de Electricidad y Energías Renovables; de Asuntos Jurídicos; de Análisis Económico y Regulación; de Tarifas; de Ingeniería y Normalización, y de Administración](#)

Figura. 9.4. Captura de pantalla de la búsqueda generada en el Diario Oficial de la Federación para las especificaciones del estudio técnico para determinar la factibilidad de la coexistencia de actividades mineras con las actividades preferentes de exploración y extracción de petróleo del 31 de Octubre del 2014 al 25 de Octubre del 2017, con 150 resultados para la palabra “hidrocarburos” pero sin resultado de publicación de la citadas reglas.

En base a lo anterior, la investigación se enfocó en la ubicación geográfica de los 2 puntos de interés de:

1. Exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos,
2. Servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica.

Para lo cuál se priorizaron 5 fuentes de información:

- a) Instalaciones de hidrocarburos y Electricidad de la Comisión INEGI-Energy Information Administration (Administration Border Crossings of Natural Gas Pipelines, North America)
- b) Cartografía de los conductos e instalaciones en la Cartografía INEGI 1:50,000.
- c) Ubicación de establecimientos comerciales dedicados a las actividades preferentes según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de INEGI, con los datos de identificación, ubicación, actividad económica y tamaño de los negocios activos en el territorio nacional, con la novena edición con información de 5 millones 39 mil 911 negocios en el País.
- d) Polígonos de las Rondas PEMEX, derivadas de la reforma energética y son bloques de contratos abiertos de exploración y extracción de hidrocarburos.
- e) Ubicación de los pozos de exploración de Hidrocarburos situados en la Zona, si una concesión se localiza a 100 metros o menos de un pozo de exploración de Hidrocarburos, se considera afectada.

Con la información anterior, se ubicaron geográficamente sitios de interés por ejemplo la Refinería de Cadereyta “Héctor R. Lara Sosa”, la Terminal Altamira entre otros, así como los distintos tipos de conductos, mapas que se presentan en las páginas siguientes.

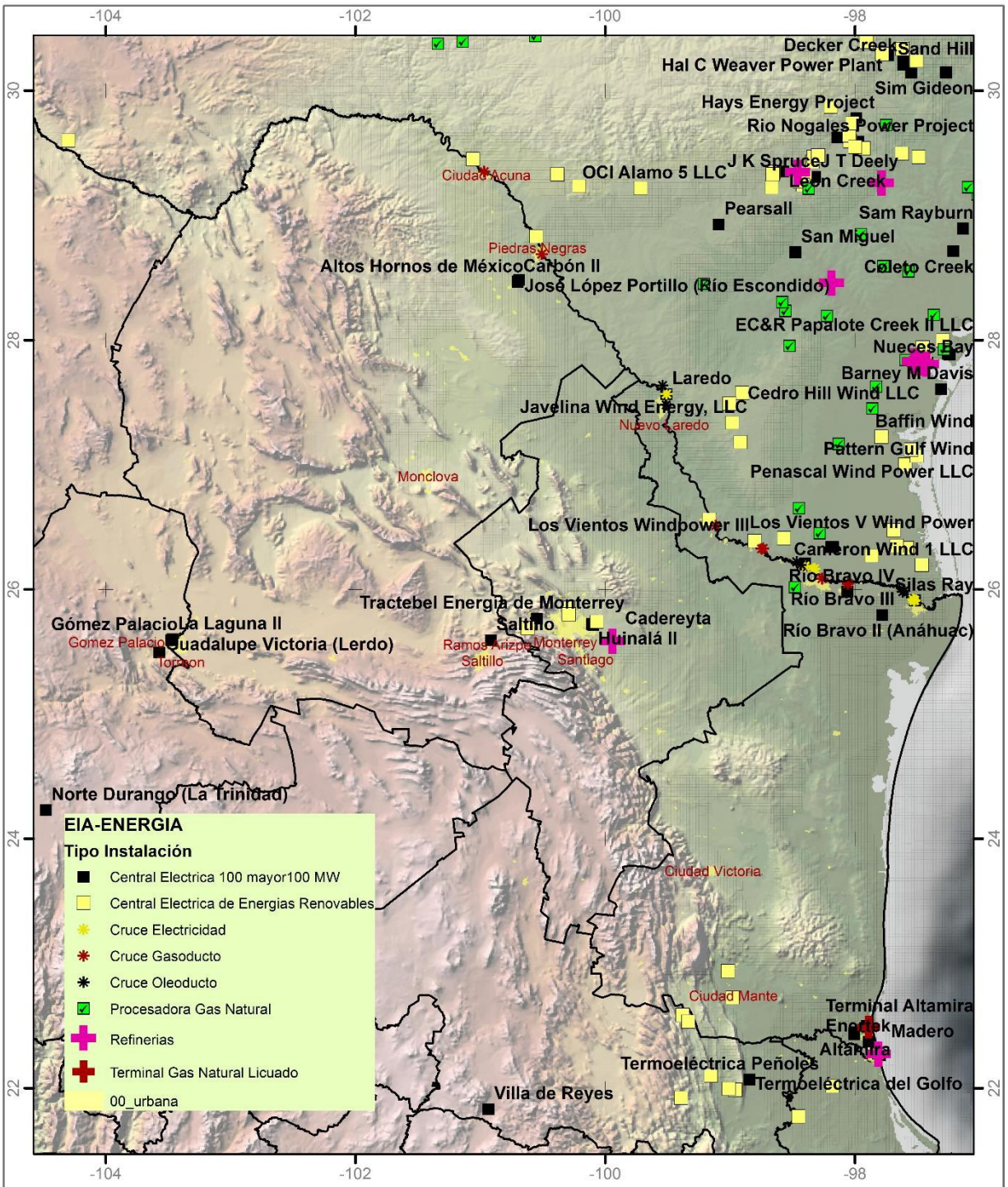


Figura 9.5. Infraestructura de Producción y Distribución de Hidrocarburos y Energía Eléctrica en la Región Noreste de México y Texas (Fuente: EIA.gov e INEGI).

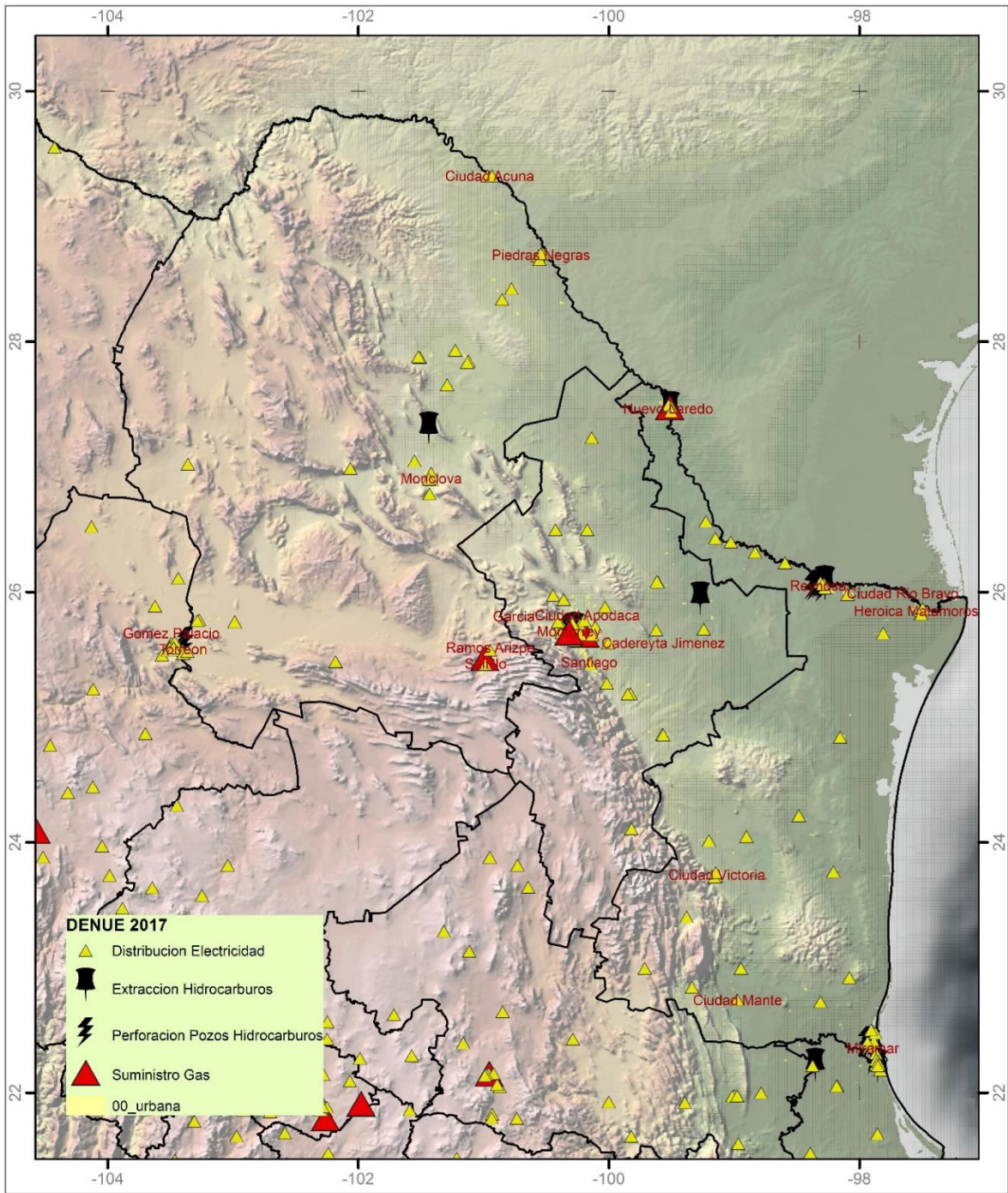


Figura 9.6. Infraestructura de Producción y Distribución de Hidrocarburos y Energía Eléctrica.  
(Fuente: DENU, 2017, INEGI)

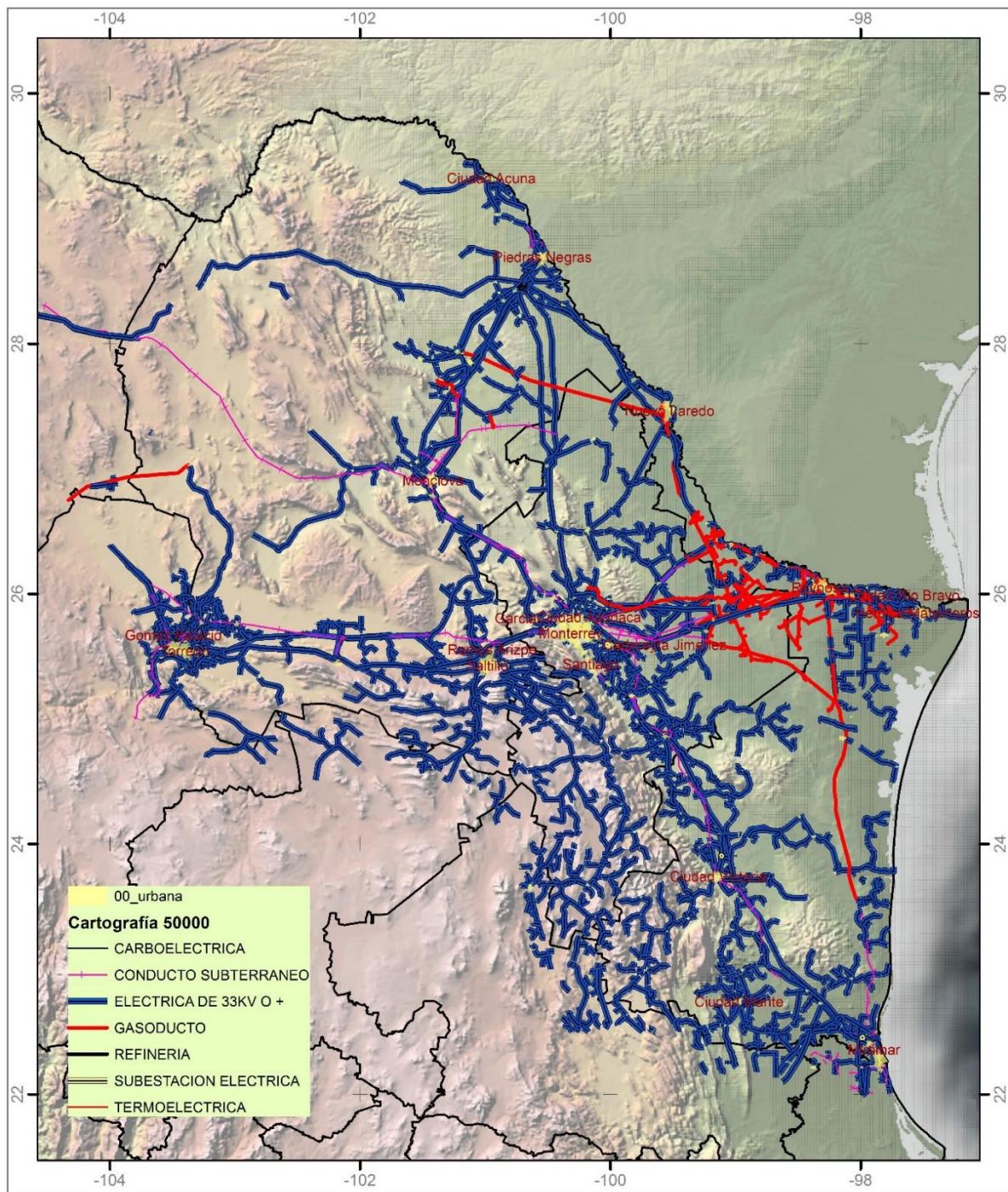


Figura 9.7. Infraestructura de Distribución de Hidrocarburos y Energía Eléctrica.  
(Fuente: Cartas Topográficas 1:50,000, INEGI).



Es conveniente comentar que dado que existen 2,800 kilómetros de conductos subterráneos de Pemex en la región, no es extraño que Tamaulipas y Nuevo León se encuentren dentro de los 10 estados más afectados por el robo de combustible, llamado popularmente “huachicoleo”.

Tabla 9.3. Longitud en Kilómetros de la infraestructura de Líneas Eléctricas, ductos petroleros y otras infraestructuras de hidrocarburos.

TIPO DUCTO	Km.Longitud
ELECTRICA DE 33KV O +	24,474.97
CONDUCTO SUBTERRANEO (PEMEX)	2,880.60
GASODUCTO	2,680.73
REFINERIA	38.67
CARBOELECTRICA	23.67
SUBESTACION ELECTRICA	21.46
TERMoeLECTRICA	17.52
<b>TOTAL</b>	<b>30,137.62</b>

Tabla 9.4. Principales Estados afectados por el Robo de Combustibles.

Num.	ESTADO	INCIDENTES HUACHICOL
1	<b>Tamaulipas</b>	<b>3394</b>
2	Puebla	3046
3	Guanajuato	2899
4	Veracruz	1869
5	Edo Mexico	1622
6	Jalisco	1436
7	Sinaloa	1257
8	Tabasco	965
9	Hidalgo	905
10	<b>Nuevo León</b>	<b>785</b>

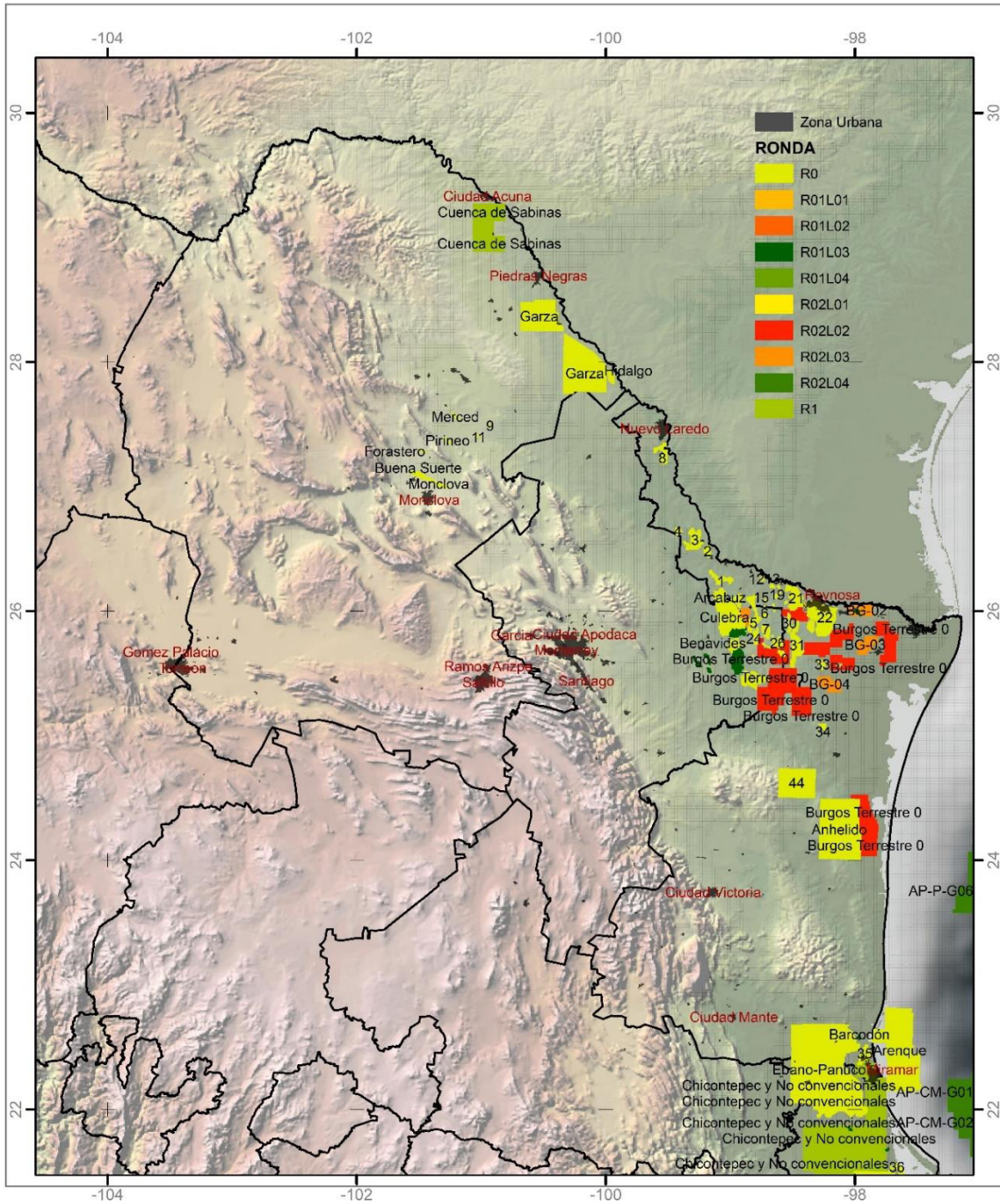


Figura 9.8. Poligonales correspondientes a las Rondas PEMEX desde la Ronda Cero a la Ronda R02L04.

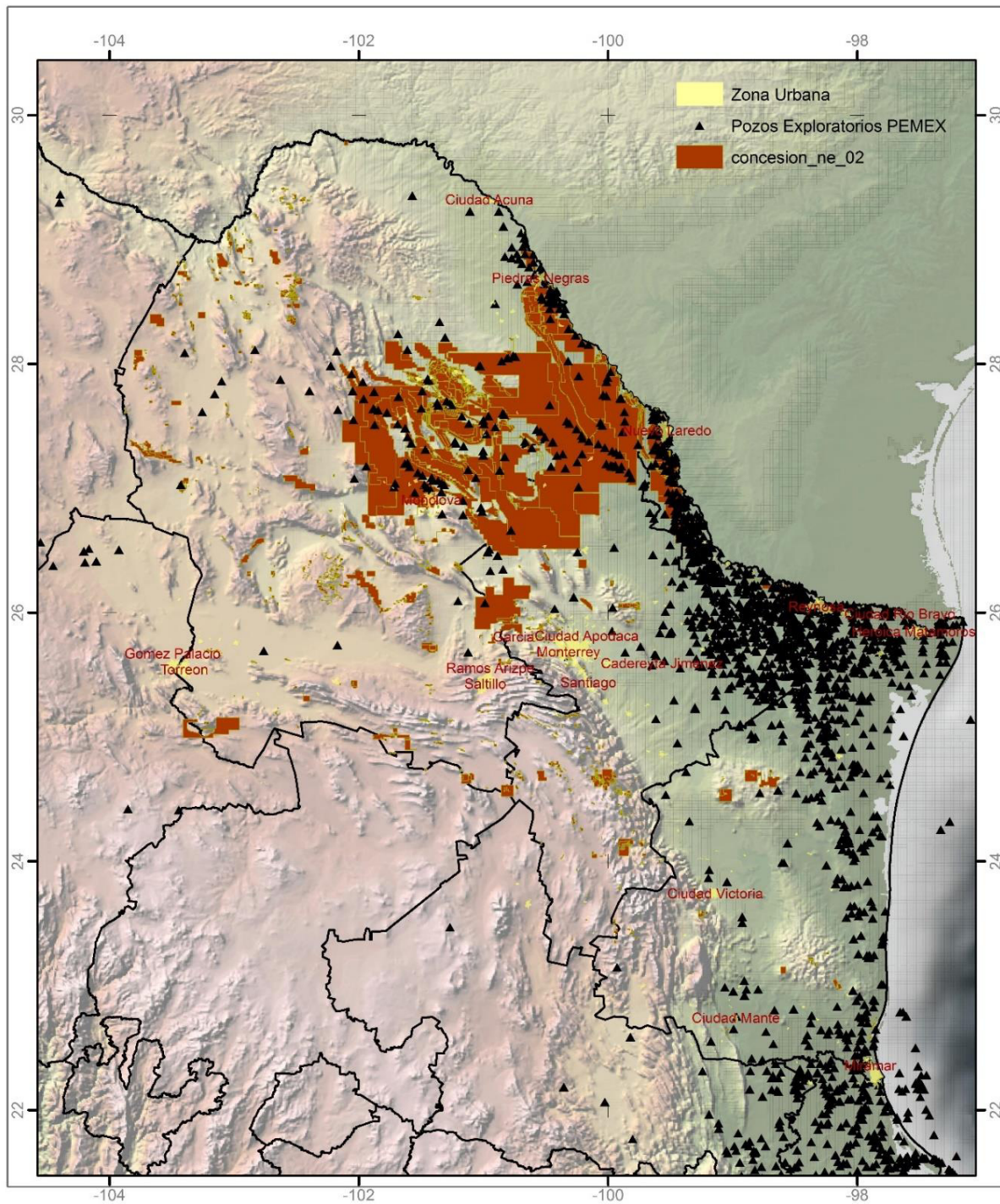


Figura 9.9. Pozos Exploratorios de PEMEX en la Región Noreste.

El análisis más importante para determinar las correlaciones entre los sectores minero, de hidrocarburos y eléctrico es el geoespacial, para revisar cuáles concesiones se traslapan con la infraestructura de hidrocarburos y transmisión eléctrica, para así definir la afectación potencial que sufriría la minería al interactuar espacialmente con la infraestructura existente de hidrocarburos y de transmisión eléctrica. Los resultados son los siguientes.

Tabla 9.5. Concesiones Mineras afectadas por cercanía geográfica a infraestructura de hidrocarburos y conducción eléctrica.

Estado	Concesiones Totales	Concesiones Afectadas	% Concesiones Afectadas	Superficie Concesionada Ha.	Superficie Concesionada Afectada	% Superficie Afectada
Coahuila	1983	378	19.06	3,393,580	2,724,772	80.29
Nuevo León	645	74	11.47	488,729	289,796	59.30
Tamaulipas	164	32	19.51	272,670	82,969	30.43
<b>Total:</b>	<b>2,792</b>	<b>484</b>	<b>17.34</b>	<b>4,154,979</b>	<b>3,097,537</b>	<b>74.55</b>

Dado que a casi 3 años de la publicación de las normas secundarias de la Reforma Energética aún no se publican los lineamientos técnicos que definen la factibilidad de coexistencia de la minería con las actividades preferentes, se definieron para este ejercicio las condiciones siguientes:

1. Si la concesión es intersectada por un ducto de hidrocarburo, o una línea eléctrica, se considera afectada.
2. Si una instalación puntual de hidrocarburos ó eléctrica se encuentra a 100 Metros ó menos de una concesión, esta se considera afectada.
3. Si una concesión se intersecta con un Polígono de Ronda Pemex, se considera afectada.
4. Si existe un Pozo Exploratorio a 100 metros ó menos de un concesión Minera, ésta se considera afectada.

Los resultados son preocupantes para la industria minera pues indican que hipotéticamente, el 74.55% de la Superficie actualmente concesionada en los 3 estados, de acuerdo a la reforma energética se vería comprometida por la coexistencia con las actividades preferentes de hidrocarburos ó transmisión eléctrica.

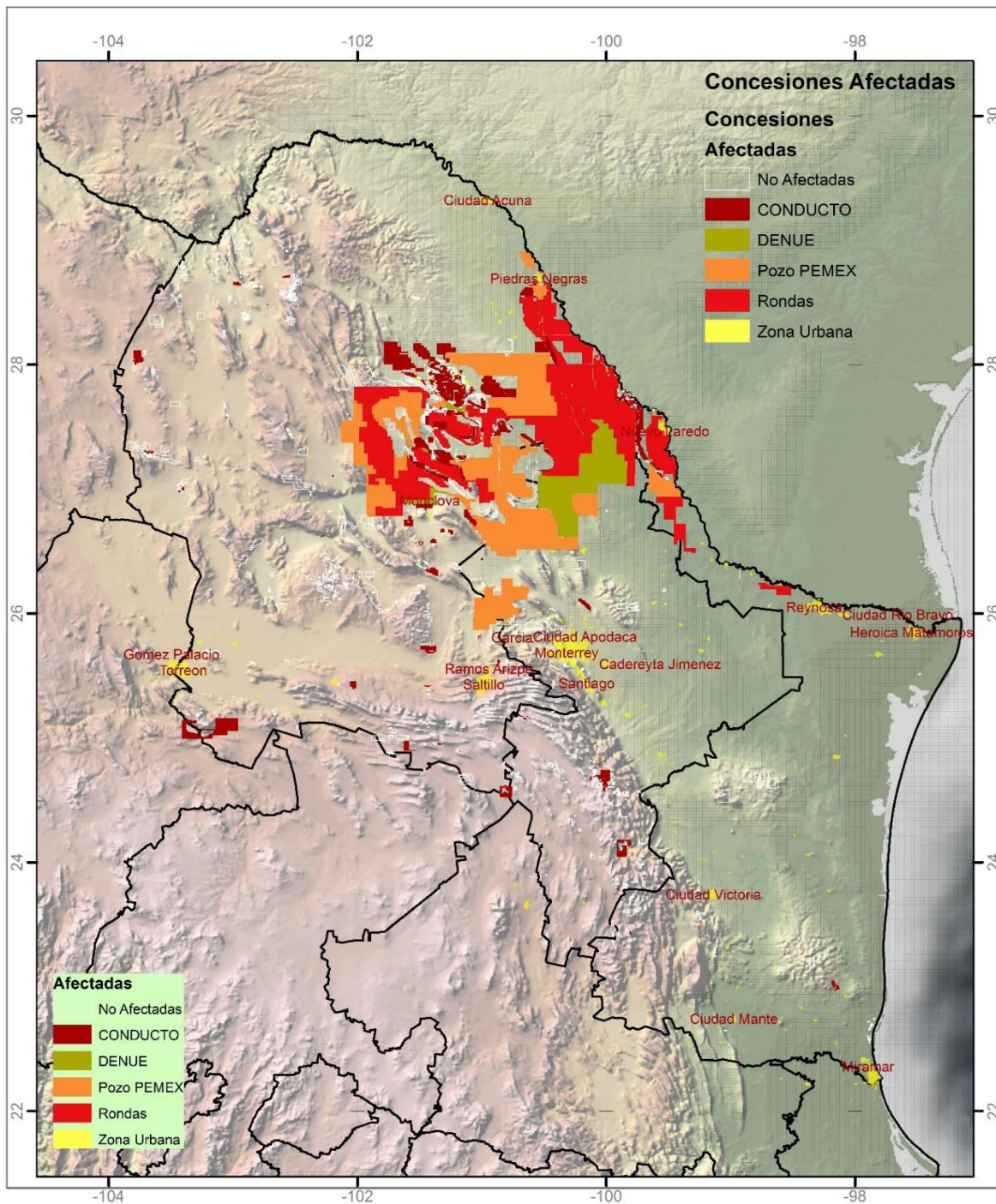


Figura 9.10. Imagen conjuntando la información de las 4 fuentes de información de Infraestructura de Hidrocarburos y distribución eléctrica. (Detalle).



Tabla 9.6. Son 32 conflictos los señalados por el Observatorio de Conflictos Mineros en América Latina (OCMAL).

Num	SITIO CONFLICTO	EJIDO EN CONFLICTO	CLAVE RAN	MUNICIPIO	ESTADO
1	El Arco	02 EL COSTEÑO	0214109621572010	Ensenada	Baja California
2	San Antonio	03 SAN ANTONIO	0314109621588050	La Paz	Baja California Sur
3	Los Cardones (Ex Paredones Amarillos Concordia)			La Paz	Baja California Sur
4	Motozintla	07 BUENOS AIRES	0714109621675083	Motozintla	Chiapas
5	Minera Dolores	08 HUIZOPA	0814109621720302	Madera	Chihuahua
6	Concesion minera Kaity	08 OJO DE LA CASA	0814109621719041	Juarez	Chihuahua
7	La Encantada	05 TENOCHTITLAN	0514109621609646	Ocampo	Coahuila
8	Mina Pasta de Conchos			Muzquiz	Coahuila
9	Peña Colorada			Minatitlan	Colima
10	La Platosa	10 LA SIERRITA	1014109621768094	Mapimi	Durango
11	Cocula			Cocula	Guerrero
12	Concesion minera 228982	14 TEQUESQUITLAN	1414109621892223	Cuautitlan de Garcia Barragan	Jalisco
13	Concesion Minera 201872			Zacualpan	Mexico
14	Aguila	16 SAN MIGUEL AGUILA	1614109621969198	Chinicuila	Michoacan
15	Cerro Jumil (Esperanza)	17 TETLAMA	1709061955959240	Temixco	Morelos
16	Concesin El Doctor	20 MAGDALENA TEITIPAC	2014109622064540	Magdalena Teitipac	Oaxaca
17	Zaniza	20 SAN FRANCISCO IXPANTEPEC	2014109622092231	Santa Catarina Juquila	Oaxaca
18	San Jose/La Trinidad	20 SAN JOSE DEL PROGRESO	2014109622067126	San JosÚ del Progreso	Oaxaca
19	Natividad			Natividad	Oaxaca
20	Las Espejeras	21 LA SOLEDAD	2114109622136645	Tetela de Ocampo	Puebla
21	Tuligtic			Ixtacamaxtitlan	Puebla
22	La Lupe			Tepetzintla	Puebla
23	El Aretan			Tlatlauquitepec	Puebla
24	Cerro San Pedro	24 CERRO DE SAN PEDRO	2414109622166623	Cerro de San Pedro	San Luis Potosi
25	La Luz	24 EL SALTO, TAHUNITAS, LA PALMA, POTRERILLOS, AGUA BLANCA, LA	2414109622164929	Catorce	San Luis Potosi
26	Proyecto la Luz			Catorce	San Luis Potosi
27	Minera Maria	26 VICENTE GUERRERO	2614109622275216	Cananea	Sonora
28	Cananea			Cananea	Sonora
29	Mina de Oro Nacional			Sahuaripa	Sonora
30	Calcosita-Salaverna	32 EMILIANO ZAPATA	3214109622491627	Mazapil	Zacatecas
31	Del Toro			Chalchihuites	Zacatecas
32	Don Diego				

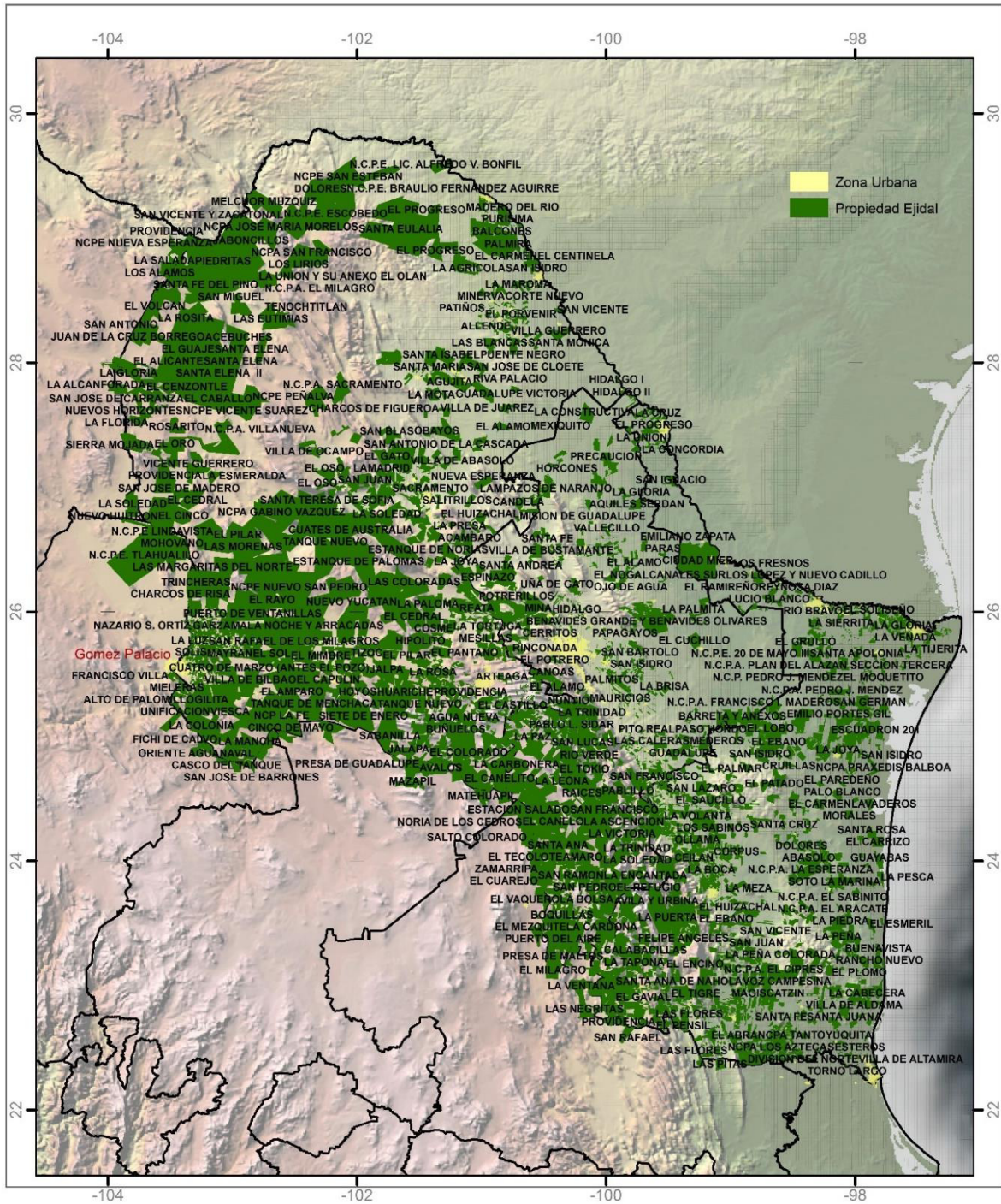


Figura 9.12. Cobertura Ejidal para el Noreste del País.



Tabla 9.7. Superficie Ejidal y núcleos presentes por Estado.

Clave	Estado	Superficie Total Ha	Superficie Ejidal Ha	% Ejidal	Núcleos
5	Coahuila	15,178,163.00	6,566,685.00	43.26	853
19	Nuevo León	6,417,615.00	2,090,111.00	32.57	606
28	Tamaulipas	8,010,677.00	2,575,050.00	32.15	1327
					<b>2786</b>

Tabla 9.8. Número de concesiones mineras y Superficie concesionada afectada por cercanía a Ejidos.

ESTADO	CONCESIONES AFECTADAS POR CERCANÍA EJIDO	SUPERFICIE HA.
COAHUILA	1078	2,950,308.85
NUEVO LEÓN	385	735,541.14
TAMAULIPAS	71	121,068.29
<b>TOTAL:</b>	<b>1534</b>	<b>3,806,918</b>

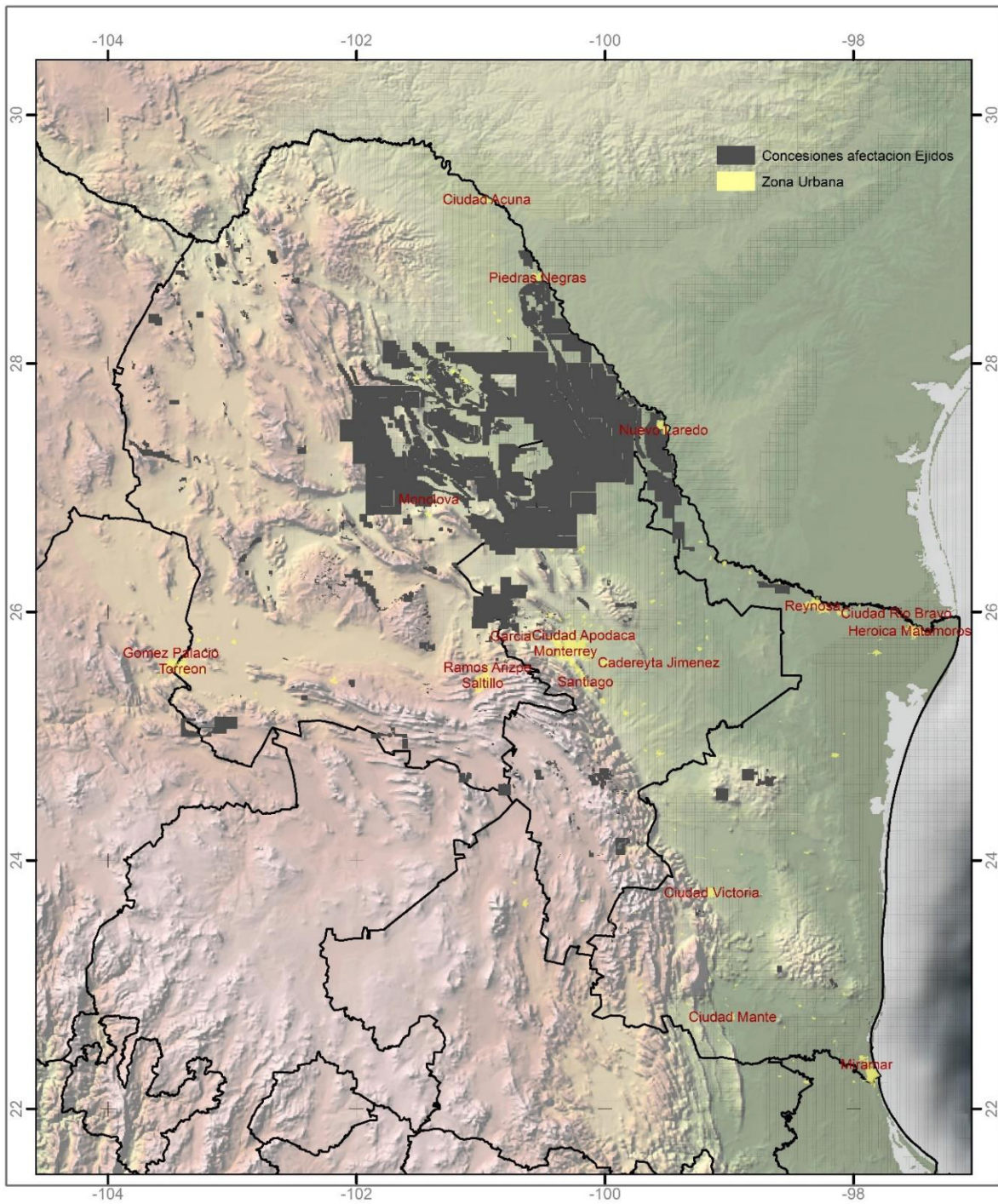


Figura 9.13. Número de concesiones mineras que serían afectada por cercanía a Ejidos.

#### 9.4. Conclusiones.

Una vez procesada la información del presente trabajo, se definen los siguientes resultados generales.

- A) Se estructuran 3 productos geoespaciales que por definición son productos pertenecientes enteramente al Sector Minero: los Sitios del Inventario Minero, así como los polígonos de las Concesiones Mineras y el Mapa Predictivo para Presas de Jales.

Los Sitios Mineros tienen como fuente la compilación de distintas fuentes de información geológicas, mineras y metalúrgicas.

Las Concesiones Mineras provienen de la Secretaría de Economía, mientras que el tercer producto que es el mapa predictivo para Presa de Jales, utilizó la metodología de la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, para identificar los lugares idóneos dónde ubicar Presas de Jales así como la vulnerabilidad de los acuíferos en la región Noreste.

- B) Se generaron mapas para ubicar la producción a nivel municipal, así como ubicación de los sitios de producción mineral a nivel nacional y de la Región Noreste.

A partir de ellos se define un marco geográfico integral de cómo se estructuran las diferentes etapas de producción minera, utilizando tanto los productos del inciso anterior, como la estadística de producción de los Anuarios del sector minero, dando como valor agregado la georreferencia a nivel municipal de la información.

- C) Es destacable también la integración a esta tesis de los resultados del DENUE (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas) de INEGI por sistema -producto minero de cada sustancia de interés.

Esta información es de especial interés, puesto que detalla con total exactitud la ubicación geográfica de cada negocio minero que tiene registrado, con datos adicionales de gran interés como el número de empleados que tiene dicho negocio, permitiendo así dimensionar el calibre de la empresa. Cabe resaltar que dada la gran dinámica en sus movimientos administrativos que puede presentar cualquier negocio, esta base de datos debe estar en constante actualización.

- D) Se diseñó un marco geoespacial del proceso histórico en el cuál se observa como la minería fue desarrollándose a través del tiempo en el país, basándose en un esquema geográfico del territorio nacional.

Este producto es importante pues su utilidad potencial es:

- La ubicación de sitios mineros históricos que pueden usarse como detonadores del turismo.
  - Ubicar sitios de confinamiento de jales antiguos que pueden tener 2 vertientes: el aprovechamiento de los mismos para la minería dada su posible ley económica ó bien considerar su neutralización dados los componentes químicos aún presentes en ellos.
- E) Dados los desafíos que enfrentará la minería a partir de la Reforma Energética del 2013-2014, también se generó un marco geoespacial indicando las potenciales afectaciones que las actividades preferentes y preponderantes de hidrocarburos y conducción de energía eléctrica provocarán en el proceso administrativo para solicitud de concesiones mineras.

Es importante aclarar que éste es un análisis inédito, puesto que los criterios para señalar si una concesión minera puede parcial o completamente ser denegada, fueron establecidos de manera independiente y autónoma para este proyecto, pues ni la Secretaría de Economía en conjunto con la Secretaría de Energía han presentado a la fecha las Reglas conjuntas para los Estudios de factibilidad de coexistencia entre las actividades anteriormente citadas.

Todos los procesos anteriores tienen cómo común denominador que en los datos utilizados la ubicación geográfica no es accesoria, sino fundamental, dejando en claro que las normas y leyes actuales del país demandan procesos dónde el análisis geoespacial es la única opción para satisfacerla.

Por lo que la hipótesis de este trabajo: **“Evaluar la factibilidad de estructurar un Sistema de Análisis Geoespacial a partir de las fuentes públicas de información del sector minero utilizando la tecnología y software actual integrando los Sitios Mineros del Noreste de Mexico y considerar el análisis multicriterio para ubicar Presas de Jales, así como calificar el impacto causado por la Reforma Energética”** se considera que la información y la tecnología pueden considerarse óptimas para generar este tipo de estudios no sólo a nivel local sino nacional.

Un punto de urgencia a considerar es que los lineamientos técnicos para considerar la factibilidad de coexistencia entre las actividades mineras y las actividades preferentes de exploración y explotación de hidrocarburos, así como la transmisión eléctrica aún no han sido publicados, y son indispensables para ajustar análisis de este tipo.

**BIBLIOGRAFÍA.**

1. Anónimo, 1904 , Coahuila: A Brief Statistical Statement to Make the State Known in the Present Universal Exposition of St. Louis, Mo, Oficina Impresora del Gobierno del Estado, Coahuila. 25 pp.
2. Aroa, De la Fuente, 2013, La explotación de los hidrocarburos y los minerales en México: un análisis comparativo. Fundación Heinrich Böll, 26 pp.
3. Bacastow, T.S. and Bellafore, D.J. (2009). Redefining geospatial intelligence. American Intelligence Journal. p 38-40.
4. Barredo Cano, J. I. (1996): Evaluación Multicriterio y Sistemas de Información Geográfica en la Ordenación del Territorio. Madrid, Editorial RA-MA, pp. 264.
5. Berry, J.K., 1993, Beyond Mapping: concepts, algorithms, and issues in GIS: Fort Collins, Colorado, USA, GIS World Books, 266 pp.
6. Bezaury-Creel J.E., J.Fco. Torres-Origel, L.M. Ochoa-Ochoa, M. Castro-Campos, N. Moreno-Díaz, M. Llano, C. Flores. (2017). Áreas Naturales Protegidas Estatales, del Distrito Federal, Municipales y Áreas de Valor Ambiental en México [Base de datos geográfica. México: The Nature Conservancy / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
7. Boix, 1841, Recopilación de leyes de los Reinos de las Indias, mandadas imprimir y publicar por la Magestad católica del rey don Carlos II. nuestro señor. Tomo II. 334 pp
8. Bonham-Carter, G.F., Cheng, Q., Wright, D.F., 1993, Weights of evidence modeling and weighted logistic regression for mineral potential mapping, en Davis, J.C., Herzfeld, U.C., (eds.), Computers in Geology – 25 Years of Progress: New York, Oxford University Press, 13-32.
9. Bonham-Carter, G.F., 1994, Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS: Ottawa, Canada, Pergamon, 398 p.
10. Blowes, D.W., 1997, The environmental effects of mine wastes, en Gubbins, A. (ed), Proceedings of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration, Mapping and Monitoring the Mine Environment, 119, 887-892.
11. Bologna, J., Walsh, A. M. "The Accountant's Handbook of Information Technology". John Wiley and Sons. Volumen 1. Año 1997.
12. Bosque Sendra, J. (1997): Sistemas de información geográfica. Madrid, Ediciones Rialp, 2.º edición corregida, 451 pp.

13. Bosque Sendra, J. y García, R. (2000): "El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 20, pp. 49-67.
14. Buzai, Gustavo, 2010, Geographical Information Systems (GIS) in Latin America, 1987-2010: A Preliminary Overview, *Journal of Latin American Geography*, 2010 Conference of Latin Americanist Geographers,. Pp. 9-31
15. Cabeza de Vaca, Álvaro, 1542, Naufragios, [www.elaleph.com](http://www.elaleph.com) copyright 2000. 115 pp.
16. CAMIMEX, 2016, Informe Anual 2016 de la Camimex. Cámara Minera de Mexico.
17. Capasso Gamboa, Alvaro, 2007, Situación actual del ferrocarril en México, Tesis del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Escuela de Ingeniería y Ciencias, Universidad de las Américas Puebla.
18. Carranza, E.J.M., 2009. Geochemical anomaly and mineral prospectivity mapping in GIS. *Handbook of Exploration and Environmental Geochemistry*. 11. Elsevier, Amsterdam.
19. Carranza, E.J.M., 2010a. Catchment basin modelling of stream sediment anomalies revisited: incorporation of EDA and fractal analysis. *Geochem. Explor. Environ. Anal.* 10, 365–381.
20. Comisión Federal de Electricidad. (2012). Centrales de generación de energía eléctrica [Base de datos geográfica]. México: CFE.
21. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2017). Áreas naturales protegidas federales [Base de datos geográfica]. México: Conanp.
22. Conabio, 2012, CONABIO, 2 décadas de Historia, Comisión Nacional de la Biodiversidad. 104 pp.
23. Cotler, Helena, 2007, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología. 348 pp.
24. Chica-Olmo, M., Delgado-García, J., Abarca-Hernández, F., Rigol-Sánchez, J.P., 1994, Elementos básicos para la construcción de un SIG para exploración minera (resumen), en *Comunicación III: Madrid, España*, Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica.
25. Chica-Olmo, M., Abarca-Hernández, F., Rigol-Sánchez, J.P., Delgado-García, J., 1996, Etapas del diseño de un sistema de información para exploración de recursos minerales (resumen), en *Congreso Nacional y Conferencia Internacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio y Medio Ambiente: Granada, España*, 2, 23-26.
26. Chica-Olmo, M., Rigol-Sánchez, J.P., Abarca-Hernández, F., Delgado-García, J., 1997, Desarrollo de un sistema de información para exploración

- de recursos minerales, en Casanova, J.L., Sanz Justo, J. (eds.), Teledetección: Usos y Aplicaciones: Valladolid, España, Secretariado de publicaciones e intercambio científico, Universidad de Valladolid, 317-322.
27. Chica-Olmo, M., Abarca, F., Rigol, J.P., 2002, Development of a Decision Support System based on remote sensing and GIS techniques for gold-rich area identification in SE Spain: *International Journal of Remote Sensing*, 23, 4801-4814.
28. Davis, J.C., 1986, *Statistics and data analysis in geology*: New York, John Wiley & Sons, 656 p.
29. De las Casas, Fray Bartolomé, 1875, *Historia de las Indias*, Tomo I, Biblioteca Ayacucho, edición 1976. 798 pp.
30. De las Casas, Fray Bartolomé, 1875, *Historia de las Indias*, Tomo II, Biblioteca Ayacucho, edición 1976. 258 pp.
31. De las Casas, Fray Bartolomé, 1875, *Historia de las Indias*, Tomo III, Biblioteca Ayacucho, edición 1976. 649 pp.
32. De León, Alonso, 1909, *Historia de Nuevo León, Con Noticias sobre Colima, Tejas y Nuevo Méjico*, Librería de la Viuda de Ch. Bouret.
33. Díaz del Castillo, Bernal, 1632, *Historia Verdadera de la Conquista de la Nueva España*, Tomo I, Editorial Pedro Robredo, edición 1939. 410 pp.
34. Del Hoyo, Eugenio, 2005, *Historia del Nuevo Reino de León 1577 -1723*, colección La Historia en la Ciudad del Conocimiento, Fondo Editorial Tecnológico de Monterrey. ITESM/Fondo Editorial Nuevo León, 675 p.
35. Marqués de Croix, 1767, *Bando del Marqués de Croix*.
36. Duran Miramontes. H. y J. Chairez Blanco (1993), "Exploración e inventario minero por carbón en la región carbonífera de Coahuila", *Memorias de la XX Convención de la AIMMG*, Acapulco. Gro., México.
37. Fabbri, A.G., Chung, C.F., 1996, Predictive spatial data analysis in the geosciences, in Fisher, M., Scholten, H.J., Unwin, D. (eds.), *Spatial analytical perspectives on GIS*: London, Taylor and Francis, p.147-159.
38. Foster, S.S.D. (1987): *Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. Vulnerability of Soil and Groundwater to pollutants*. TNO Committee on Hydrological Research Information n°38, Ed. by W. Van Duijvenbooden and H.G. Van Waegenigh, The Hague: 69-86.
39. Fundar, PODER y Transparencia Mexicana (2016), *Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas*. EITI, México, disponible en <http://eitimexico.org/>

40. Fundar, PODER y Transparencia Mexicana (2017), Diagnósticos, disponible en <http://eitimexico.org/category/diagnosticos/>
41. Gutiérrez-Ruiz, M., Romero, F.M., González-Hernández, G., 2007, Suelos y sedimentos afectados por la dispersión de jales inactivos de sulfuros, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 234-2, 170-184.
42. Hausberger, Bernd, Álvarez, Salvador. 1999, Sobre La Nueva España y sus metales preciosos. La industria minera colonial a través de los libros de cargo y data de la Real Hacienda. *Historia Mexicana*, [S.I.], p. 679-688.
43. Hernández Osorio, Ariadna Deni, 2015, Geografía, Historia e Itinerarios culturales. El caso del Camino Real de Tierra Adentro, tramo México – Zacatecas, México, Universidad Complutense de Madrid, IV Congreso Latinoamericano de Antropología, 22 pp.
44. Hernández Salas, J. Esteban, Los Retos, Desafíos e Implicaciones Globales de la Política Comercial de Estados Unidos, Tesis, Facultad de Economía, UNAM. 117 pp.
45. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2007). Cartas topográficas 1:250,000 [Base de datos geográfica]. México: INEGI.
46. Instituto Nacional de Estadística y Geografía Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE linteractivo 2017/03), Documento Metodológico. 30 pp.
47. INEGI 2011C., Guía para la interpretación de Información Cartográfica impresa y digital de uso de suelo y vegetación.
48. INEGI, 2014, Curso Sistema de Información Geográfica. 60 pp.
49. INEGI. Estadísticas Históricas de México, 1994, Tomo I, Minería, Tercera Edición. pag. 469-504.
50. INEGI (1994), La minería en México, 1994, Aguascalientes, Ags., México.
51. Isaaks, E.H., Srivastava R.M. 1989. An introduction to applied geostatistics. Oxford University Press, Nueva York.
52. Jackson, Taylor, and Kenneth P. Green (2016). Fraser Institute Annual Survey of Mining Companies, 2015. Fraser Institute. <<http://www.fraserinstitute.org>>.
53. Jackson, Taylor, and Kenneth P. Green (2017). Fraser Institute Annual Survey of Mining Companies 2016. Fraser Institute. <<http://www.fraserinstitute.org>>.
54. Luo, J., 1990, Statistical mineral prediction without defining a training area: *Mathematical Geosciences*, 22, 253-260.
55. Marcossou, I. F. (1949), Metal magic: the story of the American Smelting & Refining Co., Parrar, Strauss, Nueva York.



- 
56. Minera La Encantada, .Manifiesto de Impacto Ambiental para Planta de Lixiviación Dinámica y Presa de Jales, Unidad La Encantada, Municipio de Ocampo, Coahuila. 629 pp.
57. Moon, C.J., Whateley, M.K.G., 1995, From Prospect to Predevelopment, en Evans, A. (ed.), Introduction to mineral exploration: Oxford, Reino Unido, Blackwell Science Ltd., 63-91.
58. Naciones Unidas (2013). Estudio sobre las Industrias Extractivas en México y la situación de los pueblos indígenas en los territorios en que están ubicadas estas industrias. Disponible en: [http://hchr.org.mx/files/informes/Estudio\\_sobre\\_industrias\\_extractivas\\_en\\_Mexico\\_PIs.pdf](http://hchr.org.mx/files/informes/Estudio_sobre_industrias_extractivas_en_Mexico_PIs.pdf)
59. Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina (2013). Sistema de información para la gestión comunitaria de conflictos socio-ambientales mineros en Latinoamérica. Disponible en [http://basedatos.conflictosmineros.net/ocmal\\_db/?page=lista&idpais=02024200](http://basedatos.conflictosmineros.net/ocmal_db/?page=lista&idpais=02024200)
60. O´Gorman, Edmundo, 1985, Historia de las divisiones territoriales de México, Editorial Porrúa, Colección Sepan cuantos ... 326 pp.
61. Ochoa Valenzuela, Juan Carlos, 2012, El Gremio de los Artesanos barberos-flebotomianos, Zacatecas 1772-1812, Tesis de Maestría, El Colegio de San Luis A.C. 207 pp.
62. ORACLE Corporation, 2005, PEMEX SICORI quintuplica su productividad en la generación de servicios de información geoespacial con innovadora plataforma tecnológica, 2 pp.
63. Orris, Greta, Nonfuel mineral resources in the United States-Mexico border region: a progress report on information available from the Center for Inter-American Mineral Resource Investigations (CIMRI) U.S. Geological Survey circular ; 1098
64. Padilla y Sánchez, R.J., Domínguez Trejo, I., López Azcárraga, A.G., Mota Nieto, J., Fuentes Menes, A.O., Rosique Naranjo, F., Germán Castelán, E.A., Campos Arriola, S.E., 2013, National Autonomous University of Mexico Tectonic Map of Mexico GIS Project, American Association of Petroleum Geologists GIS Open Files series.
65. Page, W.R., Berry, M.E., VanSistine, D.P., and Snyders, S.R., 2009, Preliminary geologic map of the Laredo, Crystal City–Eagle Pass, San Antonio, and Del Rio 1° x 2° quadrangles, Texas, and Nuevo Laredo, Ciudad Acuña, Piedras Negras, and Nueva Rosita 1° x 2° quadrangles, Mexico: U.S Geological Survey Open-File Report 2009-1015, 10 p., 2 plates, scale 1:350,000.
66. PEMEX, 2014, Anuario Estadístico 2014, 81 pp.

- 
67. PEMEX Comunicación Social. (2012). Terminales de almacenamiento y reparto [Base de datos geográfica]. México: Pemex.
68. PEMEX (2016). Licitaciones públicas de ductos y contratos de mantenimiento [Múltiples documentos]. México: Pemex
69. PEMEX Sesión 752, 2004, Sesión Ordinaria del Consejo de Administración 752 del 12 de Mayo del 2004.
70. Pérez González María Luisa (2000), "Los Caminos Reales de América en la Legislación y en la Historia", en Memorias del Coloquio Internacional El Camino Real de Tierra Adentro, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
71. Piedad-Sánchez, N., 2005, Estudio de la Industria del Carbón en la Región Carbonífera del Estado de Coahuila y del cluster del carbón a nivel mundial: Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A., pp. 16-29.
72. Ramírez, Erika, 2013. "En México, 35 focos rojos por minería", Contralínea, Disponible: <http://contralineainfo.com/archivo-revista/index.php/2013/04/23/en-mexico-35-focos-rojos-por-mineria/>
73. Rangel Martínez, Gustavo, 1999, SigMin Sierra de Guanajuato Sistema de Información Geográfico de Minería: Sierra de Guanajuato. Tesis de Licenciatura, Facultad de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato. 74 pp.
74. Rigol-Sánchez, J.P., 2000, Aplicación de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección en exploración minera: Granada, España, Universidad de Granada, tesis doctoral, 415 p.
75. Rigol-Sánchez, J.P., Chica-Olmo, M., Abarca, F., 2003, Artificial neural networks as a tool for mineral potential mapping with GIS: International Journal of Remote Sensing, 24, p. 1151-1156
76. Rigol-Sánchez, Juan P.; Chica-Olmo, Mario; Pardo-Igúzquiza, Eulogio; Rodríguez-Galiano, Víctor; Chica-Rivas, Mario, Análisis e integración de datos espaciales en investigación de recursos geológicos mediante Sistemas de Información Geográfica, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, vol. 63, núm. 1, abril, 2011, pp. 61-70, Sociedad Geológica Mexicana, A.C.
77. Rodríguez Castillo, Abraham, 2015, Prevención de accidentes en la Fundidora de Fierro y Acero Monterrey, Revista Actas Historia, p. 16 a 26.

- 
78. Rodríguez-Zayas, T. E. 2001. Comparación de métodos propuestos por la FAO para estimar la evapotranspiración de referencia. *Ing. Hidrául. Amb.* 22, págs. 17-21.
79. Romero, F., Armienta, M., Gutiérrez, M., Villaseñor, G., 2008, Factores geológicos y climáticos que determinan la peligrosidad y el impacto ambiental de jales mineros: *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 24(2), 43-54.
80. Romero, F.M., Gutiérrez, M.E., 2010, Problemática ambiental asociada a jales en dos zonas mineras localizadas en el centro y sur de México: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 62(1), 43-53.
81. Sánchez, M. I. 1992, Métodos para el estudio de la evaporación y evapotranspiración. *Cuadernos Técnicos de la Sociedad Española de Geomorfología* N° 3. Logroño: Geofoma Ediciones.
82. Shawe-Taylor, J. Cristianini, N. 2004. "Kernel Methods for Pattern Analysis". Cambridge University Press. ISBN: 978-0- 521-81397-6.
83. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016). *Manifestaciones de Impacto Ambiental [Múltiples documentos]*. México: Semarnat.
84. Secretaría de Economía, Coordinación General de Minería, *Proyectos mineros operados por compañías de capital extranjero*, 2015
85. Tamayo, Jorge L., 1943, La Minería de Nueva España en 1794, *El Trimestre Económico* Vol. 10, No. 38(2) (julio-septiembre 1943), pp. 287-319.
86. Te Paske, John Jay, 1986, Introducción de Herbert Klein y John Jay Te Paske a Ingresos de la Real Hacienda de la Nueva España. Publicados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el Instituto Nacional de Antropología e Historia, México D.F.
87. Tomlinson, Roger, 1967, *An Introduction to the Geo-Information System of the Canada Land Inventory*, Ministry of Forestry and Rural Development, Ottawa, Canada, 25 pp.
88. Urrutia, Joseph Ramon de, 1771 , Primera parte del Mapa, que comprende la Frontera, de los Dominios del Rey, en la America Septentrional : 1771
89. Universidad de Guanajuato, [www.ugto.mx/campusgto/noticias-gto/98-destaca-roger-tomlinson-el-importante-papel-de-los-sistemas-de-informacion-geografica-en-la-toma-de-decisiones](http://www.ugto.mx/campusgto/noticias-gto/98-destaca-roger-tomlinson-el-importante-papel-de-los-sistemas-de-informacion-geografica-en-la-toma-de-decisiones)

90. U.S. Geological Survey, 2004b, Internet map service for environmental health in the U.S.- Mexico border region: U.S. Geological Survey Fact Sheet 2004-3140.
91. U.S. Geological Survey, 2004, Assessment of undiscovered oil and gas resources of the Burgos basin province, northeastern Mexico, 2003: U.S. Geological Survey Fact Sheet 2004-3007.
92. Von Humboldt, Alexander, 1811, Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España, Tomo IV, Sexta Edición Castellana, Editorial Pedro Robredo, México, D.F, 1941. 396 pp.
93. Weidie, A. E., Wolleben, J. A., and McBride, E. F., 1978, Regional geologic framework of northeastern Mexico, in Minas de Golondrinas and Minas Rancherías, Northeastern Mexico: Corpus Christi Geological Society, 1978 Spring Field Conference, p. 27-38.