



VOLUMEN I

INVENTARIO FÍSICO DE LOS RECURSOS MINERALES DEL ÁREA NOMBRE DE DIOS, CHIHUAHUA

OCTUBRE, 2006

SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO
FIDEICOMISO DE FOMENTO MINERO

INVENTARIO FÍSICO DE LOS RECURSOS
MINERALES DEL ÁREA
NOMBRE DE DIOS, CHIHUAHUA

ELABORÓ: ING. MAGDALENO HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ
REVISÓ: M. en C. JOSÉ DE JESÚS PARGA PÉREZ
SUPERVISÓ: ING. FERNANDO CASTILLO NIETO

OCTUBRE, 2006

INDICE

	Página
I. GENERALIDADES	1
I.1. Antecedentes	1
I.2. Objetivo	3
 II. MEDIO FÍSICO Y GEOGRAFICO	 4
II.1. Localización y Extensión	4
II.2. Vías de Comunicación y Acceso	6
II.3. Fisiografía	9
II.4. Hidrografía	13
 III. MARCO GEOLÓGICO	 21
III.1. Geología Regional	21
III.2. Geología Local	24
 IV. LOCALIDADES MINERALES	 49
IV.1. Minerales No Metálicos	50
IV.2. Rocas Dimensionables	77
IV.3. Minerales Metálicos	81
IV.4. Agregados Pétreos	87
 V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 92
 BIBLIOGRAFÍA	 96

ANEXO I

Fichas de campo, descriptivas de las localidades estudiadas

INDICE DE PLANOS Y FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de Localización del Área Nombre de Dios	5
Figura 2. Principales Vías de Comunicación del Estado de Chihuahua.....	8
Figura 3. Provincias Fisiográficas de La República Mexicana.....	11
Figura 4. Provincias Fisiográficas del Estado de Chihuahua.....	12
Figura 5. División Hidrológica Correspondiente a la República Mexicana.....	15
Figura 6. División Hidrológica del Estado de Chihuahua.....	16
Figura 7. División Hidrográfica del Estado de Chihuahua.....	17
Figura 8. Zona de Veda en el Estado de Chihuahua.....	20
Figura 9. Provincias Geológicas de la República Mexicana.....	21
Figura 10. Terrenos Tectonoestratigráficos de La República Mexicana.....	22
 Plano 1. Carta Geológica del Área Nombre de Dios, Estado de Chih. Escala 1:100,000 (En bolsa al final del texto)	
 Plano 2. Carta de Yacimientos Minerales del Área Nombre de Dios, Estado de Chih. Escala 1:100,000 (En bolsa al final del texto)	
 Plano 3. Carta Magnética del Área Nombre de Dios, Estado de Chih. Escala 1:100,000 (En bolsa al final del texto)	

I. GENERALIDADES

I.1. INTRODUCCIÓN

Tomando en consideración la importancia para el Estado de Chihuahua de contar con información geológica minera actualizada, enfocada a la exploración de los recursos minerales metálicos, minerales no metálicos, rocas dimensionables y agregados pétreos, en cada uno de los municipios de la entidad, el Servicio Geológico Mexicano, en convenio con el Fidecomiso de Fomento Minero, a considerado realizar dichos trabajos para que este estado cuente con la información mencionada, y ponerla a la disposición de los inversionistas nacionales y/o extranjeros y que posteriormente, se desarrolle una exploración detallada y una posible explotación y comercialización.

De acuerdo con el Secretario de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado, se marcaron las zonas señaladas genéricamente con la denominación de **área Nombre de Dios** para desarrollar este inventario, cubre parte de la superficie de los **municipios Aldama, Aquiles Serdán y Chihuahua**, abarcando una superficie de **2,000 Km.²**

El **área nombre de Dios** comprende las siguientes zonas:

1. Distrito Minero Santa Eulalia
2. Zona Mineralizada La Nopalera
3. Zona Mineralizada Nombre de Dios
4. Zona Mineralizada San Ignacio
5. Zona Mineralizada Dolores

6. Zona Mineralizada Carrizalillo

7. Zona Mineralizada El Fresno

En este inventario iniciado en el mes de febrero de 2006, se utilizó como base la geología levantada con anterioridad por el Servicio Geológico Mexicano (antes Consejo de Recursos Minerales) en los municipios Aldama, Aquiles Serdán y Chihuahua, cuyas cartas fueron Chihuahua H13-10 y Ciudad Delicias H13-11, Esc. 1:250,000, corroborada y/o corregida con la geología local observada durante los reconocimientos realizados a los diferentes lugares que comprenden el área en estudio (ver Carta Geológica del **Área Nombre de Dios**, Chih., Esc. 1:100,000, al final del texto).

A las localidades mineras detectadas en este estudio, se integró y actualizó la información de las localidades y prospectos ubicados con anterioridad, durante el levantamiento de la geología, para enriquecer la información de este inventario (ver Carta de Yacimientos Minerales del **Área Nombre de Dios**, Chih., Esc. 1:100,000, al final del texto).

Con objeto de que la información este completa para desarrollar estudios posteriores en localidades que lo ameriten, se incluye el levantamiento magnético realizado por el Servicio Geológico Mexicano que podrá ayudar a interpretar las condiciones del subsuelo relacionadas con posibles yacimientos a profundidad (ver Carta Magnética del **Área Nombre de Dios**, Chih., Esc. 1:100,000, al final del texto).

I.2. OBJETIVO

El principal objetivo que se persigue con el presente trabajo, es difundir el conocimiento de la geología y los recursos minerales del área Nombre de Dios, dentro de los municipios Aldama, Aquiles Serdán y Chihuahua, con el propósito de determinar la presencia e importancia económica de los posibles yacimientos de minerales metálicos, de minerales no metálicos, así como de rocas dimensionables y agregados pétreos existentes, y como complemento, implementar programas de infraestructura geológico-minera, que coadyuven a:

1. Localizar recursos minerales y rocas como materia prima para el desarrollo regional y para la industria minera.
2. Atraer inversión nacional y extranjera para elevar el nivel de vida de las comunidades en los municipios, con el desarrollo de nuevos proyectos.
3. Generar empleo para la comunidad, evitando la emigración.
4. Contribuir al desarrollo de la minería social.

II. MEDIO FÍSICO Y GEOGRÁFICO

II.1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN

El área Nombre de Dios, se encuentra ubicada en la porción central del estado de Chihuahua, cubriendo una superficie de 2,000 Km² (figura 1), que corresponde al 0.8% de la superficie total del estado (247,087 Km²). Las coordenadas geográficas del área en estudio y que comprende parte de los municipios Aldama, Aquiles Serdán y Chihuahua, son:

ESQUINA	LATITUD	LONGITUD
1	N 20° 17'20"	W 106° 04'14"
2	N 28° 27'13"	W 105° 42'35"
3	N 28° 43'15"	W 105° 52'13"
4	N 28° 44'31"	W 105° 49'24"
5	N 28° 50'59"	W 105° 52'53"
6	N 28° 49' 53"	W 105° 54'44"
7	N 29° 00'09"	W 106° 00'03"
8	N 28° 54'38"	W 106° 11'56"
9	N 28° 37'43"	W 106° 01'50"
10	N 28° 32'22"	W 106° 13'17"

Iniciando el siglo XVIII se descubre el distrito minero argentífero colonial de Santa Eulalia de Chihuahua, fundándose en una angosta cañada de la serranía de Santa Eulalia de Mérida. En 1718 se da el título de Villa a San Felipe de Chihuahua ubicada a 20 Km de Santa Eulalia, estableciéndose una intensa relación comercial entre las dos poblaciones. La mayor bonanza de Santa Eulalia se registro durante los primeros 30 años de vida, cuando produce la cuarta parte de toda la plata obtenida en todo el virreinato durante dicho periodo.

En 1728 el censo poblacional de la ciudad de Chihuahua fue de 10,752 habitantes. El poblado Aldama (fotografía 1) se fundó el año de 1671, cuando el capitán Pedro Cano de los Ríos, denunció un paraje en las cercanías de la hacienda de Tabalaopa su actual nombre le fue otorgado el año de 1826 en honor del caudillo independentista Juan Aldama.

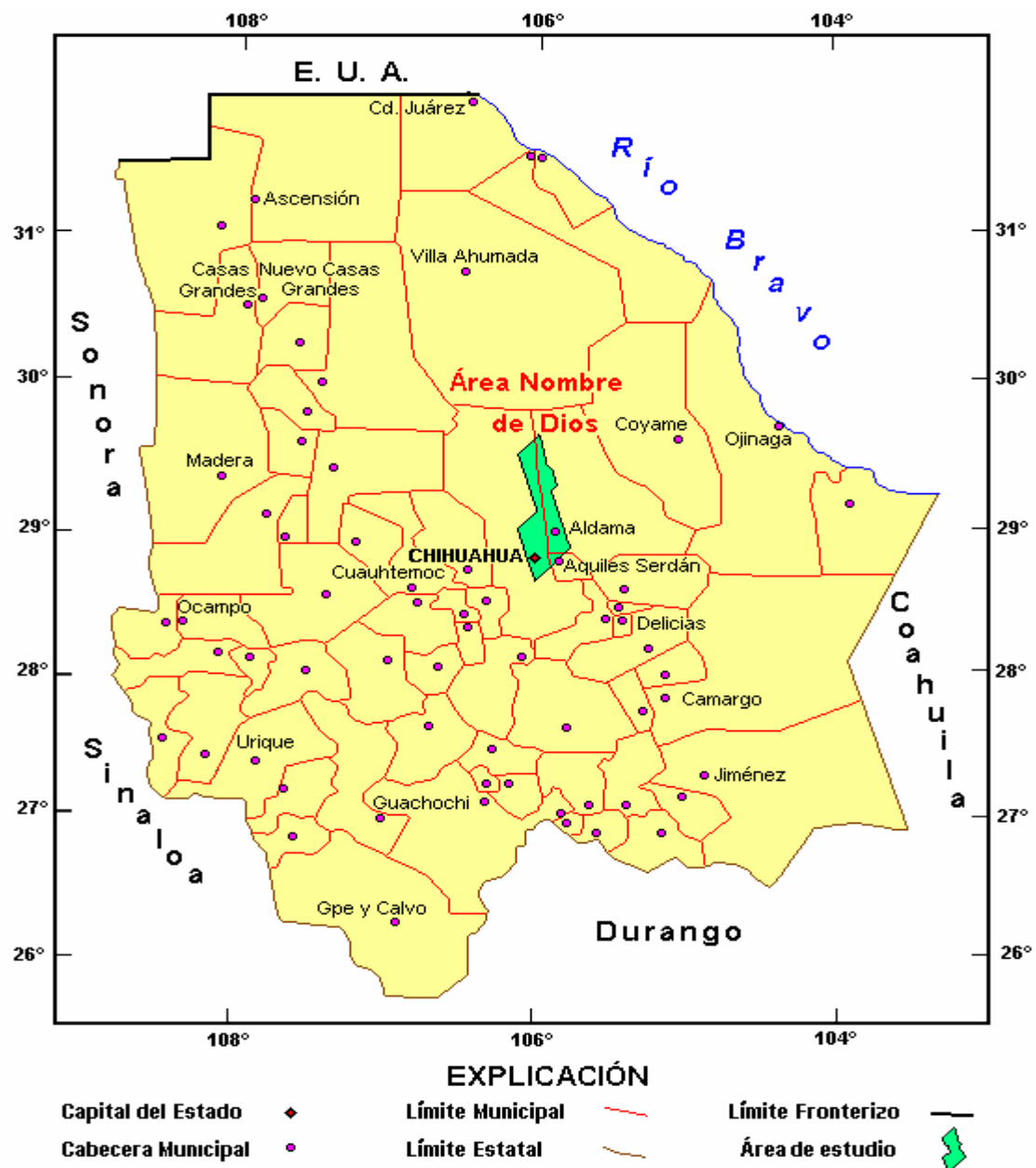


Figura 1. Mapa de localización del área Nombre de Dios



Fotografía 1. Presidencia municipal Aldama, Chih.

II.2. VIAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO

Los municipios Aldama, Aquiles Serdán y Chihuahua, se encuentran bien comunicados, siendo sus vías de comunicación principales la autopista federal N° 45 que enlaza a la ciudad de Chihuahua con la ciudad fronteriza Ciudad Juárez y con el Paso, Texas (USA); la autopista federal N° 16 que comunica con la ciudad de Hermosillo Sonora y otra más que une a la ciudad de Chihuahua con Ojinaga y la frontera con Odessa, Texas (figura 2).

En la capital del estado se encuentra el aeropuerto Internacional Roberto Fierro que comunica a Chihuahua con la mayor parte de la Republica Mexicana y con los Estados Unidos de Norteamérica.

El ferrocarril México-Ciudad Juárez, comunica a las ciudades de México, Querétaro, Celaya, Salamanca, León, Aguascalientes, Torreón, Chihuahua y Ciudad Juárez lo que representa la vía más rápida de acceso a la frontera con los Estados Unidos de

Norte América, además, existe el ferrocarril Chihuahua Pacífico que cruzando la Sierra Madre Occidental, une a la ciudad de Chihuahua con la ciudad de Los Mochis, Sinaloa.

El área tiene una importante red de caminos de terracería, transitables en toda época del año, que aseguran la comunicación entre las principales comunidades y ejidos del municipio; además, cuenta con numerosas brechas que permiten el acceso a la mayoría de los prospectos de minerales no metálicos, rocas dimensionables, metálicos y de agregados pétreos, potenciales productores de materia prima en la entidad.

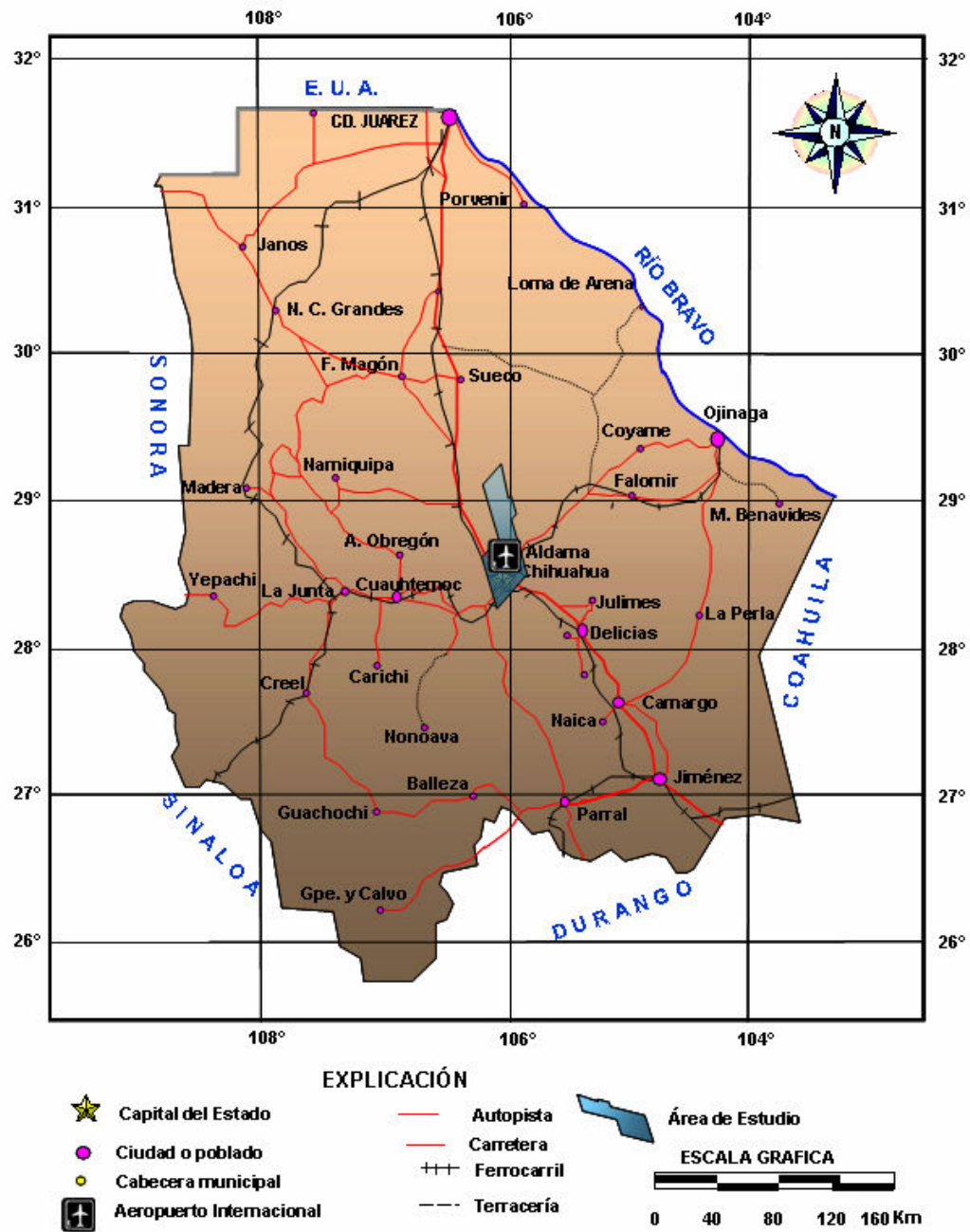


Figura 2. Principales vías de comunicación del Estado de Chihuahua.

II.3. FISIOGRAFÍA

El estado de Chihuahua comprende partes de las provincias fisiográficas Sierras y Cuencas del Norte así como de la Sierra Madre Occidental (figura 3), éstas dividen a la entidad en dos porciones de superficie similar y el límite entre ambas se extiende de noroeste a suroeste del territorio estatal (fotografía 2).



Fotografía 2. Vista panorámica del Valle de Aldama

La zona se encuentra en la provincia Sierras y Cuencas del Norte, extendiéndose desde el suroeste de los Estados Unidos de América hasta cerca de Nazas en Durango y la Laguna de Mayrán en Coahuila, asimismo se ubica en la subprovincia del Bolsón de Mapimi, caracterizándose por amplias llanuras aluviales con pequeñas sierras escarpadas y plegadas, así como lomeríos escarpados y ramificados (INEGI, 2003).

Las sierras presentan una orientación general hacia el norte-noroeste, tienen una altitud promedio de 1,900 a 2,200 m, siendo las más notables: Santo Domingo y

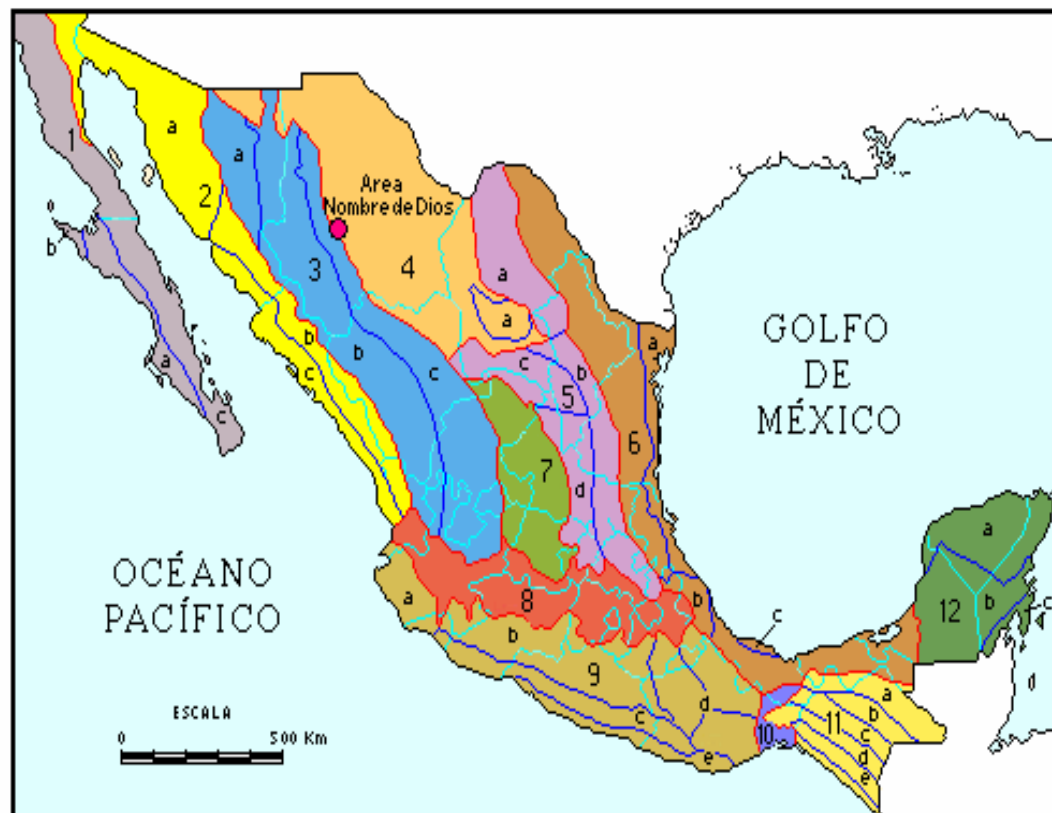
San Ignacio. La altitud máxima del área es de 2,300 m en el cerro de Los Otates (figura 4).

La región se encuentra en una etapa de madurez correspondiente a un clima árido, con un avanzado grado de denudación de las estructuras y drenaje bien integrado, salvo en las porciones oriental y occidental, donde dicho drenaje todavía no se encuentra bien integrado.

Dentro de la zona en estudio, la subprovincia de Llanuras y Sierras Volcánicas se caracteriza por presentar sierras conformadas principalmente por rocas volcánicas y en menor proporción por rocas sedimentarias calcáreas, las cuales constituyen sierras moderadamente altas, con elevaciones de 1,900 a 2,200 m.s.n.m., orientadas preferentemente noroeste-sureste y separadas por llanuras de aproximadamente 6 a 10 Km de ancho, de las que sobresalen con desniveles de 400 a 700 m de altura promedio; dentro de estas sierras se tienen a la de Sacramento, localizada hacia el extremo noreste de la zona en estudio, las sierras del área Nombre de Dios están dispuestas con una orientación general noroeste-sureste y se encuentran en una etapa de madurez temprana (fotografía 3).



Fotografía 3. Panorámica Valle de Aldama y Sierra San Ignacio, al fondo



- | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1. BAJA CALIFORNIA | c) Altiplano con Bolsones | c) Tuxtías | 11. ALTIPLANO DE CHIAPAS |
| a) Tierras Bajas | 4. SIERRAS Y CUENCAS | 7. MESA CENTRAL | a) Sierras Plegadas |
| b) Colinas de Vizcaíno | a) Altiplano de Coahuila | 8. EJE VOLCANICO | b) Los Altos |
| c) Altiplano Meridional | 5. SIERRA MADRE ORIENTAL | 9. SIERRA MADRE DEL SUR | c) Altiplano de Chiapas |
| 2. SERRANIAS SEPULTADAS | a) Sierra del Norte | a) Altiplano Septentrional | d) Cuenca Central |
| a) Desierto Sonorense | b) Sierra Alta | b) Cuenca Balsas Mexcala | e) Sierra de Chiapas |
| b) Estribaciones de Piamonte | c) Sierras Atravesadas | c) Taludes Meridionales | 12. YUCATAN |
| c) Deltas Costeros Sepultados | d) Sierras Bajas | d) Altiplano de Oaxaca | a) Tierras Planas |
| 3. SIERRA MADRE OCCIDENTAL | 6. PLANICIE COSTERA DEL GOLFO | e) Planicie Costera | b) Plataforma de Yucatán |
| a) Sierras Alargadas | a) Costa Baja | 10. FAJA DEL ISTMO | c) Costa Baja |
| b) Meseta de lava Riolítica | b) Vertiente | | |

Figura 3. Provincias Fisiográficas de la República Mexicana

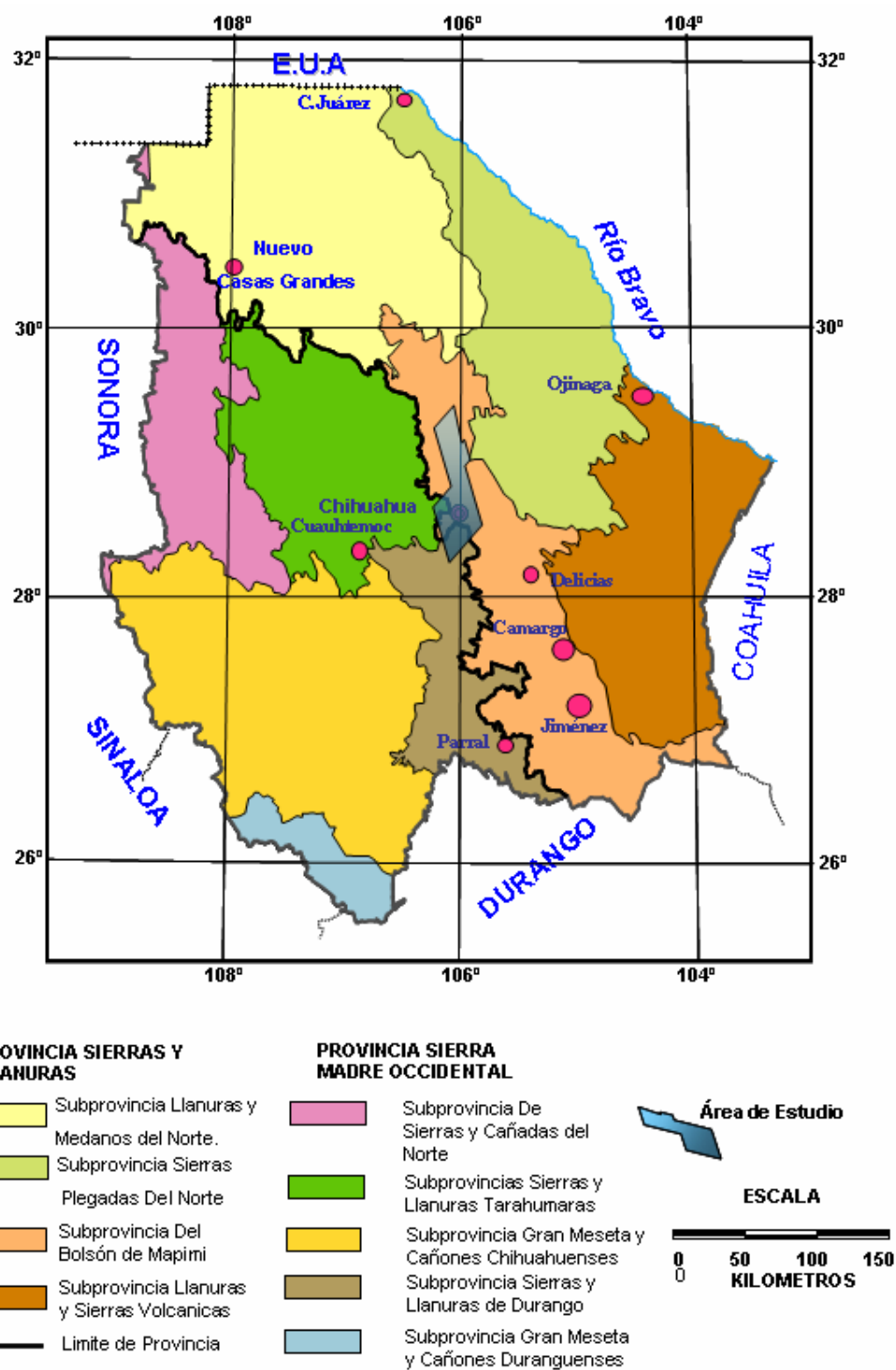


Figura 4. Provincias Fisiográficas del Estado de Chihuahua

Estas sierras constituyen anticlinorios de rocas plegadas, que se asocian con lomeríos y mesetas, caracterizándose por ser escarpadas y ramificadas.

Las llanuras se observan en lugares desérticos, desarrollados, sobre rellenos aluviales.

Cerros Blancos se encuentra dentro de la Sierra de Santo Domingo, orientada NW-SE, con su máxima altura de 1,700 m.s.n.m y la mínima de 1,300 m.s.n.m.; en las confluencias del cerro El Frijolar se encuentra la mayor incidencia de minas del distrito minero Santa Eulalia productora de gran cantidad de Ag, Pb y Zn, las que están siendo explotadas por el grupo México.

La sierra de San Ignacio se caracteriza por presentar una elongación NW-SE, en la que se alojan manifestaciones de minerales metálicos y no metálicos, con una elevación máxima de 1,800 m.s.n.m. (Puerto de Dolores) y la mínima de 1,300 m.s.n.m.

En los cerros La Chorreadura, Rincón del Toro y La Matanza Carrizalillo, con elevaciones de 1,700 a 2,000 m.s.n.m., existen gran cantidad de prospectos mineros, principalmente de no metálicos.

II.4. HIDROGRAFÍA

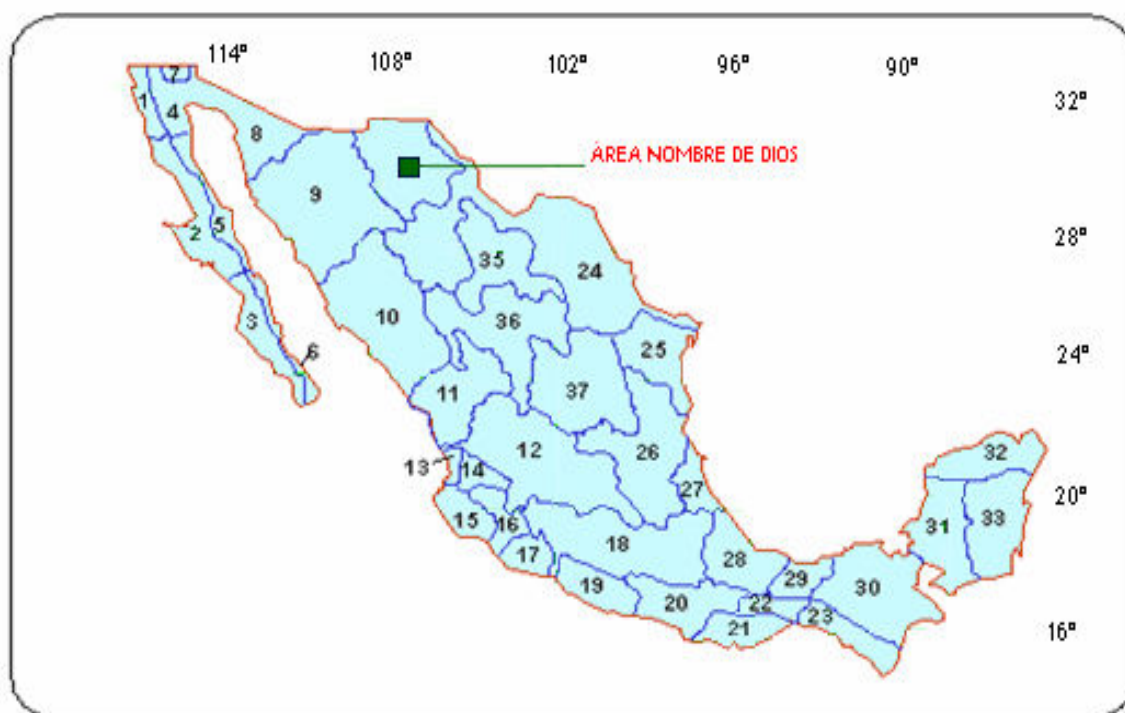
Dentro del marco hidrológico, el área Nombre de Dios se encuentra situado en la Región Hidrológica 24 Río Bravo, comprendiendo el territorio de Chihuahua las cuencas denominadas Cuenca Río Bravo-Cd. Juárez (I), Río Conchos-Ojinaga (J), Río Bravo-Ojinaga (H), Río Conchos-Presa El Granero (K), Río San Pedro (N), Cuenca Presa Conchos-Presa de la Boquilla (L), Cuenca Río Florido (M), (Figuras 5, 6 y 7), relacionadas específicamente al área Nombre de Dios (fotografía 4).

La región Hidrológica Num. 24 Río Bravo, abarca un área aproximada de 95,000 km², incluye la mayor parte del estado de Chihuahua y una pequeña porción de los estados de Durango y Coahuila.

Es la región hidrológica de mayor relevancia en la entidad y en ella queda incluido el Río Conchos, que es la corriente superficial más importante en el estado, originada en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, estados de Durango y Chihuahua, respectivamente. El drenaje es poco definido, dendrítico en algunas porciones y en otras subparalelo, está conformado por corrientes que descienden para desembocar al Río Bravo, y éste a su vez, al Golfo de México.

La región Hidrológica 24, se divide en 14 cuencas para efectos de mayor control. Dentro del estado de Chihuahua quedan incluidas siete; cuatro totalmente (N, K, J e I) y tres de manera parcial (M, L y H). La Cuenca (K) Río Conchos-Presa El Granero, se localiza completamente en la porción central de la entidad, y comprende 5% de su territorio. Al norte limita con la cuenca Arroyo El Carrizo y Río Florido (M), la primera de la RH-35 y la segunda de la RH-24; al noreste-este con la cuenca Río Conchos- Ojinaga (J); al oeste-suroeste con la cuenca Río San Pedro (N). Esta cuenca es drenada por corrientes de tipo intermitente y perene, la principal es el Río Conchos, en el tramo de la cortina de las presas La Boquilla y Luis L. León (El Granero). Tiene una precipitación media anual de 325.8 mm.

El tramo del río Conchos que se enclava en esta cuenca inicia en la zona de desfogue de la presa La Boquilla, con dirección al noreste hasta llegar a la ciudad de Camargo, donde a 1 Km aguas abajo, se le une por su margen derecha al Río Florido; de ahí en adelante la corriente se vuelve sinuosa hacia el norte y con ligeras deflexiones al noreste. Antes de la confluencia, el río Conchos recibe aporte del Ojo de Agua (por margen derecha) y El Pajarito, Cañada Verde y los Chorizos (por margen izquierda). Posteriormente por margen izquierda se le une el río San Pedro, al noreste de la localidad El Torreón.



VERTIENTE OCCIDENTAL

1. Baja California Noroeste (Ensenada)
2. Baja California Centro-Oeste (Vizcaino)
3. Baja California Suroeste (Magdalena)
4. Baja California Noreste (Laguna Salada)
5. Baja California Centro-Este (Santa Rosalía)
6. Baja California Sureste (La Paz)
7. Río Colorado
8. Sonora Norte
9. Sonora Sur
10. Sinaloa
11. Presidio - San Pedro
12. Lerma Santiago
13. Huicicila

14. Ameca

15. Costa de Jalisco
16. Armería-Coahuayana
17. Costa de Michoacán
18. Balsas
19. Costa Grande
20. Costa Chica - Río Verde
21. Costa de Oaxaca (Puerto Angel)
22. Tehuantepec
23. Costa de Chiapas

VERTIENTE ORIENTAL

24. Bravo - Conchos
25. San Fernando - Soto La Marina

26. Pánuco

27. Tuxpan - Nautla
28. Papaloapan
29. Coatzacoalcos
30. Grijalva - Usumacinta
31. Yucatán Oeste
32. Yucatán Norte
33. Yucatán Este

VERTIENTE INTERIOR

34. Cuencas Cerradas del Norte
35. Mapimí
36. Nazas - Aguanaval
37. El Salado

Figura 5. División Hidrológica correspondiente a la República Mexicana

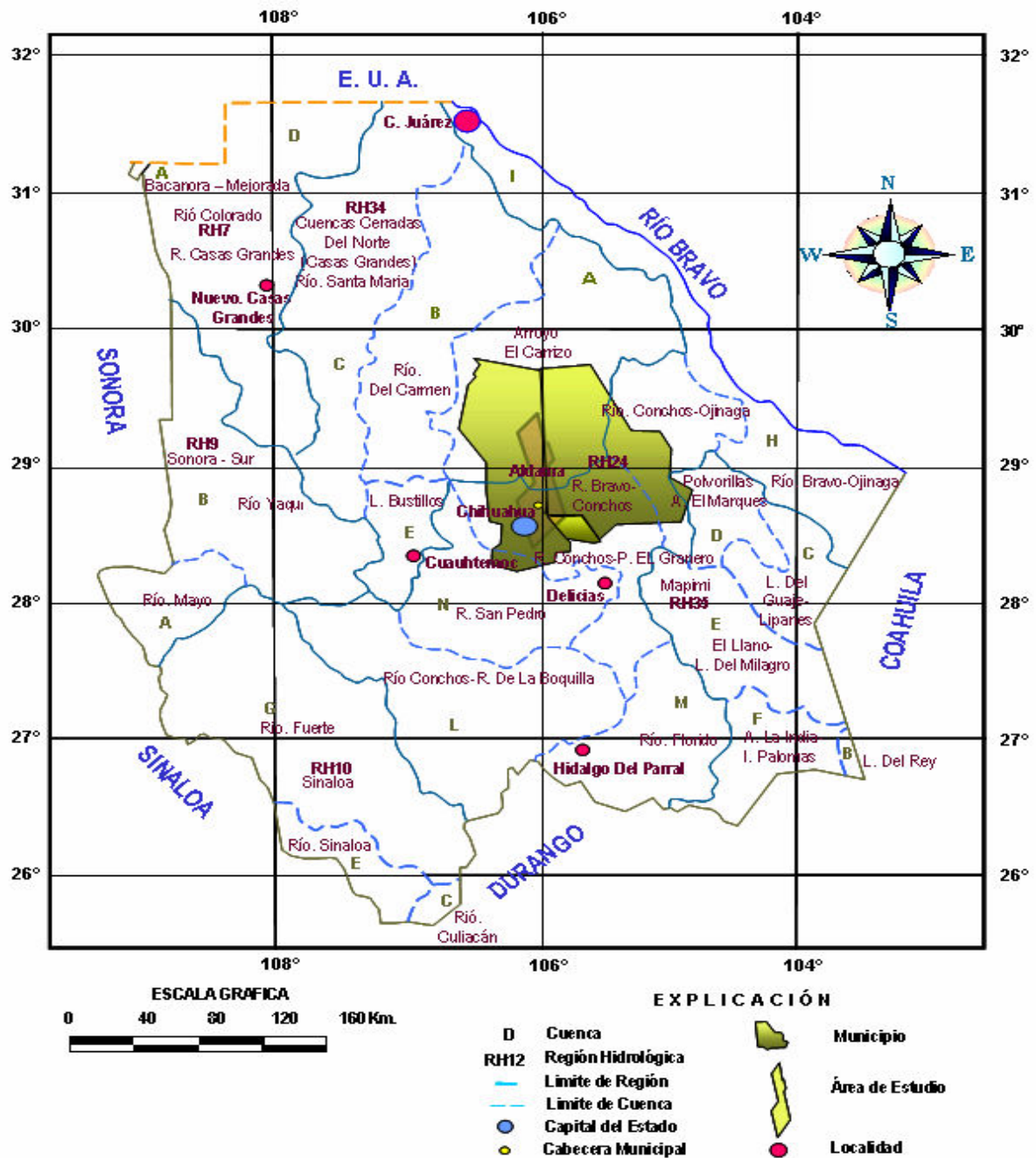


Figura 6. División Hidrológica del Estado de Chihuahua.



Fotografía 4. Vista panorámica del Río Sacramento

A la altura del poblado de Julimes (3.5 Km aguas abajo), por su margen derecha, recibe al arroyo El Aguajito y cerca de la localidad Río Escondido, por su margen izquierda se une al río Chuviscar, uno de los afluentes más importantes que cruzan el área; luego sigue su curso hasta la presa Luis L. León (El Granero), donde sus aguas son retenidas y controladas, además, es el área donde se unen los arroyos Grande (margen izquierda) y Las Víboras (margen derecha). El trayecto por la cuenca del Río Conchos es de 252 Km y presenta una pendiente de 0.12% en este tramo con obras hidráulicas; se cuenta con siete presas importantes, tres ubicadas sobre el Río Conchos, tres en el Río Chuviscar y una en el Río Sacramento. Las instaladas en el Río Chuviscar son la Presa Chihuahua (fotografía 5), construida con el propósito de suministrar agua potable a la Ciudad de Chihuahua y controlar las avenidas, su capacidad es de 24.83 millones de m³.

Con respecto al agua subterránea, la mayor parte de los acuíferos son de tipo libre y semiconfinados, formados principalmente por sedimentos granulares del Terciario al Reciente. En los depósitos subterráneos, la extracción media anual es de 3,130.71 millones de m³. Existen tres acuíferos, reservados para suministro de agua

potable a los centros urbanos más importantes; El Sauz-Encinillas, (Chihuahua), Valle de Juárez (Juárez) y Parral-Valle del Verano (Hidalgo del Parral). Dentro del estado existen manantiales distribuidos ampliamente en el territorio Chihuahuense; su calidad es predominantemente dulce, enseguida tolerable y en menor proporción salada; su gasto es reducido y se utiliza para subsanar necesidades domésticas y pecuarias (abrevaderos y recreativos).



Fotografía 5. Panorámica de la Presa Chihuahua. Chih.

Los principales manantiales termales son: Ojo del Diablo, Hoapoca, Agua Caliente, San Diego de Alcalá, Camargo, en la mayor parte de los manantiales termales la temperatura es mayor o cercana a los 40°C. La permeabilidad es baja en el estado y se clasifica en materiales consolidados que incluyen rocas ígneas (riolita, toba riolítica, andesita, rocas sedimentarias, conglomerado y caliza), que dadas sus características de fracturamiento moderado, grado y tipo de intemperismo, rasgos fisiográficos y geomorfológicos, presentan restricciones para contener o transmitir fluidos en grandes cantidades (figura 8).

La explotación de los acuíferos en el país y desde luego el volumen de extracción del agua subterránea en las diferentes cuencas hidrológicas son controladas por la Comisión Nacional del Agua (CNA), mediante decreto de zonas de veda, publicado en el diario Oficial de la Federación. Las zonas de veda presentes en el Estado de Chihuahua, se publicaron en febrero de 1952, Aldama, diciembre de 1953.

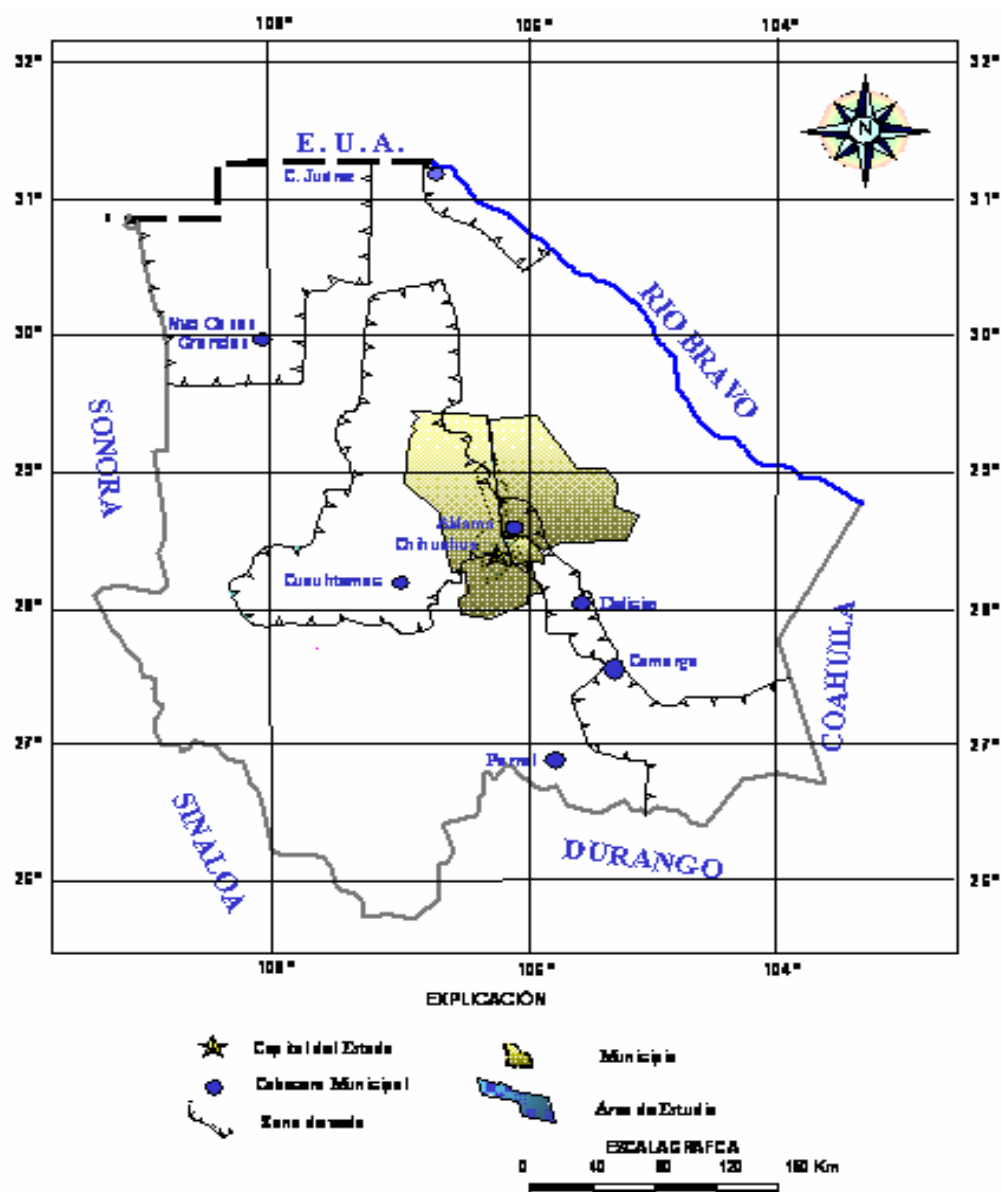


Figura 8. Zona de veda en el Estado de Chihuahua.

III. MARCO GEOLÓGICO

III.1. Geología Regional

El área se ubica en la porción suroccidental de la cuenca de Chihuahua (Haenggi W. T., 2002) cuyo basamento se ha postulado que corresponde al Cratón de Norteamérica (Sedlock R. L et al. 1993), constituido por rocas ígneas y metamórficas del Precámbrico, representadas por granito, granodiorita, gneis granítico y anfibolítico, anfibolita, pegmatita, metadiorita y metariolita, con edades que oscilan entre 1,337 y 695 Ma; correlacionables a la porción meridional del Cratón de Norteamérica (figura 9).



Figura 9. Provincias Geológicas de la República Mexicana.

La cuenca de Chihuahua empezó a formarse durante el Oxfordiano (Haenggi op. cit.) y se encuentra formada por depósitos marinos del Mesozoico, con espesores de 7,000 m; estos depósitos presentan tres ciclos sedimentarios: terrígenos-carbonatos (Jurásico superior-Aptiano); carbonatos con intercalaciones arcillosas (Albiano-Cenomaniano) y terrígenos predominantes (Turoniano-Senoniano) (Tovar R. J. C., 1981) (figura 10).



Figura 10. Terrenos Tectonoestratigráficos de la República Mexicana

El Jurásico superior presenta una secuencia transgresiva con facies clásticas hacia la base, que varía litológicamente a carbonatos y terrígenos en la parte superior y está representada por la Formación La Casita de edad Kimmeridgiano-Tithoniano.

El Neocomiano-Aptiano, está constituido principalmente por terrígenos y carbonatos con subordinados cuerpos de evaporitas de las formaciones Navarrete, Las Vigas, La Virgen, Cupido y La Peña.

El megaciclo Albiano-Cenomaniano incluye a las formaciones Coyame, Benigno, El Bronce y Finlay, además en este ciclo se depositó la Formación Benavides; consiste de un potente espesor de carbonatos interrumpido por estratos arcillo-calcáreos. En la zona se encuentran las formaciones Aurora (Ki cz), Las Vigas (Ki Ar-Lu), Cuchillo (Ki Cz-Lu), Tamaulipas Superior (Ka Cz) y Formación Finlay (Kace Cz). Parte de la columna solo se observa en el subsuelo a través de las diferentes obras mineras.

El Cretácico superior se caracteriza por depósitos de terrígenos de facies flysch con zonas aisladas de carbonatos subordinados; conformado por las formaciones Loma de Plata, Del Río, Buda, Ojinaga y San Carlos (Tovar R. J. C., op. cit.).

El Terciario está representado por rocas piroclásticas, vulcanoclásticas y derrames de composición riolítica y basáltica, así como por el emplazamiento de cuerpos ígneos intrusivos de composición cuarzomonzonítica, riolítica-dacítica y volcánicas como tobas líticas, tobas con pumicita y tobas ricas en cristales.

Hacia la porción suroccidental se encuentra la caldera Pastorías con una edad de 33 a 35 Ma caracterizada por las unidades Soto (rocas de precalderra), riolita Toro, toba Charco y basalto San Ramón. En la zona se postula la caldera Santo Domingo (Megaw P., McDowell, 1983 en Megaw P., 1990), representada por rocas de intracalderra formadas por tobas de ceniza de composición riolítica de moderada a baja densidad. Las unidades resultantes de la erosión están representadas por grava, arena, limo-arena y material aluvial.

Regionalmente la sierra Santo Domingo se interpreta como un pilar tectónico con orientación noroeste delimitado a los flancos por fosas tectónicas representadas por valles aluviales. De la interpretación de la carta magnética de campo total utilizando los métodos de la primera derivada y reducción al polo se identificaron lineamientos magnéticos con orientación noroeste-sureste que delimitan los flancos del pilar tectónico. Localmente el marco estructural se encuentra formado por las deformaciones dúctil-frágil y frágil; la deformación dúctil-frágil se encuentra formada por el anticlinal San Ignacio, así como por una cabalgadura con vergencia al noroeste y escasas fallas de desplazamiento lateral, la deformación frágil es la mejor representada y más abundante, consiste de fallas de tipo normal con orientación NW-SE, E-W y NE-SW, este último sistema forma la fosa tectónica San Antonio.

III.2. GEOLOGÍA LOCAL

(Ver Carta Geológica del área Nombre De Dios, Esc. 1:100,000, al final del texto). Las rocas que afloran en la zona son sedimentarias e ígneas. Las ígneas son exclusivamente volcánicas y comprenden edades del Precámbrico al Reciente. De ellas, se hace una breve descripción que sirve de marco para comprender una serie de eventos geológicos, tectónicos y sedimentarios, acaecidos en tiempo y espacio en el territorio que comprende el área estudiada y, su relación con los procesos que dieron origen a las rocas y minerales que representan los recursos minerales y pétreos del área.

Formación Rara (PpAr-Lu). Acevedo, F. y Márquez, B., 1952, fueron los primeros en describir con el nombre de Formación Rara a una secuencia constituida por una alternancia de lutita y arenisca con concreciones calcáreas, que afloran al sureste de la sierra del Cuervo, a la que le asignaron una edad tentativa del Triásico. Posteriormente, Ramírez, J. y Acevedo, F. (1957) asignaron una edad tentativa del Permo-Carbonífero, tomando en consideración que Díaz, T. (1955) describe la presencia de caliza con fusilínidos y tallos de crinoides, atribuyéndoles

una edad del Pérmico Medio, aflorantes en el arroyo Juan de Dios en la Sierra del Cuervo (fotografía 6).



Fotografía 6. Panorámica de la Formación Rara, localidad Los Filtros

Dentro del área de estudio, esta Formación tiene una distribución muy restringida, aflorando solamente en la porción oriental, de la Sierra del Cuervo Rancho Nuevo y los Filtros, se caracteriza por estar constituida por una alternancia de arenisca, lutita y limolita de color gris verdoso, que intemperizan a café oscuro y café claro, en algunas porciones presenta estratificación cruzada y en otras, estratificación graduada, con un espesor no mayor a los 1,200 m.

La Formación Rara se presenta en contacto discordante, sobre las rocas metamórficas del Precámbrico y subyace discordantemente a un conglomerado del Triásico-Jurásico. La fauna localizada es de Trilobites, Gasterópodos y moldes de huesos de tiburón, le atribuyen una edad de final del Carbonífero al Pérmico. Por su edad se correlaciona con las Formaciones Verde y Plomosas. Las características

litológicas de la unidad, permiten pensar que su depósito se efectuó en el borde de la plataforma o incluso en ambiente de talud, con influencia turbidítica.

Formación Plomosas, Lutita-Arenisca (Pei Lu-Ar). Burrows (1909), fue el primero en utilizar el nombre de Formación Plomosas para designar una secuencia que incluye rocas que varían en edad del Ordovícico al Jurásico, las cuales afloran en el área de los Filtros y la mina Plomosas en Placer de Guadalupe fuera del área (in:Bridges, L.1962) (fotografía 7).



Fotografía 7. Afloramiento de arenisca y lutita mostrando una intensa zona de alteración-oxidación, en la localidad Los Filtros

Este último dividió la secuencia en varias formaciones, conservando el nombre de Formación Plomosas, para designar a las rocas de edad Pérmico, que afloran en dichas área, presentando cambios laterales de facies muy variados.

Las rocas constituyentes de esta unidad son lutita, arenisca, conglomerado y limolita. La arenisca es de tipo calcáreo, color violáceo, bien clasificada, en algunas

porciones se observan lentes de conglomerado de 0.5 a 1 m de espesor, con fragmentos de arenisca, limolita y caliza, estratificación graduada. La lutita es color gris oscuro a violáceo, con estratificación laminar. En la parte superior de la secuencia se presenta limolita, en parte arenosa de color gris-violáceo intercalada con lutita y arenisca, estratificación graduada y cruzada, la secuencia se hace más arcillosa hacia la cima, cambiando a color verde, al final de la secuencia se presenta un conglomerado de color gris a amarillento, constituido por arenisca, caliza, lutita y limolita. El espesor conocido de la formación es de 300 m aproximadamente.

Descansa concordantemente sobre la caliza de la Formación Horquilla y subyace concordantemente a las rocas de la Formación Verde. Se correlaciona lateralmente por su edad, con la Formación Rara y con los afloramientos reportados en las áreas Cerro Enmedio, Cerro Placer de Guadalupe, Mina Plomosas y Sierra de Samalayuca, Chih. Por su posición estratigráfica, se le atribuye edad Pérmico Inferior. Las características litológicas de la unidad, sugieren que se depositaron en ambientes de litoral y/o aluvial con abundante aporte de terrígenos de las tierras emergidas.

Precámbrico Los Filtros (Ptm Gr). Rocas metamórficas donde se incluyen cuarcitas, metagranitos y anfibolitas. Esta unidad se encuentra en los alrededores de la Sierra del Cuervo, y en el camino al rancho de Los Filtros (fotografía 8).

Consiste de un gneis anfibolítico, de textura bandeada color obscuro, formado por anfíboles y plagioclasas; se observa sericita, clorita y epidota, sus contactos son graduales y difusos, su estructura interna es granoblástica, minerales máficos, y cristales de hornblenda alineados.

Rocas Metasedimentarias. Las cuarcitas afloran principalmente en el borde (este) del bloque precámbrico, tienen color rosa en superficie fresca, de tamaño de grano fino a grueso, cuarzo de origen metamórfico; variando de cuarcita a arcosa, Se reporta un afloramiento de mármol, cerca del contacto con el metagranito.



Fotografía 8. Afloramiento Precámbrico Los Filtros

Metagranito. El protolito granítico constituido mineralógicamente por microclina, cuarzo, ortoclasa y plagioclasa, intrusionó a los gneises anfibolíticos y a las rocas metasedimentarias más antiguas. Este protolito fue intrusionado por diques de roca máfica antes o durante la etapa de metamorfismo.

Anfibolita. Esta unidad litológica, aflora como un conjunto de diques, atravesando a los grupos mencionados anteriormente (Blount 1982), de color negro, mineralogía conformada por cristales de grano grueso de hornblenda, plagioclasa, trazas de magnetita y granate (fotografía 9).

El grupo de rocas mencionadas anteriormente, cabalgan a la Formación Rara, mediante una falla inversa de alto ángulo, el contacto de la Formación Rara sobre el bloque Precámbrico, igualmente es una falla inversa donde se observa una intensa silicificación.



Fotografía 9. Panorámica del Precámbrico Los Filtros, en la localidad Rancho Nuevo al Norte de Aldama, Chih.

De acuerdo a dataciones radiométricas (K-Ar) en la hornblenda, se datan edades Grenvilleanas (Proterozoico Medio), de 1,024 y 1,037 m.a (Blount 1982); sin embargo. una mezcla de plagioclasa-sericita de una de las muestras resulto una edad de 349 m.a, mucho más joven que la hornblenda, (Mauger, et al 1983) (fotografía 9). Esta aparente incongruencia en las edades radiométricas se interpretó por los últimos autores, como una fase de metamorfismo retrogrado Precámbrico, afectado parcialmente por un calentamiento durante un evento intrusivo del Paleoceno, produciendo pérdida de argón radiogénico a la sericita y a la microclina (de las pegmatitas de cuarzo-feldespatos), haciéndoles producir, una edad Paleozoica a la primera y Triásica a la segunda de 212 m.a. y correlacionándose con la Formación Rara de Carrizalillo.

Granodiorita (TPa Gd). El cuerpo más antiguo de la zona es un stock de grano medio, localizado en la localidad de Los Filtros, extremo centro norte del área definida por Colón (1985) y por Blount (1982) (fotografía 10). La granodiorita se presenta como apófisis en una superficie de 1 Km², de color gris pálido, textura granular hipidiomórfica, la andesina como principal constituyente, feldespatos moderadamente sericitizados o reemplazados por calcita, el cuarzo y la ortoclasa restringidos en la matriz, tamaños menores a 0.2 m, la alteración de la biotita a clorita es menor.



Fotografía 10. Afloramiento de intrusivo granodiorítico, localidad Los Filtros

Aflora en una extensión de 800 m de longitud y 300 m de ancho, intrusiona a la caliza del Cretácico produciendo un extensivo metamorfismo de contacto (Mc Dowell y Mauger - 1994). Usando el método K-Ar, se establece una edad de 57.8 millones de años, a 59 m.a por el método de U-Pb; considerándose que pertenece a una fase subvolcánica hipabisal.

Cretácico Inferior

Formación Aurora (Ki Cz). El término Formación Aurora fue introducido por Burrows (1910), para una secuencia de rocas expuestas en la Sierra de Cuchillo Parado, Chihuahua (fotografía 11). Su localidad tipo se ubica en la Sierra de Cuchillo Parado, cerca de la Mina Aurora; muestra afloramientos en el extremo norte de la sierra La Nopalera y en la parte centro sierra Nombre de Dios; está representada por caliza de color gris claro a gris crema, de estratificación mediana a gruesa, con estratos que varían entre 25 y 90 cm de espesor; presenta nódulos de pedernal color gris oscuro.



Fotografía 11. Panorámica de la Formación Aurora, zona mineralizada La Nopalera al norte de la ciudad de Aldama, Chih.

El espesor total reconocido para esta unidad es de 200 m. Su contacto inferior es concordante con la Formación Las Vigas (Ki Ar-Lu); y su contacto superior está cubierto de manera discordante, por tobas riolíticas (Tpa R).

Por su contenido faunístico, litología y posición estratigráfica, se le asigna una edad del Albiano Inferior a medio, se correlaciona con la Formación Acatita en la Plataforma de Coahuila, Cuesta del Cura, Cerro Gordo y Fortuna de la Cuenca del Centro de México, El Abra y Tamabra de la Plataforma de Valles-San Luis Potosí, Finlay, Coyame, El Bronce, Glen Rose, Benigno y Walnut de la Cuenca de Chihuahua, Tamaulipas Superior de la Cuenca de Tampico-Misantla; Orizaba de la Plataforma de Córdoba, Morelos de la Plataforma Guerrero-Morelos y Sierra Madre de las plataformas carbonatadas del sureste de México. Por su litología y contenido faunístico, se sugiere un depósito de ambiente nerítico.

Formación Las Vigas (Ki Ar-Lu). Burrows en 1910, definió como Formación Las Vigas a una alternancia de arenisca calcárea y lutita de color gris, verde y rojizo, con estratos de espesor medio, característicos de la cuenca de Chihuahua. Esta unidad presenta afloramientos en la porción centro norte en los límites de la zona, destacando entre otras localidades Los Filtros. Está constituida por una alternancia de arenisca y lutita, de color gris verdoso a rojizo, de composición calcárea y escasos horizontes conglomeráticos, se presenta en estratos medianos a gruesos, el contenido de arenisca se incrementa hacia la cima (fotografía 12).



Fotografía 12. Formación Las Vigas en la localidad Los Filtros al norte de Aldama, Chih., zona mineralizada La Nopalera

El espesor reportado por Burrows en esta localidad, alcanza potencias de 970 m. Las características litológicas de esta unidad, permiten interpretar ambientes de depósito de tipo litoral y ambientes de tipo continental.

Formación Cuchillo (Ki Cz-Lu). Haenggi en 1966, describió como formación Cuchillo, a una alternancia de lutita y arenisca, en partes calcáreas, de color rojizo, por efecto de oxidación, la considera como una unidad característica de la cuenca de Chihuahua. Esta unidad presenta pequeñas manifestaciones en la parte centro norte en la localidad de Los Filtros sus afloramientos no son muy extensos.

Su litología esta constituida por lutita, arenisca calcárea con coloraciones de verdosas a rojizas y algunos horizontes de caliza con abundantes fragmentos de bioclásticos y pellets, algunas intercalaciones esporádicas de evaporitas, representadas por láminas de yesos, hacia la cima de la unidad se observa un incremento de caliza lutítica alternada con lutita de color gris a negro. El espesor conocido es del orden de 200 a 250 m, pero se han llegado a reportar potencias de 1,000 m (fotografía 13).



Fotografía 13. Panorámica de la Formación Cuchillo, observándose el banco de yeso La Nopalera

Su contacto inferior es transicional y concordante con la Formación Las Vigas y su contacto superior es concordante con las calizas de la Formación Aurora. La edad de la Formación Cuchillo esta controlada por su contenido faunístico. Estos sedimentos corresponden a ambientes de depósito que varían de facies de plataforma interna en la base a plataforma externa en la cima.

Formación Tamaulipas Superior (Ka Cz). Stephenson en 1921, Belt en 1925 y Muir en 1936, definieron como Formación Tamaulipas Superior a una secuencia de caliza de color gris claro a crema y gris obscuro, con nódulos de pedernal grises a negros, en algunas porciones con intercalaciones de lutita y con estratos delgados a gruesos y ampliamente distribuidos en la cuenca de Tampico-Misantla, cuenca de Burgos y frente oriental de la Sierra Madre Oriental, presenta esporádicos afloramientos dentro del área en el extremo sur-este de la localidad Los Filtros. Está conformada por caliza de color gris claro a crema y gris obscuro, de los tipos calcilutita a calcarenita, con textura rugosa y aspecto de piel de elefante. Presenta nódulos y lentes pequeños de pedernal de color negro a pardo rojizo. En algunas porciones se observa con intercalaciones de lutita y marga en forma de láminas.

El espesor de esta unidad llega a alcanzar hasta los 180 m, en otras localidades, llega a rebasar los 400 m de potencia (S. Muir, 1936); sobreyace concordantemente a la Formación Benigno y subyace discordantemente a la Formación Cuchillo. Se le atribuye una edad del Albiano Temprano al Cenomaniano, tomando en consideración la gran cantidad de fauna existente con fósiles índice. Se correlaciona con formaciones Aurora, Georgetown, Benevides, Finlay, etc. Los depósitos de esta formación corresponden a facies de cuenca, con muy escaso aporte de terrígenos finos y con material bentónico.

Formación Finlay (Ka ce Cz).

Richardson en 1904 usó el nombre de Caliza Finlay para identificar una caliza masiva con cuerpos arenosos, posteriormente Haenggí en 1966, denominó como

Formación Finlay a la secuencia de caliza que sobreyace a la Formación Lágrima y subyace a la Formación Benavides (García E. J., 1989) (fotografía 14).



Fotografía 14. Panorámica de la Formación Final del Cretácico Inferior al suroeste de la sierra Santo Domingo, al fondo se observa el valle de Aldama

Se localiza sobre la porción centro este y norte de la sierra Santo Domingo, así como en la sierra San Ignacio al noreste de la misma sierra Santo Domingo. En las inmediaciones de la mina San Antonio consiste de caliza gris oscuro a negro de estratificación gruesa a masiva, con moderada silicificación, esporádicas capas dolomitizadas color café claro al intemperismo y café oscuro al fresco de 1.5 m de espesor, aisladas fracturas de 1 m de espesor rellenas de hematita y calcita, exhibe moderado contenido de nódulos y bandas de pedernal negro, algunas capas contienen abundantes gasterópodos.

Sobre la cañada Buendía exhibe estratificación gruesa, es gris oscuro al fresco y gris claro al intemperismo, con abundantes nódulos y bandas de pedernal gris azul, blanco lechoso, negro, café y de manera esporádica verde claro a oscuro, se observan aisladas capas dolomitizadas, además, el fracturamiento producto de tensión se encuentra relleno de calcita, en las partes más fracturadas se observa

pirolusita y psilomelano como relleno, incluyendo al pedernal. Hacia la cima presenta un cambio gradual de facies, como se observa al noroeste del cañón La Central donde se encuentra formada por caliza gris oscuro en estratos gruesos, algunas capas presentan abundantes fósiles, moderado contenido de pedernal gris azul y negro en forma de nódulos principalmente y esporádicas bandas.

Su base no aflora, sin embargo, se ha identificado en el subsuelo a través de diversas obras mineras, en las cuales llega a tener un espesor de 420 m. Al norte del poblado San Guillermo se encuentra intrusionada por la unidad To PR-Da y cubierta en contacto tectónico por la Formación del Río, se encuentra cubierta de forma discordante por las unidades: To B en el sector del cerro Cabello, To R en la mina San Antonio y cerro Colorado y Teo Pc-Cgp en la porción central.

Por las características paleontológicas se le asigna una edad del Albiano medio-superior y se interpreta que su depósito se realizó en un ambiente nerítico interno en facies de plataforma (García E. J., 1989). Se correlaciona con la parte superior de las formaciones Aurora y Tamaulipas superior del noreste de México y con la Formación Edwards del centro de Texas (García E. J., 1985). En esta formación se han explotado importantes depósitos minerales emplazados en forma de mantos y chimeneas en el **distrito minero de Santa Eulalia**.

TERCIARIO

Conglomerado Polimíctico (Tm Cgp). Denominada como “Camping Series” (Spurr, 1911; Prescott, 1916 y Hewitt, 1968, en Megaw, 1990), consiste en una alternancia de horizontes vulcanoclásticos, conglomerado polimíctico, toba riolítica, limolita, arenisca y caliza, de edad Terciario inferior, separados hacia la cima por una discordancia angular formada por tobas de ceniza y basalto (Megaw, 1986b, en Megaw, op. cit.). Hacia la base contiene esporádicos horizontes de limolita y arenisca, la cima presenta intercalaciones de conglomerado polimíctico conformado por abundantes clastos de caliza negra y escasos de riolita, riolita porfídica, andesita y de pedernal negro, tobas riolíticas y andesíticas (fotografía 15), aflora en

las porciones oriente y poniente de la sierra San Ignacio y en la mayor parte de la sierra Santo Domingo. Hacia la cima presenta un horizonte de toba riolítica, obteniéndose como resultado toba vitro cristalina de composición riolítica de origen piroclástica con microtextura piroclástica vitro cristalina, tiene como componentes principales: vidrio (32 %), cuarzo (26 %), ortoclasa (17 %), albita (11 %), biotita (9 %) y calcita (3 %). Se interpreta que su depósito fue en un medio ambiente lacustre con aporte de terrígenos y por el contenido de los componentes se clasifica como caliza micrítica. El espesor de esta unidad es de 400 m.



Fotografía 15. Afloramiento del Conglomerado Polimítico (Tm Cgp), a la orilla de la carretera que comunica a Santa Eulalia

En los sectores centro y norte se encuentra cubriendo de manera discordante a la Formación Finlay, hacia el noreste y sureste del poblado San Guillermo está sobreyaciendo a las formaciones Del Río (Kce Lu-Ar) y Buda (Kce Cz-Lu). En las porciones norte, oriente y poniente se encuentra cubierta de forma discordante por la unidad Qho grava-arena.

Se tienen determinaciones isotópicas en zircón mediante el método U/Pb con edades de 43 ± 1.5 Ma, en un fragmento de toba contenido en un horizonte de conglomerado polimíctico, este clasto probablemente se derive de las unidades del Eoceno tardío localizadas al noroeste, fuera de la carta, cubriendo al conglomerado polimíctico existen tres horizontes de toba con edades de 39.5 ± 1 Ma y 37 ± 2 Ma (McDowell F. W., et al., 1994).

Riolita (TPa R). Riolita bandeada y no bandeada tipo esferulítico del bloque Sacramento definida por Mauger (1983 c), con sus afloramientos principales que se restringen a la parte centro norte de la sierra Nombre de Dios, intensamente oxidadas dentro del cerro Colorado. Sobreyace en discordancia erosional a la caliza del Cretácico Inferior y subyace discordantemente a andesita del Paleoceno y toba riolítica del Oligoceno (fotografía 16).



Fotografía 16. Afloramiento de la unidad riolítica (Tpa R), con una intensa alteración hidrotermal

Las relaciones de campo le asignan una edad del Paleoceno; Mauger (1983 C) tentativamente la extendió hasta el Cretácico Superior. Se considera como la expresión superficial de un cuerpo plutónico hipabisal, de composición riolítica.

Andesita (Tpa A). Unidad constituida por rocas en forma de derrame de composición andesítica, que se localiza, suprayaciendo discordantemente a tobas riolíticas del Oligoceno (Tpa R), constituyendo además, la base del evento volcánico del área. Esta unidad aflora hacia la porción centro norte de la sierra Nombre de Dios de la zona en estudio, presentando afloramientos en la zona de Cerros Colorados, ranchería Las Silvas.

La secuencia está constituida por andesita de color café rojizo a gris oscuro con tonalidades verdosas; megascópicamente presenta una textura afanítica a porfídica, con estructura compacta y masiva, en partes se constituyen en forma de lajas. En la descripción microscópica se le determinó 5 a 25% de vidrio volcánico, formando parte de la matriz y entre los intersticios de las plagioclasas, que están alterándose a montmorillonita; de 25 a 50% de plagioclasa sódica (oligoclasa-andesina) en microcristales y fenocristales, formando la matriz de la roca, con inclusiones de hematita, alterándose a montmorillonita; menos del 5 % de piroxenos en micro y fenocristales. Basándose en su posición estratigráfica, a esta unidad se le asignó una edad del Paleoceno.

Durante esta época inicia el desarrollo de la fase magmática de mayor importancia en el norte de México, conocido como Grupo Volcánico Inferior, que consiste básicamente de derrames de composición andesítica, derivados de una lenta convergencia por la colisión de los segmentos de la Dorsal Pacífico (Keith, 1982).

Toba Riolítica (Te TR). Unidad constituida por un conjunto de horizontes de roca tobácea de composición riolítica, sobreyaciendo a toba andesítica (TeTA) y sobreyacida por andesita (TeA). Sus afloramientos se restringen al sector centro del

área y parte centro norte de la sierra Nombre de Dios. Su color es blanco a gris claro con tonalidades rojizas, de estructura compacta, masiva y textura piroclástica, megascópicamente está conformada por vidrio volcánico, en una proporción aproximada del 50 al 75% del contenido total de la roca, formando la matriz de la misma; así como por cristales de cuarzo y feldespatos. Constituye estratos de 0.4 m a 2.0 m de espesor, sobreyace discordantemente a toba andesítica (TeTA); mientras que en Cerro Blanco, cubre de la misma manera a la andesita (TpaA); queda cubierta, también de forma discordante, por andesita (Te A), ignimbrita (Tolg), además de basalto y brecha volcánica basáltica (ToB-BvB) (fotografía 17).



Fotografía 17. Unidad riolítica (Te Tr), en contacto con caliza del Cretácico Inferior sobre los alrededores de la Sierra Nombre de Dios

Basándose en su posición estratigráfica observada en campo, a esta unidad se la asignó una edad que corresponde al Eoceno, en donde se inicia una disminución en la velocidad de convergencia de las placas Norteamericana y Farallón (Keith, 1982). En este proceso se presenta un vulcanismo calco alcalino con facies alcalinas, que

representan las rocas más orientales del arco magmático continental durante su progresión hacia el poniente (Clark, et al., op. Cit; Price y Henry, 1984).

Toba Riolítica (TO TR). Dentro de esta unidad, se agrupa un paquete de rocas volcánicas de tipo piroclástico, como toba de ceniza y toba lítica riolítica. Sus afloramientos están distribuidos en toda la zona en estudio, por lo que son numerosas las localidades en donde puede ser observada, como en el sector sur de la sierra de Sacramento, en la porción central de la zona, además del arroyo Ojos del Chuvistar, ranchos El Tecolote, La Cañada y Orizaba, y los ejidos Tierra Blanca y Carrizalillo (fotografía 18).



Fotografía 18. Unidad riolítica (To Tr), de donde se extrae arcilla para la elaboración de cerámica en la localidad de Fresno

El principal tipo de roca constituyente de esta unidad, lo representa una toba de ceniza de composición riolítica, de color blanco lechoso a gris claro, de estructura compacta y masiva con textura piroclástica, cuyo análisis petrográfico indica que contienen vidrio volcánico en una proporción mayor al 75 % del contenido total de la roca, formando la matriz de la misma, devitrificándose a tridymita y alterándose a

montmorillonita. Contiene además, tobas líticas, de color café oscuro, estructura compacta y masiva, fragmentos líticos en contenidos de 20 % del total de la roca, tamaños de 5 mm a 3 cm de largo y en formas subarredondadas a subangulosas, constituyendo estratos de 40 cm de espesor y un espesor general de 250 m.

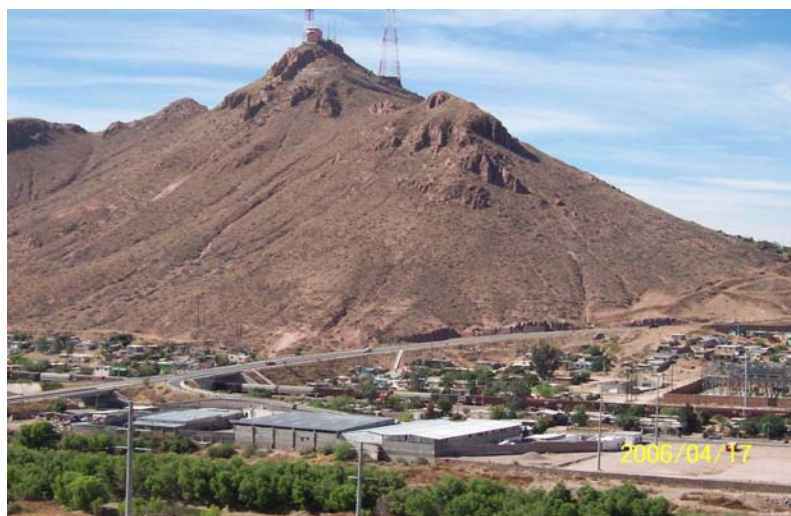
El contacto superior de la unidad, se ve sobreyacida concordantemente por ignimbrita del Oligoceno (ToTr Ig) y discordantemente por basalto-brecha volcánica basáltica (ToB-BvB) y riolita (ToR). El contacto inferior de esta unidad, se presenta sobreyaciendo discordantemente a la andesita (TeA) y a la toba andesítica (TeTA) del Eoceno, como se observa en el sector sur central. Con base en posición estratigráfica y composición litológica, se le ha dado una edad Oligocénica.

Riolita (ToR). Es una roca ígnea intrusiva, ubicada estratigráficamente entre el Basalto-Brecha Volcánica Basáltica (ToB-BvB) y el Conglomerado Polimíctico (TmCgp). Presenta afloramientos distribuidos sobre la mayor parte del área en estudio; principalmente en las mesas Camino Blanco, Las Huertas y El Burro, lo mismo que los cerros Las Plazuelas y Pinturas Rupestres. En la porción norcentral, en la zona el rancho La Haciendita, los cerros La Violeta, El Borrego, Chaparrosa y La Tinaja Blanca, así como la Mesa de Los Caballos, están conformados también por riolitas. En el extremo nororiental del área en estudio, se presentan afloramientos de esta roca en el flanco norte y sur de la Sierra de Sacramento.

Su color es gris, rosado y rojizo, con estructura compacta y masiva, textura porfírica; sus minerales principales son cuarzo, con contenidos aproximados del 25 al 50 % del contenido total de la roca; ortoclasa en proporciones del 5 al 25 %, asociada con magnetita; plagioclasa sódica en una proporción de menos el 5 %; vidrio volcánico con un contenido de menos el 5 %, formando la matriz de la roca, devitrificándose a tridymita; además de magnetita también con un contenido menor al 5 %, diseminada en la matriz de la roca, alterándose a hematita. La unidad conforma estratos entre 1.0 a 3.0 m. de ancho; siendo su espesor máximo reconocido es de 300 m.

En la porción poniente, en las localidades de Rancho Blanco, Mesa Los Apaches, Cerro Montoya, la unidad cubre discordantemente al basalto-brecha basáltica (ToB-BvB) y a la toba riolítica-ignimbrita (TeTRlg), mientras que de manera concordante sobreyace a la ignimbrita (Tolg) y discordantemente a basalto-andesita (TmB-A). Con base a su posición estratigráfica, a esta unidad se le ha asignado una edad correspondiente al Oligoceno. Durante el Oligoceno hasta el Mioceno, continuó la progresión hacia el poniente, del arco magmático continental, culminando con la explosión ignimbrítica creadora de la Sierra Madre Occidental, cuyo paroxismo (Demant et. al., 1975 y Mc Dowell et. al., 1977), lo sitúan entre 4 y 2 Ma, finales del Oligoceno-Mioceno. Durante este intervalo se tiene la emisión de grandes volúmenes de ignimbrita riolítica, riolita y andesita basáltica, asociadas a calderas dentro de un régimen compresivo moderado (Price y Henry op. cit.).

Toba riolítica-ignimbrita (To TRlg). Unidad constituida por un conjunto de horizontes de roca tobácea de composición riolítica, con horizontes de ignimbrita, situadas estratigráficamente sobreyaciendo a toba riolítica (ToTR). Sus afloramientos se restringen al sector centro norte en la terminación del área sierra La Nopalera, parte norte en las inmediaciones de la sierra Nombre de Dios y cerro Colorado (fotografía 19).



Fotografía 19. Panorámica del cerro El Coronel, Unidad Ignimbrítica (To TRlg), localizada a los alrededores de la ciudad

La toba es de color blanco a gris claro con tonalidades rojizas, de estructura compacta, masiva y textura piroclástica; megascópicamente está conformada por vidrio volcánico, en una proporción aproximada del 50 al 75% del contenido total de la roca, formando la matriz de la misma; así como por cristales de cuarzo y feldespatos. Constituye estratos de 0.4 m a 2.0 m de espesor.

La ignimbrita es de color blanco, gris claro y café claro, en partes presenta tonalidades rojizas, de estructura compacta, masiva y textura piroclástica; megascópicamente presenta una mineralogía cuyo contenido consiste 6% de fragmentos de rocas, así como, pómez orientados, alineados y aplastados; conformando estratos de 0.5 a 1.4 m de espesor. En la porción centro sur del área, a inmediaciones del cerro Grande localizado en la parte centro de la zona, la unidad sobreyace discordantemente a toba andesítica (TeTA). Basándose en su posición estratigráfica, a esta unidad se la asignó una edad que corresponde al Oligoceno.

Basalto (To B). Unidad formada por roca extrusiva representada por derrames de poco espesor. Se ubica en las porciones suroeste y centro poniente del área, inmediaciones de la ex hacienda de Mapula, cerro Cabello, sierra El Ojito y alrededores del poblado el Charco. Consiste de basalto gris oscuro, de estructura compacta y masiva, textura afanítica, con abundantes ferromagnesianos alterados, ocasionalmente se observan vesículas rellenas de calcita.

La clasificación petrográfica de la muestra NDIO-126 es basalto de augita-forsterita, tiene como componentes principales: labradorita-witonita formando gran parte de la trama, con inclusiones diminutas de fluorapatita; dispersa en la trama y entre los huecos formados por las plagioclasas, se encuentra augita alterándose a hematita en forma parcial o totalmente; forsterita dispersa en la trama y alterándose a hematita, magnetita diseminada en la trama y alterándose a hematita, fluorapatita en forma de diminutos cristales prismáticos incluidos en feldespato; los componentes secundarios son: hematita, calcita y goethita.

Cubre discordantemente a la Formación Finlay (Kam Cz) y a la unidad Teo Pc-Cgp hacia el sector suroeste en el cerro Cabello, al norte y noreste del rancho Mapula cubre de la misma manera a la unidad To -TR. Diversas dataciones realizadas a esta unidad por Megaw P. y McDowell F. (1983), fuera de la zona, reportan edades de 33.3, 30.5 y 31.3 Ma, por lo cual se le asigna una edad del Oligoceno. El origen es fisural, se relaciona con la última etapa del vulcanismo producto del fallamiento normal de cuencas y sierras.

MIOCENO

Conglomerado polimíctico (Tm Cgp). Dumble (1900), fue el primero que definió esta unidad como Formación Baucarit, posteriormente King (1939), la redefinió como una secuencia clástica de origen continental; su localidad tipo se ubica a 44 Km al noreste de Navojoa, Sonora, México. Es una unidad de color café claro, estructura semicompacta y masiva, constituida por fragmentos de rocas ígneas intrusivas y extrusivas además de sedimentarias, en tamaños de unos milímetros hasta los 20 cm de diámetro, conformando una estratificación masiva, que forma lomeríos de formas suaves con alturas máximas de 100 m; se localiza hacia las zonas de fosas tectónicas, con afloramientos en las porciones centro-poniente y central del área en estudio, en las cercanías de las rancherías Las Margaritas, El Taráis y Navegantes (Las Margaritas); así como en la franja centro-occidental adyacente a la ciudad de Chihuahua.

En la localidad de la ranchería El Taráis, cubre de manera discordante a toba andesítica (TeTA); mientras que en la localidad del ejido La Cantera, hacia el sector central del área en estudio, cubre de manera discordante a la toba riolítica (ToTR) y de la misma forma la sobreyace el basalto-andesita (TmB-A). Con base a su posición estratigráfica, a esta unidad se le ha asignado una edad Miocénica.

A fines del Oligoceno se inicia el fallamiento normal de Cuencas y Sierras, que comprende hasta el Mioceno, el cual fué acompañada por un vulcanismo basáltico

alcalino intraplaca (Henry y Price, 1986). Este fallamiento fue el causante de la rápida erosión de las unidades adyacentes, además de su depósito y acumulación hacia la zona de fosas tectónicas, en un ambiente de tipo continental, como lo indican las características litológicas de esta unidad.

Holoceno

Conglomerado Polimíctico (Q Cgp). Son depósitos conglomeráticos, depositados en facies continentales, derivados de roca ígnea y escasa roca sedimentaria, presenta poca compactación encontrándose en las partes topográficamente bajas, y en la mayoría de las áreas, deleznable y poco compacto. Se encuentra distribuido en el área, existiendo afloramientos en las cercanías de la ciudad de Chihuahua, sierra de Santo Domingo, San Ignacio y Nombre de Dios, constituido por fragmentos angulosos y subarredondados, mal clasificados de caliza, riolita, arenisca, lutita, basalto, etc., evidenciando poco transporte, unidos por una matriz limo-arenosa, y también por poco cementante calcáreo; en la base predominan los clastos pequeños de milímetros a 5 cm, contiene horizontes arenosos con estratificación cruzada de 10 cm de espesor; en la parte superior los clastos son de diámetro de 40 a 60 cm. Su espesor varía desde unos pocos metros hasta alcanzar los 15 m en promedio.

Sobreyace a diferentes unidades, generalmente al último evento volcánico o sedimentario aflorante en el área, donde aparece de forma discordante y subyace a suelo residual o aluvión de planicie en forma discordante. Por su posición estratigráfica se le atribuye una edad del Pleistoceno al Holoceno, su ambiente de depósito es continental, en algunos casos como relleno de paleocanales o pequeñas cuencas que facilitaron su depositación.

Aluvión (Q al). Este tipo de material corresponde al último depósito del Holoceno y está representado principalmente por grava, arena y arcilla como resultado de la erosión de las rocas preexistentes y que actualmente se continúa realizando con las crecientes de arroyos y ríos (fotografía 20). Esta unidad se ubica hacia la zona de

valles, en la margen del cauce de las principales corrientes fluviales, como son el arroyo La Cuadrilla, Ojos del Chuviscar y Labor de Terrazas, situados respectivamente hacia el sur, suroeste y centro del área.



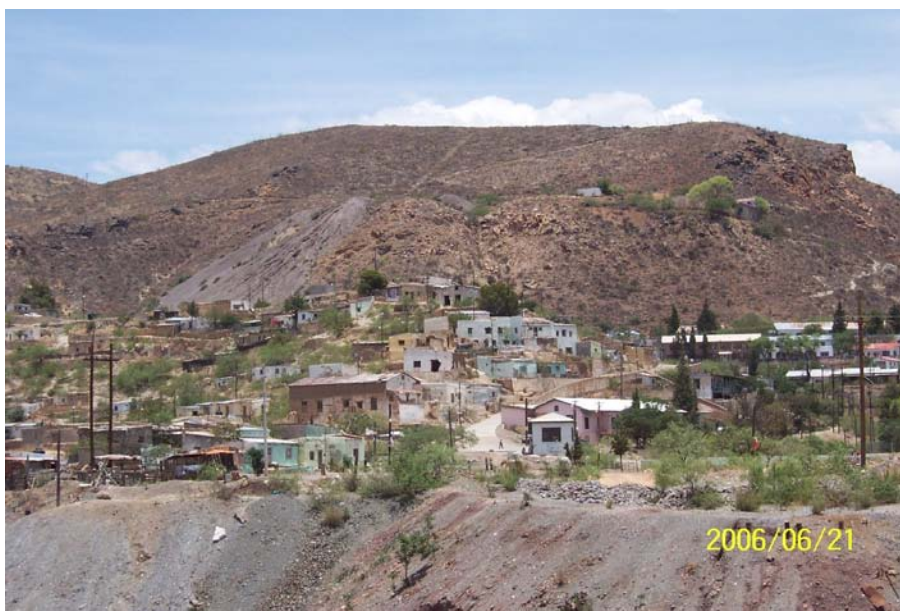
Fotografía 20. Depósitos recientes del Cuaternario, al fondo la sierra Aldama, observándose instalaciones de Interceramic, principal productora de arcilla para loseta

Está constituida por arcilla, limo, arena y grava, con un grado de redondez que varía de subredondeado a bien redondeado, destacando granos de cuarzo, hematita, fragmentos de roca y feldespatos; su espesor es de unos cuantos centímetros, hasta algunos metros. La unidad sobreyace de forma concordante a depósitos constituidos por conglomerado polimícticos (QhoCgp) y limo y arena (Qholm-ar), además de arena y limo (Qhoar-lm), como se observa respectivamente, en las porciones noreste y sur de la zona, en las zonas adyacentes al río Chuviscar y presa Chihuahua. Así mismo, la unidad sobreyace discordantemente al conglomerado oligomíctico (KmTpa(?)R), andesita (TpaA), toba riolítica-ignimbrita

(TeTr-Ig) y toba riolítica (ToTR), como en la localidad Rincón de Chuviscar, extremo suroccidental del área. Su ambiente de depósito es continental y de origen fluvial.

IV. LOCALIDADES MINERALES. (Ver Carta de Yacimientos Minerales, Área Nombre de Dios, Escala 1:100,000, al final del texto).

Tradicionalmente los municipios de Chihuahua, Aldama y Aquiles Serdán son grandes productores de minerales metálicos y no metálicos, sin embargo, las exploraciones se han enfocado a áreas específicas; durante el presente estudio los trabajos se han centrado en zonas de importancia con presencia de mineralización y posibilidades de contener un amplio potencial de minerales no metálicos, rocas dimensionables, minerales metálicos y agregados pétreos (fotografía 21).



Fotografía 21. Panorámica del distrito minero Santa Eulalia

En este reconocimiento se realiza una breve descripción de las localidades mencionadas, haciendo una estimación de su potencial y perspectivas para generar proyectos productivos que contribuyan al desarrollo industrial de los municipios y al bienestar de la población, comenzando con aquellos que tienen mayores posibilidades de constituirse en operaciones mineras sustentables.

IV.1. MINERALES NO METÁLICOS

(Ver Carta de Yacimientos Minerales **Área Nombre de Dios**, escala 1:100,000 al final del texto). En los 2,000 km² cubiertos en este inventario del área Nombre de Dios, se identificaron 66 localidades con minerales no metálicos (33 de arcilla, 19 de carbonato de calcio, 4 de zeolitas, 5 de yeso, 2 de caolín, 2 de arena silica y 1 de perlita. De estas 66 localidades, se encuentran en operación 6 de minerales de arcilla, explotadas por las Compañías Interceramic y Vitromex, 8 de carbonato de calcio y yeso explotadas por el Grupo Cementos de Chihuahua y por particulares. Los minerales no metálicos tienen amplias perspectivas de ser considerados como una de las principales fuentes de desarrollo; considerando que aproximadamente el 40% del área, está cubierta por rocas sedimentarias de origen lacustre, susceptibles de formar depósitos de sedimentos calcáreos y/o de arcillas algunos de los cuales, también pueden producir agregados pétreos de diversa granulometría según los requerimientos de la industria de la construcción, y de las vías de comunicación, etc.

Los prospectos de minerales no metálicos identificados fueron 66 de las cuales 58 que presentan mayor interés, con sus características resumidas y sus datos correspondientes se muestran en la siguiente tabla:

TABLA DE LOCALIDADES DE MINERALES NO METÁLICOS

Muestra N°	Nombre	Latitud N	Longitud E	Sustancia	Roca encajonante	Origen	Edo actual	Potencial m ³	Distancia (km)
NDIO-01	Cañada del Aura	3143358	389448	Arcilla	Toba riolítica	Sedimentario	Inactiva	360,000	25 Km
NDIO-02	San José	3136112	398760	Zeolita	Toba riolítica	Volcánico	Inactivo	8'000,000	31.5 Km
NDIO-03	El Papalote	3151135	407245	Arcilla	Toba riolítica	Sedimentario	Inactiva	720	20 Km
NDIO-04	El Ojito	3147712	424728	Arcilla	Toba riolítica	Sedimentario	Inactiva	360,000	35 Km
NDIO-09	Cañada del Toro	3177528	412088	Ca CO ₃	Caliza	Sedimentario	Inactiva	4'500,000	12.5 Km
NDIO-10	La Mina	3159344	401204	Arcilla	Conglomerado	Sedimentario	Inactiva	108,000	9 Km
NDIO-11	La Laguna	3159289	401946	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Activa	900,000	10 Km
NDIO-12	El Fresno	3157223	385414	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	60,000	14.5 Km
NDIO-13	Chuviquilla	3158217	384291	Arcilla	Arenisca	Volcánico	Inactiva	72,000	14.5 Km
NDIO-14	Cerro La Muralla	3198765	384280	Caolín	Caliza	Sedimentario	Activa	1'380,000	32.7 Km
NDIO-17	Carolina	3163600	414531	Arcilla	Arenisca	Volcánico	Inactiva	600,000	19.2 Km
NDIO-18	San Antonio	3164288	419877	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Activa	1'200,000	24.3 Km

NDIO-19	Cañada Buendía	3165471	420129	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Inactiva	35'000,000	24.5 Km
NDIO-20	La Nopalera	3207450	402900	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Inactiva	6'000,000	18 Km
NDIO-22	La Cueva	3206619	401347	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Inactiva	10'800,000	18.7 Km
NDIO-23	El Nopal	3207409	400688	Yeso	Caliza	Sedimentario	Activa	18'000,000	19.8 Km
NDIO-24	El Cocedor	3200889	401569	Arena sílica	Caliza	Sedimentario	Inactiva	1'800,000	14 Km
NDIO-25	La Chorreadura	3402220	399750	Yeso	Caliza	Sedimentario	Inactiva	400,000	15.4 Km
NDIO-26	Tehua	3198050	404477	Arcilla	Arenisca	Sedimentario	Activa	12'600,000	10.2 Km
NDIO-28	El Recuerdo	3201310	403693	Arcilla	Lutita	Sedimentario	Inactiva	1'800,000	13 Km
NDIO-29	Londón	3200700	403374	Arena sílica	Anfibolita	Sedimentario	Inactiva	11,250	13 Km
NDIO-31	Rincón del Toro	3198544	402295	Arcilla	Lutita	Sedimentario	Inactiva	8'750,000	11.8 Km
NDIO-32	Agua Blanca	3197675	405069	Arcilla	Arenisca	Sedimentario	Inactiva	100,000	9.3 Km
NDIO-36	El Vaso	3194772	406569	Arcilla	Filita	Sedimentario	Activa	12'000,000	6 Km
NDIO-39	Lemus	3189543	406811	Sílice	Riolita	Volcánico	Inactiva	7'200,000	4.5 Km
NDIO-40	La Pedrera	3163824	406611	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Inactiva	12'000,000	14.3 Km
NDIO-41	El Lienzo	3189604	405845	Zeolita	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	60	5 Km
NDIO-42	El Mimbres	3190610	403851	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Inactiva	4'800,000	7 Km
NDIO-43	Cristal	3195214	399677	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	2'000,000	12 Km
NDIO-46	Darón	3185522	395448	Zeolita	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	675,000	18.3 Km
NDIO-47	La Herradura	3199111	398177	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Inactiva	7'000,000	32 Km
NDIO-56	San Isidro	3157376	405077	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Activa	2'000,000	7.8 Km
NDIO-58	La Cruz	3156858	415232	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Activa	2'000,000	22 Km
NDIO-60	El Pozo	3163694	421763	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	15,000	17.8 Km
NDIO-61	Cerro Prieto	3154230	399372	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Activa	20'000,000	13.2 Km
NDIO-62	La Hoya	3158166	401484	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	12,000	9.7 Km
NDIO-64	El Tecolote	3155832	387157	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	360,000	16.7 Km
NDIO-65	El Picacho	3157839	389389	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Activa	5'250,000	14 Km
NDIO-66	Promacegra	3157134	389206	Arcilla	Lutita	Sedimentario	Activa	7'200,000	14 Km
NDIO-67	Las Norias	3160970	396934	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Inactiva	280	6.9 Km
NDIO-70	Tohui	3204776	400249	Yeso	Caliza	Sedimentario	Inactiva	4'500,000	37.3 Km
NDIO-71	El Nopal	3205826	399805	Yeso	Caliza	Sedimentario	Activa	1'600,000	38.4 Km
NDIO-76	Puerto Blanco	3158721	405616	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	300,000	13.5 Km
NDIO-78	El Periférico	3216440	395086	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	1'800,000	3.4 Km
NDIO-79	Valle de la Madrid	3162401	394524	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	1'000,000	5.4 Km
NDIO-81	La Sombra	3163487	409487	Perlita	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	300,000	14.2 Km
NDIO-82	La Cantera	3159503	408970	Zeolita	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	600,000	15.1 Km
NDIO-85	El Coronel	3170211	398487	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	5,400	3.7 Km
NDIO-86	Chuvistar	3170519	397445	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	3'200,000	5.5 Km
NDIO-87	Cerro La Boa	3176565	394558	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Inactiva	120,000	20.5 Km
NDIO-88	El Ojito	3176770	395061	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Inactiva	1'250,000	8.8 Km
NDIO-89	La Salve	3182891	404626	Arcilla	Toba riolítica	Volcánico	Inactiva	315,000	17.8 Km
NDIO-90	El Divisadero	3177395	398200	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Activa	25,600	10 Km
NDIO-93	Sombreretillo	3175168	395086	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Inactiva	2'400,000	7.5 Km
NDIO-97	Grupo Chihuahua	3175820	395450	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Activa	8'000,000	8.2 Km
NDIO-99	Cerros Blancos	3173286	413563	CaCO ₃	Caliza	Sedimentario	Inactiva	4'800,000	12Km
NDIO-108	Rincón del Tiro	3195178	402101	Yeso	Caliza	Sedimentario	Inactiva		10.5 Km
NDIO-109	El Rulis	3194837	401364	Arcilla	Lutita	Sedimentario	Inactiva	19'800,000	10.3 Km

Las muestras de minerales no metálicos de algunas localidades, se enviaron para su análisis químico cuantitativo y por difracción de rayos X, a los laboratorios del Centro Experimental Chihuahua del Servicio Geológico Mexicano.

La información adicional de las localidades donde fueron tomadas las muestras estudiadas, se presenta en las fichas de yacimientos minerales en los anexos del informe final.

Actualmente las principales explotaciones de minerales no metálicos en el área Nombre de Dios, se enfocan a la explotación de arcilla, caliza, yeso y caolín en las localidades: Aldama, La Nopalera, Sierra Nombre de Dios, El Fresno, Carrizalillo y Guadalupe en donde en orden de importancia se explotan las arcillas, caliza, yeso y caolín; estos yacimientos se ubican dentro de las zonas mineralizadas La Nopalera y Nombre de Dios.; en los siguientes párrafos se hace una descripción de mayor a menor importancia definida por las fichas de yacimientos minerales, que se anexan al final del texto del informe.

Arcilla

Existen diferentes factores que se deben considerar en los estudios de caracterización de una arcilla, para tener una idea aproximada de su aplicación en la industria. En la arcilla no hay sólo una gran variedad de minerales arcillosos con una gama de propiedades, sino también impurezas en proporciones variables.

Existe una amplia variedad de productos cerámicos producidos por diferentes procesos y también una gran multiplicidad de usos no cerámicos que complican la evaluación de la arcilla, debido a que las propiedades críticas de la arcilla que necesitan considerarse en las pruebas, está en función directa de los requerimientos del mercado. En la actualidad dentro del área existen varias minas que se encuentran en operación y son las siguientes:

Puerto Rojo (NDIO-50A, 50B):

Mina de **arcilla** que se ubica 5.5 Km al S62°E de la cabecera municipal de Aldama. Para arribar se recorren 7 km de terracería. Lo más importante de la localidad lo constituye la lutita, arenisca y la pizarra fuertemente alterada. El afloramiento de lutita y arenisca a la vista presenta 300 m de longitud, 300 m de ancho y un desnivel de 20 m; se aprecia un **potencial de 20'000,000 m³**.

Esta mina adquiere gran interés considerando el volumen a explotar por arcilla donde su explotación es realizada a cielo abierto por medio de bancos y pilares a través de cargadores frontales y camiones fuera de carretera.

El material extraído es trasladado a la ciudad de Chihuahua para ser procesado en las instalaciones de la compañía Interceramic y posteriormente concentrar la arcilla en sus diferentes plantas concentradoras de cerámica; las especies minerales observadas mediante difracción de rayos X, en combinación con otras técnicas, fueron illita-montmorillonita, cuarzo, calcita y hematita.

Las muestras tomadas en esta localidad se clasificaron como illitas con impurezas de cuarzo, calcita; la illita es una arcilla formadora de suelos y también es utilizada en cerámica, papel y pintura (fotografía 22).

Sus aplicaciones se encuentran en la preparación para productos cerámicos, papel, pintura, moldes para fundición, lodos para perforación, carga para papel, emulsificantes, plastificantes y agentes de suspensión cuando están libres de arena.

Muestra	ANALISIS QUIMICO %							
	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Mgo	CaO	SiO ₂	PxC
NDIO-50A	12.73	1.48	5.58	2.06	1.37	1.74	61.48	8.89
NDIO-50B	12.66	0.309	4.18	3.77	0.86	0.44	67.96	4.25

Propiedad	Temperatura de quemado, °C				
	850	900	950	1000	1050
Color	Naranja claro	Naranja	Naranja	Naranja oscuro	Café
%Contracción Lineal	0.78	-0.80	1.05	0.54	2.96
% Absorción de agua	15.63	14.38	14.19	12.82	10.53
Vpa *	2.50	2.30	2.20	2.00	1.60
Dureza	Dura	Muy dura	Muy dura	Muy dura	Dureza de acero

Propiedad	Temperatura de quemado, °C				
	850	900	950	1000	1050
Color	Café claro	Naranja claro	Crema oscuro	Crema oscuro	Crema oscuro
%Contracción Lineal	1.55	1.05	1.03	0.00	1.80
% Absorción de agua	32.25	35.04	34.68	33.60	7.74
Vpa *	4.30	4.10	4.30	4.20	1.20
Dureza	Dura	Dura	Suave	Dura	Dura

* **Vpa** - Volumen de poros abiertos (cm³) el signo (-) indica que la muestra se expandió



Fotografía 22. Instalaciones del banco de material Puerto Rojo, explotado por Interceramic en la localidad La Nopalera, al norte de la cabecera Municipal

El color de quemado y la arenosidad de la arcilla, limita su uso en cerámica blanca pero puede ser utilizada en la preparación de productos cerámicos; sus posibles aplicaciones se encuentran en moldes para fundición y lodos para perforación cuando la viscosidad sea alta, carga para papel dependiendo de la blancura, emulsificantes, plastificantes y agentes de suspensión cuando estén libres de arena.

Carolina (NDIO-17).- Esta localidad está situada a 19.2 Km al N82°W y en línea recta de la ciudad de Chihuahua; para acceder al área se recorren 24 Km de pavimento. Actualmente este prospecto de **arcilla** se encuentra inactivo pero, considerando los resultados obtenidos en este estudio, existe la posibilidad de ser reactivado y proponerlo como una posible fuente de empleo.

Geológicamente se sitúa en una arenisca, lutita y limolita de la Formación Las Vigas, tiene un color amarillo ocre a verde claro mostrando una incipiente alteración hidrotermal, los minerales identificados por difracción de rayos X fueron: illita mayor del 25%, cuarzo de 10 a 25%, ortoclasa, plagioclasa, calcita y hematita menor del 1% y muscovita escasa de 1 a 0.1%. El afloramiento tiene 200 m de longitud, 150 m de ancho y un desnivel de 20 m. Se aprecia un **potencial de 600,000 m³**, que puede ser incrementado si se realizan trabajos de descapote en las zonas adyacentes a este afloramiento; los resultados de la muestra la clasifican como illita con impurezas de cuarzo y feldespato:

Muestra	ANÁLISIS QUÍMICO %							
	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Mgo	CaO	SiO ₂	PxC
NDIO-17	14.92	1.90	3.31	3.05	1.37	5.21	57.46	8.03

Propiedad	Temperatura de quemado, °C				
	850	900	950	1000	1050
Color	Naranja oscuro	Naranja oscuro	Naranja oscuro	Naranja oscuro	Naranja oscuro
%Contracción Lineal	-0.27	-0.13	-0.53	-0.53	-0.13
% Absorción de agua	19.62	20.00	18.24	20.63	18.52
Vpa *	3.10	3.20	2.90	3.30	3.00
Dureza	Dura	Dura	Dura	Dura	Dura

* **Vpa** - Volumen de poros abiertos (cm³)

El Frijolar (NDIO-54A, 54B).- Se localiza a 11.5 km al N70°W, en línea recta de la ciudad de Chihuahua; su trayecto es a través de caminos pavimentados y terracería recorriendo en total 20 Km a donde se localiza la manifestación de mineralización. Geológicamente la manifestación de **arcilla** se ubica en la secuencia riolítica de tobas e ignimbritas del Oligoceno (ToTR-Ig), color claro a blanco, suprayacida por un conglomerado polimíctico del Mioceno (fotografía 23).



Fotografía 23. Manifestación de mineralización en la localidad El Frijolar, al suroeste de Aquiles Serdán

De acuerdo al resultado obtenido, ésta se clasificó como una montmorillonita sódica con impurezas de ortoclasa, cuarzo y calcita; los minerales observados mediante difracción de rayos X en combinación con observaciones realizadas con microscopio estereoscópico son cuarzo, illita, montmorillonita sódica, calcita, albita y muscovita. El color de quemado y la arenosidad, limita su uso en cerámica blanca pero se puede utilizar en la preparación de productos cerámicos.

Sus posibles aplicaciones se encuentran en moldes para fundición, lodos de perforación cuando su viscosidad sea alta, carga para papel dependiendo su

blancura, emulsificantes, plastificantes y agentes de suspensión cuando estén libres de arena.

Las dimensiones del afloramiento son 300 m de longitud, 300 m de ancho y un desnivel de 15 m; con un posible **potencial de 1'350,000 m³**; las leyes obtenidas en el muestreo realizado en los diferentes afloramientos son:

Muestra N°	Al ₂ O ₃ (%)	Na ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	CaO (%)	SiO ₂ (%)	PxC (%)
NDIO-54A	13.74	0.49	1.038	2.36	2.10	7.44	53.58	14.86
NDIO-54B	8.35	0.147	0.745	1.32	0.889	16.81	44.16	20.95

El quemado de de briquetas es realizado a diferente temperatura, esta prueba se realiza en un horno eléctrico de resistencias con pirómetro y controlador de temperatura, con rangos entre 25 y 1200 ± 30°C. El ritmo de calentamiento promedio fue de 133.58°C/h. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Propiedad	Temperatura de quemado, °C				
	850	900	950	1000	1050
Color	Naranja	Naranja	Naranja claro	Café claro	Crema claro
%Contracción Lineal	0.82	1.08	0.82	0.54	-0.27
% Absorción de agua	15.63	15.63	15.38	14.17	7.63
Vpa *	2.00	2.00	2.00	1.80	1.00
Dureza	Dureza del acero	Dureza del acero	Dureza del acero	Dureza del acero	Dureza de acero

Propiedad	Temperatura de quemado, °C				
	850	900	950	1000	1050
Color	Naranja claro	Salmón claro	Crema claro	Crema claro	Crema
% Contracción Lineal	2.57	0.84	2.20	1.39	1.40
% Absorción de agua	39.81	33.65	34.29	32.69	31.07
Vpa *	4.10	3.50	3.60	3.40	3.2
Dureza	Muy dura	Muy dura	Muy dura	Muy dura	Muy dura

* **Vpa** - Volumen de poros abiertos (cm³) el signo (-) indica que la muestra se expandió

San Isidro (NDIO-56).- Se ubica a 7.8 km al N38°W, de la ciudad de Chihuahua; su acceso es a partir de la ciudad de Chihuahua por la carretera federal N° 45 Chihuahua-México recorriendo 10 km a donde se ubica el banco de material. Geológicamente se sitúa en la secuencia riolítica de toba e ignimbrita del Oligoceno (ToTR-Ig), color claro a blanco escasos horizontes de pómez, en los alrededores, la unidad presenta alteración derivada de intemperismo (fotografía 24).



Fotografía 24. Panorámica del banco de arcilla San Isidro, se extrae material para construcción de caminos y nivelación de terrenos, distrito minero Santa Eulalia

De acuerdo al resultado obtenido, esta **arcilla** se clasificó como una montmorillonita sódica con impurezas de ortoclasa, cuarzo y calcita. Sus posibles aplicaciones se encuentran en moldes para fundición, lodos de perforación cuando su viscosidad sea alta, carga para papel dependiendo su blancura, emulsificantes, plastificantes y agentes de suspensión cuando estén libres de arena. Las dimensiones del afloramiento son 500 m de longitud, 400 m de ancho y un desnivel de 10 m; con un posible **potencial de 2'000,000 m³** y leyes de:

Muestra N°	Al ₂ O ₃ (%)	Na ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	CaO (%)	SiO ₂ (%)	PxC (%)
NDIO-56	8.65	2.10	0.92	3.74	1.84	6.24	62.48	8.68

El resultado del quemado de la briqueta es el siguiente, tomando en consideración el peso seco tomándose cuando se enfría la briqueta sacada del horno, el peso suspendido y saturado se determina después de haber puesto la briqueta en agua durante 48 horas o en 3 horas con agua hirviendo.

Propiedad	Temperatura de quemado, °C				
	850	900	950	1000	1050
Color	Gris claro	Gris claro	Gris claro	Gris claro	Gris claro
% Contracción Lineal	1.91	1.31	-0.81	-0.27	2.42
% Absorción de agua	59.09	46.15	44.66	40.00	30.77
Vpa *	5.20	4.80	4.60	4.20	3.20
Dureza	Muy suave	Muy suave	Suave	Suave	Dura

* **Vpa** - Volumen de poros abiertos (cm³) el signo (-) indica que la muestra se expandió

La Chorreadura (NDIO-25).- Se encuentra situado a 15.4 Km al N43°E y en línea recta de la cabecera municipal Aldama; para acceder al área se recorren 17 Km de terracería. Geológicamente el afloramiento de **yeso** se localiza en una arenisca, limonita y lutita de color rojo óxido, siendo cubierta la unidad por caliza de color gris claro a oscuro, estratos delgados a gruesos con abundantes huellas de disolución, en la actualidad la manifestación de mineralización se encuentra inactiva, el resultado obtenido nos da una posible pausa para proponerlo como una nueva fuente para desarrollarle trabajos de detalle e incrementar su potencial, las dimensiones del afloramiento son 200 m de longitud, 100 m de ancho y un desnivel de 20 m; su posible **potencial es 400,000 m³**, se tomó una muestra en la unidad dando los siguientes resultados (fotografía 25):

Muestra N°	Al ₂ O ₃ (%)	Na ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	CaO (%)	SiO ₂ (%)	PxC (%)
NDIO-25	10.95	0.17	2.91	2.57	1.40	20.45	34.96	20.18

Esta muestra se clasificó como una illita con impurezas de cuarzo y feldespato; la illita es una arcilla formadora de suelos cuya aplicación sería en la industria cerámica, papel y pintura.



Fotografía 25. Afloramiento de arcilla en la localidad La Chorreadura, localizada en la zona mineralizada La Nopalera, al norte de la cabecera municipal Aldama, Chih.

Carolina (NDIO-17).- Se encuentra situado a 19.2 Km al N82°W y en línea recta de la ciudad de Chihuahua; para acceder al área se recorren 24 Km de pavimento. Geológicamente se sitúa en una arenisca, lutita y limolita de la Formación Las Vigas de color amarillo ocre a verde claro.

Los minerales que se identificaron mediante difracción de rayos X fueron: illita mayor del 25%, cuarzo de 10 a 25%, ortoclasa, plagioclasa, calcita y hematita menor del 1% y muscovita escasa de 1 a 0.1%. La manifestación de mineralización tiene las dimensiones siguientes: 200 m de longitud, 150 m de ancho y un desnivel de 20 m aproximadamente con un **potencial de 600,000 m³**; los resultados obtenidos de la muestra fueron los siguientes:

Muestra	ANÁLISIS QUÍMICO %							
	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Mgo	CaO	SiO ₂	PxC
NDIO-17	14.92	1.90	3.31	3.05	1.37	5.21	57.46	8.03

La muestra se clasificó como **illita con impurezas de cuarzo y feldespato**. El resultado del quemado de la briqueta fue el siguiente:

Propiedad	Temperatura de quemado, °C				
	850	900	950	1000	1050
Color	Naranja oscuro	Naranja oscuro	Naranja oscuro	Naranja oscuro	Naranja oscuro
%Contracción Lineal	-0.27	-0.13	-0.53	-0.53	-0.13
% Absorción de agua	19.62	20.00	18.24	20.63	18.52
Vpa *	3.10	3.20	2.90	3.30	3.00
Dureza	Dura	Dura	Dura	Dura	Dura

* **Vpa** - Volumen de poros abiertos (cm³)

La Laguna (NDIO-11C). Localizada A 10 Km en línea recta al NW35° de la ciudad de Chihuahua; para llegar a la mina se parte de la ciudad de Chihuahua por la autopista N° 45 Chihuahua-México recorriendo 6 km de pavimento y 6 km de terracería. La mina se ubica en una secuencia constituida por una toba riolítica de color rojo oxido escasamente silicificada, siendo cubierta por depósitos conglomeráticos del cuaternario (Fotografía 26).

El banco presenta dimensiones de 400 m de longitud por 250 m de ancho y un desnivel de 9 m con un **volumen potencial de 90,000 m³**; el sistema de minado es a cielo abierto por medio de maquinaria pesada. El material extraído se lleva a diferentes ladrilleras para la elaboración de ladrillo refractario, localizadas en la

periferia de la ciudad. Este material es explotado por particulares para ser vendido a los ladrilleros que hacen este producto.



Fotografía 26. Panorámica del banco de material, de donde se extrae tepetate para la construcción de la carretera a orillas de la ciudad

Esta muestra se clasificó como una **illita con impurezas de cuarzo y feldespato**, los minerales que se observaron mediante el estudio de difracción de rayos x son los siguientes: Illita, cuarzo, ortoclasa, plagioclasa y hematita (menor de 1 a 10%), escasa calcita y magnetita de (1 a 0.1%). La illita es una arcilla formadora de suelos y también se utiliza en la cerámica, papel y pintura esta muestra dio los compuestos químicos siguientes los que son considerados de interés analizados cuantitativamente dando los resultados siguientes:

Muestra	ANALISIS QUIMICO %							
	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Mgo	CaO	SiO ₂	PxC
NDIO-11C	15.34	1.42	2.77	3.31	0.61	0.43	64.36	6.62

El quemado de la briqueta dio el resultado siguiente en % de absorción de agua sobre la briqueta quemada.

El peso seco se toma en cuanto se enfrían las briquetas sacadas del horno, el peso suspendido y el saturado se determina después de haber puesto las briquetas en agua durante 48 horas o en 3 horas con agua hirviendo.

Propiedad	Temperatura de quemado, °C				
	850	900	950	1000	1050
Color	Café rojizo	Café rojizo	Café rojizo	Café rojizo	Café rojizo
%Contracción Lineal	-0.28	-0.55	-0.28	0.00	0.56
% Absorción de agua	18.31	18.18	18.44	17.45	15.44
Vpa *	2.60	2.60	2.60	2.60	2.30
Dureza	Dura	Dura	Dura	Dura	Dura

* **Vpa**- Volumen de poros abiertos (cm³)

Agua Blanca (NDIO-32A, 32B). Se ubica a 9.3.4 Km en línea recta al SE40° de la cabecera municipal de Aldama y tiene las coordenadas UTM 3197675 N y 405069 E; se encuentra en una arenisca, lutita de la Formación Rara color rojo óxido muy alterada, estratos delgados a medianos, abundantes huellas de disolución, cubierta por una capa de suelo residual; se le calculó un **volumen potencial de 800,000 toneladas** con los resultados siguientes:

Muestra	ANÁLISIS QUÍMICO %							
	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Mgo	CaO	SiO ₂	PxC
NDIO-32A	13.41	0.13	0.36	5.32	0.36	0.24	73.96	2.12

El quemado de briquetas dio los resultados siguientes:

Propiedad	Temperatura de quemado, °C				
	850	900	950	1000	1050
Color	Rosa claro	Rosa claro	Rosa claro	Rosa claro	Rosa claro
% Contracción Lineal	-1.26	-0.51	0.77	-1.01	0.00
% Absorción de agua	19.51	19.88	19.63	19.51	19.14
Vpa *	3.20	3.30	3.20	3.20	3.10
Dureza	Dura	Dura	Dura	Dura	Dura

Esta muestra se clasificó como **illita con impurezas de cuarzo, y feldespato**. La illita es una arcilla formadora de suelos y se utiliza en la cerámica, papel y pintura.

Pizarras

Sus componentes principales son muscovita y cuarzo, este tipo de materiales adquieren alta compactación y dureza al ser mezclados con agua, se utilizan en la industria de la construcción y en la arquitectura, tanto en el interior como exterior de grandes inmuebles, además de viviendas de todo tipo, contribuyendo de manera importante a mejorar la calidad de la construcción.

El Recuerdo (NDIO-28). Se sitúa a 13 Km en línea al recta al SE35° de la cabecera municipal Aldama, localizándose en la jurisdicción del rancho Los Filtros; geológicamente se encuentra en rocas paleozoicas de La Formación Rara conformada de pizarra, arenisca y lutita color amarillo ocre, escasamente alteradas y deformadas por cuerpos graníticos que existen en la zona; su longitud es de 600 m de largo, 300 m de ancho y un desnivel de 10 m; su **volumen potencial es de 1,800,000 m³** aproximadamente; los minerales observados por difracción de rayos X fueron, cuarzo mayor del 25%, muscovita mediana de 10 a 25%, hematita, clorita y plagioclasa sodica menor de 1 a 10%, escasa calcita de 1 a 0.1%. Los valores obtenidos de la muestra son:

Muestra	ANALISIS QUIMICO %							
	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Mgo	CaO	SiO ₂	PxC
NDIO-28	10.76	0.57	0.20	2.44	1.27	0.52	75.56	3.14

La evaluación del quemado de briquetas fue el siguiente:

Propiedad	Temperatura de quemado, °C				
	850	900	950	1000	1050
Color	Crema oscuro	Crema oscuro	Crema oscuro	Crema oscuro	Crema oscuro
%Contracción Lineal	-0.51	-0.63	0.38	0.25	-0.38
% Absorción de agua	17.61	16.95	17.14	18.18	15.52
Vpa *	3.10	3.00	3.00	3.20	2.70
Dureza	Suave	Suave	Dura	Dura	Dura

Rincón del Toro (NDIO-31).- Situada a 11.8 Km al S47°E, en línea recta de la cabecera municipal Aldama; su acceso se realiza partiendo de Aldama con dirección norte recorriendo 14 km de terracería.

Geológicamente la manifestación se aloja en una lutita y arenisca físil, color gris claro intemperizando a amarillo ocre de la Formación Las Vigas (Kn Ar-Lu), estratos de 0.50 a 1.00 m de espesor, el rumbo de estratificación es NW50°-70°SE y echado 50°SW (fotografía 27).



Fotografía 27. Persona tomando muestra en la manifestación de mineralización Rincón del Toro, conformada de lutita, pizarra y arenisca de la Formación Rara

De acuerdo al resultado obtenido, ésta se clasificó como una **pizarra** donde sus componentes principales son cuarzo y muscovita. Se utilizan en la construcción y en la arquitectura, tanto en el interior como exterior de grandes inmuebles además de viviendas de todo tipo, contribuyendo de manera importante a mejorar la calidad de

construcción. Las dimensiones del afloramiento son de 700 m de longitud, 500 m de ancho y un desnivel de 25 m; con un **potencial de 8,750,000 m³** y leyes de:

Muestra N°	Al ₂ O ₃ (%)	Na ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	CaO (%)	SiO ₂ (%)	PxC (%)
NDIO-31	9.63	0.56	2.38	2.04	1.47	0.27	76.56	2.82

La **arcilla** esta compuesta principalmente por silicatos de aluminio hidratados con cantidades pequeñas de otros óxidos como TiO₂, Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O y K₂O. Los cerámicos tradicionales están constituidos de tres componentes básicos: arcilla, sílice y feldespato; en la tabla siguiente se muestra la composición química de varias arcillas industriales.

Tipo de arcilla	Análisis químico %				
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO
Caolín	37.4	45.50	1.68	1.30	0.004
Plástica (USA)	24.47	56.10	3.64	1.58	0.61
Semi pedernal (USA)	35.79	45.92	0.75	2.28	0.06
Pedernal (USA)	38.63	44.42	0.55	2.12	0.04

Caolín

El caolín se define como: una arcilla derivada por descomposición o intemperismo de rocas constituidas fundamentalmente de feldespato, impurificadas con cuarzo, mica y óxidos de fierro. La roca de caolín está constituida fundamentalmente por el mineral caolinita y acompañado por los minerales constituyentes de la roca matriz. Los depositos de caolín tienen proporciones variables de caolinita, también se dice que el caolín es una arcilla refractaria compuesta principalmente por alúmina y sílice, que se emplea en las industrias de la cerámica, papel, refractarios, cemento, hule, fabricación y mezcla de insecticidas; la principal mina de este elemento se localiza en el extremo noroeste del área, explotada por Cementos de Chihuahua, el cual requiere de este producto como materia prima en la elaboración de cemento; el grupo Interceramic compra este material para la elaboración de cerámica.

Mina activa La Muralla (NDIO 15A, NDIO-15B).- Se localiza a 32.7 Km al S19°E, de la ciudad de Chihuahua; para acceder a la mina, se continúa por carretera pavimentada de 20 Km y por terracería con un trayecto de 14 Km (fotografía 28).



Fotografía 28. Panorámica del banco de material, de donde se extrae material para la construcción de caminos

El banco de **caolín** se localiza en un paquete de caliza de color gris claro a oscuro estratos delgados a medianos de 0.30 a 0.80 m, con una estratificación de rumbo NE14°, buzamiento de 4°NW, esporádicas cantidades de pedernal; suprayaciendo a esta secuencia se observa una toba riolítica de color rojo óxido; los minerales que se observaron con difracción de rayos X fueron caolinita, cuarzo, montmorillonita sodica y hematita, clasificándose como caolines y, sus principales aplicaciones son en la industria cerámica, papel, caucho y textil; las dimensiones del afloramiento son 400 m de longitud, 250 m de ancho y un desnivel de 15 m con un **volumen potencial de 1,425,000 m³** y los contenidos siguientes:

Muestra N°	Al ₂ O ₃ (%)	Na ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	CaO (%)	SiO ₂ (%)	PxC (%)
NDIO-15A	3.21	0.16	0.48	0.04	0.08	0.23	47.92	15.55
NDIO-15B	25.54	0.37	0.90	0.26	0.29	0.86	57.62	13.26

Zeolita

Las zeolitas naturales se utilizan para remover el amonio de desperdicios orgánicos para el control de malos olores y el tratamiento de suelos. En productos agrícolas, las zeolitas del tipo clinoptilolita, son usadas como vehículo para la liberación controlada de amonio en fertilizantes y como transportador de insecticidas, herbicidas y fungicidas. También son adicionadas a suelos contaminados para remover Pb, Cd y otros metales pesados tóxicos.

Las zeolitas absorbentes se usan como eliminadores de gases y en la separación de aire (mordenita, clinoptilolita). El área más esencial de aplicación está en la catálisis heterogénea.

Se conocen también algunas nuevas aplicaciones de zeolitas en la medicina, agricultura, industria del papel, construcción (agregados ligeros en la fabricación de cemento, ladrillos refractarios, otros materiales) y acuicultura. La zeolita natural tiene ventaja sobre la zeolita sintética en algunas aplicaciones y son capaces de trabajar en niveles inferiores de pH, también tienen un costo menor en relación con la zeolita sintética.

Localidades de zeolitas

Se localizan en el extremo norte de la cabecera municipal Aldama entre la ranchería El Mimbres y Aldama, parte centro norte del área, en los alrededores del poblado de Santa Eulalia y San Guillermo, en el extremo suroeste entre el ejido Carrizalillo y Chihuahua, alrededores de la ciudad de Chihuahua (localidades NDIO-43^a, NDIO-60^a, 60B, NDIO64A-B y NDIO-78).

Manifestación de mineralización Cristal

Se ubica a 64.9 Km al N60°E, de la cabecera municipal Aldama, Chih; su acceso se realiza a partir de la cabecera municipal a través de caminos de terracería en un trayecto de 21 Km donde se ubica la manifestación de mineralización; la roca que conforma el afloramiento es una toba riolítica de color blanco a claro cubierta por tobas riolíticas de color rojo óxido con una incipiente alteración hidrotermal (fotografía 29) escasamente silicificadas. Dentro de esta misma unidad se observan colgantes de caliza color gris claro a oscuro en estratos gruesos a delgados de 0.50 a 1.50 m.



Fotografía 29. Persona tomando muestra de arcilla color claro en la localidad Cristal al norte de Aldama, Chihuahua

Los minerales observados mediante difracción de rayos X son clinoptilolita, calcita, montmorillonita, plagioclasa y hematita; la muestra fue clasificada como una zeolita y puede ser empleada en la agricultura como acondicionador, vehículo de dosificación lenta de nutrientes, alimentación balanceada para ganado, acuacultura, catálisis, refinación del petróleo y desodorizante en establos.

Las dimensiones del afloramiento son de 200 m de longitud, 100 m de ancho y un desnivel de 10 m con un volumen potencial de 2'000,000 m³ y las siguientes leyes:

Muestra	ANALISIS QUIMICO %							
	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Mgo	CaO	SiO ₂	PxC
NDIO-43A	9.56	1.79	2.93	1.02	1.75	11.16	49.01	17.51

Mina activa La Cruz

Se localiza a 300 m al sureste del rancho Guadalupe, en la parte centro sur del área en los alrededores del poblado Santa Eulalia, a 22 Km al NW30° de la ciudad de Chihuahua. Para accesar a la mina, por la carretera federal N° 45, Ciudad Juárez-México, en el Km 22 se prosigue por terracería con un recorrido total de 27 Km (fotografía 30).



Fotografía 30. Extracción de zeolitas en la localidad La Cruz, para el Grupo Cementos de Chihuahua

De esta mina se extrae ceniza de baja densidad, proveniente de una toba que se tritura a (-)1/2", con una producción mensual de 15,000 t/mes; el tajo tiene 120 m de longitud por 50 m de ancho y 5 m de alto. El producto se translada a Ciudad Juárez

para Cementos Chihuahua, que lo utiliza en la fabricación de bloque para construcción. En esta mina se colectaron las muestras NDIO-60A y NDIO-60B para caracterización preliminar y determinar su adaptabilidad comercial, con el siguiente resultado.

Los compuestos químicos considerados de interés fueron analizados cuantitativamente, los resultados se muestran a continuación.

Muestra N°	Al ₂ O ₃ (%)	Na ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	CaO (%)	SiO ₂ (%)	PxC (%)
NDIO-60A	10.30	0.57	1.48	3.52	0.74	2.56	65.71	10.41
NDIO-60B	10.86	0.64	1.38	3.93	0.58	4.70	67.84	9.55

El análisis de difracción de rayos X indica que las especies predominantes son: heulandita y clinoptilolita; como impurezas se encuentra cuarzo, ortoclasa, montmorillonita sódica y hematita.

Para la evaluación cualitativa de arcillas el material se molió a -30 mallas, se homogeneizó y muestreó en un divisor de 8 frascos Retsch_{MR} para desarrollar las pruebas necesarias, de las cuales se obtuvieron los resultados siguientes.

La evaluación cualitativa de carbonatos para la muestra en frío fue negativa y, en caliente fue positiva, lo cual indica que la muestra contiene carbonatos. Con base a los resultados químicos, mineralógicos y después de la evaluación cualitativa por arcillas, se puede concluir lo siguiente:

La muestra corresponde a una toba riolítica zeolitizada del tipo clinoptilolita, de mediana calidad, que contiene heulandita y clinoptilolita y como principal impureza cuarzo. Las zeolitas como materiales industriales se usan ampliamente como intercambiadores de iones adsorbentes y catalizadores.

También se conocen nuevas aplicaciones de zeolitas en la medicina (medicamentos con propiedades microbidas), en la agricultura (sustratos hidropónicos en agronomía, descontaminación de suelos), en las industrias del papel y de la construcción (agregados ligeros en la fabricación del cemento, ladrillos y otros materiales), en la acuicultura (inhibición de la proliferación de hongos y bacterias). Por su alta trabajabilidad y plasticidad, puede tener una aplicación inmediata en la industria de la construcción, elaborando bloques y como ingrediente en la fabricación de cemento, por su poder puzolánico.

Caliza

Está constituida por uno de los minerales no metálicos más abundantes en la naturaleza, se encuentra en forma de masa rocosa sedimentaria, compuesta por carbonato de calcio principalmente (CaCO_3), con impurezas de aluminio, sílice, azufre y magnesio. Se conoce bajo diversos nombres según su grado de pureza y alteración en las propiedades físicas, como marga, caliza metamorfozada y mármol. Las propiedades químicas son más importantes si la roca cambia de una forma a otra, tal como en la manufactura de cemento o cal (Alderete M. M. J., 1980). En la región existen una serie de localidades con contenidos de carbonatos de calcio, con buena calidad, describiendo las principales en este informe; las de menor importancia se mencionan por separado en la ficha de yacimientos minerales respectiva, al final del texto.

Usos de la Caliza

Es la materia prima elemental para la fabricación de cemento; como roca fragmentada; en relleno de asfalto; como agregado en el concreto, balastre en el ferrocarril, lastre, techo, gránulos, terrazo y estuco; en mezcla de materiales para bases y carpetas en la construcción de caminos; en morteros y puzolanas; como lecho de roca para filtro y como roca dimensionable.

Es un químico básico para producir cal, como materia prima en la industria química. La cal mezclada con jabón de pastilla amarillo y alumbre funciona como impermeabilizante. Como agente caustificante en las plantas de papel kraft al

sulfato. En la manufactura de cartón de paja. En tratamiento de desperdicios de pulpa y papel molido como coagulante para remover el color; acondicionador para filtrado y como agente neutralizante. Es la materia prima para obtener carbonato de calcio. Como fundente, en la fundición y refinación del fierro y otros metales, como aglomerante de mena de fierro, así como polvo inerte en minas de carbón.

En la actualidad existen varias compañías que se dedican a la explotación de este producto como Cementos de Chihuahua, Pavimentos de La Laguna, Protexa, y otros particulares; el empleo que le dan a estos materiales está en la elaboración de cemento, bloques de concreto en la elaboración de concreto y como agregados pétreos en la elaboración de asfalto.

En la zona se encuentra el prospecto La Trevi, en las coordenadas: X=409536; Y=3163282, que se localiza en la porción centro poniente del área, en el cual se colectó la muestra AS-112 para realizar un estudio preliminar de evaluación por calcinación, obteniéndose los siguientes resultados. Tiene una composición de CaCO_3 de 84.5% y 0.27% de MgCO_3 , contaminada con 13.88% de SiO_2 , 0.14% de Fe_2O_3 y 0.03% de Al_2O_3 .

De la calcinación a las temperaturas de 900, 950 y 1000 °C se obtienen cales vivas de color blanco. Al realizar la prueba de decrepitación se obtiene entre 3.4 y 24.8% debajo de la malla de una pulgada, tomando esta malla como la de corte, define el proceso tecnológico para desarrollar la calcinación en un horno giratorio dada la cantidad de finos obtenida. Se evaluó la reactividad de las cales, determinándose alta reactividad en todas las temperaturas evaluadas, de acuerdo a los límites que maneja ASTM-C-110-1976. El contenido de arenas, producto a +325 mallas, se considera moderado para todos los casos, desde 13.1% a 23.6%, el cual consistió principalmente de material crudo e insoluble.

El análisis químico cuantitativo de la cal a 1,000° C reporta valores de 93.14% de CaO , 0.36% de MgO , 0.04% de Fe_2O_3 , 0.01% de Al_2O_3 y 1.68% de SiO_2 . Se considera la mejor prueba dado el nivel de reactividad alcanzado.

La muestra calcinada es de buena calidad, los usos propuestos se encuentran dentro de la industria de la construcción como cal viva, cal hidratada y cal hidráulica. También puede emplearse como cal química dada la reactividad alcanzada e incluso como cal viva o cal hidratada para estabilizaciones en materiales para pavimentos y fabricación de vidrio.

Se debe considerar que existen requisitos adicionales, tanto físicos como químicos, para cada industria en particular, por lo que se recomienda desarrollar las evaluaciones complementarias para el uso más conveniente. Cabe señalar que este prospecto ha sido explotado a baja escala y la producción enviada a Cementos Chihuahua para su uso industrial.

Yeso

El yeso es un mineral suave transparente a translúcido que puede ser fácilmente rayado con la uña, ya que tiene una dureza 2 en la escala de Mohs, y gravedad específica de 2.32; consiste de un sulfato de calcio hidratado, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, con el contenido siguiente: 32.6% CaO, 46.5% SO_3 , 20.9% H_2O .

El yeso es el más común de los sulfatos, formado por la evaporación de agua salina, o por la hidratación de la anhidrita, asociado con halita, anhidrita y caliza. Puede ser compacto exfoliable hojoso, presentarse en masas granulares, en el caso específico de la sierra la Nopalera se muestra en forma compacta masiva granular y en forma manteada, de colores blanco y gris oscuro a negro, debido a impurezas; generalmente exhibe un brillo vítreo, perlado, sedoso; puede ser incoloro, blanco y gris, con tonalidades de amarillento, rojizo a castaño, etc., como consecuencia de impurezas. Se considera que el yeso del área Nombre de Dios es de origen evaporítico.

Localidades con mineral de yeso

Se identificaron 4 localidades con yeso en el área Nombre de Dios, ubicadas en la porción norte de la localidad La Nopalera, 3 de ellas están inactivas y una activa.

Mina activa La Tuna (NDIO-71)

La localidad La Tuna se ubica en la margen norte de la zona mineralizada Nopalera, es el más grande e importante depósito de **yeso** del municipio Aldama, presenta un volumen potencial de **3'680,000 toneladas**, su ubicación se encuentra a 24 Km de la cabecera municipal Aldama geológicamente se localiza en una caliza de color gris claro a oscuro, escaso pedernal, donde se aloja un horizonte de yeso de forma manteada de rumbo NW15°, buzamiento de 5°SW, potencias de 2 a 4 m de ancho, los afloramientos tienen corrimientos de 700 m de largo, 200 m de ancho y desniveles de 20 a 30 m (fotografía 31).



Fotografía 31. Banco de yeso en la zona mineralizada La Nopalera al norte de Aldama

Los afloramientos de las 4 localidades (incluyendo La Tuna) que constituyen la zona La Nopalera, presentan una infraestructura considerada como buena con un **potencial de 6'000,000 toneladas de yeso**. La disposición del afloramiento es sensiblemente horizontal, facilitando el desarrollo de su explotación, empleando el sistema de bancos escalonados descendentes. Este sistema de explotación suministra el aprovechamiento integral y racional del depósito de yeso (fotografías 32 y 33).



Fotografía 32. Banco de material de yeso inactivo localidad La Nopalera, mostrando espesor del estrato de yeso



Fotografía 33. Afloramiento de roca dimensionable constituida de intrusivo granodiorítico afectando a rocas Paleozoicas de la Formación Rara, en la localidad de Los Filtros

IV.2. ROCAS DIMENSIONABLES

Geológicamente, el granito comprende a las rocas ígneas de textura granular compuestas esencialmente de feldespato y cuarzo. Es considerado una roca dimensionable, por lo tanto puede ser cortado y pulido a dimensiones y formas específicas. Es superior al mármol en dureza, en resistencia al desgaste, a la corrosión y a la aplicación de esfuerzos de compresión. En términos comerciales, el granito comprende a las rocas feldespáticas e incluye toda una gama de rocas cristalinas como son: granito, granodiorita, diorita, monzonita, sienita, gabro, anortosita y otras rocas.

Principales Usos. Se utiliza como material para construcción en el recubrimiento de fachadas y arquitectura en general, así como en la elaboración de estructuras

tales como puentes, muros de contención y escolleras en puertos. Actualmente la toba riolítica es empleada para elaborar fuentes ornamentales y fachadas de casas. Con respecto a las rocas dimensionables, se ubicaron 14 localidades de roca volcánica y roca intrusiva (que aparecen en las fichas descriptivas de cada localidad), tienen utilidad como material para la industria de la construcción y de ornamentación. También se cuenta con afloramientos de roca volcánica, que a manera de tajos o rebajes a cielo abierto, se han aprovechado de los derrames de basalto y toba riolítica a baja escala, que las hace susceptibles de utilizarse como bloques, losas y adoquín, en la industria de la construcción. Del total de localidades de roca dimensionable, se enlistan las 9 que presentan mayor interés.

TABLA DE LOCALIDADES DE ROCAS DIMENSIONABLES

Muestra N°	Nombre	Latitud N	Longitud E	Subst.	Roca Encajon.	Origen	Edo actual	Potencia m³	Distancia (Km)
NDIO-21	Mary	3206909	422769	Geoda- agata	Conglom.	Sediment.	Inactivo	60	18.5 km
NDIO-27	El Tiro	3201237	402319	Roca dimens.	Granito	Intrusivo	Inactivo	180,000	14 km
NDIO-68	Cerro Grande	3162540	397525	Roca dimens.	Granodiorita	Intrusivo	Inactivo	900,000	6.8 km
NDIO-80	La Verde	3164492	412561	Roca dimens.	Toba riolítica	Extrusivo	Inactivo	400,000	17 km
NDIO-84	El León	3171467	399441	Roca dimens.	Granodiorita	Intrusivo	Inactivo	937,500	5.6 km
NDIO-91	Las Aguilas	3176932	397323	Roca dimens.	Toba riolítica	Extrusivo	Inactivo	1'800,000	9.5 km
NDIO-98	El Tubo	3176694	395453	Roca dimens.	Granodiorita	Intrusivo	Inactivo	1'000,000	8.4 km
NDIO-107	El Charco	3143820	387750	Roca dimens.	Toba riolítica	Extrusivo	Inactivo	3'600,000	25.5 Km
NDIO-111	Los Amoles	3146903	403381	Roca dimens.	Basalto	Extrusivo	Inactivo	23,000	23.2 km

Rocas dimensionables volcánicas

Respecto a las rocas dimensionables volcánicas se ubicó **la localidad El Tiro**, conformada por una **riolita** de color gris claro, ortoclasa, plagioclasa y cuarzo.

Se sitúa en la parte central del rancho los Filtros localizado en la parte centro norte del área de estudio. Su acceso es partiendo de la cabecera municipal Aldama, se recorren 11 km. en dirección norte por un camino de terracería, finalmente al nororiente 11 km., por una brecha en dirección hasta el lugar llamado El Tiro.

Por las características que presenta la unidad litológica, es posible extraer bloques de roca para aprovecharse en pisos y recubrimientos de muros interiores en una longitud de 400 m., ancho 50 m. y profundidad 9 m. El volumen **potencial es de 180,000 m³**.

Para el presente estudio se colectó y se envió una muestra en bloque de riolita para su análisis en pruebas físicas, corte y pulido, al laboratorio del Centro Experimental Chihuahua, cumpliendo con todas las especificaciones para tales usos que determinan las normas ASTM-C-503 y ASTM-C-568.

Estudio de evaluación de pruebas físicas de la muestra NDIO-27B

Muestra	Peso Especifico	Abs. de agua %	R.C. Kg/cm2	Sanidad 72 h Calidad	R.C. Después de sanidad kg/cm2
NDIO-27B	2.62	0.70	2049.93	aceptable	2203.41

R.C. Resistencia a la Compresión

Se ubicó la **localidad Londón**, conformada por un derrame andesítico de color gris verdoso, bandas grises y rosáceas, ortoclasa y plagioclasa cloritizada y de buen aspecto. Se sitúa en la parte centro norte de la localidad Los Filtros. Su acceso es partiendo de la cabecera municipal Aldama, por la carretera estatal al oriente 3 Km., posteriormente se recorren 26 Km. en dirección norte por un camino de terracería, finalmente al nororiente 3 Km., por una brecha en dirección hasta el lugar llamado Ojo de Agua (fotografía 34).

La **andesita**, está incipientemente metamorfozada, presenta color gris verdoso, bandas grises y rosáceas, minerales de ortoclasa y plagioclasa, corte con aristas sanas, superficie poco porosa. El volumen **potencial es de 200,000 m³**. con longitud 200 m., ancho 200 m. y profundidad 10 m. El resultado de la muestra antes y después de la sanidad es de buena calidad, dado que cumple con el requisito establecido, relacionado a acabados arquitectónicos y a mampostería.



Fotografía 34. Afloramiento de intrusivo granodiorítico en la localidad Londón en las inmediaciones del rancho Los Filtros

Por las características que presenta la unidad litológica, es posible extraer bloques y aprovecharse en pisos y en recubrimientos de muros interiores.

Estudio de evaluación de pruebas físicas de la muestra NDIO-29B

Muestra	Peso Especifico	Abs. de agua %	R.C. Kg/cm ²	Sanidad 72 h Calidad	R.C. Después de sanidad kg/cm ²
NDIO-29B	2.78	0.60	1443.04	aceptable	1934.02

IV.3. LOCALIDADES DE MINERALES METÁLICOS

En el área de Nombre de Dios, las localidades de minerales metálicos con concentraciones de importancia se encuentran en la parte central del área, representados por la mina La Descubridora, que durante el año 1930 produjo 15 kilos de oro, 497 de plata y 1,967, extraídos de 1774 toneladas de mineral con leyes de oro y plata hasta de 8.5 y 295 gramos por tonelada respectivamente (fuente Memoria Geológico Minera del Estado De Chihuahua - J. González R., 1956).

En el presente inventario de recursos minerales dependiendo del tipo de muestra se realizaron análisis químicos cuantitativos por Au, Ag, Pb, Cu y Zn. En las cercanías de la zona se han localizado minerales metálicos en el pasado y éstos están relacionados a yacimientos de tipo polimetálico, emplazados en secuencias de caliza, lutita y arenisca pertenecientes a las formaciones Rara, Finlay y Aurora, así como, en rocas volcánicas (riolita), afectadas por intrusivos de composición diorítica y granodiorítica, siendo en estas unidades donde se encuentran 24 localidades de minerales metálicos de las que 17 presentan mayor interés y se enlistan a continuación, sin embargo, en las fichas descriptivas aparece el total de localidades.

TABLA DE LOCALIDADES DE MINERALES MÉTÁLICOS

Muestra N°	Nombre	Latitud N	Longitud E	Substancia	Roca encajona nte	Tipo de estructu ra	Origen	Edo actual	Distancia (km)
NDIO-30	El Lienzo	3199487	402823	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Granodiorita-lutita	Veta	Hidrotermal	Inactiva	12.2 Km
NDIO-33	Ñachica	319443	405640	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Arenisca-lutita	Veta	Hidrotermal	Inactiva	7.5 Km
NDIO-35	Aldama	3189052	405951	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Riolita	Veta	Hidrotermal	Inactiva	5 Km
NDIO-37	La Judith	3193534	405934	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Lutita-arenisca	Veta	Hidrotermal	Inactiva	5.9 Km
NDIO-38	La Escondida	3191589	406811	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Andesita-riolita	Veta	Hidrotermal	Inactiva	4.4 Km
NDIO-48	El Potrero	3204766	395539	Au, Cu, Pb, Zn y U	Caliza	Veta-manto	Hidrotermal	Inactiva	38 Km
NDIO-49	San Javier	3191993	405369	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Riolita	Veta	Hidrotermal	Inactiva	5.8 Km
NDIO-59	La Fortuna	3164775	415905	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Caliza- lutita	Manto-veta	Hidrotermal	Inactiva	14.4 Km
NDIO-75	Descubridora	3174307	397808	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Caliza- riolita	Bolsa-manto	Hidrotermal	Inactiva	6.9 Km
NDIO-92	Lluvia de Oro	3177214	396961	Au, Ag	Riolita	Veta-falla	Hidrotermal	Inactiva	9.7 Km

NDIO-94	La Cueva de Molinar	3176617	396646	Au, Ag, Mn	Riolita	Veta-falla	Hidrotermal	Inactiva	8.8 Km
NDIO-95	Peñasco del Agua	3177639	395675	Au, Ag, Fe	Granito	Veta-falla	Hidrotermal	Inactiva	10 Km
NDIO-96	Sacramento	3176107	395796	Au, Ag, Fe	Granito	Veta-falla	Hidrotermal	Inactiva	8.5 Km
NDIO-102	El Quipurito	3166565	414331	Au, Ag, Cu, Pb, Zn	Caliza- riolita	Manto	Hidrotermal	Inactiva	3.5 Km
NDIO-103	Inglaterra	3163530	415105	Au, Ag, Pb, Cu	Caliza- riolita	Manto	Hidrotermal	Inactiva	1.5 Km
NDIO-104	San Antelmo	3163514	415,863	Au, Ag, Pb, Cu, Zn	Caliza	Manto	Hidrotermal	Inactiva	2.2 Km
NDIO-105	Independencia	3165327	417363	Au, Ag, Pb, Cu	Caliza	Manto	Hidrotermal	Inactiva	4.4 Km

Mina La Judith (Au, Ag, Cu, Pb, Zn)

Se localiza a 5.9 Km de distancia y al S54°W de la cabecera municipal Aldama, esta mina consiste en una estructura tabular irregular que aflora aproximadamente 300 m ininterrumpidamente, siguiendo los planos de estratificación de la lutita y se manifiesta por una intensa coloración rojiza de oxidación y abundantes rodados de cuarzo lechoso, con argentita, calcopirita, pirita, cuarzo y barita (fotografía 35).



Fotografía 35. Persona señalando estructura mineralizada de La Judith, en la localidad Aldama

El análisis químico de la muestra NDIO-37 tomada en la estructura mineralizada, reportó 0.142 g/t de oro, 168 g/t, de plata, 0.067% de cobre, 0.616% de plomo, 0.045% de zinc, estructuralmente se encuentra controlada por un sistema de fallas normales de rumbo general N30°E.

En el año del 2005 la compañía de Servicios Industriales Peñoles realizó una intensa exploración mediante barrenación de diamante, desconociéndose los resultados obtenidos.

Mina La Esmeralda (Au, Ag, Pb, Zn)

Se localiza a 4.4 Km y al S77°E, y en línea recta de la cabecera municipal de Aldama. Consiste de una estructura tabular encajonada en una andesita de color verde oscuro muy silicificada, de rumbo N35°W, buzando 80°NE, potencia de 1 m; longitudinalmente aflora 300 m aproximadamente; sus obras principales consisten de una serie de catas de dimensiones pequeñas (Fotografía 36).



Fotografía 36. La Esmeralda estructura mineralizada al alto de la obra, observándose la intensa zona de alteración oxidación

La mineralización observada es galena, esfalerita, calcopirita, azurita, cuarzo y calcita. Los valores obtenidos de la muestra NDIO-38A tomada sobre la estructura fueron 7.061 g/t de oro, 65.22 g/t, de plata, 3.871% de plomo y 1.27% de zinc.

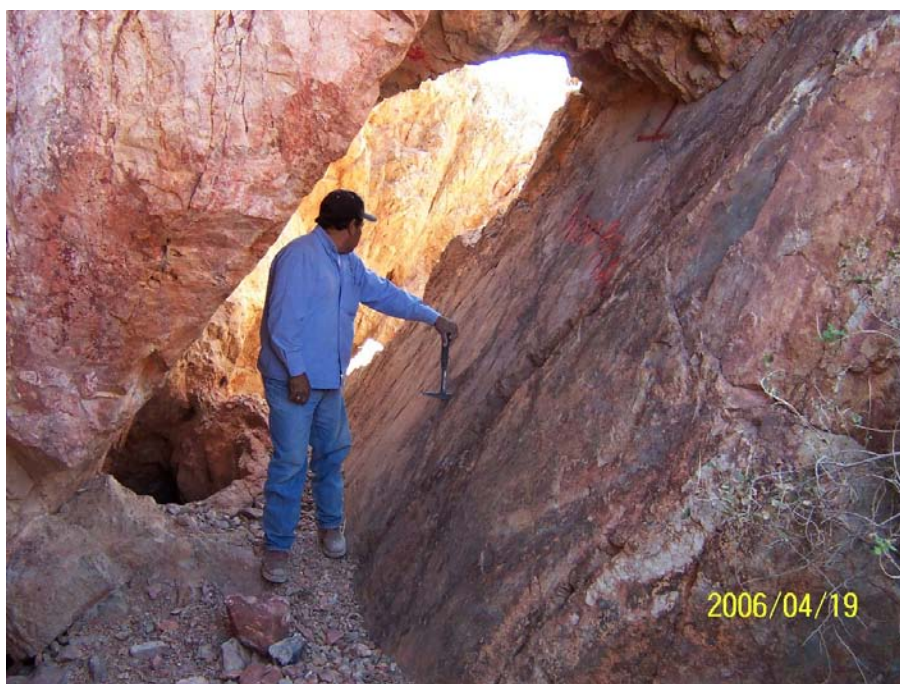
Mina La Cueva de Molinar (Au y Ag)

Se localiza a 9 Km al S08°W de la ciudad de Chihuahua y a 2. Km al sur del banco de caliza explotado por Cementos de Chihuahua. Al visitar la localidad se detectó un pozo inclinado a rumbo de estructura inaccesible, también existe una frente de 25 m de desarrollo donde posiblemente explotaron manganeso, observándose que existe un hueco en forma de bolsa de 15 m de ancho con un desnivel de 8 m (Fotografía 37).



Fotografía 37. Obra minera La Cueva de Molinar, observándose fuertemente alterada oxidación y silicificación

Las obras se labraron sobre toba riolítica y riolita silicificada del Oligoceno; se presenta una veta de origen epitermal, de rumbo N79°E, con echado 54°SE, una extensión de 150 m y espesor de 0.80 m, alojada en la riolita muy silicificada y alterada (fotografía 38); los minerales visualizados en las obras mineras fueron pirolusita, hematita y cuarzo. Se tomó la muestra (NDIO-94) de la estructura principal dando los valores siguientes 2.166 g/t de oro, 1 g/t de plata, 0.004% de cobre, 0.002% de plomo y zinc 0.002%, otra muestra obtenida en una estructura secundaria tuvo como valor más alto 0.751g/t de oro.



Fotografía 38. Persona señalando espejo de falla en la obra minera La Cueva de Molinar

Esta mina tiene importancia por los resultados obtenidos principalmente de oro pero, es necesario acondicionar la obra principal para tener acceso y realizar trabajos detallados; además, debe investigarse la situación legal del área.

Mina El Potrero (U)

En inmediaciones del rancho El Berrendo y en las estribaciones del arroyo El Potrero, a 37 km al S75°W y en línea recta de la ciudad de Chihuahua, se localiza una mina de uranio; para acceder a ella, se parte de la capital del estado, tomando la carretera federal N° 16 Chihuahua-Ojinaga, desviándose en el km 6 en dirección al noreste por camino de terracería recorriendo 38 Km y un kilómetro de vereda.

Consiste en una estructura mantecada de rumbo N40°W, echado 73°NE, con espesor de 0.80 (fotografía 39) que encajona en una caliza masiva de color gris claro a oscuro escasamente arcillosa, estratos gruesos a delgados 2 m a 1 m. La mineralogía de interés está representada por uraninita, cuarzo, hematita, goethita y limonita; las obras principales consisten de frentes, cruceros y pequeños alevantes.



Fotografía 39. Obra minera con mineralización de Uranio en la localidad El Potrero

Por las características observadas en el lugar, este depósito se puede considerar de origen epitermal, de relleno de fisura, donde se conformó una veta-falla. Se tomaron 2 muestras sobre la estructura con el siguiente resultado.

Muestra	Ce	La	Nd	P	Th	U	Y
	Ppm						
NDIO-48A	8.23	5.06	5.03	91	0.92	141.8	7.84
NDIO-48B	5.72	3.12	4.3	109	0.33	307	9.02

Teniendo en cuenta lo expuesto, esta mina, actualmente inactiva, presenta posibilidades para continuar su exploración.

Manifestación mineral Kenny (Fe)

Se encuentra a 11.5 Km en línea recta al SE75° de la cabecera municipal Aldama, sobre los alrededores del cerro Rincón del Tiro. En el área aflora una estructura de fierro en forma de manto, encajonada en caliza de estratos gruesos a medianos, de 1 a 2 m de espesor, el rumbo del manto es N75°E, buzando 30°NW, potencia de 2 m; sus obras principales son un comido de 3 por 3 m y un desnivel de 2.50 m. La mineralización observada es magnetita, hematita, limonita. Se tomaron 2 muestras: NDIO-110A con valor de Fe (t) 35.301% y NDIO-110B con 43.301%. Resultados alentadores para realizar trabajos de mayor detalle.

IV.4.- AGREGADOS PÉTREOS.

Los municipios Chihuahua, Aldama y Aquiles Serdán, se caracterizan por poseer una amplia distribución de rocas sedimentarias, como caliza, arenisca, conglomerado, que en el área de estudio comprende un 40% y rocas volcánicas que comprenden desde basalto, toba riolítica y riolita, con sus características físicas y químicas intrínsecas, en donde el 60% del área en estudio, está cubierta por ellas, las que pueden ser aprovechadas para ser trituradas y producir agregados pétreos de diversa granulometría, así como depósitos detríticos continentales constituidos por limo, arena y grava.

Durante los trabajos de campo se ubicaron 22 localidades distribuidas en las partes bajas de las sierras Santo Domingo, San Ignacio, Nombre de Dios, El Ojito y Batopilas, distribuidas en las vastas depresiones que ocupan los llanos del Área Nombre de Dios.

TABLA DE LOCALIDADES DE AGREGADOS PÉTREOS

Clave	Nombre	Substancia	Potencial m³	Origen
NDIO-05	El Nogal	Grava/arena	360,000	Fluvial
NDIO-07	El Berrendo	Grava/arena	180,000	Lacustre
NDIO-08	La Soledad	Grava/arena	5'000,000	Lacustre
NDIO-16	El Venado	Grava/arena	3'200,000	Lacustre
NDIO-34	Santa Ana	Tepetate	325,000	Aluvial
NDIO-44	La Bamba	Tepetate	60,000	Lacustre
NDIO-45	El Tolteca	Tepetate	18,000	Lacustre
NDIO-55	Mina Vieja	Grava/arena	1'000,000	Lacustre
NDIO-57	Tomás García	Grava/arena	2,700	Lacustre
NDIO-63	La Cuadrilla	Tepetate	60,000	Lacustre
NDIO-69	Cerro Colorado	Tepetate	750,000	Lacustre
NDIO-72	El Cacahuatal	Tepetate	180,000	Lacustre
NDIO-73	La Cañada	Tepetate	60,000	Lacustre
NDIO-74	La Presa	Grava/arena	240,000	Lacustre
NDIO-77	Las Mujeres	Tepetate	80,000	Lacustre
NDIO-78	El Periférico	Caliche	1'800,000	Volcánico
NDIO-83	Los Leones	Tepetate	400,000	Aluvial
NDIO-101	Las Palmitas	Tepetate	120,000	Aluvial
NDIO-106	Los Amoles	Tepetate	126,000	Aluvial
NDIO-114	El Ojito	Tepetate	40,000	Aluvial
NDIO-117	Los Arboles	Tepetate	180,000	Aluvial
NDIO-118	Muller	Tepetate	100,000	Aluvial
Gran Total			14'281,700	

En la porción norte de la sierra San Ignacio se ubican las localidades **El Nogal, El Berrendo y La Soledad** (fotografía 40), es de mencionar que están en los alrededores de la cabecera municipal de Aldama y de la carretera federal N° 16

Chihuahua-Ojinaga que comunica a la ciudad de Chihuahua con la cabecera municipal.



Fotografía 40. Extracción de grava - arena en la localidad La Soledad

Las localidades **La Bamba, La Presa, Mina Vieja, La Cañada, El Cacahuatal**

Se ubican en el extremo norte de la sierra de Santo Domingo, en los alrededores del poblado de San Guillermo y parte de la ciudad de Chihuahua.

Se trata de depósitos de origen continental, constituidos por grava, arena y limo, producto de la desintegración de rocas preexistentes, que ha sido transportado y acumulado en las partes más bajas de los valles, en ocasiones con fragmentos de 50 cm. de caliza.

La extracción del material es de forma intermitente y se utiliza para el mantenimiento y conservación de terracerías, caminos y para el aplanado de casas-habitación en el municipio de Chihuahua y localidades circunvecinas. También los

rodados de caliza se trituran para emplearla como revestimiento de carpetas asfálticas.

Para cada localidad se estimaron los siguientes volúmenes: El Nogal, El Berrendo, y La Soledad 5'540,000 m³, con longitud 300 m., ancho de 200 m. y profundidad 6 m.; La Bamba 60,000 m³, longitud de 200 m, ancho 100m, desnivel de 3m; Mina Vieja 1'000,000 m³, longitud de 500 m, 400 m de ancho, desnivel de 5 m; El Cacahuatal 180,000 m³, 300 m de longitud, 200 m de ancho espesor de 3m; La Cañada 120 m de longitud, 100 m de ancho y un desnivel de 5 m, igual a 60,000 m³, La Presa 240,000 m³, 500 m de longitud, 400 m de ancho y un desnivel de 5 m. 4 m.; Las Mujeres 80,000m³, 200 m de longitud, 50 m de ancho y una profundidad de 8 m, , El Periférico 1,800,000 m³, 150 m de longitud, 40 m de ancho y un desnivel de 20 m, Los Leones 400,000 m³ 250 m de longitud, 200 m de ancho y un desnivel de 3 m; Las Palmitas 120,000 m³, 200 m de longitud, 150 m de ancho desnivel de 4 m; Los Amoles m³ 126,000, 150 m de longitud, 120 m de ancho 7 m de desnivel; El Ojito 40,000 m³, 150 m de longitud, 40 m de ancho y un desnivel de 3 m; Los Árboles 180,000 m³, 300 m de longitud, 200 m de ancho y 3 m de desnivel; Muller 100,000 m³ 200 m de longitud, 100 m de ancho y 5 m de desnivel; además, El Venado con 3'200,000 m³, Santa Ana con 325,000 m³, El Tolteca con 18,000 m³, Tomás García con 2,700 m³, La Cuadrilla con 60,000 m³ y Cerro Colorado con 750,000 m³.

El volumen potencial global de grava, arena y tepetate es de 14'281,700 m³ que garantizan el abasto para los municipios de Chihuahua, Aldama y Aquiles Serdán.

El Gobierno del Estado de Chihuahua sacó un decreto, donde se asienta que el río Sacramento será inhabilitado para sacar material, debido a que éste se encuentra sobre-explotado, por la gran cantidad de material que ha sido extraído de sus grandes mantos de grava y arena; por lo que el gobierno del municipio y el gobierno estatal, deberán promocionar la construcción de nuevos bancos en otros lugares fuera de la mancha urbana.

El Divisadero (NDIO-90)

Esta localidad corresponde a un banco de material de **caliza triturada**, ubicado al S03°E y a 10.7 Km. en línea recta de la ciudad de Chihuahua, en la parte central de la sierra Nombre de Dios, su acceso es por la carretera federal de doble carril Chihuahua-Ojinaga, desviándose en el kilómetro 6 para proseguir hacia el norte por camino de terracería, recorriendo 13 Km, lugar donde se encuentra el banco de material (fotografía 41).



Fotografía 41. Panorámica del banco de agregados pétreos, donde extraen caliza para la elaboración de asfalto en la Sierra Nombre de Dios

Se trata de lomeríos y cerros de caliza color gris oscuro, estratos delgados a gruesos, con rumbo de estratificación NW45°SE, buzante 54°NE, cubierta por toba riolítica de color rojo óxido; este material es triturado para la elaboración de asfalto usado en la pavimentación de calles y carreteras de la localidad. Se evaluó un **potencial de 360,000 m³** con una longitud, de 600 m ,60 m de ancho y un desnivel de 10 m.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente Inventario de Recursos Minerales del área Nombre de Dios, se visitaron y analizaron en campo, con levantamiento de fichas y toma de muestras correspondientes, un total de 126 localidades, que corresponden a los siguientes tipos de mineralización o roca:

Minerales no Metálicos	66
Rocas dimensionables	14
Minerales metálicos	24
Agregados Pétreos	22
T O T A L	126

V.1. Los **minerales no metálicos** ocupan el primer lugar en número total de 66 localidades visitadas, pero de mayor relevancia por el volumen de sus potenciales, 10 localidades corresponden a mineral de arcilla, 10 a caliza, 5 de zeolitas, 1 de yeso y 1 de caolín.

La mayoría de localidades con mineral de arcilla en el municipio Aldama y Chihuahua se localizan en la porción centro del área dentro de las comunidades de Aldama, Aquiles Serdán y El Fresno.

V.1.1. De las 10 localidades de este mineral identificadas en este inventario, la conocida como **Puerto Rojo**, que se ubica en la parte centro norte de la cabecera municipal Aldama, es a la fecha el más grande e importante depósito de **arcilla** del municipio Aldama, tanto por su **potencial del orden de 40 millones de toneladas**, como por encontrarse ubicada en los alrededores de la cabecera municipal actualmente activa, además de esta mina principal, existen otras localidades con posibilidades de ser promovidas a minas en explotación haciendo hincapié que éstas se encuentran libres de denuncios mineros las que se les denomina de la manera siguiente:

Carolina ubicada al N18°W de la ciudad de Chihuahua con un **potencial de arcilla de 600,000 m³** y leyes de Al₂O₃ 14.92%, Na₂O 1.90%, Fe₂O₃ 3.31%, K₂O 3.05%, MgO 1.37%, CaO 5.21%, SiO₂ 57.46%, PxC 8.03%.

El Frijolar a 11.5 km al NW70° de la capital del estado, su infraestructura se considera buena existen vías de acceso y todos los servicios en la capital del estado, su **potencial de arcilla es de 1,350,000 m³** y sus leyes son de Al₂O₃ 13.74%, Na₂O 0.147%, Fe₂O₃ 1.038%, K₂O 2.36%, MgO 2.10%, CaO 7.44%, SiO₂ 53.58%, PxC 14.86%.

San Isidro se ubica a 7.8 km de la capital del estado se aloja en una toba de composición riolítica de color blanco claro, su **potencial de arcilla es de 2'000,000 m³**; también existen 2 prospectos de pizarras las cuales son usadas en la industria de la construcción los que se denominan **El Recuerdo y Rincón del Toro** localizados a 13 km de la cabecera municipal Aldama, con un volumen potencial de **10,550,000 m³**

V.I.2. Con respecto a depósitos de **caolín**, solamente existe 1 mina explotada por cementos de Chihuahua ubicada a 32 km de la ciudad de Chihuahua, en la actualidad se encuentra en operación, su **potencial es de 1'425,000 m³**, con leyes de Al₂O 33.21%, Na₂O 0.37%, Fe₂O₃ 0.48%, K₂O 0.04, MgO 0.29%, CaO 0.86%, SiO₂ 57.62%, PxC 15.55%.

V.1.3. Otro mineral con posibilidades de ser considerado para su explotación es la **zeolita**, la que se usa como removedor de amonio de desperdicios orgánicos para el control de malos olores y tratamientos de suelo, en la actualidad, solamente una mina se encuentra en explotación, el resto de las manifestaciones de mineralización se encuentran inactivas; estas localidades se encuentran distribuidas principalmente en el sector suroeste del área sobre las inmediaciones del poblado de Santa Eulalia, parte centrorienta y extremo suroeste dentro del ejido carrizalillo y la ciudad de Chihuahua, con un **potencial de 2'000,000 m³** y

leyes Al_2O_3 9.56%, Na_2O 1.79%, Fe_2O_3 2.93%, K_2O 1.02%, MgO 1.75%, CaO 11.16%, SiO_2 49.01% PxC 17.51%.

V.1.4. Respecto a los depósitos de **caliza** dentro del área, la principal mina que se encuentra en operación pertenece al Grupo Chihuahua con un **potencial de 189'000,000 m³**, localizada en los alrededores de la Sierra Nombre de Dios de la que extraen material para la industria del cemento y la elaboración de bloques para la construcción y elaboración de concreto para la pavimentación de calles y construcción de vialidades dentro de la ciudad de Chihuahua.

Existen otras minas en explotación de **caliza** dentro de la sierra Nombre de Dios, localizadas en los alrededores de la ciudad de Chihuahua como El Ojito y la Cima con un posible **potencial de 20'000,000 toneladas** con contenidos de 95% de CaO y 98.95% de CaCO_3 .

Existen manifestaciones con posibilidades de ser promovidos a minas en explotación de **caliza** como la San Ignacio con un **potencial de 30'000,000 m³**, localizado en las inmediaciones de la sierra de Santo Domingo sobre el extremo noreste del área; además se encuentra la manifestación de mineralización La Nopalera ubicada en el extremo nor-oeste del área en los límites de la sierra del mismo nombre con un posible **potencial de 6'000,000 m³** y leyes de CaO 90% y CaCO_3 99%.

V.2. Se situaron 12 localidades de **roca dimensionable** con un **potencial de 8'817,500 m³**, en la actualidad solamente 2 localidades presentan interés siendo éstas una andesita metamorfizada y una toba riolítica para cantera.

Se recomienda realizar trabajos de detalle en estas localidades para proponerlos como posibles fuentes de empleo.

V.3. En el área de Nombre de Dios, las 24 localidades de minerales metálicos se emplazan principalmente en la secuencia de rocas sedimentarias de las

formaciones Finlay, y Aurora, en rocas volcánicas de composición riolítica y en el contacto con rocas intrusivas. Se tiene el conocimiento de que se realizaron exploraciones mediante barrenación con circulación inversa por Servicios Industriales Peñoles en el año 2005 en los alrededores de la cabecera municipal Aldama, desconociéndose los resultados obtenidos. Actualmente el Grupo México realiza exploraciones en la Sierra de Santo Domingo, mediante barrenación a diamante y circulación inversa.

V.3.1. Existen 4 localidades con evidencias de minerales metálicos originados por soluciones hidrotermales (epitermal y mesotermal), y que son favorables, por los altos valores obtenidos en laboratorio, como es La Esmeralda con 7.061 g/t de oro, 65.22 g/t, de plata, 3.871% de plomo y 1.27% de zinc.

V.4. En los materiales para la industria de la construcción (**agregados pétreos**), se localizaron 22 localidades con un volumen **potencial total de 14'281,700 m³**, comprendida en las unidades de rocas sedimentarias y rocas volcánicas, utilizadas como agregado pétreo (arena y grava), en todos los municipios de Aldama, Chihuahua y Aquiles Serdán, actualmente, se encuentran en explotación, de forma intermitente con la finalidad de cubrir las necesidades que requieren las cabeceras municipales.

BIBLIOGRAFÍA

Alderete, M. M. J., 1980, *Yacimientos y Posibilidades de Aprovechamiento Industrial de Minerales No Metálicos, en el Estado de Chihuahua*. Tesis Profesional para Obtener el Título de Ingeniero Industrial en Química. Instituto Tecnológico Regional de Chihuahua.

Araujo, M. J., Casar, G. R., 1987, *Estratigrafía y Sedimentología del Jurásico Superior en la Cuenca de Chihuahua, Norte de México*, Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, Vol. XIX, No. 1, pp. 6-27.

Aubouin, J., 1981, *Les Grands Trains évolution des Chaines de Montagnes; Téthys et Pacifique, Collision et Subduction*. Revista; UNAM, Instituto de Geología. Vol. 5, Núm. 2; p. 239-253.

Blount, J. G., 1982, *The geology of the Rancho Los Filtros area, Chihuahua*, in K.F Clark , and p.c. Goodell (Eds), *Geology and mineral Resources Of North-Central Chihuahua*: El Paso Geol., Guidebook pub 15 p, 157-164.

Borrows, R. H 1909 *Geology of Northern México* Soc. Geol. Mex. Bol. V 7 Pag.

Blount, J.G., 1993, *The geochemistry, petrogenesis and Geochronology of The Sierra Del Cuervo and cerro El Carrizalillo, Chihuahua, México*: ph.d. Dissert, The Universty of Texas at Austin, 242 p.

Campa, M. F., Coney P. J., 1984, *Terrenos Sospechosos de Aloctonia y Acreción del Occidente y sur del Continente Norteamericano*. Boletín, UNI-SON, Departamento de Geología, Vol. 1, No. 1; p. 1-24.

Clark, K. F., Foster, C. T., and Damon, P. E., *Cenozoic Mineral Deposit and Subduction-Related Magmatic Arc in México*. Geological Society of America. Bulletin, V. 93, p.p. 533-544.

Coney, P. J., Evenchick, C. A., 1994, *Consolidation of the America Cordilleras*. Revista, Journal of South American Harth Siences, Vol. 7; p. 241-262.

C.R.M., Pineda, R. A. y Trejo, R. A., 1993, *Explotación, Metalurgia y Comercialización de Minerales No Metálicos*; Curso de Actualización. (Inédito)

C.R.M., 1994, *Monografía Geológico-Minera del Estado de Chihuahua*; pp. 141-148.

C.R.M., 1998, Mérida, M. R., Alam H. C. E., Hernández P. I.; *Texto Guía de la Carta Magnética "Ciudad Delicias", H13-11, Estado de Chihuahua*, Escala 1:250,000, p.p. 8.

Damon, P. E., Shafiqullah M., Clark K. F., *Evolución de los Arcos Magmáticos en México y su Relación con la Metalogénesis*. Revista; UNAM, Instituto de Geología. Vol. 5, Núm. 2; p. 223-238.

Dana, S. E. y Ford E. W.; 1982, *Tratado de Mineralogía*, Cia. Editorial Continental, S. A. de C.V., México, D.F., Décima Impresión.

Fitz Patrick, S.W., 1992, *The Trace Fósil Faunas, of the Rara Formation, Sierra Del Cuervo, Chihuahua*: M.S. Thesis, Univ. Texas El Paso, 140 p.

García J. Esparza, 1989, *Prospecto Cuervo Pemex* Inédito.

González, R. J., 1956, *Memoria Geológico-Minera del Estado de Chihuahua*, Instituto de Geología de la Universidad Autónoma de México, pp. 177-191.

Grijalva, A. R., De Santiago, R.P., 1989, *Geología del área Sur de la Sierra de Nombre de Dios- Cerro Grande, municipio de Chihuahua, Méx.*, Tesis de licenciatura, U.A.CH., 149 P.

Haenggi, W.T., 1966, *Geology of the El Cuervo Area, Northern Chihuahua, México*: Ph. D. dissertation, University Of Texas at Austin, 403 p.

Megaw, P.K. M., 1979, *Volcanic Rocks of The Sierra Pastorias Caldera Area, Chihuahua, México*: Un pub, M.S. Thesis, Univ. Texas, Austin, 162 p.

Mellor, E.L., 1978, *A structural and Petrographic Study of Permian Rocks Near Villa Aldama Chihuahua, México*: M.S. Thesis, Texas, Christian Univ, 44 p.

INEGI; 1984, *Estudio Hidrológico del Estado de Chihuahua*.

López, I. M., 1986, *Petrología y Radiometría de Rocas Ígneas y Metamórficas de México*. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. XXXVIII, No. 2; p. 59-97.

Martínez, C. A., 1980, *Estratigrafía del Cretácico de la Cuenca Chihuahua-Sabinas*, Tesis para obtener el Título de Ingeniero Geólogo; Instituto Politécnico Nacional; Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, México, D. F.

Martínez, P. D., 1988, *Distribución Actual e Isopacas de las Rocas Paleozoicas en el Norte de los Estados de Sonora y Chihuahua*. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. XXXVII, No. 2; p. 3-30.

McDowell, F. W., Clabaugh S. E., 1981, *The Igneous History of the Sierra Madre Occidental and its Relation to the Tectonic Evolution of Western Mexico*. Revista; UNAM, Instituto de Geología. Vol. 5, Núm. 2; p. 195-206.

Pineda Ramírez A., 1990 *Exploración metalúrgica y comercialización de minerales no metálicos en México* 1ª parte.

Pineda Ramírez A., 1993 *Exploración metalúrgica y comercialización de minerales no metálicos*.

Ramírez, M.J. y Acevedo, C.M., 1957. *Notas sobre la geología de Chihuahua*. Asoc. Mex. De Geol. Petro. V. 14 n° 9410.

Rangún, C., 1981, *Aspectos Geodinámicos de la Región Noroccidental de México*. Revista; UNAM, Instituto de Geología. Vol. 5, Núm. 2; p. 186-194.

Sociedad Geológica Mexicana, A.C., 1994, *IV Excursión Geológica al Mesozoico de Chihuahua*, Libreto Guía (Inédito).

Sociedad Geológica Mexicana, A.C., Universidad Autónoma de Chihuahua., 1985, *Excursión Geológica, Chihuahua-Placer de Guadalupe*; Libreto Guía (Inédito).

Tovar-Rodríguez, Jorge C., 1981, *Provincias con Posibilidades Petroleras en el Distrito Chihuahua*. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. XXXIII, No. 1; p.p. 25-51.