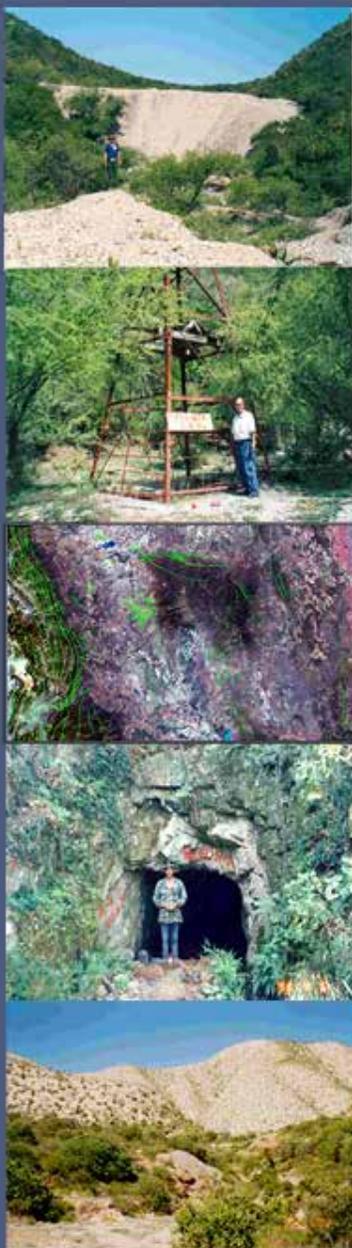




CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



CARTA GEOLOGICO - MINERA
LINARES G14-11
ESCALA 1:250 000
ESTADOS DE NUEVO LEON Y TAMAULIPAS

AUTORES

ING. JOSÉ PABLO LOAEZA GARCÍA
ING. RICARDO G. ZÁRATE BARRADAS
PAS. JOSÉ ÁNGEL ARREDONDO MENDOZA
PAS. CESIO MENAHEN FLORES CASTILLO

2004

**INFORME DE LA CARTA GEOLOGICO-MINERA
LINARES F14-11 ESCALA 1: 250,000
ESTADOS DE NUEVO LEÓN Y TAMAULIPAS**

CONTENIDO

RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN.....	3
I.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO.	3
I.2. TRABAJOS PREVIOS.....	3
I.3. MÉTODO DE TRABAJO.....	6
II. GEOGRAFÍA.....	6
II.1. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA.	6
II.2. ACCESOS Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.	6
II.3. FISIOGRAFÍA.....	7
III. GEOLOGÍA.....	8
III.1. MARCO GEOLÓGICO.....	8
III.2.- ESTRATIGRAFÍA.....	10
<i>III.2.1.-Rocas Metafórmicas</i>	12
Esquisto Aramberri (Pcppi E)	12
<i>III.2.2.- Rocas Sedimentarias</i>	13
Formación Huizachal (TRsJi Ar-Lm).....	13
Formación La Joya (Jm Cgp-Ar).....	14
Formación Zuloaga (Jok Cz)	14
Formación Olvido. (Jok Y-Do).....	15
Formación La Casita (Jt Lu-Ar).	16
Formación Taraises (Kbeh Cz-Lu).....	17
Formación Cupido (Khap Cz).....	17
Tamaulipas inferior (Khap Cz).....	19
Formación La Peña (Kap Cz-Lu).....	19
Horizonte Otates (Kap Lu-Cz).....	20
Formación Aurora (Ka Cz)	20
Formación Cuesta del Cura (Kace Cz-Lu)	22
Formación El Abra (Kat Cz Do)	23
Formación Tamaulipas superior (Kace Cz).....	23
Formación Agua Nueva (Kcet Cz-Lu).....	24
Formación San Felipe (Kcoss Lu-Cz).....	24
Formación Méndez (Kcm Lu-Mg).....	25
Formación Velasco (Tpa Ar-Lu)	27
Formación Midway (Tpa Lu-Ar)	27
Formación Wilcox (Te Ar-Lu).....	28

Formación Carrizo (Te Ar)	28
Formación Big Ford (Te Ar-Lm)	29
Formación Pico Clay (Te Lu)	29
Formación Laredo (Te Lu-Ar)	30
Formación Yegua (Te Ar-Y)	30
Formación Jackson (Te(s) Ar-Lu)	31
Formaciones Palma Real-Guayabal (Teo Ar-Lu)	31
Formación Mesón (To Lu-Ar)	32
Formación Vicksburg (To Ar-Lu).....	33
Formación Frío (To Lu-Ar)	33
Formación Catahoula (Tom Ar-Lu).....	34
Conglomerado polimíctico (Tom Cgp)	35
Formación La Providencia (Tmpl Cz-Tr)	36
Formación Reynosa (Tpl Cgp)	37
<i>III.2.3.- Rocas Ígneas.....</i>	<i>37</i>
Diorita-Sienita (To D-Si)	37
Granodiorita-Monzonita (To Gr-Mz).....	38
Basalto (Tm B)	39
<i>III.2.4.- Depósitos Cuaternarios.....</i>	<i>39</i>
Aluvión (Qho al)	39
III.3.-GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	39
<i>III.3.1. Interpretación del Modelo Digital del Terreno.....</i>	<i>39</i>
<i>III.3.2. Interpretación de la Imagen de Satélite.....</i>	<i>40</i>
<i>III.3.3.- Descripción de Estructuras.....</i>	<i>41</i>
III.3.3.1.- Deformación Dúctil.....	42
III.3.3.2.- Deformación Dúctil-Frágil.....	42
III.3.3.3.- Deformación frágil	48
III.4.- TECTÓNICA.....	49
IV. YACIMIENTOS MINERALES	51
IV.1.- METÁLICOS.....	51
<i>IV.1.1.-Introducción.....</i>	<i>51</i>
<i>IV.1.2.- Antecedentes.....</i>	<i>51</i>
<i>IV.1.3.- Minas en Explotación.....</i>	<i>52</i>
<i>IV.1.4. Infraestructura.....</i>	<i>52</i>
IV.1.5. REGIONES/ DISTRITOS MINEROS/ ZONAS/ AREAS.....	52
IV.1.5.1. Regiones	52
IV.1.5.2. Distritos.....	52
IV.1.5.2.1. Distrito Minero San José.....	52
IV.1.5.2.2 Distrito Minero San Nicolás.....	66
IV.1.5.3. Zonas Mineralizadas.....	83
IV.1.5.3.1. Zona Mineralizada La Gloria.....	83
IV.5.3.2. Zona Mineralizada Dulces Nombres.....	85
IV.2. NO METÁLICOS.....	86

<i>IV.2.1. Introducción.</i>	86
<i>IV.2.2 Antecedentes.</i>	86
<i>IV.2.3. Minas en Explotación.</i>	86
<i>IV.2.4 Infraestructura.</i>	86
<i>IV.2.5. Zonas Mineralizadas</i>	87
IV.2.5.1 Zona Mineralizada Aramberri.....	87
IV.2.5.2. Área Mineralizada La Ascensión.....	93
<i>IV.2.6. Bancos de Material y Rocas Dimensionables.</i>	96
V.- MODELO DE YACIMIENTOS	96
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	99
VII. PROBLEMAS NO RESUELTOS.	100
BIBLIOGRAFÍA	101

ANEXOS

TABLAS

Analisis químicos

Datos estructurales

Edades paleontológicas

Muestreo general

Resultados Petrográficos

Rocas Dimensionables y Bancos de Materiales

Yacimientos Minerales

RESUMEN

La carta Linares se ubica en la porción sur-oriente del estado de Nuevo León y la parte centro-occidental del estado de Tamaulipas. Queda comprendida entre las coordenadas geográficas 24° 00' a 25° 00' de latitud norte y 98° 00' a 100° 00' de longitud oeste, comprendiendo una superficie aproximada de 22, 429 km².

En general el área se encuentra bien comunicada con las ciudades más importantes de los estados de Nuevo León y Tamaulipas.

Fisiográficamente queda enmarcada en dos provincias; la Sierra Madre Oriental y la Planicie Costera del Golfo, la primera en la denominada subprovincia de Sierras Altas (Raisz, 1964).

Dentro de la carta se distinguen cuatro elementos paleográficos: Cuenca Mesozoica, ubicada en la parte noroeste, Plataforma Valles San Luis Potosí, localizada en la porción suroccidental, la Cuenca Tampico-Misantla, ubicada en la parte central conformando una franja que cubre de norte a sur el área de estudio, y la Cuenca de Burgos, que se localiza en la parte nororiental de la misma. En la Cuenca Mesozoica, el basamento es de esquistos del Paleozoico (Pcppi E), cubierto por las formaciones Huizachal (TRsJ Ar-Lm), La Joya (Jm Cgp-Ar), Zuloaga (Jok Cz), Olvido (Jok Y-Do), La Casita (Jt Lu-Ar), Taraises (Kbeh Cz-Lu), Cupido (Khap Cz), La Peña (Kap Cz-Lu), Aurora (Ka Cz), Cuesta del Cura (Kace Cz-Lu), Agua Nueva (Kcet Cz-Lu), San Felipe (Kcoss Lu-Cz) y Méndez (Kcm Lu-Mg).

En la Plataforma Valles-San Luis Potosí afloran las formaciones El Abra (Kat Cz-Do), Agua Nueva (Kcet Cz-Lu), San Felipe (Kcoss Lu-Cz) y Méndez (Kcm Lu-Mg). En la Cuenca Tampico-Misantla se encuentra aflorando las formaciones Tamaulipas inferior (Khap Cz-Lu), el Horizonte Otates (Kap Lu-Cz), Tamaulipas superior (Kace Cz) Agua Nueva (Kcet Cz-Lu), San Felipe (Kcoss Lu-Cz) y Méndez (Kcm Lu-Mg).

La cubierta Terciaria de la Cuenca Tampico-Misantla está constituida por las formaciones Velasco (Tpa Ar-Lu), Palma Real-Guayabal (Teo Ar-Lu), Mesón (To Lu-Ar), Tuxpan (Tm Ar-Cgp). Las formaciones La Providencia (Tmpl Cz-Tr) y Reynosa (Tpl Cgp) cubren indistintamente a formaciones de las Cuencas Tampico-Bizantina y Burgos. Intrusionando a las unidades antes mencionadas se observa Diorita-Sienita (Tm D-Si) y Granodiorita-Monzonita (Tm Gd-Mz).

Por último la Cuenca de Burgos está constituida por rocas mesozoicas de la Formación Méndez (Kcm Lu-Mg) y la secuencia terciaria constituida por las formaciones; Midway (Tpa Lu-Ar), Wilcox (Te Ar-Lu), Carrizo (Te Ar), Big Ford (Te Ar-Lm), Pico Clay (Te Lu), Laredo (Te Lu-Ar), Yegua (Te Ar-Y), Jackson (Te(s) Ar-Lu), Vicksburg (To Ar-Lu), Frío (To Lu-Ar), Catahoula (Tom Ar-Lu), Oackville-Lagarto-Tuxpan (Tm Ar-Cgp) y La Providencia (Tm pl Cz-Tr). En el Plioceno-Pleistoceno se depositaron conglomerados (Tpl Cgp). Finalmente depósitos aluviales (Qho al).

Las estructuras que enmarcan el área de estudio se definen como un cinturón de pliegues y cabalgaduras, conformado por anticlinorios y sinclinorios con una orientación NW-SE y N-S, afectas por fallas inversas paralelas a los ejes de pliegues, y posteriormente por fallamiento normal.

Las estructuras más destacables se localizan en la Sierra Madre Oriental y están representadas por el frente de cabalgadura Hualahuises-Linares, sinclinal Guadalupe, sinclinal El Picacho, falla Cuevas y anticlinal Iturbide, en la porción noroeste de la carta. En el suroeste de la carta, el frente de la cabalgadura Obregón, sinclinal Las Adjuntas, sinclinal San Antonio-Milpillas, anticlinal La Angostura-El Borrego sinclinal San Bartolo-Las Casas, anticlinal La Ascensión y anticlinal Montelongo. En la porción sur, el anticlinorio Huizachal-Peregrina. Para la porción centro-norte tenemos las fallas El Mulato y Palos Blancos y el anticlinal Moctezuma.

La tectónica dentro de la carta está reflejada en varios eventos, el más antiguo de edad pre-Jurásico superior, constituido por rocas metamórficas e ígneas, rocas marinas de edad Paleozoico y rocas continentales de edad Triásico superior, forman una gran estructura que aflora con un rumbo general NNW-SSE. Otro más joven, constituido esencialmente por una secuencia de rocas sedimentarias marinas de edad Jurásico superior-Terciario inferior, formando estructuras de dirección N-S con recostamiento hacia el este, y buzantes al norte (Calixto Ramirez R., 1974).

La Sierra Madre Oriental corresponde a rocas mesozoicas y su complejo basal, que fueron levantados, comprimidos y transportados hacia el noreste formando pliegues y cabalgaduras durante la orogenia Laramide.

La complejidad de las relaciones existentes entre las formaciones pre-Huizachal de edad Paleozoico-Precámbrico sufrió diversas deformaciones, la discordancia angular que existe entre los lechos rojos triásicos de la Formación Huizachal y el conjunto Paleozoico-Precámbrico fue generadora de cabalgaduras importantes en dirección oeste. La secuencia sedimentaria de edad Silúrico-Pérmico cabalga ligeramente inclinándose hacia el este a los gneis Aramberri.

Durante la cartografía de la carta Linares se realizó el levantamiento de las principales obras de los distritos de San José y San Nicolás, por lo que se propone analizar la factibilidad de estudios posteriores a fin de determinar el potencial de éstos. La región en general, reviste una gran importancia en cuanto a yacimientos minerales metálicos. Los depósitos se restringen en forma local a una mínima parte de la carta, (sierra de San Carlos-Cruillas) y a algunos prospectos aislados en la Sierra Madre Oriental (frentes de cabalgadura).

La sierra de San Carlos-Cruillas ha sido estudiada parcial y aisladamente por compañías particulares nacionales y extranjeras. Se ha especulado sobre su origen y existe controversia sobre el mismo (skarn, diseminado cuprífero etc.).

El distrito San Nicolás agrupa a las zonas mineralizadas denominadas Sector Vírgenes-Moctezuma, Sector Moctezuma -Palmar y Sector San Nicolás.

Con base en lo anterior se debe considerar, que los distritos San José y San Nicolás, Así como las zonas mineralizadas El Patado, Jatero, cerro El Diente, Dulces Nombres y La Gloria, entre otras zonas de menor magnitud que existen y se ubican dentro de la carta, no se les ha dado la importancia geológica-minera que revisten, recomendándolas como zonas que requieren estudios más detallados.

En el distrito San Nicolás la mineralización formaliza en rocas calcáreas del Cretácico inferior y superior como estructuras vetiformes y cuerpos manteados originados por soluciones epitermales, provenientes de los cuerpos intrusivos de la sierra Chiquita. Se presentan como vetas de relleno de remplazamiento. Dichas estructuras se alinean y constituyen un sistema de vetas paralelas con un largo aproximado de 15 km y un ancho menor de 1 km, con rumbo general NW-SE.

El distrito minero de San José se localiza en la porción norte de la sierra de San Carlos (sierra Chiquita). En forma general, este distrito se caracteriza por contener depósitos minerales tipo skarn, asociado a un cuerpo intrusivo de composición granodiorita-diorita, la cual produjo la Formación de varios cuerpos irregulares (en zona de endoskan) en forma de posibles chimeneas, con mineralización de sulfuros de hierro-cobre con valores de oro y en menor escala, valores de plata.

El distrito San Nicolás, está alejado del cuerpo ígneo al NE, aproximadamente 10 km en línea recta. En esta zona la mineralización es epitermal y se presenta en forma de vetas de relleno de fisura y cuerpos manteados, en dirección NW-SE, estas estructuras se alojan en sedimentos mesozoicos, con 500 a 1,000 m de ancho y una longitud aproximada de 10 a 15 km.

La zona mineralizada El Patado, se localiza al oriente de la sierra Chiquita. Se compone de un cuerpo ígneo intrusivo de composición granítica a granodiorita con fases diferenciadas, no tan marcadas como en la sierra Chiquita; aunque esta zona de intrusión no se observa respuesta magnética, no se descarta la posibilidad de que exista un yacimiento de skarn de hierro con valores de Au, Ag, Cu, Pb y Zn.

En la zona mineralizada El Jatero, localizada al NNE del poblado de San Carlos, se presenta un cuerpo granodiorítico-diorítico, similar al de la sierra Chiquita. Este intrusivo no da respuesta magnética ni mineralización tan marcada como en la zona de San José. No se descarta la posibilidad de que con estudios más detallados se puedan localizar zonas de interés económico, apoyados en la evidencia de que esta zona ha sido sujeta a trabajos de muestreo, zanjeo, catas, etc.

La zona mineralizada cerro El Diente se ubica en la porción SSE de la sierra Chiquita, esta zona es similar a la anterior, a diferencia de tener la posibilidad de contener cuerpos mineralizados en los contactos entre un intrusivo sienítico y caliza masiva mesozoica.

La zona mineralizada Dulces Nombres se ubica en el extremo SSW de la carta en la sierra de Hidalgo, cerca del poblado de Dulces Nombres. La mineralización está representada por estructuras vetiformes desarrolladas en caliza de la Formación El Abra. Actualmente se encuentran en explotación las minas La Victoria y La Paz por la Compañía Minera Caracol. Las estructuras mineralizadas se manifiestan como filones de relleno de fisura y remplazamiento epitermal a partir de fluidos hidrotermales en fallas y fracturas encajonadas en rocas sedimentarias del Cretácico superior.

La zona mineralizada La Gloria se ubica en la porción SSW de la sierra Chiquita en las cercanías de la ranchería del mismo nombre. Sobre el cauce del arroyo Los Caballos, se observan pequeñas obras labradas y distribuidas a lo largo de la zona de contacto de rocas calcáreas arcillosas con el intrusivo granodiorítico-diorítico en zona de hornfels con escasa mineralización.

Los depósitos de minerales no metálicos de barita, fosforita y talco, se localizan en el extremo SW de la carta, particularmente en la región de Aramberri, N.L. Es la prolongación al SE de los depósitos de la región de Galeana, sobre una franja bien definida que ocupa el extremo poniente de la franja orogénica de la Sierra Madre Oriental. El mineral de esta región es de buena calidad para uso industrial, alimentos balanceados y cerámicos respectivamente.

Con respecto a los depósitos de la zona se puede destacar la importancia y frecuencia de éstos, condicionados por controles estructurales y estratigráficos. Destaca el área de barita, que se presenta en la Formación Huizachal en estructuras vetiformes en ocasiones lenticulares, alojadas en fracturas, fallas y fisuras. Los depósitos de fosforita se restringen a la Formación La Casita y el talco a los esquistos de clorita y sericita de los Esquistos Aramberri.

I. INTRODUCCIÓN.

I.1. Objetivo del Estudio.

Con el propósito de proporcionar al sector minero y al usuario en general de manera más completa y eficiente el servicio de información geológico minera de nuestro país, el Consejo de Recursos Minerales instituyó un programa prioritario que corresponde a la generación de la infraestructura básica especializada geológico-minera, con el fin de producir y procesar toda la información de campo necesaria para la elaboración de cartas geológico - mineras, geoquímicas y magnéticas, en formato cartográfico de INEGI de escalas 1:50,000 y 1:250,000.

El caso del presente estudio consistió en realizar la cartografía geológico-minera y geoquímica de la carta Linares, escala 1:250,000, clave G14-11, mediante la exploración integral programada, realizando estudios de imágenes de satélite, fotografías aéreas y cartografía geológico - minera de campo, mapeando unidades litoestratigráficas, zonas de alteración y prospectos; paralelamente se realizó un estudio geoquímica de sedimentos activos

de arroyo; así como la prospección geológico - minera con su respectivo inventario e interpretación.

El proceso final de edición de las cartas, tanto impresa como en forma digital que incluye su base de datos, se realiza con un sistema de información geográfica (ARC/INFO, ARC/VIEW), para el manejo oportuno de grandes volúmenes de información geológica, estructural, minera, geoquímica, geofísica, que puede ser referida a diversos sistemas de coordenadas, pudiendo efectuar su actualización, manipulación y análisis de forma rápida, eficaz y exacta.

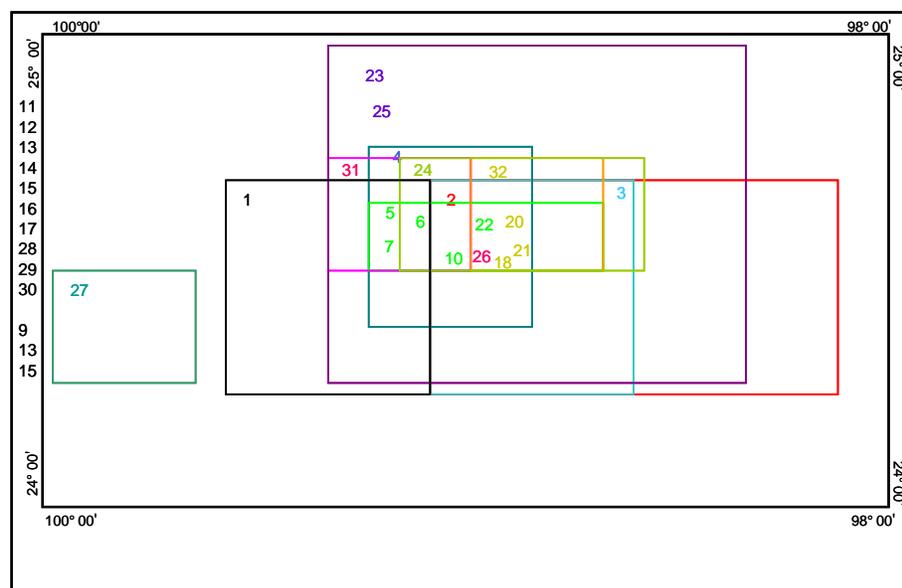
I.2. Trabajos Previos.

La zona en que esta comprendida la carta, ha sido objeto de diferentes estudios; como los realizados por PEMEX determinando las secuencias estratigráficas y condiciones estructurales que sirvan de apoyo en la prospección de hidrocarburos. En el aspecto minero, destacan los trabajos realizados en la sierra de San Carlos-Cruillas, también conocida como sierra Chiquita, en donde se han tenido

explotaciones por minerales preciosos, básicos y mármoles. Así mismo, el área ha sido objeto de la atención de investigadores, planteando aspectos tectónicos y estructurales acerca de la curvatura de la sierra Madre Oriental y el apilamiento por cabalgadura de un considerable paquete de rocas sedimentarias, o de las implicaciones de los afloramientos de rocas paleozoicas. A continuación se mencionan brevemente y en forma cronológica

los estudios consultados (**Figura 1**).

Zwanzinger (1966), en su estudio del área Villagrán (Atlas E3), define que la región estratigráficamente esta integrada por formaciones mesozoicas del Jurásico al Terciario y finalmente clásticos de edad discutible dentro del Cuaternario; describiendo dichas unidades, así como una interpretación estructural.



EXPLICACION

- 1.- Informe Fotogeológico del Área Villagrán, Tamps. Hoja Atlas E-3, Ing. Jesús Alfonso Zwanzinger 1966.
- 2.- Estudio Geológico de las sierras Sn. Carlos y Cruillas, Tamps. Hojas Atlas C-3 y D-3, Ing. Jesús Alfonso Zwanzinger 1969.
- 3.- Geología de las sierras de San Carlos – Cruillas. Blas Benjamín Márquez Domínguez 1970.
- 4.- Las Rocas Ígneas de la sierra de San Carlos, Tamaulipas. Porfirio Cesar Augusto Padilla Lara 1976.
- 5.- Estudio Geológico Minero de las sierras de San Carlos-Cruillas, Edo. de Tamps. Ing. Raúl E. Cerrón Gutarra, Pas. Leopoldo Palomares Cortés 1977.

Figura 1. Plano de Recopiliación Bibliocartográfica.

- 7.- Exploración Geológico - Minera de la sierra de San Carlos - Cruillas, municipio de San Carlos, Edo. de Tamps. Ing. Raúl Muñoz Solís 1977
- 8.- Excavaciones de Huesos de Mamut en La Mina y La Ascensión, Nuevo León, Walter Hähnel 1986.
- 9.- Paleogeografía y desarrollo estructural del Cretácico de la Sierra Madre Oriental septentrional, México Walter Hähnel 1986.
- 10.- La sierra de San Carlos, Tamaulipas - Un complejo ígneo de la Provincia Alcalina Mexicana. Hans - W. Hubberten y Klaus Nick 1986.
- 11.- Petrología y Radiometría de Rocas Ígneas y Metamórficas de México. Manuel López Infanzón 1986.
- 12 y 13.- Sedimentación y Sucesión de Facies en un Margen Continental Pasivo del Triásico al Cretácico temprano del Noreste de la Sierra Madre Oriental. México, Dieter Michalzik 1986.
- 14.- Post-Paleozoic Tectonics of Northeast México and its role in the evolution of the Gulf of México R. J. Padilla y Sanchez 1986.
- 5.- Guía para la Exploración de Barita en el Área de Galeana, Nuevo León, Delfino Ruvalcaba Ruíz 1986.
- 16.- Desarrollo de una Plataforma Carbonatada Durante el Cretácico Inferior en el Noreste de México, Ralf Schmitt 1986.
- 17.- Contribución al Desarrollo Estructural Laramídico de la Sierra Madre Oriental Media. Nuevo León, México. Ulrich Doert 1987.
- 18.- Metamorfismo de Contacto de Formaciones Cretácicas en la Aureola de Contacto de la Bufa del Diente, Sierra de San

- 20, 21 y 22.- Informe de la visita de reconocimiento al Prospecto "La Unión", ubicado en el mpio. de San Carlos, Tamps. Ing. Marco A. Izaguirre Ramos 1992.
- 23.- Cartografía Geológica de la sierra de San Carlos-Cruillas, Tamps. Francisco Javier Marfil Bernal 1992.
- 24.- La Geología de la Sierra de San Carlos, Tamps. Juan Alonso Ramírez Fernández 1992.
- 25.- Investigación Preliminar de la Formación La Providencia (Calizas Terciarias de Agua Dulce) al Este de Linares, N.L., México Filiberto Rodríguez & Görg Wernwe 1993.
- 26.- Informe de la Exploración Geológico - Minera en el prospecto Unión de Morales, mpio. de San Carlos, Tamps. Ing. José Antonio Sánchez González 1994.
- 27.- Geología del Área La Ascensión, edo. de Nuevo León. Humberto Alzaga Ruíz y Lorenzo Rivera Blanco 1999.
- 28.- Mesozoic sequence stratigraphy and paleogeographic evolution of northeast Mexico. R.K. Goldhammer 1999.
- 29.- Tectónica de la Sierra Madre Oriental. Samuel Eguiluz de Antuñano, Mario Aranda García y Randall Marrett 2000.
- 30.- Carta Geológico - Minera, Concepción del Oro, Clave G14 – 10, Escala 1: 250,000, Estados de Zac., N.L., Coah. y S.L.P. Ing. Alberto Montañez Castro 2001.
- 31.- Carta Geológico - Minera, San Lázaro, Clave G14 – C69, Escala 1: 50,000, Edo de Tamps Ing. J. Guadalupe Ramírez Gtz. e Ing. Alfonso Miranda Huerta 2001.
- 32.- Carta Geológico - Minera, San Carlos, Clave G14 – D61, Escala 1: 50,000, Edo de Tamps, Ing. J. Guadalupe Ramírez

El mismo autor en 1969, realiza un estudio de las sierras de San Carlos y Cruillas, identificando las formaciones Cuesta del Cura, Aurora, La Peña y Cupido, las cuales antiguamente se habían identificado como Formación Tamaulipas. Explicando la posición anormal de los ejes de estas, debido a la existencia de un cuerpo basal que soporto los remanentes de empujes tangenciales provenientes de la Sierra Madre Oriental y que origino descomposición y fugas de energía.

Las sierras de San Carlos y Cruillas, en diversas épocas han sido objeto de estudios por diversos autores, teniéndose el trabajo de Márquez (1970), con énfasis estratigráfico y estructural enfocado a la prospección de hidrocarburos. Padilla Lara (1976), realizó su trabajo acerca de las características del complejo alcalino que constituye la sierra de San Carlos.

En la misma región, se realizan trabajos geológico - mineros, debido al conocimiento de antiguos distritos o zonas mineras, como los realizados por Cerrón et al., (1977), y Muñoz (1977), o los de carácter geoquímico de prospección de nuevas áreas Morin et al., (1977).

Investigadores extranjeros como Hubberten et al., (1986), retoman el aspecto de los intrusivos de San Carlos e indican que este complejo se puede subdividir en una secuencia de por lo menos tres diferentes eventos magmáticos. Heinrich et al., (1987), realizan un trabajo acerca del metamorfismo de contacto en las formaciones del Cretácico, en la aureola de contacto de la Bufo del Diente.

En 1992, Izaguirre realiza visitas de reconocimiento en las localidades de Piletas, La Unión y Carricitos, determinando características físicas y viabilidades de explotación de rocas mármolizadas. Sánchez (1994), realiza trabajos del mismo tipo en el prospecto Unión Morales.

Márfil (1992), realiza una cartografía de la sierra de San Carlos-Cruillas, haciendo una descripción de las unidades aflorantes en esta área.

Ramírez (1992), estudia los intrusivos de la sierra de San Carlos desde un punto de vista regional, asociándolos con la provincia alcalina Mexicana Oriental, indicando las características de dicho cinturón.

Se tienen estudios de carácter regional de diversas disciplinas como lo son los de Hahnel (1986), acerca de la paleogeografía y desarrollo estructural del

Cretácico de la Sierra Madre Oriental, el mismo autor, realizó un trabajo sobre las excavaciones de huesos de mamut en las localidades de Mina y La Ascensión N.L.

Infanzón (1986), realiza trabajo acerca de la petrología y radiometría de las rocas ígneas y metamórficas de México.

Michalzik (1986), desarrolla un trabajo de la sedimentación y sucesión de facies, en un margen continental pasivo del Triásico al Cretácico temprano, este mismo investigador trabaja en el área de Galeana, N.L., la procedencia y parámetros ambientales de los lechos rojos de la Formación Huizachal.

Padilla (1986), publica un estudio denominado Tectónica post Paleozoico del Noreste de México y su papel en la evolución del golfo de México.

En el aspecto de depósitos no metálicos, Ruvalcaba (1986), publica el artículo guía para la exploración de barita en el área de Galeana, N.L.

Investigadores alemanes realizan trabajos de tipo regional, Schimtt (1986), "Desarrollo de una plataforma carbonatada durante el Cretácico inferior en el NE de México"; Doert (1987), "Contribución al desarrollo estructural laramídico de la Sierra Madre Oriental Media"; Meiburg et al., (1987), "El basamento precretácico de Aramberri, estructura clave para comprender el decollement de la cubierta Jurásica - Cretácica de la Sierra Madre Oriental, México".

En 1993, Rodríguez, realiza una investigación preliminar de la Formación Providencia (calizas de agua dulce), ubicadas estas al este de Linares, N.L., asimismo se tienen algunos estudios de tesis, como el de Alzaga y Rivera (1994), de la geología del área La Ascensión.

De los últimos estudios realizados a nivel regional se tienen los de Goldhammer (1999), "Evolución paleogeografía y estratigráfica de la secuencia mesozoica del noreste de México" y "Tectónica de la sierra Madre Oriental", por Eguiluz et al., (2000).

Finalmente se tiene las cartas geológico-minera de Concepción del Oro (Montañés et al., 2001), la San Lázaro y San Carlos, ambas del 2001 y realizadas por Ramírez et al.

I.3. Método de Trabajo.

La metodología aplicada en la realización del proyecto integral cartográfico consiste de tres etapas durante un año:

- 1.- Gabinete, al inicio de los trabajos (recopilación de información).
- 2.- Cartografía, como parte fundamental del estudio.
- 3.- Integración, interpretación y elaboración de informe y planos finales, como resultado total del trabajo.

La primera etapa de gabinete y no mayor a los dos primeros meses del año está compuesta de:

a.- Recopilación de información para la selección, integración y reinterpretación para los fines geológico-mineros y geoquímicos perseguidos. Las fuentes de información son el propio Consejo de Recursos Minerales, además de instituciones afines (PEMEX, CFE, SARH), universidades y empresas mineras.

b.- Interpretación de imágenes de satélite y modelos digitales de elevación con especial énfasis en lineamientos, curvilineamientos, zonas de alteración y relación estructural con yacimientos minerales conocidos, para la definición de nuevas áreas prospectivas.

La segunda etapa se realiza en campo y corresponde alrededor de nueve meses, en general consiste de:

a.- Cartografía geológica, mediante la representación de contactos, secciones geológicas y apoyo con las fotografías aéreas en áreas de complicación geológica y/o de interés económico. La información se enfoca hacia la obtención de cartas geológicas litoestratigráficas.

b.- Reconocimiento geológico minero, con muestreo representativo de la mineralización, definiendo calidad, potencial y perspectivas de yacimientos minerales, tanto metálicos como no metálicos. Se delimitan zonas, distritos o provincias mineralizadas con sus respectivas características, además de nuevas áreas prospectivas

c.- Obtención de muestras de esquirlas de zonas mineralizadas y alteraciones para análisis químico; muestreo de roca entera, petrografía, difracción de rayos X, y minerografía.

La tercera y última etapa consisten en la integración e interpretación de la información obtenida, se realiza durante los últimos tres meses del año y se genera el informe final.

II. GEOGRAFÍA

II.1. Localización y Extensión del Área.

La carta Linares se ubica en la porción sur oriente del estado de Nuevo León y la parte centro poniente del estado de Tamaulipas. Políticamente comprende los municipios de Galeana, Hualahuises, Linares, Iturbide, La Ascensión y Aramberri en el estado de Nuevo León y los municipios de Burgos, Cruillas, San Nicolás, San Fernando, Villagrán, San Carlos, Hidalgo, Nuevo Padilla, Santander Jiménez y Abasolo en el estado de Tamaulipas. Queda comprendida entre las coordenadas geográficas 24° 00' 00" a 25° 00' 00" de latitud norte y 98° 00' 00" a 100° 00' 00" de longitud oeste, con una superficie aproximada de 22, 429 km², de los cuales, aproximadamente 25% de la superficie corresponde al estado de Nuevo León y la porción restante al estado de Tamaulipas (**Figura 2**).

II.2. Accesos y Vías de Comunicación.

En general, la carta, se encuentra bien comunicada con las ciudades más importantes de los estados de Nuevo León y Tamaulipas, localmente cuenta con

algunos caminos troncales que parten de las principales vías de comunicación a las cabeceras municipales, así como terracerías, bordos y brechas como caminos secundarios. La Sierra Alta o flanco oriental de la Sierra Madre Oriental (porción oeste de la carta), es la zona de menor acceso.

Las principales vías de acceso son: al norte la carretera federal No. 85 de 4 carriles Monterrey-Linares. Al poniente la comunicación se realiza con las ciudades de Matehuala, S.L.P., y San Roberto, N.L., por las carreteras 57 y 58 respectivamente. Al sur se tiene la vía de acceso Cd. Victoria-Linares, a través de la carretera federal No. 85 y al oriente la vía Matamoros-San Fernando-Linares, mediante las carreteras federales No. 101 y 85, respectivamente.

Dentro de la carta no se cuenta con servicio aeroportuario, localizándose esté en las ciudades de Monterrey, N.L., y Cd. Victoria, Tamps., aproximadamente a 60 y 115 km respectivamente, de la ciudad de Linares, N.L. Se cuenta con servicio ferroviario en las cabeceras municipales de Linares y Montemorelos, en el estado de Nuevo León, y Cd.

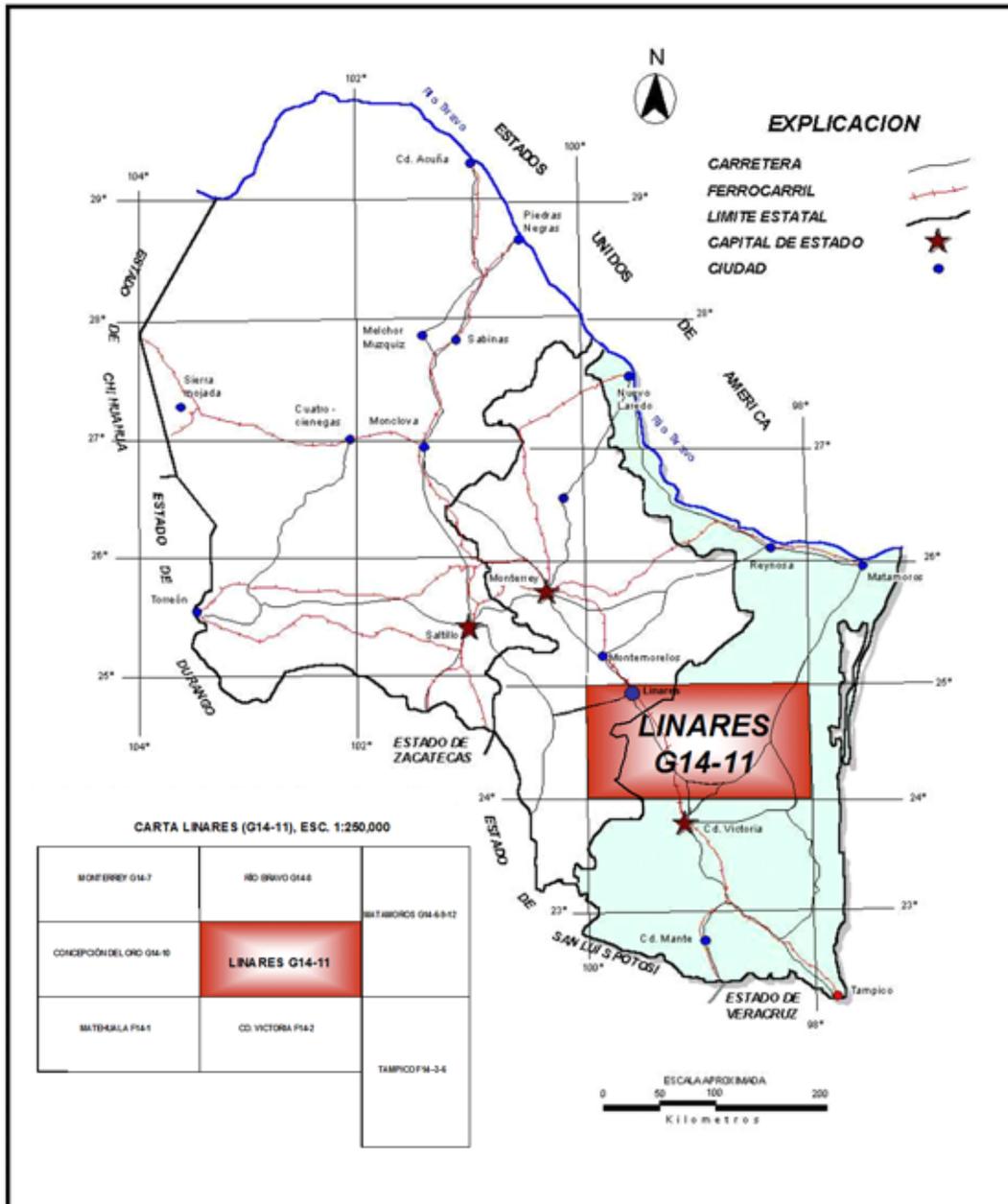


Figura 2.- Plano de localización

Victoria en el estado de Tamaulipas. Se cuenta con la infraestructura necesaria en lo que respecta a servicios médicos, comunicación, educación, bancarios y de comercio.

II.3. Fisiografía.

Fisiográficamente queda enmarcada en las provincias Sierra Madre Oriental (subprovincia de Sierras Altas) y la planicie Costera del Golfo (Raisz, 1964). (Figura 3).

La provincia de la Sierra Madre Oriental, se caracteriza por la presencia de varias cadenas montañosas continuas, de orientación norte-sur y noroeste-sureste. Las altitudes que presenta contrastan notablemente con las de la planicie Costera del Golfo; con un promedio de 2,200 m s.n.m. y llega a presentar prominencias de más de 3,000 m s.n.m. Destacan en la carta los cerros Infiernillo y Ascensión que oscilan entre los 3,160 y 3,200 m s.n.m. respectivamente, así como la sierra Pablillo con una altura de 3,040 m s.n.m.

compuesto de riolitas e ignimbritas, con intercalaciones de sedimentos lacustres rojos, para continuar con una brecha polimíctica con fragmentos de volcánicos, filitas, cuarzo y lechos rojos; este depósito no cartografiable a la escala del presente trabajo, tiene su mejor expresión en el valle del Río Blanco, donde se agrupa con la Formación Huizachal.

Meiburg et al., (1987) defina a la Formación Huizachal como la base del Mesozoico (Triásico superior – Jurásico inferior), constituida por una secuencia continental tipo molasse, con areniscas conglomeráticas, limolitas y en menor proporción lutitas de color rojo, asociadas al rifting inicial en la Sierra Madre Oriental.

En el área de Aramberri, aflora el basamento metamórfico y la Formación Huizachal, también se localizan delgados y restringidos afloramientos de areniscas cuarzosas y conglomerados de la Formación La Joya, esta sobreyace discordantemente a los depósitos de la Formación Huizachal, no siendo cartografiable en esta región, por lo que se agrupa a la Formación Huizachal.

La transgresión marina iniciada en el Calloviano-Oxfordiano, marca el inicio de la secuencia calcárea-arcillosa de las rocas que constituyen a la Sierra Madre Oriental, en el área de Aramberri se caracteriza por el desarrollo de islas durante la depositación de los yesos, teniéndose en otras áreas el desarrollo de plataformas someras constituyendo calizas (Formación Zuloaga).

“La evolución sedimentaria y distribución de facies, controladas por la paleogeografía, tuvo una influencia directa sobre el posterior desarrollo del plegamiento regional. Las evaporitas del Oxfordiano en la cuenca del Centro de México y las evaporitas del Cretácico, en la plataforma Valles-San Luis Potosí, propiciaron despegues que dieron origen a desbordamientos de salientes estructurales” Eguiluz et al., (2000).

La secuencia oxfordiana subyace a los depósitos arcillosos calcáreos y arenosos de la Formación La Casita de edad Kimmeridgiano-Portlandiano, con posibles cambios de facies laterales con la Formación La Caja.

El desarrollo de estas secuencias se origina en el marco de una transgresión marina con pequeñas pulsaciones temporales, la cual llega a cubrir incluso parte del borde norte de la plataforma Valles-San

Luis Potosí, que había permanecido emergida desde el inicio del Triásico.

En la carta se definieron tentativamente los límites paleogeográficos de la plataforma Valles-San Luis Potosí, Sierra Madre Oriental, cuenca Tampico-Misantla y cuenca de Burgos, en donde a partir del Cretácico se definieron una serie de ambientes en donde se desarrollaron cuencas someras y profundas y secuencias predominantemente clásticas de carácter regresivo - transgresivo para el Terciario.

Por lo cual, para la plataforma Valles-San Luis Potosí, se tiene secuencias arrecifales y de talud para las formaciones El Abra y Tamabra y de cuenca somera y profunda para las formaciones Agua Nueva y San Felipe.

La Sierra Madre Oriental, en el Cretácico inicia con el depósito calcáreo-arcilloso de la Formación Taraises; sobreyaciéndola concordantemente se tiene caliza de plataforma, talud y cuenca de la Formación Cupido, siendo correlacionable para la cuenca Tampico-Misantla con la Formación Tamaulipas Inferior; en ese mismo orden y como unidades correlacionables se tendrían la Formación La Peña con el Horizonte Otates; calizas de la Formación Aurora y Cuesta del Cura, correlacionable con la Formación Tamaulipas Superior.

Para los paleoelementos antes mencionados se tendría como cubierta común a las formaciones Agua Nueva, San Felipe y Méndez, así como las formaciones que corresponden a la cuenca de Burgos.

Para el Terciario se desarrollo en la porción central y oriental de la carta, una gruesa secuencia de depósitos de ambiente mixto, representados por areniscas, limolitas y lutitas en el marco de una franca regresión marina, con algunas transgresiones. Estas unidades se desarrollan en la provincia fisiográfica del Golfo de México (cuencas Tampico-Misantla y Burgos).

Durante el Terciario, Rodríguez F. et al., (1993) describe calizas de agua dulce o lacustre al noreste de la sierra de San Carlos, nombradas como Formación La Providencia, pobres en fósiles, su edad estimada es del Mioceno con un alcance al Plioceno inferior.

En la parte central de la carta se tiene la sierra de San Carlos-Cruillas, semiparalela a la Sierra Madre Oriental, constituida por rocas sedimentarias de

edad cretácica, las cuales son intrusionadas por rocas intrusivas calcoalcalinas y cubiertas parcialmente por derrames de basaltos, Ramírez G. J. G. et al., (2001). Estas rocas ígneas son parte de la provincia alcalina Mexicana Oriental, en donde la mayoría de los complejos consisten en rocas con alto contenido de potasio-alcalis de edad terciaria, se trata de un cinturón de cuerpos intrusivos y extrusivos con una dirección preferencial NNW-SSE, tal dirección es paralela a la costa pacífica actual. Uno de estos complejos alcalinos es el de la sierra de San Carlos-Cruillas. Dicho complejo magmático está emplazado en la parte norte por monzo-dioritas, en la parte central y sureste por rocas sieníticas, en la parte sur por rocas gabróicas y en la parte este por basaltos. La intrusión provoca el levantamiento en forma dómica del paquete sedimentario y aureolas de metamorfismo de contacto, originando zonas marmolizadas, cornéanas, skarn de granate y yacimientos metasomáticos de cobre. Éstos últimos fueron explotados intensamente a fines de siglo XIX,

Ramírez F. J. A. (1992). Sus edades se definió dentro de la carta San Carlos por el método argón-argón por el USGS en 27.83 +/- 0.02 Ma (sierra La Chiquita) y en 30.44 +/- 0.10 Ma (cerro del Patao). Los magmas originaron cuerpos hipabisales, y éstos se presentan en forma de: stocks, apófisis y sills, Ramírez G. J. G. et al., (2001).

Con relación a la tectónica, la carta forma parte de la llamada "curvatura de Monterrey", la cual ha sido objeto de diversos estudios, mencionando parte de los conceptos expuestos por Meiburg P. (1987), quien plantea que la Sierra Madre Oriental, entre Monterrey-Saltillito y Linares-San Roberto, ofrece posibilidades para estudiar el desarrollo de un margen continental pasivo del tipo atlántico. Con el basamento Paleozoico expuesto al sur en las cercanías de Miquihuana, Aramberri y en el anticlinorio de Huizachal-Peregrina, donde presenta posiblemente cuñas acrecionadas de un complejo de subducción del sistema Ouachita (Huasteca). Considerando que el rifting se inició en el Triásico tardío, preponderantemente en el "back-arc basin", dando lugar más tarde al desarrollo de una corteza oceánica (Büffler et al., 1980) y al origen del Golfo de México y en la zona de acreción (incluyendo el "fore-arc basin") donde la "oceanización" falló y se formó la secuencia representada por la Sierra Madre, al sur de Monterrey. Esta fase del rifting está representada por los lechos rojos de la Formación Huizachal (equivalente a Eagle Mills del Sur de E.U.A.), reconociendo 5 tipos de litofacies clásticas.

Por otra parte para Eguiluz de A. S. et al., (2000), refiere que la Sierra Madre Oriental, es una cordillera cuyo relieve se debe a la deformación de rocas mesozoicas y de su complejo basal, que fueron levantadas, comprimidas y transportadas hacia el noreste, formando pliegues y cabalgaduras durante la orogenia Laramide. A lo largo del frente de este cinturón plegado, se distinguen varios sectores que tienen variantes internas en el estilo y orientación de deformación, la cual se considera de tipo "thin skinned". La evolución sedimentaria y distribución de facies, controladas por la paleogeografía, tuvo una influencia directa sobre el posterior desarrollo del plegamiento regional. Las evaporitas del Oxfordiano, en la cuenca del centro de México y las evaporitas del Cretácico, en la plataforma de Valles-San Luis Potosí, propiciaron despegues que dieron origen a desbordamientos de salientes estructurales. Donde esto ocurrió, se produjeron pliegues de caja, un despegue profundo y pocas fallas emergentes. Con secciones balanceadas y restauradas donde hay evaporitas, determinan que el acortamiento fue menor del 35%, mientras que en las regiones donde las evaporitas están ausentes, los acortamientos fueron mayores que el 40%.

Los vectores de desplazamiento, obtenidos con datos cinemáticos de campo, les sugieren un transporte tectónico regional que está dirigido hacia el noreste.

Otros autores, sugieren que la pila de sedimentos acumulados en el frente de la Sierra Madre Oriental, fue mucho mayor a lo que está presente y que su levantamiento y fallamiento ocurrieron posiblemente en el Eoceno tardío. Esto explicaría la esquistosidad provocada por carga litostática en algunos sectores del frente de montaña y es posible que el paroxismo compresivo y el levantamiento del frente plegado, ocurriera en un tiempo incluso posterior al Eoceno. Establecen que el modelo de cuña crítica es una posibilidad para explicar adecuadamente: las relaciones estructurales con respecto a la distribución de evaporitas; la geometría de las estructuras del frente de montaña; los estilos de deformación de la cubierta y del basamento.

III.2.- Estratigrafía.

En la carta se localizan cuatro elementos paleogeográficos; cuenca Mesozoica, plataforma Valles-San Luis Potosí, cuenca Tampico-Misantla y cuenca de Burgos, por lo que a continuación se describirán las unidades, en base a su edad y litología, que abarcan del Pensilvánico hasta el Reciente (Figuras 4 y 5).

SIMBOLOGÍA

CUATERNARIO

Qho al Aluvi6n

TERCIARIO

- Tpl Cgp Conglomerado Polim6ctico
- Tmpl Cz-Tr Caliza-Travertino Arenisca-
- Tm Ar-Cgp Conglomerado Polim6ctico
- Tm B Basalto
- Tom -Cgp Conglomerado Polim6ctico
- Tom Ar-Lu Arenisca -Lutita
- To Lu-Ar Lutita-Arenisca
- To Lu-Ar Lutita-Arenisca
- To Ar-Lu Arenisca-Lutita
- Te Ar-Lu Arenisca-Lutita
- Te Ar-Y Arenisca-Yeso
- Te Lu-Ar Lutita-Arenisca
- Te Lu Lutita
- Te Ar-Lm Arenisca-Limolita
- Te Ar Arenisca
- Te Ar-Lu Arenisca-Lutita
- Tpa Lu-Ar Lutita-Arenisca
- Te Cgp Conglomerado Polim6ctico
- Teo Ar-Lu Arenisca-Lutita
- Tpa Ar-Lu Arenisca-Lutita

CRETACICO SUPERIOR

- Kcm Lu-Mg Lutita-Marga
- Kcoss Lu-Cz Lutita-Caliza
- Kcet Cz-Lu Caliza-Lutita

CRETACICO INFERIOR

- Kace Cz-Lu Caliza-Lutita
- Kat Cz-Do Caliza-Dolomia
- Ka Cz Caliza
- Kace Cz Caliza
- Kap Cz-Lu Caliza-Lutita
- Kap Lu-Cz Lutita-Caliza
- Khap Cz Caliza
- Khap Cz-Lu Caliza-Lutita
- Kbeh Cz-Lu Caliza-Lutita

JURASICO SUPERIOR

- Jt Lu-Ar Lutita-Arenisca
- Jok Cz Caliza
- Jok Y-Do Yeso-Dolomia

JURASICO MEDIO

- Jm Cgp-Ar Conglomerado Polim6ctico -Arenisca

JURASICO INFERIOR

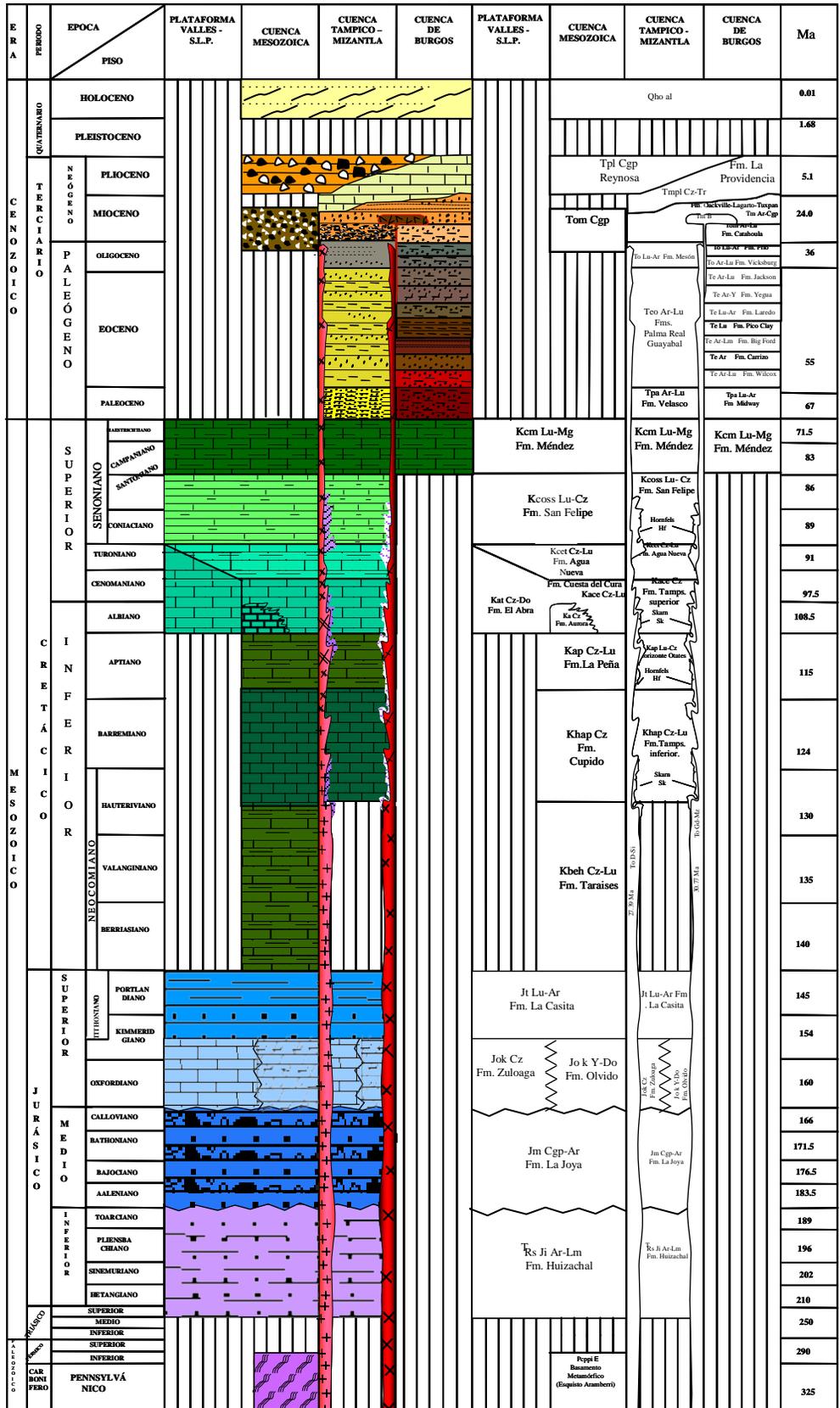
- Js Jt Ar-Lm Arenisca-Limolita

PALEOZOICO

- Pppl E Esquisto

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

- To Gd-Mz Granodiorita-Monzonita
- To D-Si Diorita-Sienita



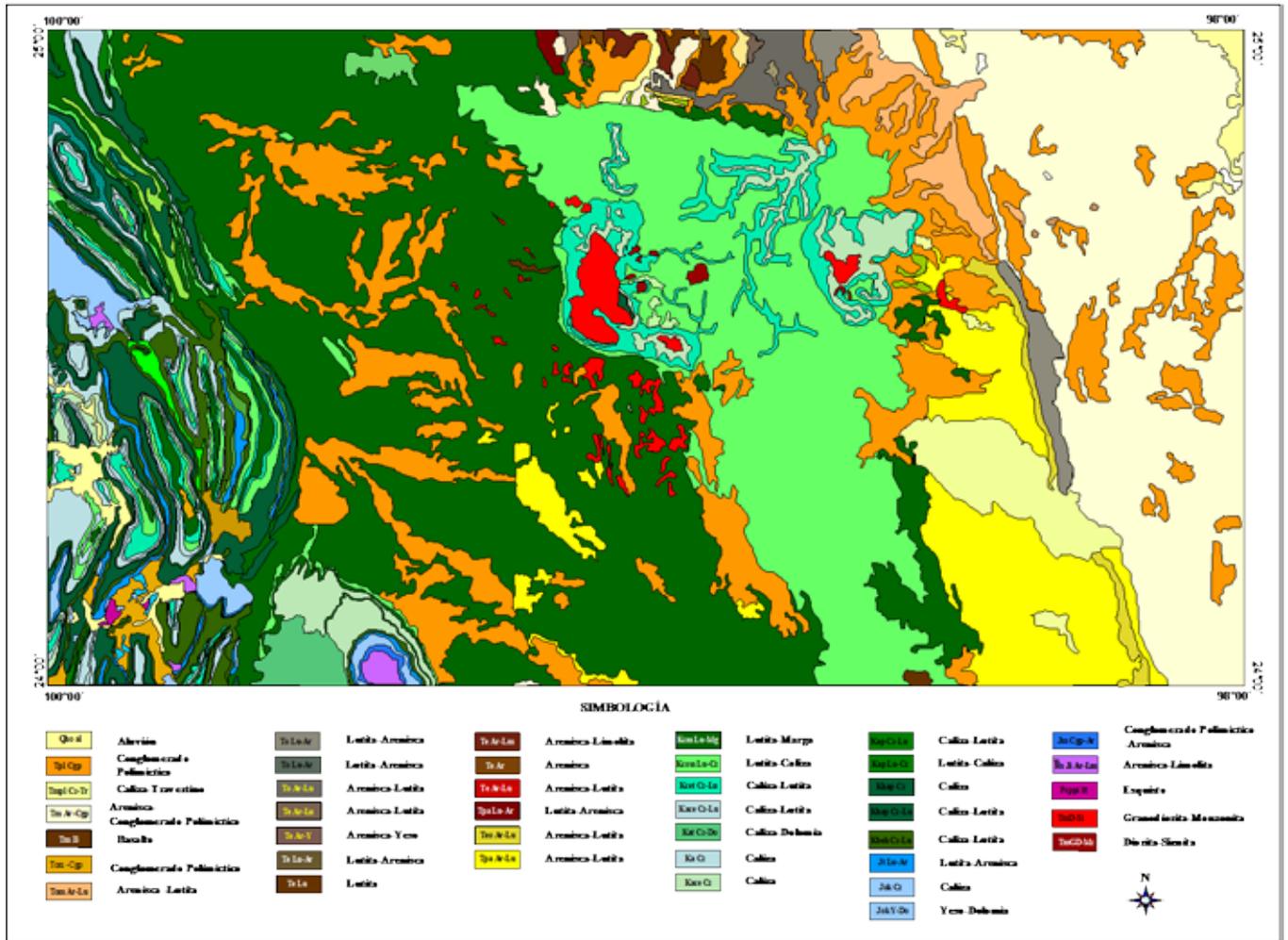


Figura 5.- Plano Geológico

III.2.1.-Rocas Metamórficas

Esquisto

Esquisto Aramberri (Pcppi E)

No se tiene una definición formal del mismo, el cual es denominado informalmente por varios autores como basamento metamórfico cristalino Aramberri, Mullerried F. K. G. (1946), Denison et al., (1970), Baker C. L. (1971), Carillo B. J. (1971), Tardy M. et al., (1975 y 1976), Garrison (1978) y por Meiburg P. et al., (1987).

Su afloramiento se encuentra restringido a la esquina suroeste de la carta, donde se tienen sus mejores afloramientos entre las poblaciones de Aramberri y La Escondida, ambas localidades pertenecientes al estado de Nuevo León.



Fotografía 1.- Afloramiento del Esquisto Aramberri (Paleozoico), en esta foto se pueden apreciar el desarrollo de pliegues y la foliación penetrativa desarrollada en la unidad. Localidad: camino entre Aramberri y La Escondida, N.L.

Se define como una roca compacta de color gris con tonalidades verde presenta un metamorfismo de bajo grado (**Fotografía 1**), al parecer facies de esquistos verdes, textura granoblástica en la cual el protolito se infiere de rocas pelíticas, se le observa esquistosidad penetrativa y se pueden inferir al menos dos fases de deformación, en un reporte petrográfico INEGI, (1983), la describe con contenidos de sericita, cuarzo, biotita, plagioclasa sódica, sílice, moscovita, epidota, hematita y trazas de manganeso, indicando que la acumulación de cuarzo y plagioclasas forman una estructura de micro-ojos, en partes triturados, y clasificada como esquistos de sericita

Su espesor se desconoce al no aflorar su base, y sus afloramientos están expuestos en decenas de metros. Se considera como el basamento de la región y sobre él le sobreyace discordantemente sedimentos correspondientes a las formaciones Huizachal (TRsJi Ar-Lm), Olvido (Jok Y-Do), Zuloaga (Jok Cz) y por el conglomerado polimíctico (Tom Cgp) del Terciario.

Denison et al. (1970), realizaron dos estudios radiométricos por el método K/Ar en muscovita obteniendo edades de 270 ± 5 Ma y 294 ± 6 Ma, lo cual lo ubica en el Pensilvánico al Pérmico inferior. Esta unidad se correlaciona con el Esquistos Granjeno del área de Ciudad Victoria.

Ramírez R. C. (1978), al Esquistos Granjeno, lo clasifica de origen relacionado a un antiguo arco insular, con corteza oceánica, considerando la constitución de la secuencia metamórfica, por lo que se considera similar al Esquistos Aramberri.

Es de interés para localizar yacimientos minerales y roca huésped de depósitos de yeso y barita y posiblemente a profundidad de yacimientos polimetálicos.

III.2.2.- Rocas Sedimentarias

Arenisca-Limolita Formación Huizachal (TRsJi Ar-Lm)

El nombre de Formación Huizachal, fue empleado por primera vez por Seems D. R. (1921), en un reporte para la Cía. Mexicana del Petróleo, este nombre se utilizó formalmente hasta 1925, ubicando su localidad tipo en el lado sureste del valle del Huizachal, aproximadamente a 20 km al suroeste de Cd. Victoria, Tamps., utilizando este término para una serie de lutitas, areniscas y conglomerados con predominancia de color rojo.

Se localiza en la porción suroeste y poniente-centro de la carta, hacia la periferia del poblado de Aramberri N.L., sur de Iturbide, N.L., y sureste de Hidalgo, Tamps., en esta última, constituyendo el núcleo del anticlinal Huizachal–Peregrina.

Consiste de una secuencia de areniscas y limolitas de color rojizo con intercalaciones de conglomerados con clastos de rocas volcánicas, metamórficas (meta-cuarcitas) y areniscas, en una matriz arcillo-arenosa a ferruginosa con cementante silicio, presentando intercalación de tobas riolíticas de coloración verde claro, en general los estratos se observan de 0.20 a 0.40 m de espesor, con buena estratificación (**Fotografía 2**).



Fotografía 2.- Afloramiento de areniscas y areniscas conglomeráticas de la Formación Huizachal, en contacto discordante con conglomerados bien cementados (Tm Cgp). Localidad: camino Aramberri a La Esperanza, N.L.

La muestra petrográfica Li-313, fue clasificada como una arenisca subarcosa, indicando el alineamiento de los clastos y su deformación por tectonismo.

Las intercalaciones de tobas riolíticas han sido reportadas por Meiburg P. et al. (1987), denominándolas serie pre – Huizachal.

La unidad es reportada con espesores de hasta 2,000 m, sin embargo en la carta, éste, se estima en 300 m en el núcleo del anticlinal Huizachal-Peregrina y de 40 m en la región de Aramberri, N.L. Se encuentra sobreyaciendo discordantemente a rocas del basamento Paleozoico (Pcppi E), su relación con las rocas que la cubren son discordantes, con la Formación La Joya (Jm Cgp-Ar), conglomerados polimícticos del Terciario (Tom Cgp) y menormente

con calizas y yesos, correlacionables con las formaciones Zuloaga (Jok Cz) y Olvido (Jok Y-Do).

Se le correlaciona con la Formación Zacatecas, su edad es controvertida asignándosele un alcance del Triásico superior al Jurásico inferior; parte del contenido faunístico reportado son: Pterophyllum fragile, Cephalotaxopsis carolinensis y fragmentos de Podozamites sp, entre otros.

Su origen se relaciona a la Formación de la plataforma Valles-San Luis Potosí, la cual se infiere que, durante el Triásico formaba parte de un horst o cordillera orientada norte-sur de constitución metamórfica, que aportaba sedimentos y clastos, formando el depósito de esta unidad.

Es roca de caja, al igual que las formaciones Olvido (Jok Y-Do) y Zuloaga (Jok Cz) y zonas de contactos entre éstas, para alojar depósitos de barita. Considerada de poca importancia desde el punto de vista petrolero.

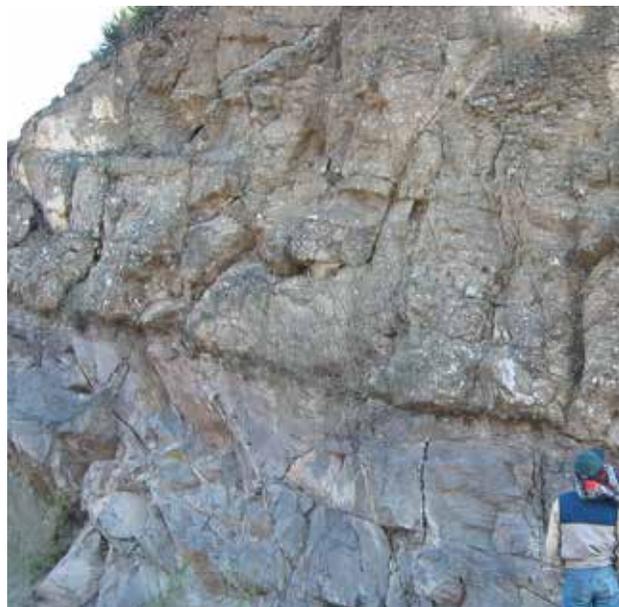
Conglomerado polimíctico-Arenisca Formación La Joya (Jm Cgp-Ar).

Definida por Míxon (1958), en el anticlinal de Huizachal-Peregrina, la localidad tipo se encuentra al norte del valle del Huizachal y del rancho de La Joya Verde, Tamps., donde se define una roca color rojizo, constituida de lutitas y limolitas con clastos de cuarcitas, tobas andesíticas de color verde claro retrabajadas, cementadas por una matriz arcillo-limosa ferruginosa.

Su mejor exposición se tiene al sureste del poblado de Hidalgo, Tamps., constituyendo parte del anticlinal Huizachal-Peregrina, donde adquiere forma de una franja delgada que bordea a la Formación Huizachal, en afloramientos más restringidos se le ubica en la región de Aramberri, N.L., pero por sus dimensiones en dicha zona no resulta cartografiable.

Esta unidad esta constituida en su base por una secuencia de conglomerados en capas que van de 0.40 a 1.5m de espesor, con mala clasificación, constituidos por clastos de roca ígneas y metamórficas la parte intermedia esta constituida por areniscas de grano medio a grueso y en parte conglomeráticas, con algunas intercalaciones de lutitas calcáreas y capas de limolitas, la parte superior de la secuencia se caracteriza por horizontes de margas e intercalaciones de lutitas y areniscas de grano fino, localmente se llega a observar estratificación cruzada (**Fotografía 3**).

La unidad llega a presentar un espesor de hasta 200 m, en su parte más potente en el anticlinal de Huizachal – Peregrina, el afloramiento en la región de Aramberri es menor a 20 m.



Fotografía 3.- Contacto discordante entre las formaciones Huizachal (parte inferior) y La Joya, en la que hacia su base se aprecia un horizonte conglomerático mal clasificado. Localidad: camino entre Aramberri y La Escondida, N.L

Sus relaciones se consideran discordantes tanto a la cima como a la base, con las formaciones Zuloaga (Jok Cz) y Olvido, (Jok Y-Do) y con la Formación Huizachal (TRsJi Ar-Lm).

Su edad no está bien definida, para el presente trabajo por relaciones estratigráficas se le ubica dentro del Jurásico medio, algunos autores, por su contenido faunístico (Natis georgeana y Eonavicula sp), la ubican en el Calloviano, otros como Imlay le asignan una edad Calloviano-Oxfordiano, se le correlaciona con la Formación Tepexic, en el margen oeste del antiguo golfo de México.

Por sus características litológicas se le ha considerado como una unidad depositada en facie continental lacustre. No se le asocia con depósitos minerales.

Caliza Formación Zuloaga (Jok Cz)

Imlay R. W. (1938), propone formalmente el nombre, de Formación Zuloaga a un paquete de calizas que se localizan en la sierra Sombrerito, al norte del

estado de Zacatecas. Sus principales afloramientos dentro de la carta se localizan al sureste de Hidalgo, Tamps. y en los alrededores de Aramberri, N.L.

La unidad se presenta en estratos gruesos a masivos (**Fotografía 4**), en parte dando apariencia de crestones; hacia la base se aprecian capas de caliza margosa de color gris oscuro que interemperizan en gris claro, en estratos de 0.40 a 1.50 m de espesor, llegando a presentar líneas estilolíticas, ocasionalmente se observan intercalaciones de capas delgadas de limolitas, en la parte media se tienen calizas con intercalaciones de margas, los espesores de las calizas son de 0.30 a 3.0 m, hacia la cima superior, las calizas se observan masivas con espesores de 1.0 a 2.0 m masivas, aumentando el contenido de fósiles (foraminíferos, gasterópodos, etc.), y mayor ocurrencia de nerineas y su textura oolítica (grainstone), dándole un aspecto de caliza sucia; su espesor dentro de la carta varía de unos cuantos metros hasta 250 m aproximadamente.



Fotografía 4.- Aspecto de la caliza de estratificación masiva de la Formación Zuloaga en contacto con la Formación La Casita. Localidad: Suroeste de Iturbide, N.L., entre Agua Nueva y Cuevas.

Los estudios petrográficos (muestras Li-10, 292, 293 y 310), realizados en esta unidad la clasifican como: caliza espática aloquímica arenosa, caliza

microcristalina y caliza microcristalina aloquímica. La presencia de yeso y barita (Li-10 y 310) y aporte de terrígenos como fragmentos de roca ígnea y sedimentaria, al parecer indican un cambio paulatino en las condiciones del depósito.

Sobreyace en discordancia angular a la Formación La Joya (Jm Cgp-Ar) y a la Formación Huizachal (TRsJi Ar-Lm), su contacto con la Formación Olvido (Jok Y-Do) es lateral por cambio de facies y en ocasiones puede ser tectónico; le sobreyace en forma concordante y transicional la Formación La Casita (Jt Lu-Ar).

Representa la transgresión inicial del Jurásico superior Oxfordiano-Kimmeridgiano, alcance dado en el presente trabajo por el contenido faunístico (*Gryphaea nebrascensis* y *Gryphaea arcuata*) y su relación estratigráfica con la Formación La Casita (Jt Lu-Ar), considerada del Kimmeridgiano al Portlandiano.

Por su litología, así como, a la fauna de moluscos, ostrácodos y equinodermos, se le puede asociar a un ambiente de litorales someros y/ o de borde de plataforma con aporte de terrígenos. En la carta se asocia a depósitos de barita, principalmente en la zona de contacto con la Formación Huizachal (TRsJi Ar-Lm).

Yeso-Dolomía Formación Olvido. (Jok Y-Do)

Heim A. (1940), propone el nombre de Formación Olvido para una secuencia de anhidrita, yeso, caliza y lutitas de colores claros, su localidad tipo se encuentra en el rancho Olvido al sureste del valle de Huizachal.

Aflora en la esquina suroeste (inmediaciones de Aramberri, N.L.), y en el límite oeste de la carta, al norte del poblado de La Ascensión N.L., en donde tiene su mejor exposición.

Esta constituida por una secuencia de dolomías, calizas dolomitizadas, yesos y anhidritas que en general se presenta en forma masiva (**Fotografía 5**); las calizas y dolomías son de color gris oscuro, textura wackestone a grainstone, los estratos varían de 0.40 a 1.5 m y mayormente son masivos, presenta líneas estilolíticas paralelas a la estratificación, por su parte los yesos y anhidritas son de color blanco con tonalidades grisáceas, en los alrededores del poblado de Aramberri, se observan capas intercaladas de yesos y anhidritas que van de 0.30 a 0.80 m. de potencia. El espesor

de la unidad es variable, considerándosele de 50 a 100 m



Fotografía 5 Panorámica mostrando la distribución de los yesos y dolomías de la Formación Olvido. Localidad: carretera Aramberri-Zaragoza, N.L.

Sus relaciones estratigráficas son muy parecidas a las de la Formación Zuloaga (Jok Cz), con la cual se considera como un cambio de facies, por lo que las relaciones suprayace y subyacentes se consideran similares.

En esta formación se han reportado foraminíferos como: Favreina salevensis, Acicularia sp. Rhaxella sorbvana y Girvanella sp., y amonitas como Idoceras balderum e Idoceras duranquensis, lo que la ubica en un rango de edad del Oxfordiano superior al Kimmeridgiano inferior; se correlaciona con la Formación Zuloaga (Jok Cz) y la Formación Tamán. Por sus características litológicas, se puede establecer que su depósito ocurrió en extensas lagunas.

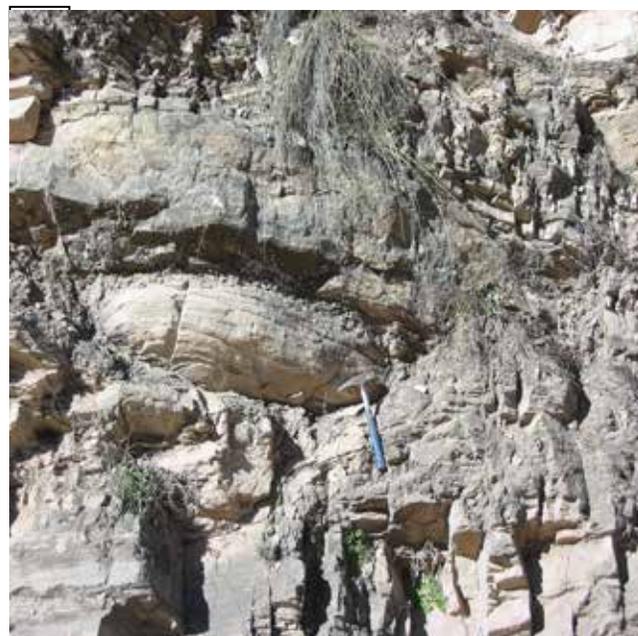
En la zona mineralizada de Aramberri, se le identifica como roca huésped de yeso y barita.

Lutita – Arenisca Formación La Casita (Jt Lu-Ar).

Imlay R. W. (1943), la define como una secuencia de areniscas, lutitas, margas, calizas, carbón, yesos y algunos conglomerados. La localidad tipo se encuentra en el cañón La Casita, aproximadamente a 50 km al sur de Saltillo, Coah.

Se encuentra expuesta en la porción oeste de la carta, en los cortes de la carretera Linares-Iturbide y en el anticlinal Huizachal – Peregrina, mayormente constituye el núcleo de estructuras anticlinales.

Hacia la base de esta unidad, se observan estratos delgados de margas de color gris a café oscuro, con intercalaciones breves de horizontes delgados de arenisca calcárea y esporádicamente de lutitas y calizas, en la parte media se incrementan los horizontes calcáreos arenosos intercalados con limolitas, se continúan los estratos de lutita ocasionalmente, y hacia la cima prevalecen las lutitas y limolitas calcáreas de color violáceo oscuro, llegándose a presentar estratos delgados de caliza arcillosa. Su estratificación es de delgada a mediana, presentando concreciones calcáreas (**Fotografía 6**), algunas de las cuales en su interior llegan a presentar amonitas y en algunos horizontes se presenta pirita singenética y es posible observar en algunas localidades lentes de carbón. Su espesor es variable, estimándose de 20 a 80 m, sin embargo se han llegado a reportar hasta 100 m. en el cañón de Huizachal



Fotografía 6.- Afloramiento de areniscas calcáreas y lutitas de la Formación La Casita, observándose una concreción calcárea característica de esta unidad. Localidad: Camino de Iturbide a Santa Rosa, N.L.:

Sus contactos son concordantes y transicionales, sobreyaciéndola y subyaciéndola las formaciones Taraises (Kbeh z-Lu) y Zuloaga (Jok Cz) – Olvido (Jok Y-Do) respectivamente.

Presenta un alto contenido faunístico, con especies reportadas como Calpionella alpina y C. Elliptica, así como braquiópodos, pelecípodos y amonitas, se le

asigna una edad del Tithoniano y se le correlaciona con las formaciones La Caja y Pimienta.

Su ambiente de depósito se considera en cuencas de aguas someras, su coloración oscura y contenido de pirita indican condiciones de circulación restringida y carácter transgresivo.

En general estas rocas se consideran generadoras y acumuladoras de hidrocarburos para las cuencas de Chihuahua, Sabinas y porción occidental de la de Burgos, con relación a depósitos minerales, se localizaron cuerpos estratiformes con mineralización de fosforita.

Caliza-Lutita Formación Taraises (Kbeh Cz-Lu)

Imlay en 1936, la define en el cañón de Taraises (sierra de Parras, Coah.), como un paquete de 143 m de “calizas de estratificación delgada y calizas arcillosas nodulares en la parte superior y calizas de color gris hacia la base”.

Al igual que la anterior unidad, está, aflora en la porción poniente de la carta, formando parte de la Sierra Madre Oriental, aflora en forma de delgadas franjas de dirección NW-SE y N-S, siendo posible observar buenos afloramientos en las inmediaciones de Iturbide, N.L., generalmente constituye los flancos de estructuras anticlinales.

Esta unidad hacia su base, esta constituida por calizas arcillosas de color gris claro a oscuro, con tonalidades rosáceas, de estratificación delgada a mediana (**Fotografía 7**), con intercalaciones de lutitas y limolitas de color gris con tonalidades amarillentas por intemperismo, en la parte media consiste de una alternancia de calizas microcristalinas de textura mudstone y wackestone con intercalaciones de calizas arcillosas y limolitas el espesor de las capas de caliza se incrementa hasta 0.80m, y hacia la parte superior la estratificación vuelve a ser delgada con espesores de 0.20 a 0.40 m. Es posible observar además, de manera informal en la secuencia algunas delgadas bandas de pedernal negro hacia su cima, su espesor llega se llega a observar de 25 a 210 m.

Estudios petrográficos realizados a las muestras Li-278 y 287, reportan una caliza microcristalina aloquímica y espática recrystalizada, su medio ambiente de depósito se considera infranerítico, con algunas irregularidades topográficas.



Fotografía 7 Calizas arcillosas de estratificación mediana con interestratificación de lutitas y limolitas en estratos delgados, Formación Taraises. Localidad Inmediaciones de Iturbide, N. L.

Sus contactos son concordantes y transicionales, sobreyaciendo a los depósitos de la Formación La Casita (Jt Lu-Ar), y subyace a calizas de la Formación Cupido (Khap Cz).

En estudio paleontológico realizado a la muestra Li-332, la clasifica como una caliza microcristalina aloquímica con Biointraclastos (Foraminíferos, radiolarios y ostrácodos y fósiles como: Favusella sp., asignándosele una posición cronoestratigráfica de Barremiano- Hauteriviano inferior. Se identifica como una roca de aguas profundas y por la edad reportada es considerada como parte superior de la Formación Taraises y/o correlacionable con la parte inferior de la Formación Cupido (Khap Cz).

Se correlaciona con las formaciones San Marcos y Menchaca (golfo de Sabinas), Vigas y Navarrete de la cuenca de Chihuahua. El alto contenido faunístico y características litológicas, permite inferir su depósito sobre un piso marino estable, de profundidad somera, circulación y abundante oxígeno que permitió la proliferación de organismos. No presenta condiciones favorables para el depósito de yacimientos minerales.

Caliza Formación Cupido (Khap Cz)

Unidad definida por Imlay (1937) para una secuencia calcárea constituida por calizas de color gris crema rosada, de textura mudstone a wackestone, con estratificación media a gruesa de 0.60 a 1.60 m. Su localidad tipo se localiza en el cañón del Mimbres en la porción media de la sierra de Parras, Coah.

Aflora ampliamente en la porción oeste y suroeste de la carta, constituyendo parte importante de la sierra Madre Oriental; existen numerosos afloramientos, como el que se observa al poniente de Linares N.L., en el frente de cabalgadura que pone en contacto con La Formación Méndez.

Constituida litológicamente por una caliza de estratificación media a gruesa de 0.30 a 1.50 m de espesor; presenta una textura mudstone a wackestone, con algunos fósiles, como foraminíferos y pelecípodos, de color gris crema a rosa, al intemperismo es gris rojizo. Presenta nódulos y lentes de pedernal blanquecino y grisáceo, tiene superficie rugosa debido a su carácter kárstico y líneas estilolíticas. Su parte media esta representada por calizas ligeramente arcillosas, con algunos horizontes de lutitas y pedernal en lentes alargados, textura wackestone, de color gris oscuro a gris rojizo que intemperizan a gris blanquizo, contiene miliólidos. La parte superior lo constituye una caliza de color gris oscuro con textura packstone, algo sacaroide con algunos horizontes de caliza laminares y arcillosas en su contacto con la Formación La Peña (Kap Cz-Lu).

Los estudios petrográficos realizados a las muestras Li-5, 284, 298 y 312, en general las reportan como una caliza microcristalina, aloquímica, fosilífera con impregnación de hidrocarburos depositada en un medio ambiente de plataforma. Reportando una deformación tectónica en las estilolitas y la presencia de micro fallas.

Esta unidad se encuentra subyaciendo a La Formación La Peña (Kap Cz-Lu) (**Fotografía 8**) y sobreyace a la Formación Taraises, debido a cabalgaduras (Hualahuises-Linares, Obregón) sobreyace a unidades mas jóvenes como son: a las formaciones Aurora (Ka Cz), La Peña (Kap Cz-Lu), Agua Nueva (Kcet Cz-Lu), San Felipe (Kcoss Lu-Cz) y Méndez (Kcm Lu-Mg), y a los klippes que se observan al poniente de Hidalgo, Tamps

Se tomaron las muestras Li-317, 336 y 341 para análisis paleontológico y petrográfico, que en forma general se clasificaron como caliza microcristalina aloquímica, con estilolitas tectónicas, microfallas y deformación.

Li-317.- Biointraclastos (foraminíferos planctónicos, radiolarios, calcispharulidos). Genero-especie: Stomiosphaerulidae similis (Albiano medio); Microcalamoides sp.; (Hauteriviano-Albiano); Bishopella sp.; (Albiano medio-Albiano superior).

Posición cronoestratigráfica Albiano-Cretácico inferior.



Fotografía 8.- En primer plano calizas de la Formación Cupido, está misma unidad en el segundo plano se observa en contacto concordante con la Formación La Peña, está ultima mostrando una morfología de puerto erosionado.

Li-336.- Biointraclastos (ostrácodos, crinoides planctónicos, foraminíferos planctónicos) bioextraclastos (gasterópodos y pelecípodos). Genero-especie: Tintinnopsella longa (Berriasiano inferior- Valanginiano inferior); T. af T. Carpathica (Tithoniano-Hauteriviano); Calpionellopsis oblonga (Berriasiano inferior- Valanginiano medio); Lorenziella sep (Berriasiano inferior- Valanginiano medio). Posición cronoestratigráfica: Cretácico inferior (correlacionable a facies profundas de la Fm. Cupido reportada en esta región).

Li-341.- Biointraclastos (ostrácodos) bioextraclastos (foraminíferos bentónicos, espículas de equinodermo). Fósiles identificados: Nannoconus steinmann. Posición cronoestratigráfica: Cretácico inferior.

Las tres muestras se ubican en el Cretácico inferior; la edad de Albiano reportada en la muestra 317, corresponde a una zona de cabalgadura y puede asociarse a la Formación La Peña (Kap Cz-Lu) que en esta parte forma parte de dicha estructura. En el presente trabajo la edad asignada a la Formación Cupido (khap Cz) es Hauteriviano – Aptiano, dada por su posición estratigráfica e información consultada.

La Formación Cupido es correlacionable con la Formación Tamaulipas Inferior de la cuenca Tampico-Misantla, y con la Formación Parritas.

El medio ambiente de depósito de la base de esta formación fue en condiciones de aguas profundas y tranquilas, infraneríticas, originando calizas de textura mudstone en su mayor parte o lodo calcáreo micrítico. La parte media indica un acarreo continental que sugiere una regresión originada por un levantamiento del continente, dejando como testigo estos cuerpos arcillosos. La parte superior se depositó en un medio ambiente de plataforma de tipo arrecifal.

Esta unidad presenta características de contener yacimientos minerales no metálicos y de agregados pétreos.

Caliza Tamaulipas inferior (Khap Cz)

Citada por primera vez por L. W. Stephenson (1921), para definir a los sedimentos del Cretácico que afloran en la sierra de Tamaulipas, sin referirse a una localidad específica. Consiste de calizas criptocristalinas de color crema con líneas estilolíticas paralelas a los planos de estratificación y nódulos de pedernal gris claro.

Se encuentra aflorando al suroeste de la carta en el anticlinal Huizachal – Peregrina, al sur-sureste de Hidalgo, Tamps., donde se observa como una caliza de estratificación gruesa a masiva de color gris claro, textura packstone a wackestone, estilolitas paralelas a los planos de estratificación, nódulos y lentes de pedernal de color gris y blanquecino, en partes es algo arcillosa y presenta intercalaciones de lutitas de coloración gris oscura, observándose laminación en dichos horizontes. Descansa concordantemente con la Formación Taraises (Kbeh Cz-Lu) y subyace al Horizonte Otates (Kap Lu-Cz), y por falla normal con la Formación El Abra (Kat Cz).

El alcance estratigráfico dado para esta formación en el presente trabajo es del Hauteriviano-Aptiano, correlacionable con las formaciones Cupido, Santuario y Valle de Guadalupe.

No presenta condiciones geológicas mineras de interés.

Caliza-Lutita Formación La Peña (Kap Cz-Lu).

Imlay (1936, p. 119) fue quien propuso el término de Formación La Peña para distinguir a dos miembros; el inferior constituido por caliza y el superior por lutita y caliza, que se encuentran entre las formaciones Cupido y Aurora. Después Humphrey, (1949, p. 103)

sugirió sólo se usara este nombre para la parte superior de esta unidad. Su localidad tipo se ubica en el flanco norte de la sierra de Taraises, 4.8 km al sureste de la hacienda La Peña, en la parte sur del estado de Coahuila.

Aflora en la porción oeste de la carta dentro de La Sierra Madre Oriental, teniéndose buenas exposiciones de la misma en los cortes de la carretera Linares-Iturbide, principalmente en el sitio conocido como los Altares y en las inmediaciones de los poblados de Aramberri y La Joya.

Se presenta como una secuencia de calizas arcillosas y lutitas de color gris oscuro a gris claro (**Fotografía 9**) y al intemperismo a gris amarillento y pardo rojizo a rosa, con escasos nódulos y lentes de pedernal.; hacia su base presenta lutitas arenosas con fósiles hematizados como amonites *Dufrenoya Justinae sp.*, *Parahoplites sp.* y *Cherlonicerias sp.* Es posible la identificación de dos miembros, el inferior, representado por calizas arcillosas de color gris claro a oscuro, de textura wackestone, con estratificación delgada a media de 0.19 a 0.60 m de espesor, intercaladas con lutitas de color gris oscuro, donde esporádicamente se encuentran amonitas (*Dufrenoya Justinae*), y el miembro superior lo



Fotografía 9.- Calizas de estratificación delgada con intercalaciones de lutitas, de la Formación La Peña. Localidad: Corte de la carretera Galeana-Linares, N.L

constituye calizas con un alto contenido de arcillas en capas delgadas de 0.20 a 0.40 m, de color gris claro que intemperiza a pardo rosado, con intenso fracturamiento, algo físciles, intercaladas con lutitas de color gris claro a crema

Estudios petrográficos realizados a las muestras Li-14 y 279, la reportan como una caliza microcristalina, aloquímica, dolomitizada con pedernal. Su espesor en la carta varía de unos cuantos metros hasta 40m.

Sobreyace concordantemente a la Formación Cupido (Khap Cz) y subyace a la Formación la Aurora (Ka Cz).

Se tomaron dos muestras (Li-321 y 331) para estudio paleontológico y petrográfico, clasificándola como una caliza microcristalina aloquímica dolomitizada y con pedernal. Muestra Li-321: Biointraclastos (ostrácodos, espículas de equinodermo y esponja). Genero-especie: *Nannoconus* sp. (Tithoniano superior- Albiano superior); *Nannoconus minutus* (Aptiano-Albiano); *Nannoconus* cf. *N. colomi* (Barremiano-Aptiano inferior); *Nannoconus truitti* (Aptiano-Albiano). Posición cronoestratigráfica: Aptiano

Muestra Li-331: Biointraclastos (Foraminíferos, radiolarios). Genero-especie: No determinado. Alcance estratigráfico: No determinado. Observaciones: Fauna fósil abundante y mal conservada que impide su identificación, sin embargo la presencia de foraminíferos, sugiere que es del Cretácico inferior sin precisar que parte del Cretácico ni la formación.

Para el presente trabajo se considera la edad de Aptiano para esta unidad.

El ambiente de depósito se considera de aguas profundas con aporte de terrígenos.

No presentaron ninguna relación con yacimientos minerales.

Lutita-Caliza

Horizonte Otates (Kap Lu-Cz).

Muir (1936), nombro a esta secuencia arcillo-calcárea que separa a la Formación Tamaulipas inferior de la Tamaulipas superior, siendo su localidad tipo el cañón Otates en la porción occidental de la sierra de Tamaulipas.

Su afloramiento se observa en el anticlinal Huizachal – Peregrina, al sur-sureste del poblado Hidalgo,

Tamps., en donde separa las unidades Tamaulipas inferior y superior. Su litología esta constituida por calizas de textura packstone a greinstone, en estratos delgados a medianos intercalados con lutitas y limolitas, algunas bandas y nódulos de pedernal negro, así como estratos de caliza de textura mudstone color gris y lutitas laminares en partes carbonosas conteniendo además cristales de marcasita diseminada.

El contacto con la Formación Tamaulipas inferior (Khap Cz-Lu), a la cual sobreyace, esta dado por un cambio brusco y concordante, marcado por la primera capa de lodo arcilloso y las primeras capas (delgadas) de pedernal negro; subyace a la Formación Tamaulipas superior (Kace Cz), igualmente en un cambio brusco pero concordante, indicado en donde aparecen los bancos de calizas. Al igual que la Formación La Peña (Kap Cz-Lu). El espesor es delgado variando de unos metros hasta 40.0m.

Se considera que su depósito fue en el Aptiano superior, edad asignada en este trabajo, y correlacionable con las formaciones La Peña del noreste de México, Las Uvas de la plataforma de Coahuila y con la parte superior de la Formación Cuchillo.

El Horizonte Otates, marca un cambio notable en las condiciones de sedimentación a nivel regional, ocasionado por subsidencia y proporcionando la transgresión marina sobre áreas continentales con una progradación abundante de terrígenos hacia la cuenca de sedimentación, la alternancia cíclica de lodos y arcillas indican que durante su depósito posiblemente ocurrieron algunos movimientos epirogénicos.

No presenta ninguna condición geológica minera de interés.

Caliza

Formación Aurora (Ka Cz)

Burrows (1910, p. 96-93) definió a la Formación Aurora, como una secuencia de calizas en la sierra de Cuchillo Parado al noreste de Chihuahua, Humphrey (1956) propuso el mismo nombre para todas las rocas calcáreas del noreste de México, que se encuentran entre las formaciones La Peña y los equivalentes del grupo Washita.

Se encuentra ampliamente expuesta en la porción poniente de la carta, en lo que constituye parte de La Sierra Madre Oriental, uno de los mejores

afloramientos se tiene al suroeste de la sierra La Ascensión (Cerro Hijo), en donde es posible reconocer sus características de plataforma, con abundante fauna entre las que se observan restos de corales, otros afloramientos son fácilmente reconocibles en los cortes de la carretera Linares-Galeana.

La caliza presenta color gris con tono rosa claro al intemperismo y al fresco un color gris claro con tono café, se observan texturas que varían de mudstone a wackestone; en algunas localidades la estratificación es mediana, presentando en general estratos con espesores de 0.40 a 1.50 m y masivos (**Fotografía 10**); es común encontrar estructuras estilolíticas paralelas a las capas y ocasionalmente marcas de carga y nódulos de pedernal color blanco y grisáceo, en algunos casos se distinguen estructuras tipo boudinage. Los estratos se intercalan con lutitas margosas en disposición laminar con espesores de 5cm, la roca en general presenta fracturas perpendiculares a la capa, rellenas de calcita, en algunos sitios, como el banco de material El Milagro se le observa piritita diseminada y esporádicamente se tienen concreciones pequeñas de fierro, así como macrofauna de rudistas (Caprínidos y toucasias) y de miliólidos, así como fragmentos de algas y restos de coral, su espesor es variable, pudiendo ser de 200 a 250 m.



Fotografía 10.- Calizas arrecifales de estratificación masiva, Formación La Aurora. Localidad: Suroeste de La Ascensión, N.L.

Los estudios petrográficos realizados a las muestras Li-15, 260, 277, 289 y 311, la reportan en general como una caliza microcristalina aloquímica y microfósiles como foraminíferos y radiolarios, así como, materia orgánica carbonosa y hematita.

La Formación Aurora (Ka Cz) sobryace concordantemente a la Formación La Peña (Kap Cz-Lu) y de igual manera subyace a la Formación Cuesta del Cura (Kace Cz-Lu), presentando contactos tectónicos con las formaciones Agua Nueva (Kcet Cz-Lu), San Felipe (Kcoss Lu-Cz) y Méndez (Kcm Lu-Mg), como es posible observar en las cabalgaduras Hualahuises-Linares y Obregón.

Su edad (Albiano) se determino con base a 7 estudios paleontológicos (muestras Li-323, 327, 329, 330, 334, 339 y 340), que en general (petrográficamente) la clasifican como una caliza microcristalina aloquímica.

Li-323: Biointraclastos, (radiolarios, ostrácodos, crinoides planctónicos). Genero-especie: Colomiella mexicana. Alcance estratigráfico: Albiano inferior.

Li-327: Biointraclastos (ostrácodos, radiolarios, foraminíferos planctónicos y calcipshaerulidos). Genero-especie: Fibrosphaera sp. Posición cronoestratigráfica: Albiano medio

Li-329: Biointraclastos (radiolarios, foraminíferos planctónicos, bivalvos). Genero-especie: Nannoconus steinmanni (Tithoniano superior-Albiano inferior); Nannoconus sp. (Tithoniano superior-Albiano superior); Hedbergella sp. (Aptiano-Cenomaniano); Ticinella sp. (Albiano superior-Cenomaniano). Posición cronoestratigráfica Albiano

Li-330: Biointraclastos (radiolarios, ostrácodos, crinoides). Fósiles: Stomiosphaera similis, Calcisphaerula innominata, Microcalamoides cf; Genero-especie: Fibrosphaera sp. Favusella sp. Posición cronoestratigráfica: Albiano superior

Li-334: Pelmicrita con bioclastos de pelecípodos, lamelibranchiados, corales, foraminíferos bentónicos, briozoos, algas, espinas de equinodermos, ostrácodos, espículas de esponjas. Muestra zonalmente esparitizada, con unos pocos cristales de dolomía y un alto contenido de materia orgánica. La presencia de Cuneolina sp., Nummoloculina heimi, Discylina schlumbergeri, pithonella ovalis, Dictyoconus walnutensis y heterhelix sp., indica una edad del Albiano Tardío.

Li-339: Biointraclastos (ostrácodos, radiolarios, foraminíferos planctónicos, crinoides planctónicos, Hedeergellidos). Fósiles identificados: Microcalamoides confusus, Globochaeta alpina, Saccacoma sp. Posición cronoestratigráfica: Cretácico inferior.

Li-340: Biointraclastos (radiolarios, calcispherúlidos, foraminíferos planctónicos, codosinas, ostrácodos). Genero-especie: Calcisphaerula innominata (Albiano medio- Maastrichtiano); Stomiosphaera simillis (Albiano medio.); Bishopella (Albiano); Bishopella ornelasae (Albiano); Hedbergella sp. (Aptiano-Cenomaniano). Posición cronoestratigráfica: Cretácico inferior Albiano.

Esta unidad es correlacionable con la Formación Tamaulipas superior (Kace Cz). Las rocas de esta formación se depositaron en medios ambiente de plataforma y aguas profundas.

En lo que respecta a yacimientos minerales, tiene importancia como roca dimensionable y agregados pétreos.

Caliza-Lutita

Formación Cuesta del Cura (Kace Cz-Lu)

Descrita por R. W. Imlay (1936, p. 1125), a una secuencia de calizas delgadas de estratificación ondulada e irregular, con abundantes bandas y nódulos de pedernal negro, que afloran a 6.0 km aproximadamente al poniente de Parras, Coah.

Constituye parte de La Sierra Madre Oriental, expuesta al poniente de la carta, su afloramiento es en forma de delgadas franjas de orientación NW-SE y N-S, constituyendo flancos de estructuras, se tienen buenos afloramientos de esta unidad al este de Iturbide, N.L. y cortes de la carretera que unen esta población con la de Linares, N.L.

Se presenta como una caliza color gris claro a café claro al intemperismo y gris oscuro al fresco, su textura varia de packstone a wackestone y la estratificación es de delgada a mediana (0.20 a 0.50 m), son características sus capas en forma de boudinage y bandas delgadas de pedernal color negro, esporádicamente presenta estilolitas, nódulos de pedernal y concreciones de marcasita). En su parte media y principalmente hacia la cima presenta intercalaciones de lutitas y margas con tono amarillo en disposición laminar, en algunas localidades se observan colonias fosilíferas. En general la unidad presenta fractura perpendicular a la capa y pliegues en chevrón y de rodilla (**Fotografía 11**).

El estudio petrográfico de la muestra Li-288, la clasifica como una caliza microcristalina aloquímica. El espesor de esta unidad varía de 100 a 150 m.

Se le observa subyaciendo concordantemente a la Formación Agua Nueva (Kcet Cz-Lu) en contacto

transicional con está y sobreyaciendo de la misma manera a la Formación Aurora (Ka Cz).



Fotografía 11.- Pliegues desarrollados en calizas de estratificación mediana de la Formación Cuesta del Cura. Localidad: Esquina noroeste de la carta.

Tres estudios paleontológicos (muestras Li-322, 335 y 338), la ubican en el rango de Albiano-Cenomaniano, el cual se esta considerando en el presente trabajo, dichas muestras también analizadas petrográficamente, la clasifican como una caliza microcristalina aloquímica, los resultados paleontológicos son los siguientes:

Li-322: Biointraclastos (Foraminíferos, radiolarios y ostrácodos). Genero-especie: Favusella sp. Alcance estratigráfico Albiano inferior-medio.

Li-335: Biointraclastos (foraminíferos planctónicos, bivalvos) bioextraclastos (gasterópodos y pelecípodos). Genero-especie: Calcisphaerula sp. Posición cronoestratigráfica: Cretácico inferior. Observaciones: Fósiles mal conservados y recristalizados

Li-338: Biointraclastos (radiolarios, calcispherúlidos, ostrácodos, pelecípodos). Genero-especie: Calcisphaerula innominata (Albiano medio-Maastrichtiano); Stomiosphaera sp. (Albiano-Cenomaniano.); Bishopella (Albiano medio). Posición cronoestratigráfica parte superior del Cretácico inferior.

Albiano inferior-medio. Mencionar los fósiles que se encontraron con estos estudios

Se correlaciona con el Grupo Washita; en las sierras de Picachos y Papagayos. En otras localidades con

las formaciones Tamaulipas superior, El Doctor y El Abra de la plataforma Valles-San Luis Potosí.

Por la litología que presenta y sus asociaciones microfaunísticas se le considera depositada en un medio ambiente de talud y aguas profundas con corrientes de turbidez, en zonas cercanas a la plataforma.

Esta unidad no presta ningún interés minero dentro del área.

Caliza - Dolomía Formación El Abra (Kat Cz Do)

Originalmente descrita por Muir (1926), 11 km al oriente de Ciudad Valles, S.L.P., en La Sierra del Abra. Según el concepto de Carrillo-Bravo (1971) y Suter (1982), la Formación El Abra incluye a las diferentes facies de calizas de la denominada plataforma Valles-San Luis Potosí, así como de La Faja de Oro, distinguiendo las facies pre-arrecifal (facies Tamabra), arrecifal (facies Taninul) y post-arrecifal (facies El Abra), en el presente trabajo no se realizó ninguna diferenciación de dichas facies.

Esta unidad aflora en la sierra de Hidalgo, Tamps, en la porción sureste de la carta. Son calizas arrecifales con karsticidad, de textura que va de mudstone a grainstone, su color varía de gris claro a oscuro, con estratificación gruesa a masiva, presentan abundantes microfósiles como rudistas y gasterópodos, los rudistas más abundantes son del género caprina y toucasia y los gasterópodos son del género nerinea. Sus estratos son del orden de 0.30 a 0.40 m, con estructuras estilolíticas a lo largo de los planos de estratificación, se le observa abundante macrofauna compuesta en su mayor parte por cefalópodos mal conservados, esta secuencia calcárea-arcilloso aflora en las prominencias topográficas que rodean a la población de Dulces Nombres. Su espesor se estima en más de 700 m. No se determinó su base, por lo que se desconoce la unidad que le subyace y su contacto superior es discordante con la secuencia calcárea arcillosa de la Formación Agua Nueva (Kcet Cz-Lu).

El rango de edad asignado en el presente estudio es del Albiano-Turoniano y se correlaciona con las facies Cerro Ladrón de la Formación El Doctor, así como las formaciones Cuesta del Cura y Tamaulipas Superior.

Por sus características litológicas y el contenido fosilífero se desarrolló en un ambiente de plataforma.

En lo que respecta a yacimientos minerales esta unidad presenta zonas de interés económico.

Caliza Formación Tamaulipas superior (Kace Cz)

Descrita por L. W. Stephenson (1921), quien llama Formación Tamaulipas a una secuencia carbonatada que se encuentra aflorando en la sierra de Tamaulipas, representada por calizas criptocristalinas de color crema a gris con nódulos de pedernal gris claro.

Aflora en la porción suroeste y centro-norte de la carta, en el anticlinal Huizachal-Peregrina y en la sierra de San Carlos respectivamente; en la primera localidad la caliza presenta un color gris oscuro y amarillo al intemperismo, textura wackestone a packstone, estratos hasta de 0.30 m, algunos intercalados con calcilitas laminares de 1.0 a 2.0 cm de espesor. En la sierra de San Carlos se le observa como una caliza de color gris al intemperismo y de tonos más oscuros al fresco, de textura wackestone a packstone, estratificación delgada a media, con nódulos ferruginosos y escasas bandas y nódulos de pedernal negro. En las inmediaciones de San Lázaro, presenta intercalaciones de caliza con lutitas color negro y amarillo al intemperismo, textura wackestone a packstone, los estratos son de 0.03 a 0.30 m aproximadamente con bandas de pedernal negro. La lutita es de color amarillo ocre, amarillo crema a gris oscuro, fisil, estratos laminares con bandas de pedernal y nódulos de marcasita.

Los análisis petrográficos de las muestras Li-16 y 255, las clasifican como una caliza microcristalina aloquímica y una caliza espática con una alteración ligeramente arcillosa.

En la sierra de San Carlos no se observó su base y solo se tiene su relación estratigráfica con la Formación Agua Nueva (Kcet Cz-Lu) que le subyace en contacto concordante; en la sierra de Hidalgo sobryace al Horizonte Otates (Kap Lu-Cz) y subyace a la Formación Agua Nueva (Kcet Cz-Lu), en ambos casos la relación de contacto es concordante y se encuentra en contacto tectónico con la Formación El Abra (Kat Cz Do).

A esta unidad se le asignó una edad de Albiano-Cenomaniano, la muestra (Li-324) paleontológica y petrográfica la clasifica como una caliza pelmicrita a biomicitrita tipo "packstone", con alcance estratigráfico del Albiano temprano, rango que correspondería con la base de la unidad. Se le considera correlacionable

con las formaciones Cuesta del Cura (Kace Cz-Lu) y El Abra (Kat Cz Do).

El resultado de la muestra Li-324 es el siguiente: Bioclastos de pelecípodos, gasterópodos, ostrácodos, foraminíferos planctónicos (hedbergéelidos y globigerínidos), briozoos, radiolarios y zonalmente pelets. La presencia de *Colomiella recta*, *Microcalamoides diversus* y *Saccocoma sp.*, indican una edad de Albiano temprano. La presencia de las especies identificadas sugiere un ambiente de plataforma externa a talud interno en una zona relativamente libre de corrientes fuertes.

Presenta buenas condiciones geológico-mineras, alojando mineralización de sulfuros en la zona de San Carlos, considerándola propicia para material de construcción.

Caliza-Lutita Formación Agua Nueva (Kcet Cz-Lu)

Stephenson (1921); separó por primera vez a estas rocas de la Formación San Felipe y Muir (1934), denominó el afloramiento tipo en la parte poniente de la sierra de Tamaulipas, en el cañón de La Borrega, a 25 km al oriente de la localidad de Foreon, Tamps.

Esta expuesta en la porción oeste, suroeste y central de la carta. Se presenta generalmente como una intercalación de caliza, lutita, limonita y caliza arcillosa de color gris oscuro, en ocasiones verdoso que por intemperismo cambia a gris claro amarillento y rojizo, con estratificación delgada 0.10 a 0.40 m), en ocasiones ondulada; de textura wackestone siliciclástico y con intercalaciones de nódulos y bandas de pedernal negro principalmente hacia la base. La lutita y limolita son muy deleznable (5 a 10cm), de color verde con abundante glauconita que le da dicha coloración. Por la acción del intemperismo, la unidad se identifica por un característico color pardo rojizo, debido a lo arcilloso de las calizas al lixiviarse (**Fotografía 12**).

Esta formación descansa concordantemente y en contacto transicional con las formaciones Tamaulipas superior (Kace Cz), Cuesta del Cura (Kace Cz-Lu) y El Abra (Kat Cz Do); concordantemente le sobreyace la Formación San Felipe (Kcoss Lu-Cz) y en contactos tectónicos con las formaciones Cupido (Khap Cz) y Aurora (Ka Cz) y discordantemente le sobreyace el conglomerado Reynosa (Tpl Cgp) en la sierra de San Carlos-Cruillas.

El espesor observado varía de 30.0 a 150.0 m, sin embargo algunos autores llegan a reportar hasta 200 m de espesor.



Fotografía 12.- Afloramiento de calizas arcillosas interstratificadas con lutitas y limolitas de la Formación Agua Nueva. Localidad: Sierra de San Carlos.

Con los sedimentos de la Formación Agua Nueva, culmina el largo intervalo de depósitos predominantemente calcáreos de la Sierra Madre Oriental. La presencia de fuertes volúmenes de material clástico, marcan el inicio de los efectos del periodo de esfuerzos compresivos de la orogenia Laramide. La sedimentación se llevó a cabo en mares de aguas profundas donde se desarrollaban ambientes pelágicos y la influencia continua de vulcanismo en las cercanías.

La edad de la Formación se basa en foraminíferos planctónicos del Cenomaniano al Turoniano (Soto F., 1981 en Suter M., 1990). Es correlacionable con la Formación Soyatal y Eagle Ford del golfo de Sabinas. La unidad es propicia para alojar yacimientos minerales de Pb y Ag.

Lutita-Caliza Formación San Felipe (Kcoss Lu-Cz)

Jeffreys (1910) empleó por primera vez este nombre en un reporte no publicado y Muir en 1936 hace una redefinición, en la que asigna a la alternancia de lutitas y calizas de edad Coniaciano-Santoniano (en A. Zwanzinger 1966 pp. 29), definiéndola de manera formal en la localidad de San Felipe a 4.0 km al este de ciudad Valles, S.L.P., nombrando así a una secuencia de caliza y lutita, sin embargo, Seibertz (1988), propuso una localidad neotipo en la sierra de La Colmena, en la parte oeste de ciudad Valles, S.L.P.

Esta unidad se encuentra expuesta en las porciones poniente, suroeste y central de la carta, en la primera se presenta en forma de franjas de orientación NW-SE, en la segunda forma parte del anticlinal Huizachal–Peregrina y en esta última se tiene su mayor expresión., se observa como una franja de dirección NW-SE.

Consiste de caliza arcillosa y marga hacia su base, presenta un color verdoso con textura wackestone-packstone, presenta escasos nódulos de pedernal negro bien estratificado en capas de 0.15 a 0.30 m que en ocasiones supera 1.0 m de espesor, hacia la parte media está intercalada con lutitas (bentonítica) de color gris a verde de 0.02 a 0.05 m de espesor y alterna con capas de arenisca y grauvaca de color verde, hacia la cima predomina lutita y arenisca, lo cual marca su contacto transicional con la Formación Méndez. El color verde de la unidad se debe a la presencia de glauconita, la cual es de origen diagenético (alteración de biotita). Presenta un espesor variable de 80 hasta 200 m (**Fotografía 13**).



Fotografía 13.- Afloramiento de estratos delgados de caliza arcillosa y lutitas de la Formación San Felipe, interestratificados se observan algunos horizontes con glauconita y menormente de bentonita. Localidad: Cañón Seco, al noroeste de Rancho Viejo y La Palma

Estudios petrográficos realizados a las muestras Li-11, 243 y 283, la clasifican como una caliza microcristalina aloquímica de textura biomicrítica. La muestra Li-13, reporta una arenisca de textura vulcanoclástica, con bentonita y sericitización, y cloritización como alteración.

Su contacto superior con La Formación Méndez (Kcm Lu-Mg) y el contacto inferior con la Formación Agua Nueva (Kcet Cz-Lu) son concordantes y transicionales, y por contacto tectónico con las formaciones Cupido (Khap Cz) y Aurora (Ka Cz), y discordantemente con basaltos (Tm B), conglomerados (Reynosa, Tpl Cgp) y con calizas lacustres de la Formación La Providencia (Tmpl Cz-Tr).

Los resultados de una muestra paleontológica (Li-320), dan los siguientes datos: Caliza microcristalina aloquímica, de medio ambiente de aguas profundas. Biointraclastos (foraminíferos planctónicos, radiolarios, calcisphaerulidos, ostrácodos y foraminíferos bentónicos). Genero-especie: Cenospaera sp. (Cámbrico.-Reciente); Heterohelix sp.; (Cenomaniano-Maestrichtiano); Passagniella sp.; (Cenomaniano-Conaciano); Calcisphaerula sp., (Albiano Santoniano); Phitonella ovalis (Albiano inferior.-Maestrichtiano). Alcance determinado Cretácico superior, sin especificar el piso. Este estudio puntual no permite ubicarlo con precisión, por lo que, su edad se ha considerado del Coniaciano–Santoniano, basándose en sus relaciones estratigráficas y trabajos consultados.

Se correlaciona con las formaciones Parras y Caracol en la cuenca de Parras y con la Formación Austin en el golfo de Sabinas.

Las rocas de la Formación San Felipe, evidencian un ambiente de depósito de mar abierto, con notable influencia de material bentonítico proveniente del arco magmático del occidente.

La unidad es susceptible para la extracción de bentonita, en algunos de sus horizontes y como roca dimensionable.

Lutita-Marga Formación Méndez (Kcm Lu-Mg)

Término utilizado por Muir J. (1936, en Suter M., 1990), cuya localidad tipo se encuentra en la estación Méndez del ferrocarril Tampico–Ciudad Valles.

Unidad que se encuentra expuesta ampliamente distribuida dentro de la carta, principalmente cubriendo una franja de dirección NW-SE entre la Sierra Madre Oriental y la sierra de San Carlos-Cruillas, con buenos afloramientos en la periferia de la ciudad de Linares, N. L.

Consiste de una secuencia de lutitas calcáreas, fisiles, de color verde amarillento, deleznales y ligeramente caolínizadas; presentan esquistosidad de fractura, que con el intemperismo se disgrega en forma de punta de lápiz, con intercalaciones de margas, limolitas, calizas, areniscas y delgadas capas de bentonita, su estratificación varía de laminar a mediana y llega a tener un espesor de 0.40 m., se le observa hacia la cima de la unidad una fractura concoidal en la mayoría de los afloramientos, lo que la hace muy deleznable. En reportes de PEMEX se menciona que esta unidad presenta un espesor de 500 a 1,600 m, dentro de la carta no se tiene su exposición completa, habiéndose estimado un espesor de 250 a 300 m. **(Fotografía 14).**



Fotografía 14 - Afloramiento de lutitas calcáreas de la Formación Méndez, observándose una estructura laminar. Localidad: Arroyo de Hualahuises

Los resultados petrográficos de las muestras (Li-8, 9, y 281), la clasifican como caliza microcristalina, aloquímica y arcillosa, en tanto que las muestras (Li 12 y 280) la clasifican como limolita carbonosa fosilífera.

La edad asignada es del Campaniano-Maastrichtiano, la cual se corrobora con dos estudios

paleontológicos (muestras Li-318 y 319), cuyos resultados se dan a continuación:

Li-318: Caliza microcristalina aloquímica arcillosa, de medio ambiente de talud, aguas profundas en mar abierto con aporte de terrígenos y corrientes de turbidez. Biointraclastos (Nannoplanton calcáreo, ostrácodos). Genero-especie: Heterohelix sep (Cenomaniano, Maastrichtiano), Globotruncana (Santoniano superior), Lapparenti (Maestrichtiano inferior); G. bulloides (Maestrichtiano inferior); G. Lizopoldi, (Campaniano, Maastrichtiano inferior). Posición cronoestratigráfica Cretácico superior - Maastrichtiano inferior.

Li-319. Caliza microcristalina aloquímica arcillosa, ambiente sedimentario marino de plataforma. Biointraclastos (ostrácodos y radiolarios). Genero-especie: Globotruncanita sp.; (Campaniano, Maastrichtiano); Globotruncana af. G. stuarti; (Campaniano-Maastrichtiano); Globotruncana sp. (Cretácico superior); Pseudoguembelina sp. (Campaniano medio-superior), Posición estratigráfica: Cretácico superior, campanéense.

Su contacto inferior es concordante y transicional con la Formación San Felipe (Kcoss Lu-Cz), es cubierta discordantemente por las Formaciones Velasco (Tpa Ar-Lu) y Midway (Tpa Lu-Ar). Manifiesta contactos discordantes con la Formación Reynosa (Tpl Cgp), el conglomerado polimíctico (Tmpl Cgp) de edad Mioceno-Plioceno, con basaltos del Mioceno (Tm B) y las calizas y travertinos de la Formación La Providencia (Tmpl Cz-Tr). Forma parte del espectacular frente de cabalgadura (oeste de la carta) que la pone en contacto tectónico con las formaciones Cupido (Khap Cz) y Aurora (Ka Cz), klippe de la primera se encuentran descansando sobre esta unidad al suroeste de la carta. Se correlaciona con la Formación Cárdenas, el Grupo Difunta de la cuenca de Parras.

Se considera como un flysch característico en zonas de antifosa en mar abierto, con intercalaciones de flujos turbidíticos provenientes de las áreas de plataforma que evolucionan al final del Maastrichtiano, a brechas calcáreas de talud en las cercanías con el borde de la plataforma; formada en condiciones oxidantes y soluciones de bario, probablemente durante la desecación de lagos salados, esto da como resultado margas o calizas arcillosas recristalizadas.

Desde el punto de vista de yacimientos metálicos no tiene interés, en lo que respecta a minerales no

metálicos esta unidad contiene yacimiento de así como agregados pétreos.

TERCIARIO

Arenisca-Lutita Formación Velasco (Tpa Ar-Lu)

Los investigadores de PEMEX, la considera como el miembro inferior de la Formación Midway (Tpa Lu-Ar) de la cuenca de Burgos.

Tiene su máxima expresión en la porción sureste de la carta; principalmente en los poblados de Abasolo, Adolfo López Mateo, Nicolás Bravo y Santander Jiménez, pertenecientes al estado de Tamaulipas, y en el norte de San Carlos y occidente del poblado de Burgos.

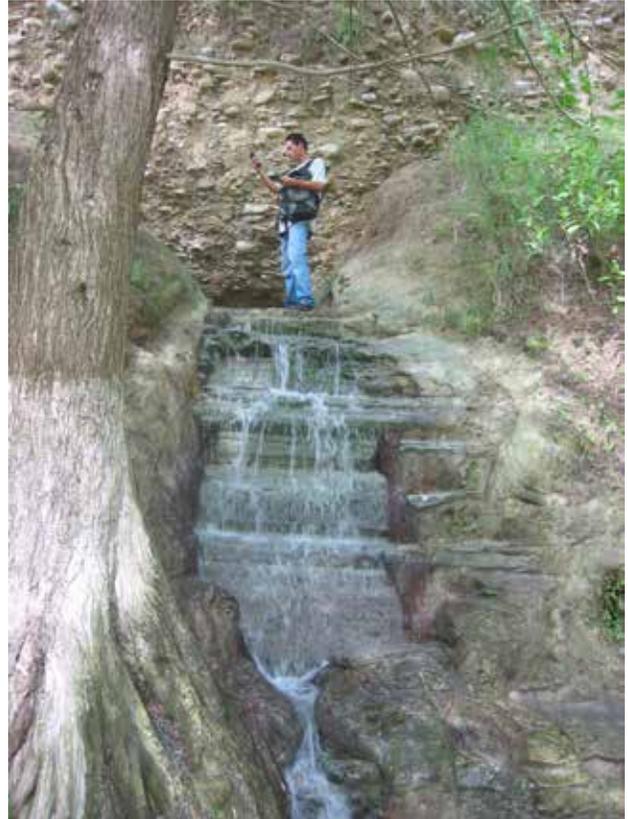
Constituida por una serie de areniscas de color gris claro a beige, de grano medio a grueso, interestratificada con lutitas fósiles de color blanco a gris claro, cementadas por carbonato de calcio, así como horizontes de bentonita que se intercala con algunas capas de margas, toda la unidad presenta estructuras primarias como huellas de oleaje, galerías y fósiles redepositados como foraminíferos y anélidos. Hacia la base, se observa una arenisca de color amarillo rojizo de grano medio a grueso ligeramente silicificada en estratos de 0.30 a de 1.50 m, el espesor que se alcanzó a medir dentro de la carta es de 70 m.

Estratigráficamente se encuentra sobreyaciendo y en contacto discordantemente con la Formación Méndez (Kcm Lu-Mg), y subyace en contacto concordante con las formaciones Palma Real-Guayabal (To Ar-Lu); parcialmente cubierta y discordante por las formaciones Reynosa (Tpl Cgp) (**Fotografía 15**) y La Providencia (Tmpl Cz-Tr) así como por un conglomerado polimíctico (Tmpl Cgp).

En estudio petrográfico realizado a las muestras (Li-314 y 315), la clasifican como una limolita arcillosa y limolita arenosa calcárea respectivamente.

La muestra (Li-342) para análisis paleontológico aportó los siguientes datos: Limolita arenosa fosilífera, medio sedimentario de litoral. Biointraclastos (foraminíferos planctónicos, ostrácodos), bioextraclastos (foraminíferos planctónicos, Fam. rotalliporidae, globigerina?). Fósiles: Globorotalia sp. Posición cronoestratigráfica: No determinada.

En cuanto a relación con yacimientos minerales, no es susceptible de contener mineralización.



Fotografía 15.- Contacto discordante entre las formaciones Velasco y Reynosa, los conglomerados de la Formación Reynosa presentan una mala clasificación, y cubren discordantemente a lutita y limolita de la Formación Velasco. Localidad: Noreste de Nuevo Padilla, Tamps

Lutita-Arenisca Formación Midway (Tpa Lu-Ar)

Smith y Johnson (1884, Bull No. 3232, p. 531) nombraron por primera vez a una serie arcillo-arenosa, que se encuentra descansando discordantemente sobre la Formación Méndez del Cretácico superior y definiendo como localidad tipo la región de Midway Landing, en Alabama River, Alabama.

Los afloramientos de esta unidad son poco extensos, observándoseles al noreste del poblado de Linares, N. L., en las inmediaciones de las rancherías de San Jacinto, Mederos, La Paloma y el Porvenir.

Se encuentra constituida por una secuencia rítmica de lutitas y areniscas calcáreas de color gris verdoso a amarillento con coquinas, en estratos que oscilan entre los 0.20 a 0.40 m de espesor; contiene fósiles como gasterópodos, lamelibranquios diminutos, equinodermos y ostras, con nódulos de areniscas, las estructuras primarias de cono en cono en horizontes de lutitas muy compactas, algunos microfósiles y nódulos o concreciones ornamentadas en su superficie por retículas rellenas de calcita de color café oscura. En la parte media predominan lutitas, con espesores de 1.5 a 3.0 m, con microfósiles diseminados en ellas y en las areniscas; estas últimas, presentan lentes de coquinas con menor frecuencia. Las areniscas son deleznales, con algunos ignofósiles bien impresos. La parte superior de esta unidad presenta lutitas y areniscas de color gris con tonalidades blancas de estratos de 0.5 a 1.0 m, presenta estructuras en boudinage. Los fósiles se encuentran en lentes, pero más grandes y acercándose hacia su contacto superior con la Formación Wilcox, la secuencia litológica se hace más rítmica y delgada, con capas de 10 a 30 cm.

Las muestras petrográficas (Li-1 y 2), reportan una caliza microcristalina, arcillosa, fosilífera y una arenisca subarcosa respectivamente.

Su espesor aflorante en la carta varía de 20 a 30.0 m. Por relación estratigráfica esta unidad se considera del Paleoceno inferior. Se encuentra cubriendo discordantemente a la Formación Méndez (Kcm Lu-Mg), y su contacto superior es concordante y transicional con la Formación Wilcox (Te Ar-Lu), y remanentes de la Formación Reynosa (Tpl Cgp) que la cubren discordantemente.

Por sus características litológicas esta unidad se depositó en un medio ambiente que varía de litoral (por su presencia de microfósiles y ostras) a nerítico, profundizando hacia el oriente.

Dentro del área no se relaciona con ningún yacimiento mineral.

Arenisca-Lutita Formación Wilcox (Te Ar-Lu)

Crider (1906), designó con el nombre de Grupo Wilcox a las formaciones Sabinetown y Rockdale, posteriormente, Benavides (1956), utilizó el nombre de Formación Wilcox, para una secuencia rítmica de areniscas micacíferas con estratificación cruzada y lutitas, que en su parte media contiene algunos

horizontes de yesos, calizas de textura boundstone conteniendo gasterópodos y material lignítico.

Esta formación se localiza porción norte-central de la carta, los mejores afloramientos se encuentran en las rancherías La Providencia, El Consuelo, La Perla y El Venadito, su mayor espesor se observa al norte de la Ranchería El Venado Viejo. La litología la constituyen areniscas arcillosas de color rojizo con abundantes micas, presentando una coloración gris a café amarillento, de grano medio y sumamente compactas; de estratificación delgada a media, variando a una arenisca limolítica de color marrón, que en ocasiones se le observan estructuras primarias como huellas de oleaje y galerías de gusanos y concreciones limolíticas y silicosas, interestratificadas con lutita arenosa de color gris a gris verdoso con esporádicas concreciones calcáreas, con algunos horizontes de yesos, ocasionalmente se encuentra caliza arrecifal. Esta roca al intemperismo da un aspecto lajoso, es común en esta unidad encontrar impresiones de conchas, bivalvos y gasterópodos mal conservados, el espesor observado en la carta es de varias decenas de metros.

Por posición estratigráfica se le asigna una edad del Eoceno inferior. Sobreyace a la Formación Midway (Tpa Lu-Ar) en forma concordante y subyace concordantemente a la Formación Carrizo (Te Ar), y discordantemente la cubre la Formación Reynosa (Tpl Cgp). De acuerdo con su litología y contenido faunístico, su depósito fue en aguas litorales de alta energía en zonas de transición.

En cuanto a su relación con yacimientos minerales, no se encontró ninguna evidencia, estas formaciones tienen la característica de ser suelos permeables por lo tanto, se consideran como posibles acuíferos.

Arenisca Formación Carrizo (Te Ar)

Owen (1889) separó y nombró así a unas areniscas masivas, arcillosas y ligníticas que afloran en las serranías de Carrizo Spring, posteriormente Dumble (1903), propuso que las areniscas masivas que se consideraban como la parte superior del grupo Wilcox, se separaran y esta sería equivalente a la Formación Queen City del este de Texas. Eargle (1968), considera a esta formación, como la base del grupo Claiborne, considerado como el acuífero más importante de la planicie costera del golfo y a profundidad como un importante yacimiento de hidrocarburos.

La Formación Carrizo (Te_Ar) aflora en la porción centro norte de la carta, acuñándose hacia el sur. Su litología se encuentra representada por un paquete donde predominan las areniscas de grano grueso, que la diferencian de la Formación Wilcox. Hacia su base presenta areniscas constituidas por granos de cuarzo subangulosos a redondeados y un alto contenido de material ferruginoso, que al intemperizarse da tonalidades ocres a rojo oxido y gris claro en roca fresca, en su parte media se encuentran areniscas intercaladas con lutitas muy fósiles y lajas de areniscas de grano grueso a medio con estratificación cruzada, éstas, con tonalidades pardas y rojo oxido a amarillento, en la parte superior se reducen las lutitas y aumentan las areniscas en capas de 0.20 a 0.60 m tomando tonalidades de rojo oxido a café pardo. Su espesor es de 20 a 50 m, se encuentra subyaciendo concordante y transicionalmente a la Formación Big Ford y sobryace concordante a la Formación Wilcox, y es parcialmente cubierta por la Formación Reynosa (Tpl Cgp).

De acuerdo con su posición estratigráfica y algunos macrofósiles, se le asigna una edad Eoceno inferior y se correlaciona con las formaciones Tallanata Missipi y Alabama y hacia la parte sur de Texas con la Formación Queen City. De acuerdo a sus constituyentes sedimentológicos se considera que fue depositada en un sistema fluvial que tenia su descarga en una gran planicie costera (Sellards 1979). En el área de estudio a esta unidad no se le ha observado relación con algún tipo de yacimiento mineral.

Arenisca-Limolita Formación Big Ford (Te Ar-Lm)

Towbridgre (1923) definió una secuencia de areniscas y lutitas con este nombre, en el rancho Big Ford al noreste del condado de Weeb a 70 km de Laredo, Texas. Reconocida en el río Nueces en el estado de Texas, cruza hacia el territorio mexicano en las inmediaciones de Villa Hidalgo, Coah., en una franja de 5 km de ancho y se reduce a 2.5 km en la cercanía del poblado San Ignacio, Tamps.

Dentro del área esta unidad aflora en la porción norte centro, en franjas de dirección NW-SE y N-S. Los mejores afloramientos se observan al noreste de la ranchería El Consuelo y al norte de Bruselas, se encuentra constituida por una secuencia de arenisca, limolita y lutita, hacia la base predominan las areniscas de color café claro a rojizo, en estratos laminares a delgados con escaso material ferruginoso, en su parte media es más arenosa

presentando estratificación cruzada, contiene fósiles como gasterópodos y esporas, también estructuras primarias y secundarias, como huellas de oleaje, galerías de gusano y estructuras de fondo, que indican facies lagunares; los horizontes de areniscas tienen espesores de hasta de 1.50 m, donde las lutitas disminuyen considerablemente; en la parte superior las areniscas presentan colores más claros como café amarillento, son de grano fino con un comportamiento más rítmico observándose en los horizontes arcillosos esporádicamente materia orgánica. El espesor es muy variable varía de unos cuantos metros a decenas de metros. Sobryace y subryace de forma transicional a las formaciones Carrizo (Te Ar) y Pico Clay. (Te Lu), parcialmente cubierta por la Formación Reynosa (Tpl Cgp).

De acuerdo con su posición estratigráfica y a los fósiles observados se le asigno edad del Eoceno medio, correlacionable con la Formación Reklaw en el flanco este de la bahía del río Grande (Eargle, 1968). Sus constituyentes litológicos permiten establecer que los sedimentos fueron depositados en un sistema deltáico altamente destructivo dominado por las olas, por lo que se observan cambios de facie laterales y verticales.

Dentro del área no se considera condiciones geológicas mineras favorables. PEMEX, considera a esta unidad como roca almacenadora y productora de gas, en condiciones geológicas adecuadas.

Lutita Formación Pico Clay (Te Lu).

Eargle (1968) propuso el nombre para una secuencia de sedimentos arcillosos, que afloran en montículos en forma de pico, que constituyen la cima de la Formación Queen City y la base de la Weches del Grupo Claiborne, el cual anteriormente, Towbridge (1923) llamo Formación Mount Selman en la región del Río Grande.

Afloramientos de forma irregular, hacia el límite norte de la carta, en los alrededores de las rancherías La Providencia, El Quijote y La Reforma, los cuales se acuñan al sur. Los mejores afloramientos se observan en la porción noreste del ejido Maclovio Herrera.

La unidad se encuentra representada litológicamente por una alternancia de lutitas y areniscas. En la base de esta unidad, las areniscas son de color café claro a amarillo ocre, de grano medio a grueso, presentando estratificación cruzada y estructuras primarias como huellas de oleaje, con algunas

ostras, bivalvos y huellas de gusanos, en capas de 0.25 a 0.35 m, interestratificadas con lutitas de color verde seco, muy deleznable y laminares, en estratos que varían de 1 a 2 m; también hacia la base se aprecia un horizonte que marca el contacto con la unidad subyacente, destacando la gran cantidad de fósiles hematizados. En la parte superior, se percibe una secuencia rítmica de lutitas de color verde seco muy dúctiles, con horizontes de limolitas de color rojizo de grano muy fino, fosilífera y arenisca de color verde a gris pardo de grano medio a grueso. A este paquete de sedimentos se le midió un espesor que varía de 100 a 200 m.

El contacto inferior es transicional con la Formación Big Ford (Te Ar-Lm), y el superior es concordante con la Formación Laredo (Te Lu-Ar) y cubierta parcialmente por la Formación Reynosa (Tpl Cgp). De acuerdo con su posición estratigráfica y a los fósiles que se han reportado en otros trabajos, se le asigna edad del Eoceno medio; es correlacionable con las formaciones Queen City y Weches, cima y base, en la región del Río Grande, parte central este de Texas, Eargle D. H. (1968).

Debido a un cambio lateral de facies, las formaciones Big Ford y Pico Clay se interdigitan con la Formación Queen City, indicando que esta secuencia representa depósitos de planicie costera en la parte central y depósitos deltaicos del tipo redondeado; de acuerdo a los componentes sedimentológicos de la unidad nos indica que fueron depósitos deltaicos de facies lagunares y planicie de inundación. Esta formación superficialmente no presenta ninguna relación con yacimientos minerales. PEMEX, considera la parte superior como un sello regional de las trampas de gas, en el noreste de México.

Lutita-Arenisca Formación Laredo (Te Lu-Ar)

Grandner (1938) propone el nombre de Formación Laredo para los sedimentos equivalentes a las formaciones Cook Mountain y Sparta, descritas anteriormente por Towbridge en 1923 y Lonsdale y Day en 1937; siendo estos sedimentos una secuencia de areniscas y lutitas.

Esta unidad presenta un afloramiento muy reducido en el límite norte-centro de la carta, al norte de las rancherías El Quijote y La Reforma. Litológicamente constituida por una secuencia de areniscas y lutitas con tonalidades que van de café claro a rojiza, verde olivo y amarillo ocre; en la base de ésta se tiene una secuencia de areniscas de color café rojizo a claro,

de grano fino a medio en capas delgadas, interestratificadas con lutitas de color verde olivo; en la parte superior presenta areniscas de color café a amarillo ocre, de grano medio a grueso, con estratificación cruzada y fósiles como globobigerinidos, pelecípodos y gasterópodos, en ocasiones presenta braquiópodos y globobigerinidos en capas más gruesas intercaladas con lutitas y a medida que se acercan a la cima de la Formación, estas se hacen más delgadas.

Dentro del área de estudio se midió un espesor que oscila en los 60 m, su contacto superior es concordante con la Formación Yegua (Te Ar-Y), de igual manera, el inferior con la Formación Pico Clay (Te Lu). Por sus relaciones estratigráficas y fósiles reportados anteriormente en esta unidad, se le asigna edad del Eoceno medio. Es correlacionable con las formaciones Sparta y Cook Mountain en la parte central y oriente de Texas. Los sedimentos y fósiles encontrados indican que fue depositada en un medio ambiente litoral de alta energía. En superficie no se encontró relación alguna con mineralización, pero de acuerdo con la exploración directa (perforación) por parte de PEMEX, en esta unidad se han encontrado trampas de gas.

Arenisca-Yeso Formación Yegua (Te Ar-Y)

Fue descrita por Dumble (1892), y Deussen (1924) la incluye como la cima del Grupo Claiborne, compuesta principalmente por secuencias arenarcillosas, carbón, bentonita y lutita laminar con contenido de yeso; presenta generalmente una coloración café a café rojizo y colores más claros; hacia la cima contiene glauconita dentro de las areniscas y trozos de madera silicificados en horizontes de conglomerados con fósiles mal preservados (ostreas).

Esta unidad de poca extensión, se restringe al límite norte centro de la carta, al occidente del poblado de Burgos, en las rancherías de Potreros y los Barriales, en una franja que tiene una dirección de N-S, acuñándose al sur en las inmediaciones de la ranchería El Quiote.

Su litología es constituida por una serie de areniscas con horizontes de lutitas; así como, también algunos de conglomerados, donde se encuentran alojados fósiles no identificados y retrabajados, presenta una gama de colores de amarillo claro. Esta formación hacia la base es más arenosa y presenta areniscas con gradación muy marcada, observándose grawacas, arcosas y subarcosas, hacia la cima se

hace más arcillosa y es más susceptible a la erosión, formando superficies variables y rugosas. El espesor promedio en la carta oscila en los 50 m. Su contacto hacia su cima es concordante con la Formación Jackson (Te Ar-Lu) y el subyacente con la Laredo (Te Lu-Ar) no se reconoció debido a una cubierta de material aluvial (Qho al), parcialmente al sur de su afloramiento, es cubierta discordantemente por la Formación Reynosa (Tpl Cgp).

De acuerdo a su posición estratigráfica y contenido fósil se le ha asignado una edad del Eoceno superior y se correlaciona con la parte superior del Grupo Claiborne (Echanové, 1979). Por sus características sedimentológicas se considera que estos sedimentos fueron depositados en un medio ambiente de planicie y barras costeras, presentando cambio de facies lateral hacia la parte norte de Tamaulipas.

Esta formación presenta un alto contenido de sílice, englobado dentro de la granulometría de las capas de areniscas que la constituyen, por lo que, representa una posible fuente de arena sílica, también presenta altas concentraciones de sal y por parte de PEMEX es uno de los horizontes arenosos que entrapan gas.

Arenisca-Lutita Formación Jackson (Te(s) Ar-Lu)

Corrad T. A. (1860, pp.128-138), uso él termino Jackson; para describir una serie de depósitos lagunares, costeros y marinos, de arenas de grano fino a medio con horizontes de arcillas tobáceas, en la localidad de Luliana, Mississippi y Alabama.

Dentro de la carta se encuentra expuesta en una franja de dirección N-S, en la porción norte- centro de la carta, al N-NE del poblado de Burgos, Tamps.

Esta constituida por una secuencia de arenisca de color amarillo ocre, de grano medio en capas delgadas de 0.10 m de espesor, con abundante fauna (foraminíferos), intercaladas con niveles de lutitas color verde pardo, conteniendo fósiles retrabajados. Su parte inferior es una secuencia de arenisca de color amarillo ocre, de grano medio en capas delgadas de 15 cm de espesor, abundantes foraminíferos, intercaladas con horizontes de lutitas color verde pardo con algo de fósiles retrabajados, en la parte media es mas arcillosa en donde predominan las lutitas de color crema con horizontes de areniscas delgadas y también presenta horizontes de cenizas volcánicas. Hacia la parte superior es una serie de areniscas delgadas intercaladas con horizontes de lutitas en capas laminares, en colores

amarillo ocre a café y crema las arenisca son de grano medio en capas de 5 a 10 cm y de igual manera las lutitas, en este paquete se encuentran huellas de gusano y estructuras primarias en forma de espiral en gran abundancia.

El espesor medido se estima del orden de los 90 m, en la carta Río Bravo (Herrera M., 2003), colindante al norte su espesor se estima de 70 a150 m, mencionando además que en el región de Mier-Camargo se reportaron de 450 a-600 m)

Estratigráficamente se encuentra sobreyaciendo y en contacto concordante y transicional con la Formación Yegua (Te Ar-Y), y subyace en contacto discordante con la Formación Vicksburg (To Ar-Lu).

Resultados de petrografía y paleontología de la muestra (Li-316), indican las siguientes características: Arenisca litarenita fosilífera, medio sedimentario de litoral inframarea. Biointraclastos (foraminíferos bentónicos y planctónicos, globigerinidos). Genero-especie: Chiloguembelina sp. Posición cronoestratigráfica: Eoceno, sin determinar si es la cima, parte intermedia o base. Por lo que de acuerdo a sus características litológicas y relaciones estratigráficas en este trabajo se le ha asignado una edad del Eoceno superior, correlacionándole a las Formaciones Chapote y Tantoyuca.

Los sedimentos de esta formación permiten concluir que fue depositada en un medio ambiente continental, con litoral dentro de un frente deltaico progresivo de alta energía, con gran influencia marina en aguas poco profundas.

Económicamente es importante, ya que sus horizontes arenosos se consideran productores de gas dentro de la cuenca de Burgos y PEMEX a realizado pozos en donde a cortado esta unidad y la considera como uno de sus horizontes productores.

Arenisca-Lutita Formaciones Palma Real-Guayabal (Teo Ar-Lu)

Para el presente trabajo se agruparon las formaciones Palma Real y Guayabal ya que a la escala de la carta no fue posible separarlas.

Villatori J. A. (1932), definió como Formación Palma Real, a un alternancia de lutitas de color gris, con intercalaciones de areniscas de grano fino del mismo color. Dentro de esta unidad se localiza una caliza de tipo arrecifal con abundancia de orbitoides. Su localidad tipo se localiza en la hacienda Palma Real

en el cruce del arroyo de La Cal con el camino del Potrero de Llano a Temapache, en la carta Tamiahua.

Cole (1927) definió el término Guayabal. La localidad tipo El Guayabal, municipio de Tamasopo, Ver., consiste de lutitas suaves color gris y azul que intemperizan a café y crema, con nódulos de siderita (que son característicos de la Formación), así como delgadas capas de areniscas.

Las formaciones Palma Real-Guayabal (Teo Ar-Lu) presentan su máxima expresión al sureste de la carta, dentro de las rancherías Francisco Villa, al oriente de Guadalupe Victoria y por la carretera federal No. 180, en el tramo Soto La Marina a San Fernando, Tamps. Esta constituida por areniscas de color gris a gris verdoso, grano fino a medio, con un espesor de 0.10 a 0.40 m, intercaladas con lutitas de color gris y gris azulado y limolitas, en reportes de Petróleos Mexicanos mencionan espesores hasta de 465 m.

Estas unidades se observa sobreyaciendo concordantemente a la Formación Velasco (Tpa Ar-Lu) y subyace concordantemente a la Formación Mesón (To Lu-Ar) (**Fotografía 16**), y es cubierta discordante por las formaciones Reynosa (Tpl Cgp) y La Providencia (Tmpl Cz-Tr).



Fotografía 16-- Afloramiento de la Formación Palma-Real sobre la cual descansa la Formación Mesón. Localidad: Inmediaciones de La Coma, Tamps

Se le asigno una edad del Eoceno-Oligoceno, en base a sus relaciones estratigráficas y las edades

asignadas para las unidades que le subyacen y suprayacen. Es correlacionable con las secuencias del Eoceno de la cuenca de Burgos.

Se ha interpretado que se depositó en las proximidades de la línea de costa con variaciones en el nivel de las aguas, como lo deja ver las intercalaciones de lutitas y areniscas, indicando variaciones de la energía y las superficies de erosión, o el cambio de facies laterales de sedimentos de grano fino a arenas de grano medio.

Sin interés para la prospección de yacimientos minerales.

Lutita-Arenisca Formación Mesón (To Lu-Ar)

Dumble (1918), definió con este nombre a rocas que afloran en el valle de Moralillo (hacienda de San Marcos) y Mesón, Ver., constituidas por arenisca, caliza delgada y marga arenosa; dentro de esta unidad se observan facies de caliza coralina, además como lutitas y margas de color gris a gris azul oscuro.

Aflora en la porción sureste de la carta, y en el poblado La Coma, Tamps. Sus afloramientos presentan una dirección general NW-SE. Su litología la conforman estratos de areniscas calcáreas de 0.20 a 0.30 m de espesor, de grano fino a medio, de color café e intemperizan a crema grisáceo, una de sus características es que esta constituida por pedacería de conchas (*Pecten* sp), además de rastros de gusanos, estos componentes cementados gradualmente por carbonatos de calcio, alterna con estratos de limolitas de color amarillo ocre (**Fotografía 17**). La muestra petrográfica Li-263, la clasifica como una arenisca litarenita. Su espesor en la carta varía de 40.0 a 50.0 m.

La Formación Mesón (To Lu-Ar), cubre discordantemente a las formaciones Palma Real-Guayabal (Teo Ar-Lu) y subyace de la misma manera a las formaciones Oackville-Lagarto-Tuxpan, (Tm Ar-Cgp), de igual forma se comporta con las formaciones Reynosa (Tpl Cgp), y La Providencia (Tmpl Cz-Tr).

En base a su contenido fósil, López Ramos (1979) le asigna una edad del Oligoceno. Se correlaciona con el Conglomerado Norma y las Formaciones Vicksburg y Frío que afloran en la cuenca de Burgos.

Por la composición de los sedimentos y sus relaciones se infiere que el depósito se origino en

pequeñas cuencas cercanas a la costa, con periodos regresivos-transgresivos y de calma intercalados entre ellos. Los cambios de energía caracterizaron los sedimentos de esta formación, el contenido fósil indica que las condiciones permitieron la existencia de vida, y por consiguiente formación de pequeños desarrollos arrecifales.



Fotografía 17- Afloramiento de arenisca, lutita, y limolita y de la Formación Mesón, cubierta discordantemente por conglomerado de la Formaciones Tuxpan-Oackville-Lagarto. Localidad: Camino Cruillas-Las Norias

Esta unidad no presenta interés desde el punto de vista económico.

Arenisca-Lutita Formación Vicksburg (To Ar-Lu)

López R. E. (1982), utiliza el nombre de Vicksburg para describir una secuencia arenosa, constituida por sedimentos marinos y salobres como arcillas y arenas de grano fino a medio que alternan con lechos de cenizas volcánicas con abundantes microfósiles.

Dentro del área esta unidad aflora en los alrededores del poblado de Burgos, El Corcovado, El Divisadero y El Porvenir (Edo. de Tamaulipas), en el límite norte centro de la carta. Presenta acuñaamiento hacia su límite con las rocas del Cretácico.

Litológicamente constituida por una secuencia arenosa intercalada con lutitas en forma rítmica, con colores que alternan de verde, amarillo ocre, verde, gris y café, en capas delgadas de arenisca de grano fino a medio con gran abundancia de foraminíferos y madera fósil; las capas de areniscas tienen espesores de 0.05 a 0.10 m y estructuras primarias como huellas de oleaje y de cono en cono, estas

características se presentan con mayor frecuencia en la porción sureste, encontrándose intercaladas con lutitas muy físciles de grano fino, que presentan horizontes de cenizas volcánicas, toda la unidad presenta horizontes de limolitas color anaranjado en estratos delgados; la parte media de esta secuencia arcillosa presenta un horizonte arenoso grueso, que separa la unidad en dos miembros, el superior que aparenta ser depositado en aguas salobres, y el inferior en aguas marinas. En la ranchería La Esperanza se encuentra afectada por un intrusivo de composición sienítica, en partes formando sills interestratificados, por lo que en esta zona las lutitas presentan un metamorfismo de bajo grado (hornfels) y tienen coloraciones rojizas; el espesor que se midió en superficie varía de 80 a 180 m.

El estudio petrográfico de la muestra Li-3, la clasifican como una arenisca litarenita fosilífera. Por su posición estratigráfica a esta unidad se la asigno una edad del Oligoceno inferior y se correlaciona con las formaciones Mesón y Horcones en el área de Tampico-Misantla. En cuanto a su relación estratigráfica se encuentra sobreyaciendo y en contacto concordante con la Formación Jackson (Te(s) Ar-Lu) y de igual manera se encuentra subyaciendo y en contacto transicional con la Formación Frío (To Lu-Ar), presenta algunos contactos debidos a erosión con la Formación Méndez (Kcm Lu-Mg) y es cubierta parcialmente por la Formación Reynosa (Tpl Cgp).

De acuerdo con los sedimentos y a la microfauna reportada en esta unidad, se puede decir que se depositó en un medio ambiente que tuvo zonas en donde confluyeron aguas salobres y marinas, esta unidad es de interés para PEMEX, ya que sus cuerpos arenosos son productores de hidrocarburos ligeros y gas.

Lutita-Arenisca Formación Frío (To Lu-Ar)

Bayley (1926 p, 40-45) utilizo el nombre de Formación Frío, para una secuencia constituida por lutitas, areniscas de grano grueso, arcillosas y capas de sedimentos líticos compactos.

Esta unidad se encuentra aflorando en la porción norte-centro de la carta, al noreste de Burgos, Tamps., sus mejores afloramientos se encuentran en las localidades de San José de la Presa, norte de Emiliano Zapata, y Las Amarillas, presentando adelgazamiento y acuñaamiento hacia el sur.

En esta unidad se presentan dos miembros: el marino y no marino. En la parte inferior se aprecia el marino, que se caracteriza por una secuencia de lutitas de color verde a gris claro y horizontes cafés, en su parte central exhiben horizontes de areniscas color verde claro, de grano medio a grueso y nódulos esféricos de fierro intercalado con lutitas, en las que se detecto manifestaciones de hidrocarburos. El segmento superior, se caracteriza por caliza de color crema, con abundante fauna de foraminíferos, parte de este miembro aflora en la porción norte del poblado de Burgos, el espesor de este miembro se midió entre 40 y 50 m. El miembro no marino, tiene una serie de lutitas con coloraciones que van de rojizo, verde y gris, presentan láminas de yeso y varios cuerpos lenticulares arenosos de grano grueso y madera fósil retrabajada, el grado de consolidación de esta unidad es variable, lo que implica que la permeabilidad que presenta no es homogénea, esta parte carece de fauna fósil. El espesor medido para la unidad fluctúa en los 70 m.

De acuerdo a su posición estratigráfica se le asigna una edad del Oligoceno medio al superior. Se encuentra en contacto normal sobreyaciendo concordantemente a la Formación Vicksburg (To Ar-Lu), en parte inferido debido a una cubierta de aluvión (Qho al) que lo enmascara, y subyace en contacto concordante a la Formación Catahoula (Tom Ar-Lu), en partes descansa sobre esta unidad en discordancia la Formación Reynosa (Tpl Cgp).

De acuerdo a los sedimentos y a las características litológicas de sus dos miembros, el marino fue depositado en un medio ambiente caracterizado por una transgresión del mar con vaivenes locales, que permitió acumulaciones de arcillas a lo largo de la costa, favorables para el desarrollo de micro y macro fauna, después de este proceso ocurrió el depósito de sedimentos subcontinentales de aguas someras y lacustres, que representan depósitos de sedimentos marginales del miembro no marino, cuya profundidad varía de nerítico a batial.

En cuanto a su relación con yacimientos minerales no se identifico ninguna, pero se considera de gran importancia, ya que la mayor parte de la producción de hidrocarburos ligeros en la cuenca de Burgos, son extraídos de los diferentes horizontes arenosos de esta formación, estudios realizados por URAMEX, indican que las características de esta formación son aptas para ser receptoras de uranio.

Arenisca-Lutita
Formación Catahoula (Tom Ar-Lu)

Hinglad (1860), dio el nombre de Grupo Gulb, a las capas de arenas arcillosas (recientes) que se localizaban entre Mississippi y Vicksburg. Luego Wailes en 1957, nombro por primera vez esta unidad como areniscas Grand Gulb, teniendo su localidad tipo en Grand Gulb en el río Mississippi, condado de Claiborne Mississippi. Posteriormente el nombre formacional Catahoula, fue propuesto por Veatch para representar la parte superior de el grupo que definió Hinglad como estratos Grand Gulh (The University of Texas, Bullentin No 1232, pag. 710). En López R. E. (1982), se refiere con este nombre formacional a una secuencia que se compone de areniscas y lutitas con abundancia de material tobáceo, siendo las lutitas (de color verde) plásticas, las areniscas son de color gris y las tobas presentan una variedad de colores de gris a gris claro, gris verdoso y verde con textura fina.

Se encuentra distribuida en la parte noreste de la carta, en una franja orientada NW-SE, en los alrededores de los poblados La Pasión, Guadalupe, San Lorenzo, Los Horcones, San Felipe y La Coma, todos ellos pertenecientes al estado de Tamaulipas.

Litológicamente representada por una interestratificación de lutitas, areniscas y algunos horizontes de tobas volcánicas y lentes de conglomerados polimícticos bien cementados, que parecen ser paleocanales. En la parte inferior de esta unidad predominan las lutitas, con tonalidades que varían de blanco, crema, amarillento, rosa, rojizo, y verde; presentan algunas concreciones de limolitas, sus capas varían de 3 a 5 m. Las areniscas son de color verde claro, de grano grueso, con madera fósil y algunas concreciones de fierro en forma esférica con diámetro de 1 a 2 cm, las capas de areniscas varían de 0.10 a 0.50 m, la parte media presenta los horizontes de tobas, con coloraciones que varían de verde y gris a crema; la parte superior se va haciendo más arcillosa, para presentar una serie de areniscas de color gris claro a café rojizo de grano fino y deleznales, en donde la erosión enmascara estas areniscas, le da un aspecto de materiales de depósitos recientes, el espesor medido en superficie fue de 40 a 60 m, pero según la barrenación hecha por PEMEX (en López R. E., 1982), éste es del orden de 400 a 2100 m.

Sus relaciones estratigráficas indican que sobreyace en forma concordante a la Formación Frío (To Lu-Ar) y es cubierta de igual forma por las formaciones Oackville-Lagarto-Tuxpan (Tm Ar-Cgp), discordantemente es cubierta en gran medida por los conglomerados Reynosa (Tpl Cgp) y menormente por basalto (Tm B).

De acuerdo con su posición estratigráfica se le asigno una edad del Oligoceno superior al Mioceno inferior, pero la ausencia de fósiles dificulta definirla. Se correlaciona con las siguientes formaciones Tuxpan, Concepción, Filisola, y Encanto del área de Tampico-Misantla, conforme a los estudios realizados por URAMEX, en esta unidad se reportan anomalías de uranio, y PEMEX, se encuentra realizando estudios en dicha formación, ya que esta puede ser un horizonte receptor de hidrocarburos o sello regional.

Conglomerado polimíctico (Tom Cgp)

No se obtuvo información de su definición, los principales afloramientos se localizan en las esquinas suroeste y noroeste de la carta, en la región de Aramberri-Zaragoza N.L y nororiente de Hualahuises, N.L., y de menores dimensiones al oriente y suroeste de Iturbide, N.L.

Depósitos continentales, de conglomerados bien cementados, los fragmentos están compuestos principalmente por caliza, pedernal, menormente rocas volcánicas y en ocasiones cenizas, el grado de redondez va de subanguloso a subredondeado, cementados en una matriz arcillo-arenosa-calcárea, su espesor es muy variable y va desde unos cuantos cm hasta 30 m aproximadamente.

De acuerdo a sus características litológicas y estructurales, su depósito se efectuó en un medio ambiente continental ayudado por agentes erosivos y transportados por corrientes fluviales de las partes más altas, hasta el sitio que fueron acumulados, en partes se encuentran rellenando a paleocanales, presentando un grado de consolidación considerable.

La relación estratigráfica que presenta es discordante con algunas de las unidades que constituyen la cuenca Mesozoica, a las cuales sobreyace, siendo solo en partes cubierta por aluvión. Con base a esta relación y la información consultada de cartas aledañas, se determino una edad del Terciario (Oligoceno-Mioceno). Se correlaciona con el conglomerado Ahuichila del Neógeno.

No presenta ninguna relación de interés con depósitos minerales, pero podría ser ocupado para cubiertas de terracerías y agregados pétreos.

Arenisca-Conglomerado polimíctico Formaciones Oackville-Lagarto-Tuxpan (Tm Ar-Cgp)

Para el presente trabajo se agruparon a estas tres unidades, ya que a la escala de la carta no fue posible separarlas.

En López R. E. (1982), se utilizo estos nombres formacionales para una secuencia de sedimentos que se encuentran constituidos por depósitos continentales como arenas, areniscas, gravas y arcillas, materiales que se encuentran dispuestos en capas que frecuentemente presentan estratificación cruzada, además de presentar horizontes de conglomerado polimíctico y algunos fósiles como fragmentos de ostras, bivalvos, ignofósiles y microfósiles retrabajados del Cretácico.

En la carta, esta formación aflora en la porción oriental, de norte a sur con un rumbo preferencial NW-SE.

Litológicamente esta unidad esta constituida por una alternancia de areniscas de grano fino a medio con horizontes de conglomerados poco consolidados, estos horizontes presentan fragmentos de moluscos y bivalvos retrabajados, los conglomerados son observados hacia la porción noreste de la carta y son más evidentes en la carta Río Bravo. Las areniscas que afloran en el área de estudio presentan estratificación cruzada, la mayoría de estos sedimentos continentales presentan una coloración café-amarillo ocre al intemperismo y de color crema a gris claro al fresco (**Fotografía 18**).



Fotografía 18.- Aspecto general de los conglomerados y areniscas conglomeráticas que caracterizan a la Formación Tuxpan-Oackville-Lagarto. Localidad: al suroeste de san Fernando, Tamps.

En el noreste de la carta, la Formación está constituida por una serie de limolitas en estratos de 0.20 a 0.50 m y areniscas calcáreas de color amarillo

ocre con estratos de 0.10 a 0.40 m de espesor, así como conglomerados polimícticos constituidos de caliza y pedernal, su espesor se estima en 80 m aproximadamente. En algunos casos, en la base se encuentran tobas de color verde. El muestreo petrográfico (Li-258), reporta una arenisca sublitarenita, calcárea fosilífera. Se estima para esta unidad un espesor de 50 a 200 m, observándose que este aumenta de poniente a oriente.

Con base a su posición estratigráfica se le considera del Mioceno inferior, sobreyace concordantemente y discordantemente a las formaciones Catahoula (Tom Ar-Lu) y Mesón (To Lu-Ar) respectivamente, a su vez es cubierto de manera discordante por las formaciones Reynosa (Tpl Cgp) y La Providencia (Tmpl Cz-Tr), y menormente por algunos afloramientos de basalto (Tm B), su afloramiento se restringe en la esquina noreste por una cubierta de depósitos aluviales (Qho al).

De acuerdo con los sedimentos y escasa fauna observada, se puede decir que esta unidad se depósito en un medio ambiente deltáico, con influencia de piroclásticos, en facies continentales (litoral y lagunar). Las condiciones geológicas mineras que presentan son nulas, por su grado de permeabilidad se considera con posibilidades de constituir acuíferos.

Caliza-Travertino Formación La Providencia (Tmpl Cz-Tr)

Filiberto Rodríguez y Görg Werner (1993), describen una caliza terciaria de agua dulce al pie noreste de la sierra de San Carlos cerca de Linares, N.L. como Formación La Providencia. Aflora principalmente en la porción sureste de la carta, al norte, noreste y noroeste de Santander Jiménez (en donde se tiene su mejor afloramiento), noreste de Abasolo, sur de Cruillas, así como en los alrededores de la sierra de San Carlos, localidades todas ellas del estado de Tamaulipas.

La caliza presenta una textura que va de wackestone a packstone y escasos fósiles y hacia la cima se tiene travertino debido a la disolución del carbonato de calcio, que al igual que la caliza se encuentra sumamente fracturado, la coloración que presentan es amarillo ocre al intemperismo y al fresco ostenta un color beige a café claro. Estudios petrográficos de la caliza, muestras Li-6, 7 y 62 la clasifican como: caliza microcristalina recristalizada; caliza microcristalina arcillosa fosilífera y caliza microcristalina aloquímica recristalizada,

respectivamente. Su espesor se estimó en más de 150 m.

Su edad se ubica en el lapso del Mioceno al Plioceno inferior, en base a sus relaciones estratigráficas e información consultada; dado que las muestras (Li-325 y 337) para estudios paleontológicos no determinaron su edad. Como observación en la muestra Li-337, se menciona que sus características texturales y paleontológicas sugieren que la roca tiene un origen marino y de alta energía, sin encontrarse evidencias de origen continental. Facie de banco de aguas someras de alta energía, con lo cual se descartaría la consideración de que se tratan de calizas de origen continental-lacustre.

Por lo cual se enuncia parte de la disertación de Werner, 1975. "La caliza-travertino de la Formación La Providencia son muy similares a la caliza de agua dulce del margen norte de la cuenca de Molasse al norte de los Alpes, formado durante el Mioceno en lagos por sedimentación química de carbonatos en un clima árido, transportado por ríos y aguas subterráneas saturadas de carbonato que procedió de las calizas karstificadas del Jurásico superior, las cuales formaron la zona costera. El único foraminífero encontrado hasta ahora en la Formación La Providencia no puede manifestar el carácter marino de estas, ya que puede ser redepositado".

Los ostrácodos mencionados en el reporte de PEMEX (1970,1975), hablan en favor de su origen en agua dulce. Según Marfil (1983), "parece que las facies lacustres de la caliza están cambiando del norte de la sierra de San Carlos, a las facies arrecifales con fósiles en el sureste. Estas evidencias parecen indicar que la caliza es efectivamente de agua dulce. La Formación presenta los restos de un paquete continuo de gran espesor o se trata de una interdigitación original de calizas con sedimentos clásticos contemporáneos, arrastrados más tarde por denudación". Por lo que se especula que la Formación fue depositada en fases diferentes, interrumpidas por épocas de erosión.

No se le correlaciona con otra unidad, de acuerdo a la información consultada. Tanto la caliza como el travertino presentan un fracturamiento en todas direcciones, de lo cual se deduce que no son aptas para corte y pulido como roca dimensionable, recomendando un estudio para verificar si el fracturamiento las afecta a profundidad. Su posible aplicación es como agregados pétreos en el caso de la caliza y el travertino para obtención de carbonato de calcio.

Conglomerado polimíctico Formación Reynosa (Tpl Cgp)

Penrose fue el primero en usar el término de Formación Reynosa en 1923, para sedimentos continentales, gravas, arenas y arcillas con traza de material yesífero. Después López R. E. (1974), para sedimentos continentales, gravas, arenas, arcillas, constituidas por fragmentos de calizas, areniscas, pedernal y rocas ígneas extrusivas. Descrito por Márquez (1954), como un conglomerado de gravas y caliche de origen continental que aflora al oriente del frente de la Sierra Madre Oriental entre Linares N. L. y Cd. Victoria, Tamps.

Estos depósitos se encuentran ampliamente distribuidos en la carta, teniendo buenas exposiciones al sureste de Linares, N.L., e inmediaciones de Villagrán e Hidalgo, Tamps., por mencionar algunas localidades.

La litología esta constituida por conglomerados, areniscas conglomeráticas y gravas, donde la granulometría de los clastos varía de milímetros a varios centímetros, presentan mala clasificación, cementados por una matriz arcillo-calcárea, mostrando en ocasiones estratificación cruzada, los fragmentos que lo componen son de caliza, pedernal, cuarzo, arenisca, roca volcánica y esporádicos fósiles de bivalvos y moluscos retrabajados, en general su redondez varía de subangular a bien redondeados, con capas de caliche, su espesor es muy variable encontrándose desde menos de un metro hasta paquetes de más de 20 m.

En estos depósitos se localizaron huesos de mamut, el estudio paleontológico de ellos (muestra Li-326), dio la clasificación de Mammuthus sp. Medio sedimentario continental de edad Plioceno, con las siguientes observaciones: Restos de mastofauna desarticulada, constituidos de un fragmento de la parte frontal de una rama mandibular inferior y un fragmento de la parte media de la tibia. Los restos se encuentran envueltos en arenisca conglomeráticas. La edad del conglomerado se considera del Plioceno, basándose en las relaciones estratigráficas, información consultada y el reporte antes mencionado.

Para esta unidad, se interpreta que su depósito se efectuó en un medio ambiente continental, ayudado por agentes erosivos y transportados por corrientes fluviales de las partes altas a las más bajas, donde se fueron acumulando y actualmente forman mesetas.



Fotografía 19- Formación Reynosa: Conglomerado con clastos mal gradados y clasificados, descansando discordantemente en la Formación Tuxpan-Lagarto-Oackville. Localidad: Carretera San Fernando-El Toro, Tamps.

Se encuentran cubriendo discordantemente a las formaciones Agua Nueva (Kcet Cz-Lu), San Felipe (Kcoss Lu-Cz) y Méndez (Kcm Lu-Mg) del Cretácico superior, así como a la mayor parte de las unidades terciarias de las cuencas de Burgos y Tampico-Misantla. Las condiciones geológicas mineras que presenta esta unidad, son más que nada para su aprovechamiento como bancos de material, que se ocupan para la construcción y cubiertas de terracerías.

III.2.3.- Rocas Ígneas

Diorita-Sienita (To D-Si)

Las rocas ígneas aflorantes en la carta Linares forman parte de la provincia Alcalina Oriental, también conocida como provincia Alcalina Mexicana Oriental, la cual es un cinturón de cuerpos intrusivos y extrusivos con una dirección preferencial NNW-SSE, de acuerdo a Ramírez F. J. A (1992) esta provincia se extiende más de 2,000 km, desde el Istmo de Tehuantepec en el sureste de México, hasta el sistema del rift Río Grande (EUA), la mayoría de estos complejos consisten en rocas alcalinas a hiper alcalinas y se consideran de edad terciaria.

Las rocas intrusivas que afloran en la carta Linares, forman parte de dicho complejo ígneo, que varía en su composición de alcalina a calco alcalina, representadas por rocas intrusivas como

granodiorita, diorita, sienita, y monzonita, con marcada diferenciación magmática, entre otras.

La unidad cartografiada como diorita sienita, se localiza en la porción central de la carta, en la sierra de San Carlos o Sierra Chiquita y su principal afloramiento se ubica al sureste y aproximadamente a 55 km de Linares, N.L., en la periferia del mismo se tienen cuerpos o apófisis de menores dimensiones. Es importante aclarar, que dicha unidad debe considerarse como granodiorita diorita; por relación de campo, descripción megascópica en muestra de mano; corresponde a una granodiorita diferenciada a diorita, esta descripción es la que se describe dentro del texto, en especial en la descripción de las minas y se hace énfasis en la relación con la mineralización.

Es el cuerpo plutónico con mayor expresión en la zona y constituye parte de la sierra de San Carlos, es una estructura plutónica de grandes dimensiones de forma semicircular a elíptica con una orientación general NW-SE y una extensión estimada de 25 x 10 km, cuyo emplazamiento deforma la cobertura sedimentaria.

Constituido por una roca de textura porfídica de grano grueso, con fenocristales de plagioclasa, feldespato, ferromagnesianos y biotita; dentro de esta masa ígnea se encuentran zonas con marcados cambios texturales y de composición, tal es el caso de las zonas de los cañones de Rincón Murillo, La Gloria y Boca de Álamos, áreas donde el intrusivo presenta una diferenciación a diorita-gabro de color verde oscuro a negro, de textura porfídica de grano grueso con fenocristales de plagioclasa, menor proporción de feldespato, e incremento de cristales de piroxeno-anfíbol.

Existen gran cantidad de afloramientos de este cuerpo intrusivo en forma de apófisis, destacando los afloramientos de El Jatero y El Patado o Patao y Cerro El Diente; así mismo, existen expresiones en superficie de cuerpos subvolcánicos que no alcanzaron a aflorar, esta masa ígnea es afectada por una gran cantidad de estructuras radiales representadas por diques post-intrusión de composición variada, entre los que se tienen lamprófidos, aplíticos, dioríticos y de diabasas, entre otros.

Las muestras petrográficas Li-244, clasifican a la roca como un dique lamprófido de la variedad kersantita; las Li-261 y 282, como una diorita.

Por posición estratigráfica se correlaciona con las rocas intrusivas de la región de la sierra de El Picacho, asignándole una edad del Oligoceno, las condiciones geológico-mineras son favorables, debido a que en esta unidad se encuentra el distrito minero de San José representado por yacimiento de skarn de Fe-Cu con valores de Au; en las estribaciones al NE del mismo intrusivo se ubica el distrito de San Nicolás constituido por estructuras vetiformes donde se explota Pb, Ag y Zn.

Granodiorita-Monzonita (To Gr-Mz)

Como se menciona anteriormente, en este apartado se describe como granodiorita monzonita, la cual corresponde a granodiorita sienita con diferenciaciones locales a monzonita, por lo cual, debe considerarse como se menciona dentro del texto, en especial en el rubro de yacimientos minerales, es considerada parte de la provincia Alcalina Oriental, esta unidad se circunscribe a la parte central-norte de la carta, su principal afloramiento se tiene aproximadamente a 70 km al sureste de Linares, N.L., cuerpos de menores dimensiones se ubican hacia el flanco oriental de la Sierra Chiquita.

Considerado como una intrusión posterior al emplazamiento de la masa ígnea que constituye la sierra de San Carlos, se tiene el intrusivo sienítico calcoalcalino con variaciones a monzonita que constituye el área de cerro El Diente, estructura emplazada en el extremo sureste de la sierra de San Carlos, esta masa ígnea tiene forma de lacolito de color crema claro a ocre, de textura porfídica, con fenocristales de plagioclasa, feldespato y ferromagnesianos, dicha estructura afecta a la secuencia sedimentaria mesozoica y a la estructura de la sierra de San Carlos, dentro de la masa de la sienítica se encuentran una gran cantidad de diques clasificados como camptonitas, los cuales se encuentran ligados a procesos de alteración hidrotermal que afectan en algunas zonas a la sienita, localmente en las proximidades de los contactos sienita-caliza, éste, se evidencia por diseminación de pirita en las capas calcáreas con interestratificación de diquestratos de la misma composición

De la misma forma se correlaciona por litología y posición estratigráfica con las rocas de la sierra de El Picacho.

Las condiciones geológico-mineras son favorables y se consideran altamente prospectables en la búsqueda de yacimientos de skarn de hierro.

Basalto (Tm B)

Unidad considerada como parte de la provincia Alcalina Oriental, aflora en la porción centro sur y este de la carta, algunas localidades se tienen al oriente de la presa Vicente Guerrero, en la ranchería el Limonal y en las inmediaciones de la sierras de San Carlos y San Lázaro.

Roca de color gris verdoso oscuro a negro al fresco y con tonalidades rojizas por procesos de intemperismo, estructura vesicular, textura afanítica con fenocristales de plagioclasa y olivino, corresponden a una lava basáltica fisural, su expresión morfológica es de mesetas.

Resultados de tres muestreos petrográficos (Li-4, 42 y 48), reportan lo siguiente: Li-4: basalto de augita, y Li-42 y 48: basalto de augita-forsterita.

Por su relación estratigráfica se le ubica en el Mioceno, no existen reportes radiométricos. Se encuentra sobreyaciendo en contacto discordante a las formaciones Méndez (Kcm Lu-Mg), Agua Nueva (Kcet Cz-Lu), San Felipe (Kcm Lu-Cz), Palma Real-Guayabal (Teo Ar-Lu), Catahoula (Tom Ar-Lu) y a las formaciones Oackville-Lagarto-Tuxpan (Tm Ar-Cgp).

No presenta condiciones favorables en el aspecto minero

III.2.4.- Depósitos Cuaternarios

Aluvión (Qho al)

Unidad representada por clastos de diferente granulometría, desde unos cuantos milímetros hasta cantos de 20 cm, se encuentra distribuida en las márgenes de los arroyos y en las partes planas en donde existen tierras de cultivo y son producto de la desintegración de las rocas preexistentes, formado principalmente por calizas y en menor proporción por rocas ígneas.

III.3.-GEOLOGIA ESTRUCTURAL

III.3.1. Interpretación del Modelo Digital del Terreno.

El modelo digital de elevación es una representación virtual de la superficie del terreno, confeccionado con el apoyo de un software a partir de las curvas de nivel tomadas a partir de una base de datos topográficos.

De acuerdo a la interpretación del modelo digital de elevación de la carta Linares G14-11, escala 1: 250,000 se puede distinguir o clasificar a esta región en base a sus patrones geomorfológicos, litológicos y estructurales en 5 zonas (**Figura 6**).

- I.- Sierra Madre Oriental.
- II.- Plataforma Valles-San Luis Potosí
- III.-Cuenca Tampico-Misantla
- IV.- Zona de intrusivos
- V.- Cuenca de Burgos.

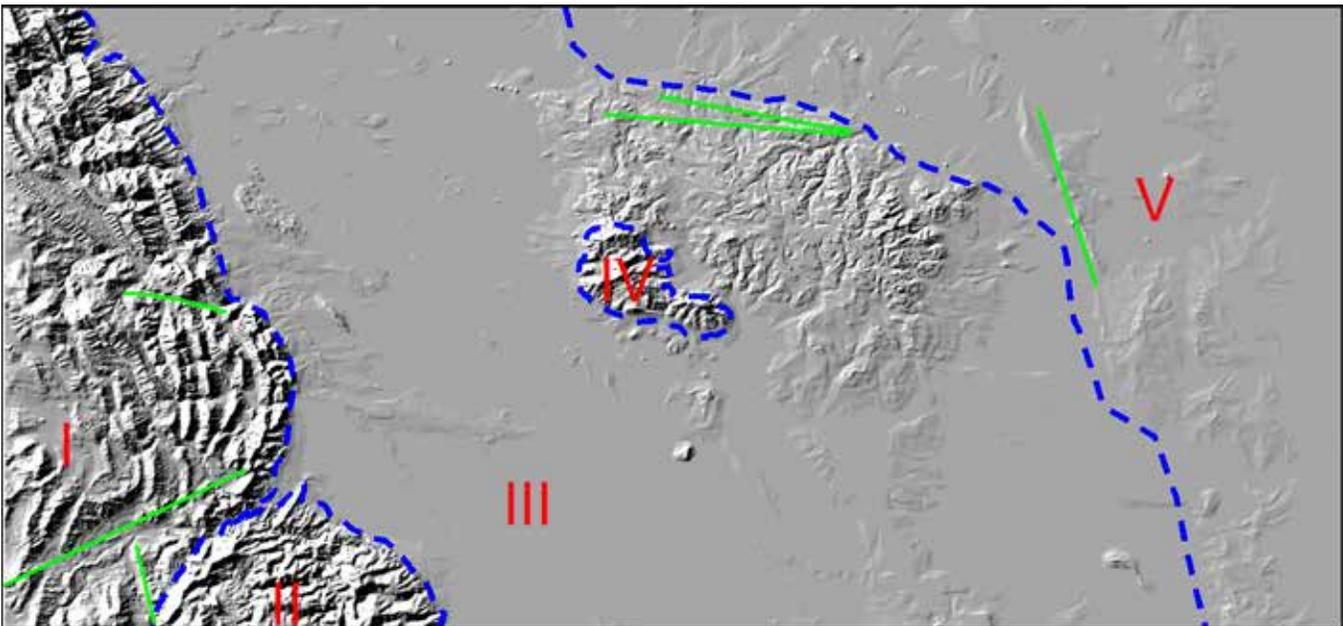


Figura 6.- Interpretación del Modelo Digital de Elevación

Zona I.- Localizada en la porción poniente de la carta, presenta el relieve más elevado donde se puede apreciar un patrón geomorfológico con tendencia general NW-SE y que corresponde a la disposición geométrica de las estructuras principales. Entre las se pueden observar pliegues apretados, recumbentes e isoclinales, fallas y cabalgaduras.

De igual forma se interpretan lineamientos que pueden corresponder a fallas normales y laterales, fracturas con dirección NE-SW así como al NW-SE.

Zona II.- Plataforma Valles-San Luis Potosí, se localiza al suroeste de la carta y presenta una geomorfología disarmonica con respecto al trend geomorfológico-estructural de La Sierra Madre Oriental, las geoformas presentes son lomas con formas elongadas y sierras altas que pueden corresponder a estructuras amplias de anticlinales y sinclinales simétricos, disectados por cañones profundos que conforman patrones de drenaje dendrítico, subparalelo y en menor grado radial. De acuerdo a la literatura en esta zona se localizan partes elevadas del basamento cristalino, como lo es el caso de los Esquistos Aramberri y la terminación periclinial norte del anticlinal Huizachal-Peregrina.

Zona III.- Cuenca Tampico-Misantla, esta se observa en la porción central de la carta, presenta un relieve mucho más bajo que el anterior, que por lo general no sobrepasa la cota de los 400m de altitud, conformado por amplios valles aluviales y lomeríos de poca elevación, así como por mesetas de unidades conglomeráticas, como lo es el caso de la mesa El Salero que es la más extensa. La zona se localiza en la porción centro-poniente de la carta, con una orientación general NW-SE y se encuentra delimitada por las elevaciones abruptas de la sierra Madre Oriental al poniente y por la sierra de San Carlos al oriente.

Zona IV.- Zona de Intrusitos. Ubicada en la parte central de la carta, presenta elevaciones importantes y se caracteriza por presentar un drenaje radial, y dos estructuras semicirculares, al parece corresponden a cuerpos intrusivos.

Zona V.- La Cuenca de Burgos, localizada en la parte oriental constituye el relieve más bajo de la carta, conformado por franjas de lomeríos suaves de poca elevación con disposición general N-S y que de acuerdo a la literatura pueden corresponder a fallas normales o de crecimiento, además de extensas mesetas de depósitos conglomeráticos y amplios valles aluviales. También se pueden apreciar cerros

aislados en la parte norte de esta zona, que se correlacionan con la actividad magmática de la sierra de San Carlos.

III.3.2. Interpretación de la Imagen de Satélite.

Para la realización de la interpretación se utilizaron dos imágenes digitales Landsat ETM, de la plataforma 7 del año 2000 (números 2623 y 2743). Posteriormente se le dio un tratamiento digital para formar una imagen FUSE con resolución espacial de 15 x 15m.

La imagen FUSE mostró en las bandas 6, 3, 2 y pancromático alta respuesta espectral, para fines de diferenciación estratigráfica, litológica y estructural. La interpretación fue realizada sobre la imagen de satélite mostrada por el software arc gis 8.2 y arc view 3.2 basándose en criterios universales de interpretación foto-geológica como lo son: Color, tono, textura, topofomas, drenaje, vegetación, alineamientos, discontinuidades y respuesta espectral (**Figura 7**).

Las unidades que conforman la imagen de satélite se encuentran afectadas por diversas fases tectónicas superpuestas. Una primera fase de deformación reconocible, esta relacionada con la deformación de los esquistos paleozoicos que afloran en el núcleo de un anticlinal Mesozoico en la región de Aramberri N.L.

Por otra parte, se observa una segunda fase tectónica de distensión que genero el desarrollo de pilares y cuencas tectónicas con rumbos NE-SW. Estos elementos posiblemente condicionaron la acumulación tanto de los lechos arenos-conglomeráticos continentales del Triásico-Jurásico (formaciones Huizachal y La Joya), como de todos los depósitos mesozoicos marinos posteriores. De manera muy clara se distingue un importante episodio de deformación (orogenia Laramide), que origino las numerosas estructuras que conforman la secuencia marina que aflora en gran parte de la carta. Las estructuras más sobresalientes relacionadas a este episodio se encuentran formando la sierra Madre Oriental y la sierra de San Carlos. La primera se puede considerar como un grupo apretado de anticlinales-sinclinales, simétricos y recumbentes, estos últimos recostados hacia el noreste. En forma general, este tipo de estructuras representa dos tipos de orientación una hacia el noreste en la región sur, y otra hacia el noroeste en la porción norte.

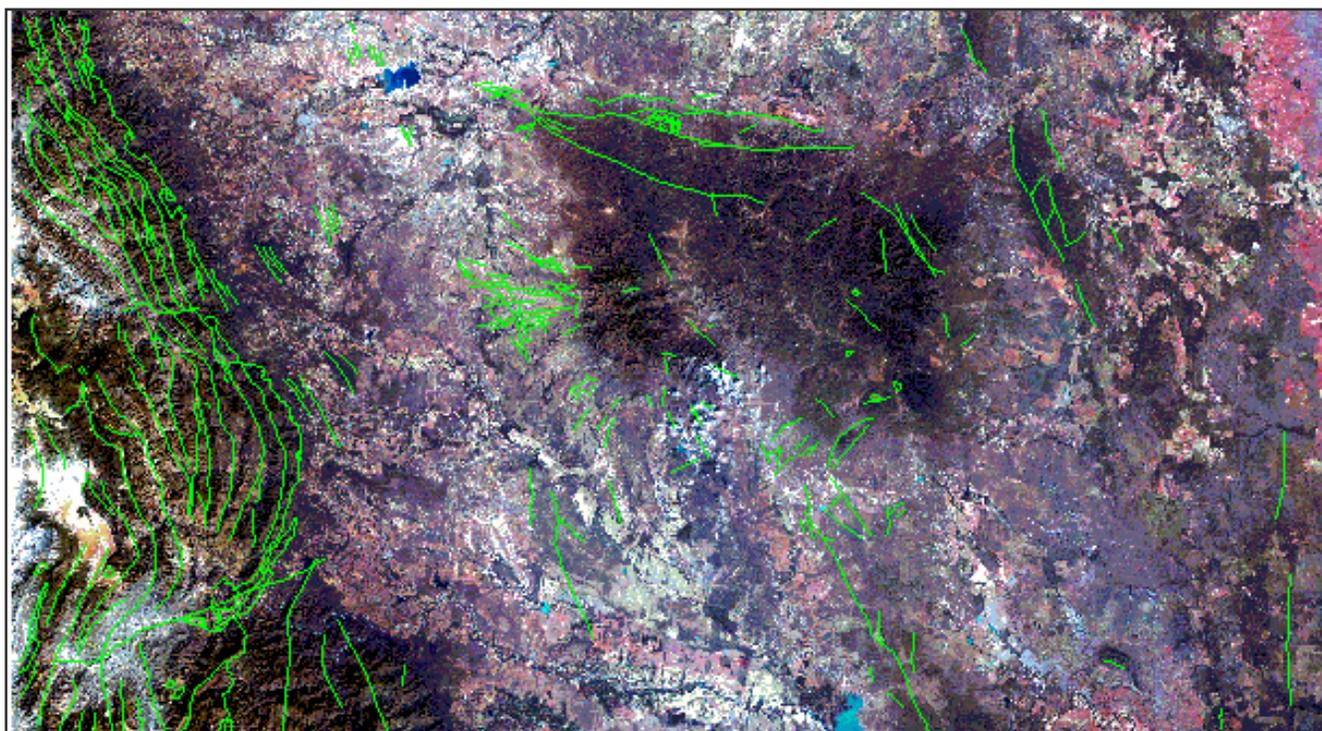


Figura 7.- Interpretación de la Imagen de Satélite

Paralelas a las estructuras se tienen dos fallas inversas que ponen en contacto a calizas del Cretácico inferior (Formación Cupido) con lutitas del Cretácico superior (Formación Méndez) en el frente oriental de la sierra. Otra falla que se localiza en la zona, corresponde a la parte interna de la sierra Madre Oriental, es de menor longitud y ponen en contacto tectónico a calizas y limolitas del Cretácico inferior (Formación Taraises) sobre calizas y lutitas del Cretácico superior (formaciones San Felipe y Méndez), ambas estructuras presentan una con orientación al suroeste. Con la misma configuración se tienen además un gran número de pequeñas fallas inversas que originan escamas e interrupciones estructurales de menor magnitud en la secuencia sedimentaria.

Por lo que respecta a la sierra de San Carlos se observan dos grandes estructuras anticlinales de tipo domino alargado, afectadas por una serie de intrusiones terciarias, que originaron una serie de estructuras de menor magnitud con orientación este-oeste.

Los sedimentos terciarios marinos que afloran en el área presentan un echado regional hacia el este e infiriéndose que conforman cortas estructuras

anticlinales, las cuales presentan por lo general una orientación similar a la sierra de San Carlos y de la sierra Madre Oriental.

Por otra parte, se reconoce una última fase tectónica de probable edad miocénica con orientación NW–SE, evidenciada por la deformación y fallas desarrolladas en los depósitos continentales del Oligoceno-Mioceno.

III.3.3.- Descripción de Estructuras

En la carta Linares, se presentan tres tipos de deformación siendo: dúctil, dúctil-frágil y frágil. Los dos primeros son debidos a esfuerzos compresivos que originan plegamientos y cabalgaduras en rocas sedimentarias y metamórficas y el tercero a procesos extensionales o distensivos post-laramídicos.

Parte de las estructuras que se enmarcan en el área de estudio, se definen como un cinturón de pliegues y cabalgaduras, conformado con una orientación preferencial NW-SE y N-S, afectados por fallas inversas paralelas a los ejes de los pliegues y posteriormente por un fallamiento de tipo normal (**Figura 8**).

Angostura-El Borrego sinclinal San Bartolo-Las Casas, anticlinal La Ascensión y anticlinal Montelongo. En la porción sur, el anticlinal Huizachal-Peregrina. Para la porción centro-norte tenemos las fallas El Mulato y Palos Blancos y el anticlinal Moctezuma.

Quizás la más sobresaliente es la que constituye el frente de cabalgadura, formado por las fallas Hualahuises-Linares y Obregón; estructura descrita y nombrada por Díaz (1951, en Padilla y Sánchez, 1986) como Falla Frontal y que el mismo Padilla (1986) renombra como Cabalgadura Mayor.

Cabalgaduras

Falla Hualahuises–Linares. Se localiza en la porción noroeste de la carta, al oeste de Linares, N.L., forma parte del gran frente de cabalgadura que se manifiesta a lo largo de La Sierra Madre Oriental, su dirección en general es NW-SE, con una exposición de 45 km aproximadamente, a lo largo de su traza presenta algunas deflexiones. Pone en contacto la Formación Cupido (Khap Cz), la cual sobreyace tectónicamente sobre la Formación Méndez (Kcm Lu-Mg) y menormente (en su extremo noroeste) a las formaciones Agua Nueva (Kcet Cz-Lu) y San Felipe (Kcoss Lu-Cz).

En algunos cortes sobre la carretera Linares-Galeana, es posible apreciar indicadores cinemáticos, así como brechas tectónicas desarrolladas en la Formación Cupido con clastos desde algunos centímetros a más de un metro, el espesor de estas brechas llega a tener hasta 30m. Por sus parte las unidades sobre las que sobreyace, en alguno sitios manifiestan una deformación y recristalización.

Falla Obregón- Ubicada en la porción central y suroeste del frente de cabalgadura de la Sierra Madre Oriental, al oeste y suroeste de Villagrán, Tamps., su dirección es al NW en su porción norte y al NE en la parte sur, debido a deflexiones a lo largo de su traza, siendo las mas notables las observadas al oeste de Villagrán y noreste de Aramberri, N.L., la longitud de su traza es de 80 km, considerando desde Villa Mainero, Tamps., hasta el limite sur de la carta, donde se continua a la carta colindante

La mayor parte de la cabalgadura traslapa rocas calizas de las formaciones Cupido (Khap Cz) y Aurora (Ka Cz) sobre la Formación Méndez (Kcm Lu-Mg), indicando los procesos de avance de la cabalgadura, en base a la competencia y plasticidad de las rocas involucradas.

En la parte central de la estructura, una posible disminución de los esfuerzos o en el contrafuerte, permite que una secuencia menos competente como la Formación Cuesta del Cura (Kace Cz-Lu), marque el frente de la cabalgadura, para continuar al sur con la Formación Cupido (Khap Cz); la cual presenta despegues intraformacionales (suroeste de Villagrán y oeste de Hidalgo, Tamps), y donde también es posible observar el rompimiento de masas de la Formación Cupido (Khap Cz), que continuaron deslizando hasta formar klippes.

Al oriente de Aramberri, N.L., y con marcadas deflexiones, el frente de la cabalgadura se desarrolla en las formaciones Zuloaga (Jok Cz) y Cupido (Khap Cz), dichos corrimientos se tienen principalmente sobre la Formación Méndez, y menormente en las unidades Agua Nueva (Kcet Cz-Lu) y San Felipe (Kcoss Lu-Cz), cuyas condiciones arcillosas y menor competencia, las hacen susceptibles de actuar como superficies de despegue.

Fallas La Garza y La Joya- Se localizan en el extremo suroeste de la carta, al SE de Aramberri, N.L. La traza de la primera de ellas, al parecer corresponde al eje de un anticlinal roto, el cual tenia como núcleo a rocas de la Formación Zuloaga (Jok Cz), las cuales, junto con las de las formaciones Cupido (Khap Cz) La Casita (Jt Lu-Ar) y Taraises (Kbeh Cz-Lu), presentan corrimiento tectónico sobre la Formación Méndez (Kcm Lu-Mg), la dirección de esta cabalgadura es N-NE, con menores deflexiones que las anteriores y una longitud de aproximadamente 10 km. Entre está y la falla Obregón, se tiene La Joya, las cuales parecen continuidades o desprendimientos de la falla Obregón.

Falla La Joya.- Presenta caracterizas muy similares a la anterior (La Garza), con la particularidad, de ser los yesos y dolomías de la Formación Olvido (Jok Y-Do), los que constituyen el núcleo de la estructura rota, y junto con la Formación La Casita (Jt Lu-Ar) ser la unidades que se traslapan sobre la Formación Cupido (Khap Cz), está ultima unidad presenta fallamiento intraformacional en su parte noreste, la dirección de la estructura es NE-SW y una longitud aproximada de 14 km.

Falla San Manuel.- Se localiza en la extremo noroeste de la carta, al oeste y suroeste de Linares, N.L. Su dirección en general es NW-SE, desplazada por un fallamiento lateral en las inmediaciones de la ranchería de Cuevas (poniente de Villa Mainero, Tamps.), para continuar con la misma dirección. Al igual que las anteriores cabalgaduras presenta

algunas deflexiones. Su longitud aproximada es de 68 km.

El sector norte de esta cabalgadura, con referencia a la falla lateral (Cuevas) que la desplaza, pone en contacto tectónico a la Formación Aurora (Ka Cz) y menormente a la Cupido (Khap Cz), sobre la Formación Agua Nueva (Kcet Cz-Lu). Hacia la parte media de este sector, se acuña la Formación Agua Nueva (Kcet Cz-Lu), siendo la Formación Cuesta del Cura (Kace Cz-Lu), la unidad traslapada por la Formación Cupido (Khap Cz), para finalmente imbricarse en su extremo sureste en las formaciones Agua Nueva (Kcet Cz-Lu) y Méndez (Kcm Lu-Mg).

En una deflexión que sufre la cabalgadura, es la Formación Aurora (Ka Cz) la que cabalga a la Formación Agua Nueva (Kcet Cz-Lu). En todo este sector al parecer la Formación La Peña es la que sirvió de superficie de despegue para el desarrollo de la cabalgadura.

Hacia el sur la cabalgadura tiene una mayor deflexión, lo que origina que la Formación Cupido (Khap Cz) se imbrique sobre las formaciones Cuesta del Cura (Kace Cz-Lu), Méndez (Kcm Lu-Mg), Agua Nueva (Kcet Cz-Lu) y San Felipe (Kcoss Lu-Cz), para hacerlo nuevamente en la Méndez (Kcm Lu-Mg), la cual es también imbricada por la Formación Aurora (Ka Cz), al extremo sureste de la cabalgadura.

Falla la Silla.- Se ubica al oeste de la carta, entre las poblaciones de La Ascensión, N.L., y Villagrán, Tamps. Es de dirección casi N-S, con una longitud de 11 km. En esta cabalgadura la Formación Cupido (Khap Cz) se traslapa sobre las unidades Agua Nueva (Kcet Cz-Lu) y San Felipe (Kcoss Lu-Cz); mientras que la Taraises (Kbeh Cz-Lu) lo hace sobre la propia Cupido (Khap Cz).

Pliegues

En las rocas mesozoicas de La Sierra Madre Oriental, se presentan estructuras anticlinales y sinclinales normales y recumbentes de orientaciones preferenciales NW-SE y N-S con vergencia al NE, presentan en parte deflexiones, lo que le confiere a algunas estructuras una forma arqueada.

En el resto de la carta las estructuras son de tipo simétrico con una dirección general al NW-SE, con excepción en la sierra de San Carlos-Cruillas, donde el anticlinal Moctezuma presenta una orientación al W-E, reflejándose también en la dirección del fallamiento normal en esa área.

Las estructuras mas destacables se localizan en La Sierra Madre Oriental, haciéndose una breve descripción de éstas, a partir del frente de cabalgadura hacia el poniente y de norte a sur, para continuar de poniente a oriente con el resto de la carta.

Sinclinal Guadalupe- Se localiza al noroeste de la carta, al oeste y suroeste de Linares, N.L. Presenta una dirección general de NW-SE, con algunas deflexiones. En su porción noroeste, su dirección es NW 40° SE y se continua al norte con dirección N 15° W, al sureste se orienta NW 20° SE. Su longitud aproximada es de 55 km.

Estructura recumbente en su parte suroeste, conformada en su núcleo por rocas de la Formación Méndez, con su flanco norte constituido por las formaciones San Felipe, Agua Nueva, Cuesta del Cura, Aurora, La Peña y Cupido, su flanco opuesto se interrumpe por la cabalgadura San Manuel.

Hacia su parte noroeste, se interpreta como un sinclinal simétrico, con su núcleo desarrollado en la Formación Agua Nueva, su flanco noreste esta construido en las formaciones Cuesta del Cura, Aurora, La Peña y Cupido, el flanco opuesto se encuentra afectado por la cabalgadura San Manuel. La estructura complementaria al oriente (cerro Bandera), es un anticlinal simétrico, su núcleo lo constituye la Formación Cupido, su dirección es NW-SE y una longitud aproximada de 10 km, con cierre periclinal al noroeste.

Sinclinal Las Joberas.- Al parecer esté, es continuación del sinclinal Guadalupe, interrumpidos por la cabalgadura San Manuel. Se localiza en la porción oeste-suroeste de la carta (al suroeste de Villagrán, Tamps.).

Estructura recumbente hacia el noreste, de forma arqueada, que al norte tiene una dirección de NW 25° SE y al sur, cambia al NE 15° SW, con una longitud aproximada de 30 km. En el núcleo afloran rocas pertenecientes a la Formación Méndez, con sus flancos desarrollados en las formaciones San Felipe, Agua Nueva, Cuesta del Cura, Aurora, La Peña y Cupido, el flanco oeste es afectado en el extremo noroeste por la cabalgadura San Manuel.

Su correspondiente al oriente es un anticlinal recumbente desarrollado en la sierra El Fraile, el cual construye su núcleo en la Formación La Casita, presenta su flanco poniente completo y el complementario es roto en la Formación Aurora, por la cabalgadura Obregón.

Anticlinal Nogalar.- Continuando al suroeste, esté, se tiene hacia la esquina SW de la carta, a 17 km al sureste de Aramberri, N.L.; su longitud es de 12 km aproximadamente, con una dirección de NE 25° SW.

Se trata de una estructura simétrica, con cierre periclinal en su parte sureste, su núcleo se construye en la Formación La Casita, con sus flancos desarrollados en las formaciones Taraises, Cupido, La Peña, Aurora, Cuesta del Cura y Agua Nueva. Su flanco oriente en parte es afectado por la continuación de la cabalgadura Obregón. La estructura completaría al poniente es el sinclinal Los Mimbres.

Sinclinal Los Mimbres.- Localizado en la esquina suroeste de la carta y a 15 km al oriente de Aramberri, N.L., presenta una dirección norte-sur y una longitud de 8 km.

Estructura simétrica, con cierre periclinal al sur, perdiéndose su traza al norte por rellenos que la enmascaran, su núcleo se construye en rocas de la Formación Agua Nueva, y sus flancos se constituyen en rocas de las formaciones Cuesta del Cura, Aurora, La Peña y Cupido, su flanco poniente se encuentra parcialmente afectado por la falla Aramberri.

Sinclinal El Picacho.- Ubicado hacia la esquina noroeste de la carta y 7 km al oriente de Iturbide, N.L., con una longitud estimada de 38 km, la traza de su eje al sureste es desplazado por la falla lateral Cuevas.

Sinclinal recumbente, con orientación general de NW-SE, con deflexiones que hacen variar la dirección de su eje de sur a norte en NW 20° a 40° SE. Tiene su núcleo en la Formación Cuesta del Cura, con sus flancos construidos en las formaciones Aurora, La Peña, Cupido y Taraises, presenta cierre periclinal hacia el sureste y su eje abierto hacia el noroeste, las estructuras complementarias al poniente son los anticlinales Los Tejocotes e Iturbide, al oriente no se tiene estructura complementaria debido a la cabalgadura San Manuel.

Anticlinal Los Tejocotes.- Localizado en el limite poniente de la carta, al norte de Iturbide, N.L., su dirección presenta variaciones de sur a norte de NW 22° a 45° SE, y su longitud es de 16 km aproximadamente.

Es una estructura recumbente, cuya traza se continua al NW en la carta colindante. El núcleo de la

estructura (Los Tejocotes) esta construido en la Formación Taraises, y sus flancos en las formaciones Cupido, La Peña, Aurora, Cuesta del Cura y Agua Nueva. Las estructuras complementarias son los sinclinales El Picacho y Prieto, al oriente y poniente respectivamente.

Anticlinal Iturbide.- Se localiza en el limite poniente de la carta, tomando su nombre de la población de Iturbide, N.L., por la cual pasa su eje axial, su longitud estimada es de 40 km, limitado al sur por la falla lateral Cuevas, que interrumpe su traza, siendo al parecer el anticlinal de Ibarra su prolongación al sureste, hacia esta parte la traza de su eje presenta una dirección NW 26° SE, en la parte media y al noroeste presenta una deflexión con dirección al NW 47°-21°-12° SE.

El núcleo de está estructura con recumbencia hacia el noreste se construye en la Formación La Casita, en tanto que sus flancos lo hacen en las unidades Taraises, Cupido, La Peña, Aurora, Cuesta del Cura y Agua Nueva. Las estructuras complementarias en su flanco oriente, son los sinclinales El Picacho en el sur, Rosa y Prieto en el sector norte. Al poniente la estructura complementaria es el sinclinal La Poza.

Sinclinal Prieto.- Localizado hacia el limite poniente de la carta, al noroeste y 4 km de Iturbide, N.L., presenta una dirección general de NW 35° SE, su longitud es de 10 km, aproximadamente.

Estructura complementaria de los anticlinales Los Tejocotes e Iturbide, es de tipo simétrico y cierres periclinales en los extremos de su eje axial. la Formación Agua Nueva constituye su núcleo y sus flancos se construyen en las formaciones Cuesta del Cura, Aurora, La Peña, Cupido y Taraises.

Sinclinal Rosa.- Localizado en la esquina noroeste de la carta, al este franco y 3 km de Iturbide N.L., la longitud de su eje axial es de 9 km y su dirección es NW 27° SE.

Es una estructura periclinal y simétrica, el cierre al sureste se infiere bajo la cubierta aluvial; en la unidad San Felipe se construye el núcleo de la estructura, en tanto que flancos lo hacen en las formaciones Agua Nueva, Cuesta del Cura, Aurora, La Peña, Cupido y Taraises.

Sinclinal La Poza.- Se encuentra al poniente de la carta, al sur-suroeste y 5 km aproximadamente de Iturbide, N.L., su dirección general es NW 44° SE, con una longitud estimada de 25 km, es complementario del anticlinal Iturbide al oriente.

Se trata de una estructura recumbente, en donde el núcleo esta constituido por la Formación Méndez, sus flancos se construyen en las unidades San Felipe, Agua Nueva, Cuesta del Cura, Aurora, La Peña, Cupido y Taraises.

Anticlinal Ibarra.- Localizado al centro-poniente de la carta, al noreste y 25 km aproximadamente de La Ascensión, N.L., su longitud estimada es de 38 km; la traza de su eje presenta flexiones principalmente hacia su parte norte, en donde su dirección varia de NW 54° a 10° y 33° SE, para cambiar a una dirección NE 10° SW en su parte sur.

Por la similitud y continuidad litológica, parece ser la continuidad del anticlinal Iturbide, de tipo recumbente, con su núcleo en L Formación La Casita, sus flancos se conforman (en ambos casos) por las unidades del Cretácico inferior y superior, llegando estos hasta la Formación San Felipe, las estructuras complementarias son: los sinclinales Las Joberas y Las Adjuntas, al oriente y poniente respectivamente.

Sinclinal Las Adjuntas.- Se ubica hacia la porción poniente-centro de la carta, a 22 km aproximadamente al noreste de La Ascensión N.L., la dirección de su eje sufre variaciones en la parte norte de NW 54° a 13° SE, su continuidad al sur, es casi norte-sur.

Estructura recumbente, con su núcleo construido en la Formación Méndez, sus flancos se conforman en las unidades del Cretácico inferior y superior, la traza de su eje presenta cierre periclinal al norte, mientras que al sur se pierde al ser cubierto por materiales de relleno. La estructura complementaria al oriente es: el anticlinal Ibarra, en tanto que al poniente la complementaria esta ausente, debido a la cabalgadura La Silla.

Sinclinal de Enmedio.- Este se localiza hacia el limite centro-poniente de la carta, aproximadamente a 22 km al noreste de La Ascensión, N.L., la orientación de su eje axial es NW 17° SE, con una deflexión casi norte-sur en su parte central, la longitud es de 22 km.

Es una estructura periclinal y simétrica, su núcleo esta construido en las Formaciones San Felipe y Méndez, con sus flancos constituidos en las formaciones Agua Nueva, Cuesta del Cura, Aurora, La Peña, Cupido y Taraises. Su estructura complementaria al poniente es el anticlinal Buena Vista.

Anticlinal Buena Vista.- También localizado al centro-poniente de la carta y a una distancia de 17 km al noreste de La Ascensión, N.L., tiene una longitud aproximada de 25 km, su eje axial presenta una dirección de NW 30° SE, con una deflexión al sur que lo orienta casi norte-sur.

Al sur se comporta como una estructura recumbente, cuya traza es interrumpida por un relleno de conglomerados, comportándose en su parte norte en forma simétrica; el núcleo del anticlinal se construye en la Formación La Casita, mientras que sus flancos lo hacen en rocas de las unidades del Cretácico inferior y superior. Su estructura complementaria hacia el poniente es el sinclinal San Antonio Milpillas.

Sinclinal San Antonio Milpillas.- Se ubica hacia la esquina suroeste de la carta, a 15 km al oriente franco de La Ascensión, N.L., su longitud estimada es de 43 km, presenta marcadas deflexiones en sus extremos, la dirección general de su eje axial en la parte media es de NW 20° SE, variando al norte a NW 40° SE y al sur a NE 35° SW, lo que le da una forma arqueada.

Estructura recumbente que presenta cierres periclinales, en donde la Formación Méndez constituye el núcleo de la estructura y sus flancos se construyen en las unidades sedimentarias del Cretácico superior e inferior. La estructura complementaria al poniente es el anticlinal La Angostura - El Borrego.

Anticlinal La Angostura - El Borrego.- Localizado hacia la esquina suroeste de la carta, a 9.0 km al oriente franco de La Ascensión, N.L., su longitud estimada es de 60 km, presenta marcadas deflexiones a lo largo de la traza de su eje axial., en la parte media su dirección es de NW 22° SE, variando al norte de NW 42° a 20° SE y al sur a NE 40° SW para terminar en NW 10° SE, dándole en general una forma alabeada a la estructura.

Estructura recumbente, que se continúa al sur en la carta colindante, y queda abierta en su parte norte, su núcleo esta construido en la Formación La Casita, cuyos flancos se desarrollan en rocas del Cretácico inferior y superior. Su estructura complementaria al poniente es el sinclinal San Bartolo-Las Casas.

En el extremo sur de la estructura La Angostura–El Borrego, se tienen estructuras complementarias de menores dimensiones, al oriente se tiene un sinclinal simétrico, con cierre periclinal al norte y abierto en la carta colindante, la dirección de la estructura es casi norte-sur, con una longitud estimada de 8 km, el

núcleo esta constituido en la Formación Aurora y los flancos en rocas del Cretácico inferior. Al oeste se tiene un sinclinal, también de dirección norte-sur, con cierre periclinal al norte, abierto al sur en la carta colindante, con el núcleo construido en la Formación Aurora y los flancos por rocas del Cretácico inferior.

Complementario al anterior, se tiene al oeste un anticlinal simétrico, con cierre periclinal al norte y de dirección NE 20° SW, su núcleo se encuentra en la Formación La Casita, y sus flancos se construyen en rocas del Cretácico inferior y superior. Como estructura complementaria al oeste tiene un sinclinal simétrico de dirección NE 10° SW y 10 km de longitud, la traza del eje axial de la estructura es cubierta por material de relleno y al sur queda abierta en la carta colindante, su núcleo es construido en la Formación Agua Nueva y sus flancos se desarrollan en rocas cretácicas. Está podría ser la continuación al sur del sinclinal San Bartolo-Las Casas. Su estructura complementaria al oeste es el anticlinal La Ascensión.

Sinclinal San Bartolo-Las Casas.- Se localiza hacia la esquina suroeste y cerca del límite oeste de la carta, con relación a La Ascensión, N.L. (su terminación al norte) se tiene a 5 km al oriente franco. Su longitud estimada es de 30 km, presenta un forma arqueada, por lo que la dirección de su eje axial presenta dos direcciones, al NW 30° SE y NE 40° SW, en sus porciones norte y sur respectivamente.

Estructura recumbente, con su núcleo abierto en la Formación Méndez, con el flanco oriente desarrollado hasta las rocas jurásicas de la Formación La Casita y el opuesto en rocas del Cretácico superior e inferior, su terminación al suroeste es en cierre periclinal y al noroeste la traza es cubierta por materiales de relleno, infiriéndose su continuidad, por debajo de estos. Su estructura complementaria al poniente es el anticlinal La Ascensión.

Sinclinal San Joaquín.- Se localiza muy próximo al límite poniente de la carta, y su terminación al sur se tiene a 6 km al poniente franco de La Ascensión, N.L., presenta ligeras deflexiones, pero se puede considerar en general la dirección de su eje e norte-sur, su traza aproximada es de 14 km.

Sinclinal simétrico, abierto hacia ambas terminaciones, con la Formación Agua Nueva como constructora del núcleo, con sus flancos en rocas cretácicas de las formaciones Cuesta del Cura, Aurora, La Peña y Cupido,

Anticlinal La Ascensión.- Su localización se da hacia la esquina suroeste de la carta, su traza pasa al poniente franco y 4 km de La Escondida, N.L., la estructura presenta algunas flexiones, considerando la dirección de su eje axial en su parte central con NE 25° SW y al sur con NE 16° SW.

La continuidad de la traza se pierde tanto al norte como al sur, por materiales de relleno, la estructura es recumbente, con su núcleo desarrollado en rocas jurásicas de la Formación Olvido, por lo que sus flancos se construyen en la Formación La Casita y rocas del Cretácico. Al oriente la estructura complementaria es el sinclinal San Bartolo-Las Casas y al poniente lo son dos sinclinales ubicados en la sierra de Los Pinos.

Los sinclinales antes mencionados se ubican al noroeste y suroeste de La Escondida, N.L., ambos son simétricos y presentan en la traza de su eje una dirección general de NE 25° SW, el ubicado al noroeste tiene una longitud de 16 km, con cierre periclinal al suroeste y cubierta su traza en su extremo opuesto por aluvión, el segundo tiene una longitud aproximada de 7 km, cierre periclinal al noreste y abierto hacia la carta colindante.

El núcleo de la primera estructura se construye en la Formación Méndez, mientras que la segunda lo hace en Agua Nueva, en ambos casos los flancos se desarrollan en rocas cretácicas. La estructura complementaria de ambos es el anticlinal Montelongo.

Como se menciona la continuidad al noroeste del anticlinal La Ascensión se encuentra cubierta por rellenos, pudiendo ser está, una estructura ubicada al noroeste de la población de la Ascensión, y complementaria al oriente del sinclinal San Joaquín. Se trata de un anticlinal simétrico, con cierre periclinal al noroeste. La dirección de su eje es NW 30° SE, con una extensión aproximada de 10 km. Su núcleo se constituye en la Formación Cupido y sus flancos en rocas cretácicas.

Anticlinal Montelongo.- Se localiza en el extremo suroeste y límite oeste de la carta, su traza pasa al oeste franco y 7 km aproximadamente de La Escondida, N.L., en general la traza de su eje presenta una dirección de NE 15° SW y tiene una longitud aproximada de 14 km.

Estructura recumbente, con su núcleo en rocas jurásicas de la Formación Olvido, sus flancos se tienen en rocas del Jurásico superior y Cretácico

inferior, presenta cierre periclinal al noreste y queda abierto al suroeste en la carta colindante.

Estructuras al oriente de frente de cabalgadura.

Anticlinal Huizachal-Peregrina.- Se localiza hacia el suroeste de la carta, al sur-suroeste y 18 km de Hidalgo, Tamps., la dirección general de su eje es de NW 23° SE y una longitud aproximada de 18 km.

Continuación al norte del anticlinal Huizachal-Peregrina, el cual tiene su mejor exposición en la carta Ciudad Victoria. Hacia esta parte se comporta como una estructura simétrica, cuyo núcleo se construye en rocas de la Formación Huizachal, teniendo sus flancos en rocas jurásicas y cretácicas que van desde la Formación La Joya hasta la Méndez.

Anticlinal San Antonio.- Localizado al suroeste de la carta y de Hidalgo, Tamps. (aproximadamente a 20 km), es una estructura recumbente, cuya traza del eje tiene una longitud estimada de 27 km, con una dirección que varía de NE 4° a 27° SW, para ser casi norte franco en su parte sur.

El núcleo se construye en las formaciones El Abra y Tamaulipas superior, y sus flancos en rocas del Cretácico superior.

Anticlinal Villagrán.- Localizado en la parte poniente y centro de la carta, la cual forma parte de una serie de estructuras anticlinales y sinclinales con cierre periclinal, que se tienen en las inmediaciones de Villagrán, Tamps., la dirección de éstas, en general es NW 36° SE, cuyos núcleos lo constituyen la Formación San Felipe y sus flancos aflora la Formación Méndez.

Estructuras de similares características se observan hacia el norte entre Villagrán y Linares, N.L., desarrolladas en la Formación Méndez.

Anticlinal Moctezuma.- Estructura que se localiza en la porción norte-centro de la carta y con relación a la población de Burgos, Tamps., al suroeste y 33 km. La dirección de su eje presenta una orientación general NW 67° SE, a lo largo de 35 km. Este cambio de dirección es muy notorio, con relación al resto de las estructuras, aduciéndose en parte a los efectos de los cuerpos intrusivos que se tiene en esta región.

El anticlinal es simétrico, con su núcleo en rocas de la Formación Tamaulipas superior, y sus flancos se tienen desarrollados en las formaciones Agua

Nueva, San Felipe y Méndez, el flanco norte en partes es afectado por la falla Palos Blancos, y el opuesto, menormente por un stock y apófisis de intrusivo.

Anticlinal El Chapopote.- Se localiza en la parte sur-sureste de la carta, aproximadamente a 26 km al oeste de Santander Jiménez, Tamps., la traza de su eje se considera de dirección NW 30° SE y una longitud aproximada de 40 km.

Estructura simétrica, cuya traza se infiere pasa a la carta colindante al sur, con su núcleo construido en la Formación San Felipe y sus flancos en la Formación Méndez.

III.3.3.3.- Deformación frágil

Fallas y fracturas

Estructuras relacionadas con los procesos tectónicos distensivos postlaramídicos. Son fallas de tipo normal, que presentan diferentes orientaciones e inclinaciones variables.

El sistema predominante es el NW-SE, en el cual se tienen las *fallas Aramberri, El Puerto, El Milagro, Los Reyes, San Juan, El Japón, La Soledad, Palos Blancos y El Mulato* y en el complementario, de tendencia N-S, las fallas Puerto del Aire, La Mojada y Buena Vista, finalmente la falla Cuevas presenta una dirección con tendencia al W-E y es de tipo lateral.

Falla Aramberri.- De tipo normal, localizada hacia la esquina suroeste de la carta, en las inmediaciones y al este de la población del mismo nombre, es de dirección NW 16° SE con buzamiento al SW, con un longitud de 10 km, la cual se encuentra parcialmente disectada:

Esta falla se interpreto como parte de un graben, en cuyos hombros se tienen rocas cretácicas, encontrándose la fosa cubierta por conglomerados terciarios y menormente aluvión, se encuentra afectando a rocas de la Formación Cupido (Khap Cz) Taraises (Kbeh Cz-Lu).

Falla El Milagro.- Localizada hacia al noreste de la carta y 12 km al suroeste de Cruillas, Tamps. Es de tipo normal, dirección general de NW 20° SE con una flexión en su parte sur, en donde la dirección es NW 56° SE, con buzamiento al NE, su traza tiene una longitud aproximada de 14 km, se encuentra afectando a rocas de la Formación Tamaulipas superior (Kace Cz).

Falla Los Reyes.- Se localiza en la porción noreste de la carta, y 8 km al este de Cruillas, Tamps., forma parte de un sistema escalonado junto con las fallas La Soledad y El Japón, su dirección es al NW 20° SE con buzamiento al SW, es una falla normal con un longitud de 15 km, la cual se encuentra afectando a rocas de la Formación Reynosa (Tpl Cgp).

Falla El Japón.- Con relación a Cruillas, Tamps., se localiza al oriente y 12 km de dicha población, la traza de esta falla normal presenta una dirección de NW 20° SE, con buzamiento al SW, afectando a la Formación Reynosa (Tpl Cgp), su longitud aproximada es de 10 km.

Falla La Soledad.- Se ubica en la porción noreste de la carta, y a 14 km al noreste de Cruillas, Tamps., su dirección es al NW 20° SE con buzamiento al SW, con un longitud de 10 km, falla normal que afecta a las formaciones Oackville-Lagarto-Tuxpan (Tm Ar-Cgp)

Falla San Juan.- Se ubica al noreste y próxima al limite norte de la carta, con relación a Burgos, Tamps, esta a 27 km al oriente de dicha población. Falla normal con una dirección de NW 20° SE, su longitud aproximada es de 8 km con buzamiento al SW, afectando a rocas de la Formación Reynosa (Tpl Cgp)

Falla Palos Blancos.- Junto con la El Mulato forman un sistema escalonado de fallas normales que se localiza en la porción centro-norte de la carta; ambas presentan deflexiones, pero sus trazas se consideran con una dirección NW 10° SE y buzamiento al noreste.

La falla Palos Blancos se ubica a 22 km al suroeste de Burgos, Tamps., su longitud se estima en 43 km, se encuentra afectando a rocas de la Formación San Felipe (Kcoss Lu- Cz).

Falla El Mulato.- Se localiza a 15 km al suroeste de Burgos, Tamps., su traza es de 33 km, afectando a rocas de la Formación San Felipe (Kcoss Lu- Cz).

Falla Puerto del Aire.- Junto con las fallas La Mojada y Buena Vista, se consideran de dirección general norte-sur. Se localiza al centro sur de la carta, y a 24 km al noreste de Hidalgo, Tamps., falla normal con buzamiento al este, que junto con la falla La Mojada, parecen formar un graben, esta falla (Puerto del Aire), afecta rocas de la Formación Méndez.

Falla La Mojada.- Ubicada aproximadamente a 27 km de Hidalgo, Tamps., con una longitud estimada en 8 km, es de tipo normal con buzamiento al oeste y se encuentra afectando a rocas de la Formación Velasco (Tpa Ar-Lu).

Falla Buenavista.- Se localiza en la esquina sureste de la carta, a 44 km de Santander Jiménez, se trata de una falla normal de dirección norte-sur con buzamiento al oriente y esta afectando a rocas de las formaciones Oackville-Lagarto-Tuxpan

Falla Cuevas.- Se localiza en las inmediaciones de la población del mismo nombre, en la porción noroeste-oeste de la carta, su traza tiene una extensión aproximada de 10 km, es una falla lateral siniestral, a la cual no se le identifico componente vertical, el desplazamiento lateral originado se estima en cerca de 1.0 km, afectando a rocas de la secuencia Cretácica.

III.4.- TECTÓNICA

Según la clasificación de terrenos tectonoestratigráficos, el área de estudio se ubicada en los terrenos Sierra Madre y Coahuila (Campa F. y Coney J. 1983), mientras que para Ortega et al., (1994) en el terreno Guachichil y Coahuiltecano.

La evolución tectónica del área se puede referir desde el Paleozoico, con el emplazamiento de una secuencia metamórfica aflorante en el anticlinorio Huizachal-Peregrina, para la que Ramírez R. Calixto (1978), postula que existieron dos fase tectónicas en el Paleozoico y refiere la posibilidad de aloctonía para el Esquisto Granjeno en el complejo metafórico, aflorante en Ciudad Victoria, postulando lo siguiente:

-El verdadero basamento continental de la región esta solamente representado por el complejo Precámbrico granulítico.

-En la región la transgresión marina del Silúrico medio se efectuó sobre un basamento de tipo continental (complejo Precámbrico granulítico), que estuvo expuesto a la erosión por largo tiempo

-Probablemente en la evolución paleozoica del oriente de México, existieron dos fase tectónicas fundamentales, que estuvieron acompañadas de metamorfismo regional, una durante el Paleozoico temprano y otra, durante el tardío, y la asociación litológica en el Esquisto Granjeno permite establecer la presencia de un antiguo arco insular, al este o sureste del área.

La tectónica dentro de la carta está reflejada en varios eventos, el más antiguo de edad pre-Jurásico superior, constituido por rocas metamórficas e ígneas, rocas marinas de edad Paleozoico y rocas continentales de edad Triásico superior, forman una gran estructura que aflora con un rumbo general NNW-SSE.

Otro más joven, constituido esencialmente por una secuencia de rocas sedimentarias marinas de edad Jurásico superior-Terciario inferior, formando estructuras de dirección N-S con recostamiento hacia el este, y buzantes al norte (Calixto Ramirez R., 1974).

La complejidad de las relaciones existentes entre las formaciones pre-Huizachal de edad Paleozoico-Precámbrico sufrió diversas deformaciones, la discordancia angular que existe entre los lechos rojos Triásicos de la Formación Huizachal y el conjunto Paleozoico-Precámbrico fue generadora de cabalgaduras importantes en dirección oeste. La secuencia sedimentaria de edad Silúrico-Pérmico cabalga ligeramente inclinándose hacia el este a los esquistos y gneis Aramberri.

De acuerdo a Eguiluz A. S (2000), La Sierra Madre Oriental corresponde a rocas mesozoicas y su complejo basal, que fueron levantados, comprimidos y transportados hacia el noreste formando pliegues y cabalgaduras durante la orogenia Laramide, mencionando que a lo largo del frente de este cinturón plegado se distinguen varios sectores que tienen variantes internas en el estilo y orientación de deformación, la cual es considerada de tipo "thin-skinned".

Al parecer la Sierra Madre Oriental presenta al menos tres eventos tectónicos. El primero sería una fase de extensión, de edad post-Triásico superior y pre-Jurásico inferior correspondiendo a lo que Tardy (1973), denominó fase cimérica en el sector Transversal de Parras (Padilla y Sánchez, 1978), y que para (Richard S. E., 1977 y Rueda G. J., 1998) inició en el Jurásico temprano y terminó a finales del Jurásico medio asociado a aulacógenos, que formaron parte del proceso de apertura del Golfo de México. Provocando la Formación de pilares y fosas tectónicas, dichos elementos condicionaron la acumulación tanto de los lechos arenos-conglomeráticos continentales del Triásico-Jurásico, como de todos los depósitos mesozoicos marinos posteriores.

Al continuar el proceso de desarrollo de cuencas en subsidencia (cuencas Tampico-Misantla y de Burgos) se desarrollaron depósitos característicos de

mares transgresivos que inundaron las tierras emergidas, desarrollándose plataformas, cuencas y taludes asociados a ellas, en las cuales contemporáneamente, se depositaban grandes secuencias calcáreo-terrágenas, cada vez más calcáreas.

Hacia el Cretácico superior la actividad volcánica que es evidencia de las primeras pulsaciones de la orogenia laramídica, se denota cada vez más en los sedimentos depositados por medio de niveles bentoníticos, en la cuenca se forman las unidades Agua Nueva, San Felipe y por último Méndez, unidades cada vez más volcánicas y clásticas.

Desde el Maastrichtiano inicia la fase compresiva de la orogenia laramídica (paroximal), transgrediendo el límite Cretácico-Terciario hasta el Paleoceno y plegando en el área todas las rocas mesozoicas. Desarrollo un tectonismo tipo cordillerano, caracterizado por pliegues y cabalgaduras mediante las que se construye la Sierra Madre Oriental.

En general, es coincidente para diversos autores como Padilla y Sánchez (1978) y Eguiluz et. al., (2000), entre otros, que los esfuerzos tangenciales que dieron origen a la Sierra Madre Oriental, son hacia el noreste y que la última unidad afectada fue la Formación Méndez, y el final de dichos esfuerzos es al inicio del Terciario, apoyando esto en la posición discordante que guardan los conglomerados continentales terciarios, sobre las estructuras mesozoicas aflorantes en la región de Aramberri.

Hacia el oriente se originó un marcado hundimiento, hacia una franca regresión marina que dio origen al gran depósito de sedimentos terciarios. Junto con los movimientos principales de la orogenia se produjeron otros de menor importancia originando compactaciones diferenciales y el reajuste de las cuencas, dándose así, pulsaciones en el fondo marino y fluctuaciones en la línea de costa. Dejando como evidencia interdigitaciones muy marcadas en los diferentes ciclos de sedimentación interrumpiéndose en varias ocasiones, así como un complejo patrón de depositación.

En el Terciario, particularmente en el Mioceno, una actividad ígnea, se manifiesta con el emplazamiento de cuerpos intrusivos y derrames basálticos, continuando el aporte a las cuencas en subsidencia (Tampico-Misantla y Burgos).

IV. YACIMIENTOS MINERALES

IV.1.- METÁLICOS.

Durante la cartografía geológico-minera y geoquímica de la carta Linares, se realizó el muestreo de interior mina y terreros, así como, el levantamiento con brújula y cinta de las principales minas que presentaban buenas condiciones de acceso en los distritos de San José, San Nicolás y las zonas mineralizadas La Gloria y Dulces Nombres, muestreo enfocado principalmente a los dos distritos para analizar la factibilidad económica de estos, así como también, determinar zonas de interés geológico-minero y proponerlas como blancos de exploración para estudios posteriores a fin de determinar con mayor certidumbre el potencial, origen e importancia de estos.

IV.1.1.-Introducción.

Dentro de la carta Linares las zonas más importantes en lo que se refiere a yacimientos minerales metálicos se ubican en la porción central de la carta.

Sobresale el distrito minero de San José localizado en la porción norte de la sierra Chiquita conocida también como sierra San Carlos, se caracteriza por contener depósitos minerales tipo skarn, asociados a un intrusivo diferenciado de composición granodiorita-diorita, con mineralización de sulfuros de hierro-cobre, con valores de oro y plata.

El distrito minero de San Nicolás se extiende a lo largo de 10 km con dirección NW y un ancho de 1 km, donde afloran estructuras de tipo veta, asociadas a cuerpos de remplazamiento encajonada en rocas calcáreas mesozoicas con dirección NW-SE, la mineralización consiste de sulfuros de plomo, plata y zinc.

La zona mineralizada La Gloria se ubica en la porción SSW de la Sierra Chiquita, consta de una zona mineralizada de contacto caliza arcillosa-intrusivo granodiorítico-diorítico y pequeñas zonas de hornfels, la mineralización consiste de sulfuros de plomo, plata y zinc, asociada a cuerpos vetiformes y de remplazamiento

La zona mineralizada Dulces Nombres, se ubica en el extremo SSW de la carta, las estructuras mineralizadas se manifiestan como filones de relleno de fisura y remplazamiento, encajonadas en rocas calcáreas mesozoicas, con mineralización de plomo, plata y zinc, actualmente se encuentran en

explotación las minas La Victoria y La Paz, (compañía minera Caracol).

IV.1.2.- Antecedentes.

Hablar de los distritos mineros de San José y San Nicolás, implica remontarse a varios siglos atrás, cuando se iniciaron los trabajos mineros de esta región. La zona ha estado sujeta a diferentes estudios geológico-mineros de tipo regional y algunos locales, dichos estudios se enfocaron al aspecto minero sin descartar el geológico.

Las primeras referencias de actividad minera en la región se tienen en el distrito minero de San Nicolás, al parecer son del siglo XVII, con la exploración y explotación para extraer plata y plomo en la época de la colonia, desconociéndose la fecha en que se interrumpió la actividad, la cual al parecer después de una época de bonanza, tuvo una actividad intermitente, estando actualmente inactiva.

El distrito minero de San José inicialmente fue explotado por la empresa San Carlos Cooper Company, en el año de 1895, contó con 1,525 lotes e instaló una planta de beneficio con capacidad de 200 t/d, una plantilla laboral de 700 personas, planta eléctrica y hornos para fundición del mineral; durante su operación se planeo y construyo parte de la red ferroviaria San José-Linares, para la transportación de su mineral. Suspendiendo los trabajos durante la Revolución Mexicana. A partir de esa fecha los trabajos fueron esporádicos con una producción moderada a nivel de pequeño minero, suspendiéndose totalmente los trabajos en el año de 1980, siendo el dueño actual de algunos lotes el Ing. Juan Williams.

En el 2001 el Consejo de Recursos Minerales, realizó la cartografía geológica minera de las cartas San Carlos y San Lázaro, escala 1: 50,000, cartas en las que se ubican los distritos antes mencionados.

Recientemente la empresa Aurcana Co., realizó estudios de geología, geoquímica, geofísica, barrenación de diamante, levantamiento de obras y muestreo; trabajos realizados principalmente en la zona del distrito minero de San José y en menor escala en el distrito de San Nicolás, así como un reconocimiento en las zonas, El Jatero, Cerro El Diente, El Patado, Rincón Murillo y Boca de Álamos. Al distrito minero de San José lo ubican en una sienita porfídica que contiene zonas mineralizadas

de forma irregular en una área de 2 por 4 km, se caracteriza por tener anomalías de cobre, oro, molibdeno y tungsteno, bordeado por rocas sedimentarias mesozoicas y describen el yacimiento como un pórfido de cobre, oro y molibdeno, asociado a zonas de stocwork y skarn de cobre-oro; los valores que obtuvieron son del orden de 205 a 13,400 ppm de cobre; 20 a 760 ppb de oro y 9 a 717 ppm de molibdeno.

Las zonas El Jatero y El Patado y/o Patao se consideran como zonas prospectables, presentando grandes probabilidades de contener depósitos de cobre, oro y plata, mineralización que se presenta en los cuerpos ígneos y en el contacto con rocas sedimentarias mesozoicas. Con respecto al Cerro El Diente la compañía Aurcana, destaca la importancia que presenta la relación intrusivo-caliza reportando anomalías de Cu-Au.

Por su parte el COREMI ha realizado visitas de reconocimiento referentes a la explotación, evaluación y beneficio de bancos de mármol, así como, estudios y lecturas radiométricas por tierras raras dentro del intrusivo y en los diques aplícticos que afloran en la zona.

IV.1.3.- Minas en Explotación.

La actividad minera en la carta se restringe a la zona mineralizada de Dulces Nombres, donde actualmente se encuentran en explotación y exploración las minas La Victoria y La Paz.

En los distritos mineros de San José y San Nicolás, no existe ninguna mina en operación desde el año de 1980, cuando se suspenden las labores a nivel de pequeño minero. En la zona mineralizada La Gloria tampoco se reportan minas en operación.

IV.1.4. Infraestructura.

En forma general, la infraestructura de la carta en cuanto a yacimientos metálicos es buena, contando los distritos mineros y zonas mineralizadas con caminos de terracería y brechas transitables en toda época del año, los distritos de San Carlos y San Nicolás cuentan con antiguas instalaciones de beneficio de mineral, dada la cercanía con las cabeceras municipales y centros poblacionales los servicios de luz eléctrica, teléfono, agua, y otros servicios se encuentran relativamente cerca de los distritos.

IV.1.5. REGIONES/ DISTRITOS MINEROS/ ZONAS/ AREAS.

IV.1.5.1. Regiones

Dentro del rublo de región se propone que los distritos San José, San Nicolás y la zona mineralizada La Gloria, localizados dentro y en la periferia de la sierra de San Carlos, se denomine en lo futuro como Región de San Carlos.

IV.1.5.2. Distritos

IV.1.5.2.1. Distrito Minero San José.

El distrito de San José se localiza a 55 km al sureste en línea recta de la ciudad de Linares, N. L., en forma local se ubica en el extremo norte de la sierra de San Carlos, a 18 km al N 53° W de la cabecera municipal de San Carlos, Tamps.

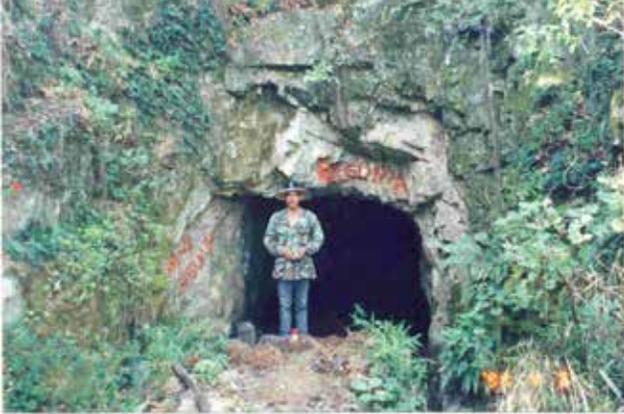
El distrito comprende una gran cantidad de minas, tiros de exploración, catas y zanjas, debido a esto y condicionados por la escala del presente trabajo, no fue posible la representación grafica de todas las obras mineras que existen en la región (**Figura 9**).

Debido a la importancia de este distrito y al interés geológico-minero que representa, se realizó un muestreo sistemático de interior mina y en los terreros de cada una de ellas; considerando las minas de mayor relevancia y desarrollo minero, entre las que destacan: La Reyna, El Hormiguero, Santa Elena, Piedra Imán-2, Begonia y Homogénea (**Tabla 1**).

Las minas Los Remedios, La Bretaña, La Esperanza y La Florencia; así como, los tiros Punto Damián y Honore, no se incluyeron en el programa de muestreo y levantamiento con brújula y cinta, debido a que estas obras fueron muestreadas durante visitas de reconocimiento y la cartografía geológico-minero de la carta San Lázaro G14-C69, escala 1:50,000 (COREMI), en los años de 1977, 1980 y 2001 respectivamente.

Begonia.

La mina Begonia, se ubica en las coordenadas 0491920 – 2727158, en el extremo sur del distrito minero de San José, es la obra de mayor desarrollo en el distrito, consta de cinco niveles, la ubicación fue referida al brocal del socavón del nivel Cuatro Hundido también conocido como socavón la escondida con una altura de 915 m s.n.m. (**Fotografía No. 20**).



Fotografía No. 20. Mina Begonia, brocal del socavón del nivel Cuatro Hundido, conocido también como nivel La Escondida.

En la actualidad el acceso se realiza por el nivel cuatro hundido con un desarrollo de 380 m hasta la zona de cruceros, este nivel presenta desarrollo en obras mayor a 1,020 m cuenta con cruceros, tiros inclinados, pozos, rampas y contrapozos, en este nivel se tienen contrapozos que comunican con los niveles 3, 2 y 1; el nivel 5 actualmente se encuentra

inundado, en general los niveles superiores tienen comunicación con la superficie por medio de socavones y tiros (**Figura 10**).

El sistema de minado desarrollado fue de cruceros, estas obras están labradas en el intrusivo granodiorítico con fases diferenciadas a diorítico; a lo largo del socavón del nivel cuatro hundido el intrusivo presenta zonas de alteración propilítica, argílica y caolinización, con incremento de silicificación hacia los cuerpos de skarn con cristales de granate de las variedades grosularia y almandino, cabe mencionar que en la roca encajonante hacia los respaldos de los cuerpos mineralizados se aprecia en forma discontinúa un incremento de la alteración potásica con silicificación, así como, fuerte incremento de las alteraciones caolinización-argilización con evidencias de epidotización, en este punto se aprecia la roca del intrusivo ligeramente deleznable en algunos sectores y fuertemente silicificada en otros.

Las estructuras que se presentan en la intersección de la zona de los cuerpos mineralizados, se aprecian como bolsadas y cuerpos irregulares que varían en

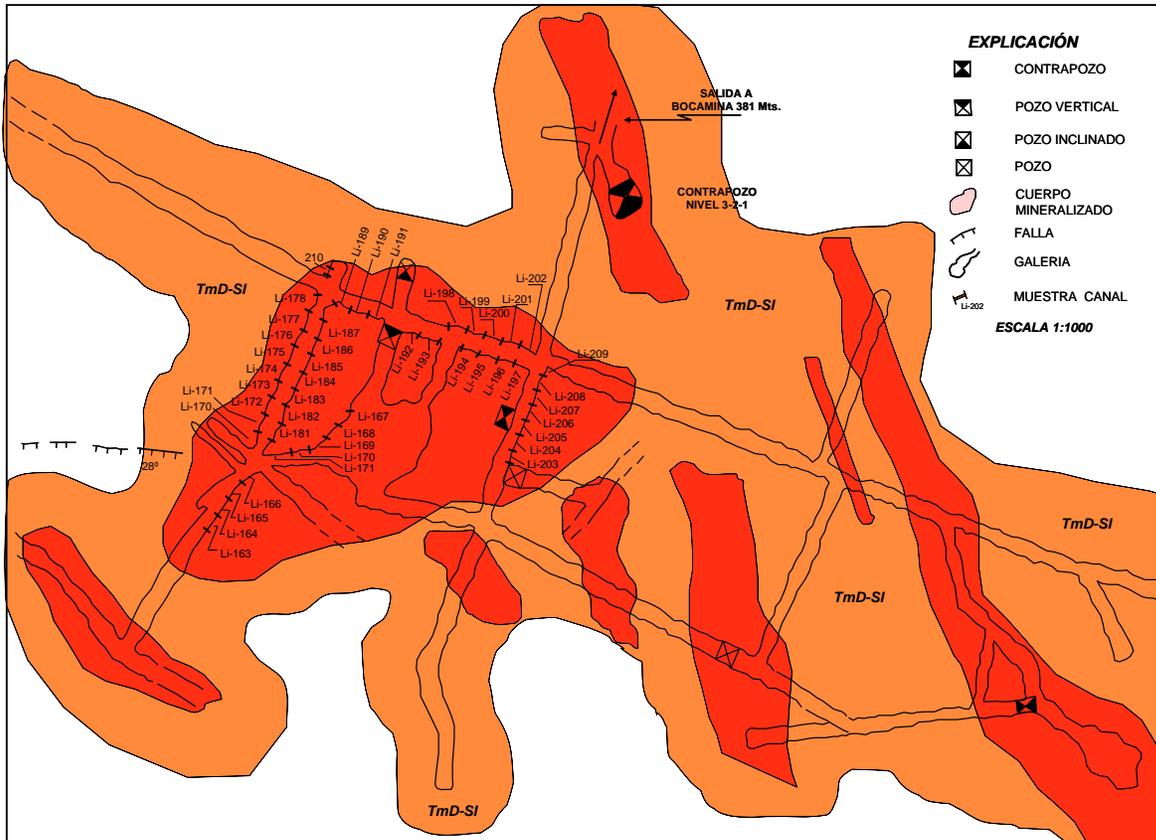


Figura 10 Mina Begonia Nivel Hundido (La Escondida)

dimensión, en general el conjunto de estas estructuras conforman un solo cuerpo mineralizado, que en forma global presentan caballos de roca sana; el cuerpo del nivel cuatro hundido se considero como el cuerpo principal de la mina, con un ancho estimado de 30 a 40 m, un largo de más de 100 m, con un desnivel mayor a los 100 m y una profundidad del orden de 50 m con un rumbo general NW-SE. En este cuerpo, se realizó un muestreo sistemático, donde se colectaron un total de 49 muestras (**Tabla. 2**) de canal de 2 m de longitud (Li-163 a 211).

Con la finalidad de definir tipo de roca, composición mineralógica y alteración, se considero colectar una muestra de roca en zona de skarn para análisis petrográfico (Li-158), difracción de rayos X (Li-160), y mineragráfico (Li-162), así como también, se colectaron dos muestras de terrero en este nivel (Li-212 y 213) y tres muestras en el nivel tres (Li-214 a 216) (**Tabla. 3**).

En general, en general el origen de la mineralización se considera de tipo skarn de hierro; con una segunda etapa de mineralización hidrotermal controlada por los sistemas de fallas y fracturas,

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Au (g/t)	Cu (%)	Mo(%)	W (g/t)
Li-163	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	3.632	1.820	0.006	110.5
Li-164	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.933	0.448	-----	-----
Li-165	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.090	0.326	-----	-----
Li-166	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	5.532	1.370	-----	-----
Li-167	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	4.394	1.900	0.012	21.8
Li-168	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	4.199	1.370	-----	-----
Li-169	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	6.466	2.200	-----	-----
Li-170	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	4.299	1.740	-----	-----
Li-171	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	4.666	1.780	-----	-----
Li-172	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.199	0.615	0.004	32.7
Li-173	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	3.832	0.801	-----	-----
Li-174	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.566	0.264	-----	-----
Li-175	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.466	0.504	-----	-----
Li-176	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.533	0.419	-----	-----
Li-177	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.533	0.215	0.026	18.4
Li-178	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.066	0.407	-----	-----
Li-179	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	3.866	1.130	-----	-----
Li-180	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	8.565	0.512	-----	-----
Li-181	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	2.466	0.629	-----	-----
Li-182	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.199	0.397	0.004	20.6
Li-183	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.299	0.481	-----	-----
Li-184	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.499	0.250	-----	-----
Li-185	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.333	0.170	-----	-----
Li-186	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	4.532	0.306	-----	-----
Li-187	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	4.466	0.737	0.039	17.4
Li-188	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.199	0.373	-----	-----
Li-189	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.666	0.353	-----	-----
Li-190	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.666	0.398	-----	-----
Li-191	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.666	0.258	-----	-----
Li-192	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.666	0.877	0.013	13.3
Li-193	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	4.132	1.340	-----	-----
Li-194	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	3.799	1.250	-----	-----
Li-195	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.666	0.458	-----	-----
Li-196	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	2.433	0.800	-----	-----
Li-197	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	3.066	0.826	0.008	6.7
Li-198	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.333	0.400	-----	-----
Li-199	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.799	0.630	-----	-----
Li-200	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.899	0.735	-----	-----
Li-201	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.833	0.427	-----	-----
Li-202	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.199	0.111	0.010	18.5
Li-203	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.933	0.816	-----	-----
Li-204	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	3.599	1.220	-----	-----
Li-205	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.833	0.590	-----	-----
Li-206	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.733	0.583	-----	-----
Li-207	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	3.166	1.180	0.066	3.2
Li-208	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	2.599	0.848	-----	-----
Li-209	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.766	0.261	-----	-----
Li-210	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	2.233	0.494	-----	-----
Li-211	BEGONIA NIVEL 4	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	14.398	4.120	0.139	23.9
			SUMA	98	133.913	40.139	0.327	287.0
			PROMEDIO		2.733	0.819	0.033	28.7
			LEY MEDIA		2.523	0.428		

Tabla. 2

evidenciado por la mineralización de sulfuros de hierro y cobre, pirita y calcopirita con incremento de valores de oro, teoría que se apoya con los resultados de la muestra (Li-211) colectada en una zona fuera del cuerpo principal, presenta mineralización de pirita, arsenopirita, calcopirita y bornita, en zona de caolinización, epidotización, argilización y silicificación, controlada por el sistema antes descrito.

granodiorítico-diorítico, en zona de skarn de granate de la variedad almandino y grosularia, las alteraciones presentes son argilización, caolinización, en algunos sectores epidotización acompañados por silicificación, argilización.

Las estructuras mineralizadas son cuerpos irregulares en zona de skarn, en apariencia el cuerpo de skarn se observa ramificado en tres cuerpos irregulares que conforman una sola estructura,

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Au (g/t)	Cu (%)
Li-212	BEGONIA NIVEL 4	TERRERO	SUPERFICIE	-----	4.532	0.887
Li-213	BEGONIA NIVEL 4	TERRERO	SUPERFICIE	-----	2.933	1.370
Li-214	BEGONIA NIVEL 3	TERRERO	SUPERFICIE	-----	6.499	1.073
Li-215	BEGONIA NIVEL 3	TERRERO	SUPERFICIE	-----	3.066	0.515
Li-216	BEGONIA NIVEL 3	TERRERO	SUPERFICIE	-----	2.833	0.992
			SUMA		19.863	4.837
			PROMEDIO		3.310	0.806

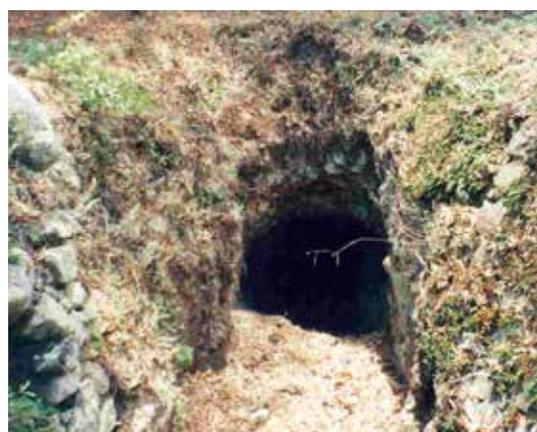
Tabla 3

Los resultados de las muestras colectadas en el nivel cuatro hundido, resultaron con valores atractivos con una ley media de 2.523 gr/t de Au, y 0.428 % de Cu, con ley promedio en terreros del orden de 3.310 gr/t de Au y 0.806 % de Cu, dicho muestreo, confirma que la mineralización se encuentra íntimamente relacionada y condicionada a la composición de la fase sódica del intrusivo y a procesos de tipo hidrotermal; las reservas del cuerpo mineralizado con dimensiones de 40x100x150 m en nivel cuatro hundido se estiman con reservas probables 600,000 toneladas, como reservas posibles 1´ 500,000 toneladas; existen grandes probabilidades de que existan cuerpos otros cuerpos de igual o mayor dimensión; por todo esto, se considera a la mina Begonia con gran potencial minero.

Homogénea.

Se ubica en las coordenadas 0492078 – 2726765, aproximadamente a 200 m al noroeste del socavón del nivel 3 de la mina Begonia, a una altura de 900 m.s.n.m., consta de dos cruceros (socavones) en un mismo nivel (**Fotografía 21**), con un desarrollo minero del orden de 85 m lineales separados aproximadamente 40 m uno del otro, uno de los socavones presenta cruceros de exploración de poco desarrollo y un tiro que comunica con la superficie de 15 m de cuele, la segunda obra cuenta con un crucero y un pozo inclinado de 10 m que comunica hacia nivel inferior actualmente inundado, la totalidad de las obras se encuentran labradas en el intrusivo

presentan dimensiones variadas del orden de 5-10 m de ancho con un longitud de 15-25 m en un desnivel conocido no mayor a 25 m, en conjunto estas estructuras forman la zona de skarn con dimensión de 10x25x60 m (**Figura 11**).



Fotografía No. 21. Socavón principal de la mina Homogénea.

El muestreo se realizó en el techo, respaldos y pilares; en el crucero sureste se tomaron 17 muestras de canal de 2 m de espesor (Li-217 a 233), en el crucero NE se colectaron 9 muestras de canal de 2 m de espesor (Li-234 a 242), se colectó una muestra de roca en zona de skarn para análisis petrográfico (Li-157), difracción de rayos x (Li-159) y minerográfico (Li-161) (**Tabla. 4**).

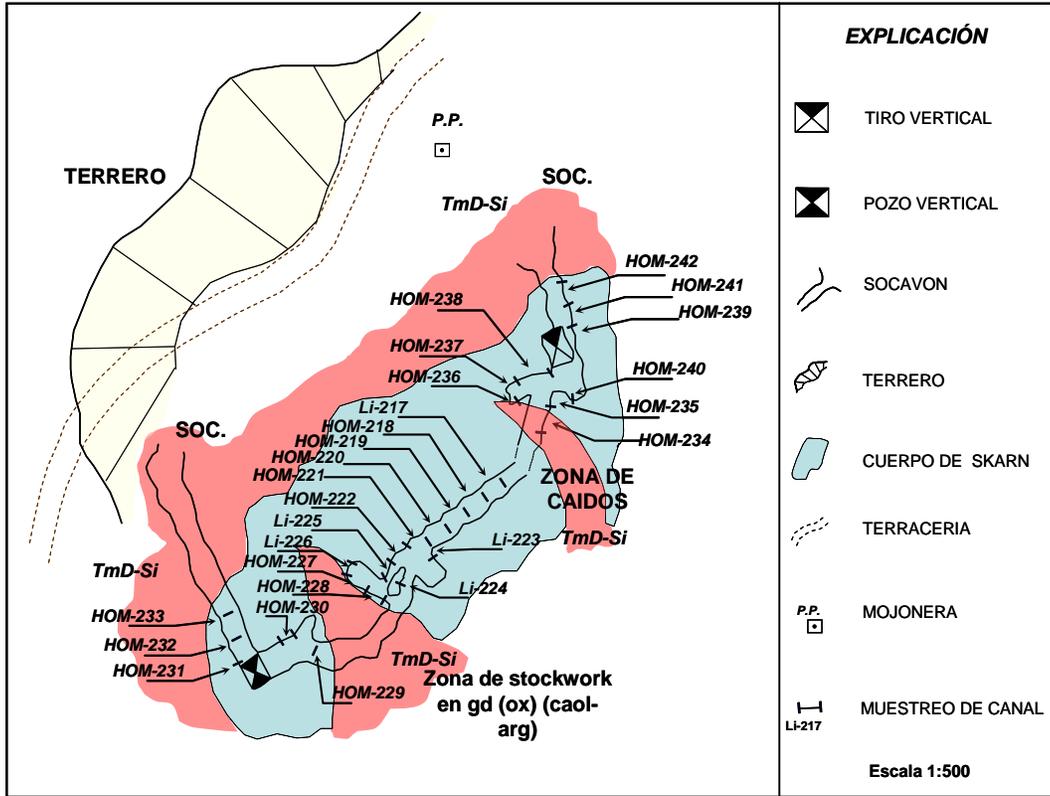


Figura 11 Mina Homogenea Socavones 1 y 2

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Au (g/t)	Cu (%)	Mo(%)	W (g/t)
Li-217	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.666	1.200	0.018	6.7
Li-218	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.533	1.320	-----	-----
Li-219	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.866	0.543	-----	-----
Li-220	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	2.299	0.380	-----	-----
Li-221	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	3.333	0.243	0.002	7.8
Li-222	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	4.432	0.690	-----	-----
Li-223	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	3.599	0.356	-----	-----
Li-224	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	2.833	0.709	-----	-----
Li-225	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	4.932	0.645	-----	-----
Li-226	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	2.099	0.457	0.006	17.5
Li-227	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	2.733	0.191	-----	-----
Li-228	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.666	0.275	-----	-----
Li-229	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	3.333	0.984	-----	-----
Li-230	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	2.533	0.500	-----	-----
Li-231	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	3.932	0.578	0.007	10.5
Li-232	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	6.799	0.789	-----	-----
Li-233	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.999	0.738	-----	-----
Li-234	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.866	0.740	-----	-----
Li-235	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	2.133	0.792	-----	-----
Li-236	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.999	0.210	0.001	27.8
Li-237	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	2.499	0.319	-----	-----
Li-238	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.399	1.180	-----	-----
Li-239	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.166	1.430	-----	-----
Li-240	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	2.033	1.450	-----	-----
Li-241	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	5.166	0.690	0.007	16.7
Li-242	HOMOGENEA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	3.799	0.658	-----	-----
			SUMA	52	71.647	18.067	0.041	87.0
			PROMEDIO		2.755	0.694	0.006	14.5
			LEY MEDIA		1.390	0.370		

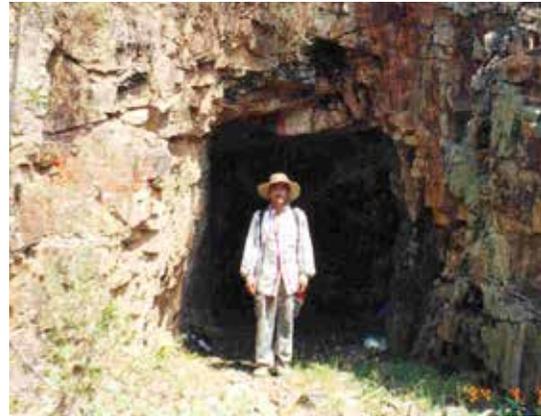
Tabla 4

La mineralización es similar a la mina Begonia, con alteración hidrotermal ligeramente menor en intensidad notable disminución de sulfuros de hierro y cobre. Lo que sugiere que los cuerpos y/o cuerpo mineralizado de la mina Homogénea posiblemente corresponde a uno de los cuerpos de la mina Begonia dada su relativa vecindad, y que las dos obras se encuentran dentro de una zona donde se pueden encontrar más cuerpos mineralizados con valores de oro, en esta mina no se tomaron muestras de terrero.

El reporte del análisis químico del muestreo reporta valores atractivos por oro, sensiblemente menores a los valores de la mina Begonia, con una ley media de 1.390 g/t de Au y 0.370 % de Cu, condicionado por las dimensiones del cuerpo mineralizado el cálculo de reservas se estima en 15,000 toneladas, con alto potencial.

Santa Elena.

La obra minera Santa Elena forma parte del fundo minero de Piedra Imán, se ubica en las coordenadas 0491446 – 2729312, en forma local se encuentra en el extremo noreste del crestón de La Piedra Imán a una altura de 700 m.s.n.m (**Fotografía 22**).



Fotografía No. 22. Mina Santa Elena, mostrando la zona de skarn en el brocal del nivel principal

Esta obra cuenta con un desarrollo de 113 m lineales de obra repartidos en dos socavones en diferentes niveles, con 70 m lineales en cruces, este nivel cuenta con un pozo vertical que comunica con el nivel 2 en la actualidad derrumbada, todas las obras se encuentran labradas en granodiorita-diorita en apariencia estéril. En interior mina se corto a un cuerpo de skarn de aproximadamente 25-30 m aparentemente sin mineralización de interés

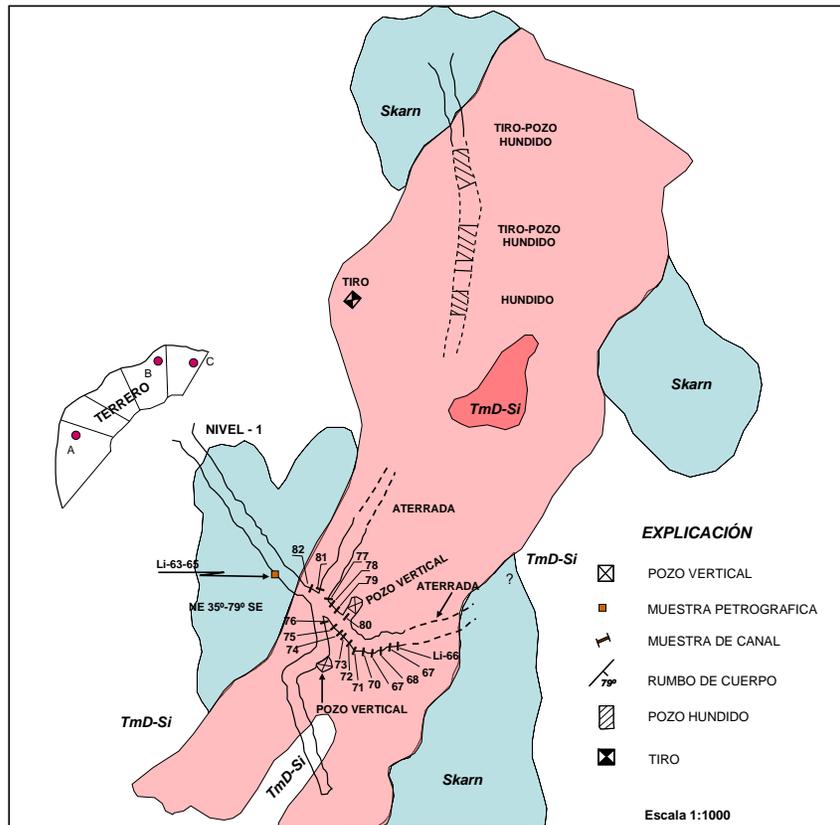


Figura 12 Mina Santa Elena

económico, dicho cuerpo se extiende en dirección NE-SW a lo largo de más de 60 m, siguiendo el tren del crestón de hierro de la mina Piedra Imán, presenta una inclinación casi vertical con una ligera variante en la inclinación hacia el NE (**Figura 12**)

La mineralización que se observó es de magnetita, sulfuros y carbonatos de cobre y hierro en zona de skarn de granate, con minerales de calcopirita, pirita, malaquita y poca epidota, la mineralización no se aprecia uniforme manifestándose irregular y errática;

El muestreo que se realizó en interior mina fue de 2 m de longitud colectándose un total de 31 muestras de canal (Li-66 a 96), así como también una muestra de roca en zona de skarn para análisis petrográfico (Li-63), rayos x (Li-64) y minerográfico (Li-65). Los resultados del análisis químico del muestreo reportan valores bajos, con una ley media de 0.105 g/t de Au y 0.177 % de Cu, confirmando la inconsistencia de la mineralización, como consecuencia en la decreción de los valores de Cu y aumento de hierro. (**Tabla 5**).

Piedra Imán 2.

Esta obra forma parte del grupo de obras que conforman el lote minero Piedra Imán, en las coordenadas 0491233 – 2729000, aproximadamente a 300 m al suroeste de la mina Santa Elena, se ubica a 780 m.s.n.m., compuesta por cuatro niveles; el nivel 1 consta de una serie de tiros alineados noreste-suroeste, con desarrollo de socavones cortos irregulares siguiendo la bonanza de mineral, labrados al pie y en el contorno del crestón de magnetita (aguja de hierro) (**Fotografía 23**).

En el nivel 2 se encuentran labrados dos socavones que distan 42 m entre ellos, el principal con desarrollo de 438 m lineales cuenta con cruceros, pozos, contrapozos, tiros y galerías de gran desarrollo; la segunda obra, es un socavón con un desarrollo de 35 m lineales, el tope de esta obra se encuentra comunicado con un tiro de 20 m de cuele, el minado de ambos socavones se realizó siguiendo los cuerpos en dirección del crestón de Piedra Imán, el nivel 3 conocido como socavón de La Fundición actualmente se encuentra inundado, el nivel 4

Li-66	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.133	0.287	0.028	59
Li-67	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.099	0.159	-----	-----
Li-68	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	ND	0.093	-----	-----
Li-69	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	ND	0.211	-----	-----
Li-70	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.199	0.184	ND	28.000
Li-71	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	ND	0.14	-----	-----
Li-72	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.099	0.363	-----	-----
Li-73	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	ND	0.315	-----	-----
Li-74	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.333	0.375	-----	-----
Li-75	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.533	0.663	0.053	75.000
Li-76	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.399	0.656	-----	-----
Li-77	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.333	0.585	-----	-----
Li-78	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.166	0.39	-----	-----
Li-79	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.733	0.739	-----	-----
Li-80	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.133	0.458	0.013	59
Li-81	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.233	0.374	-----	-----
Li-82	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.099	0.697	-----	-----
Li-83	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	ND	0.081	-----	-----
Li-84	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.099	0.208	-----	-----
Li-85	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.133	0.076	0.009	8
Li-86	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	ND	0.114	-----	-----
Li-87	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	ND	0.115	-----	-----
Li-88	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.099	0.195	-----	-----
Li-89	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.666	0.154	-----	-----
Li-90	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.133	0.098	0.012	4
Li-91	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.333	0.842	-----	-----
Li-92	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.099	0.308	-----	-----
Li-93	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	ND	0.569	-----	-----
Li-94	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	ND	0.471	-----	-----
Li-95	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.099	0.435	0.015	53
Li-96	SANTA ELENA	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.233	0.349	-----	-----
			SUMA	62	6.386	10.704	0.130	286.000
			PROMEDIO		0.206	0.345	0.018	40.850
			LEY MEDIA		0.105	0.177		
	SANTA ELENA		TABLA-5					

Tabla 5

conocido como la obra antigua se encuentra actualmente inaccesible (**Fotografía 24**).



Fotografía 23. Panorámica del crestón de hierro de la mina Piedra Imán



Fotografía 24. Socavón principal del nivel 2 de la mina Piedra Imán

Todas las obras se encuentran labradas sobre intrusivo granodiorítico con diferenciación a diorítico,

el cual se encuentra mineralizado con abundante pirita diseminada, poca calcopirita, presenta zonas de skarn de granate de baja intensidad; en este punto, se ubica la estructura Piedra Imán que consiste en un crestón de hierro silicificado de rumbo general NE-SW, que se extiende entre 300 y 450 m, con un ancho variable del orden de 25 a 50 m (**Figura 13**).

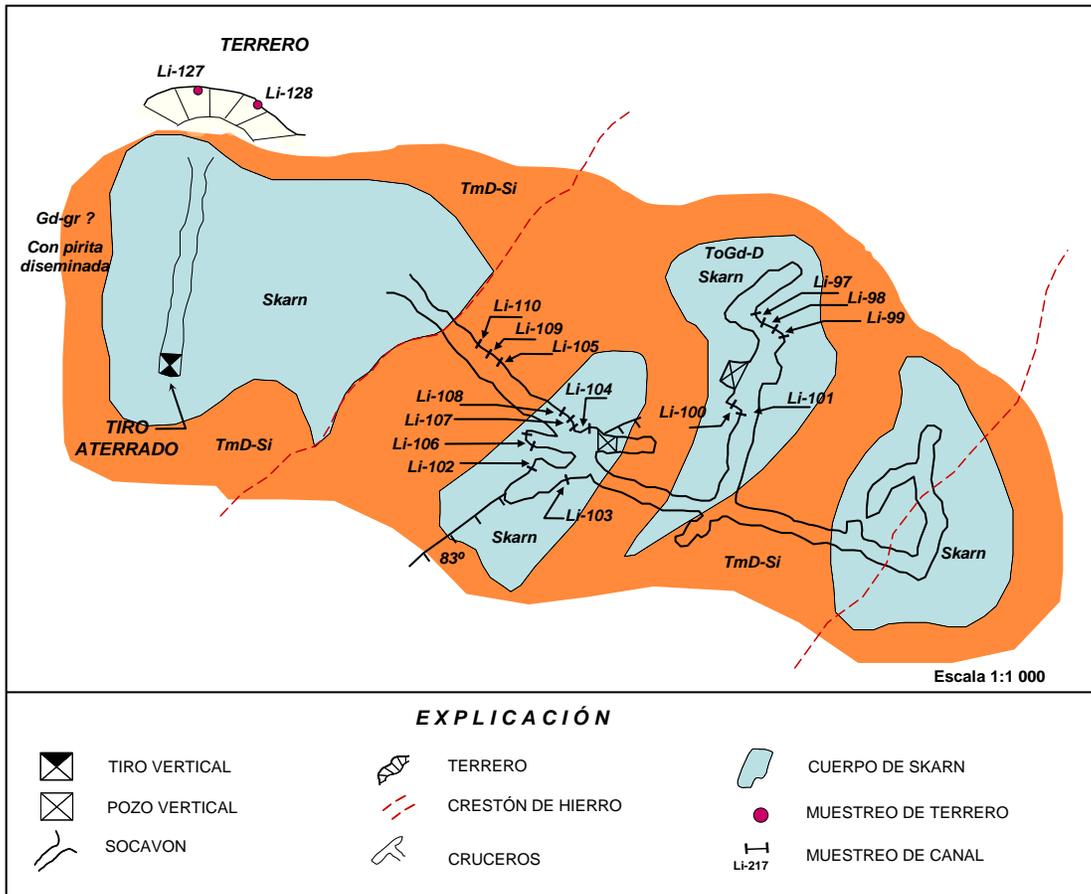


Figura 13 Mina Piedra Imán (Nivel 2)

Lo espectacular del crestón de hierro hacia suponer que este cuerpo podría contener buenos valores de oro, desafortunadamente los resultados fueron bajos. Se colectaron 10 muestras de canal en los brocales de tres de los cuatro tiros que se ubican en el nivel 1 (Li-111 a 120) (**Tabla 6**).

zonas de skarn, estos cuerpos corren paralelos a la estructura (crestón de hierro) de Piedra Imán. La finalidad de esta obra fue tratar de cortar los cuerpos mineralizados y comprobar su continuidad hacia el sur del crestón de Piedra Imán, así como, comunicar con las obras del nivel 1 (**Tabla 8**).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Au (g/t)	Cu (%)	Mo(%)	W (g/t)
Li-111	TIRO 1 PIEDRA IMÁN	ESQUIRLAS	BROCAL TIRO	2	0.233	0.083	-----	-----
Li-112	TIRO 2 PIEDRA IMÁN	ESQUIRLAS	BROCAL TIRO	2	0.499	0.858	-----	-----
Li-113	TIRO 2 PIEDRA IMÁN	ESQUIRLAS	BROCAL TIRO	2	0.533	1.410	-----	-----
Li-114	TIRO 3 PIEDRA IMÁN	ESQUIRLAS	BROCAL TIRO	2	0.199	0.892	ND	13
Li-115	TIRO 3 PIEDRA IMÁN	ESQUIRLAS	BROCAL TIRO	2	0.133	0.63	ND	59
Li-116	TIRO 3 PIEDRA IMÁN	ESQUIRLAS	BROCAL TIRO	2	1.733	1.635	0.011	47
Li-117	TIRO 3 PIEDRA IMÁN	ESQUIRLAS	BROCAL TIRO	2	1.466	1.185	0.003	16
Li-118	TIRO 3 PIEDRA IMÁN	ESQUIRLAS	BROCAL TIRO	2	1.066	0.793	0.006	12
Li-119	TIRO 3 PIEDRA IMÁN	ESQUIRLAS	BROCAL TIRO	2	0.133	0.634	0.001	40
Li-120	TIRO 3 PIEDRA IMÁN	ESQUIRLAS	BROCAL TIRO	2	1.533	1.111	0.006	31
			SUMA	20	7.528	9.231	0.027	218.000
			PROMEDIO		0.752	0.923	0.003	31.142

Tabla 6

En el nivel 1 se tomaron 6 muestras en los terreros de los tiros antes descritos (Li-121 a 126), y dos muestras en el terrero del nivel 2 (Li-127 y 128), observándose minerales como magnetita, pirita, hematita, carbonatos y sulfatos de cobre en la variedad malaquita, azurita y escasa calcopirita (**Tabla 7**).

Nivel 3.- Este nivel se ubica en la parte oriente del cerro de Piedra Imán, conocido como socavón de La Fundición, obra con desarrollo superior a 270 m con un rumbo noroeste con la finalidad de cortar posibles cuerpos mineralizados profundos de la Piedra Imán y comunicar las obras superiores de la misma, en la actualidad se encuentra inaccesible (**Fotografía 25**).

En este nivel en el patio de selección de mineral se

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	muestreo	Ancho (m)	Au (g/t)	Cu (%)
Li-121	TIRO 1 PIEDRA IMÁN	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.199	0.648
Li-122	TIRO 1 PIEDRA IMÁN	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.199	0.500
Li-123	TIRO 2 PIEDRA IMÁN	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.199	0.094
Li-124	TIRO 2 PIEDRA IMÁN	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.266	0.290
Li-125	TIRO 3 PIEDRA IMÁN	TERRERO	SUPERFICIE	-----	ND	2.49
Li-126	TIRO 3 PIEDRA IMÁN	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.333	1.826
Li-127	TIRO 4 PIEDRA IMÁN	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.333	0.136
Li-128	TIRO 4 PIEDRA IMÁN	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.233	0.233
			SUMA		1.762	6.217
			PROMEDIO		0.22	0.765

Tabla 7

En el nivel 2, se colectaron muestras de canal de 2 m de espesor (Li-97 a 110), muestreo que se realizó en varias zonas mineralizadas dentro del cuerpo ígneo intrusivo con skarn de granate en apariencia con escasa mineralización económica, representada por diseminación y vetillas de sulfuros cerca de las

encuentran los restos de un horno de fundición antiguo, de aquí el nombre de este nivel, en las escorias y grasas de dicho horno se colectaron tres muestras (Li-129 a 131). El nivel 4 se encuentra actualmente inaccesible (**Fotografía. 26 y Tabla 9**).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	muestreo	Ancho (m)	Au (g/t)	Cu (%)	Mo(%)	W (g/t)
Li-97	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.133	0.020	0.002	30.3
Li-98	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.199	0.120	ND	2.7
Li-99	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.099	0.202	0.009	1.9
Li-100	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.166	0.069	0.001	30.2
Li-101	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.499	0.660	N.D.	8.1
Li-102	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	1.499	3.150	0.003	29.6
Li-103	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.333	1.270	0.005	25.9
Li-104	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.199	0.450	0.003	7.9
Li-105	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.266	0.690	0.003	7.3
Li-106	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.133	0.167	0.006	10.4
Li-107	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.133	0.415	0.001	13.9
Li-108	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.333	0.580	0.006	1.5
Li-109	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.099	0.053	0.004	0.3
Li-110	PIEDRA IMÁN-2	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.166	0.063	0.010	0.4
			SUMA	28	6.257	7.909	0.053	170.4
			PROMEDIO		0.446	0.564	0.003	12.2
			LEY MEDIA		0.228	0.283		

Tabla 8



Fotografía 25. Escorias y grasas de la antigua fundición de la mina Piedra Imán Nivel 3



Fotografía 26. Antiguo horno de fundición de la mina Piedra Imán en el nivel 3, viendo al SW.

La Reyna.

Esta obra se ubica en las coordenadas 492275 – 2729168, a una altura de 710 m.s.n.m., en la porción noreste de la zona de minas, relativamente cerca del caserío del antiguo distrito minero de San José.

las obras cuentan con desarrollo de 220 m lineales, entre socavones, tiros y cruceros en dos niveles que distan a la vertical aproximadamente 10 m (**Fotografía 27**).



Fotografía No. 27. Nótese el contraste del cuerpo de skarn con el intrusivo al bajo y las obras derrumbadas

En el nivel superior se encuentra labrado en forma irregular un tiro actualmente derrumbado, el cual tiene comunicación con el nivel inferior, al igual que

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	muestreo	Ancho (m)	Au (g/t)	Cu (%)	Mo(%)	W (g/t)
Li-129	FUNDICIÓN	GRASAS	HORNO	-----	0.3	0.378	0.055	16
Li-130	FUNDICIÓN	GRASAS	HORNO	-----	0.199	0.301	0.033	16
Li-131	FUNDICIÓN	GRASAS	HORNO	-----	0.133	0.302	0.012	11
			SUMA		0.632	0.981	0.1	43
			PROMEDIO		0.21	0.327	0.033	14.33

Tabla 9

una serie de socavones que se encuentran colapsados en los brocales (Figura 14).

carbonatos de cobre y óxidos representados por malaquita, brocantita, limonita, hematita, pirita, granate y cuarzo.

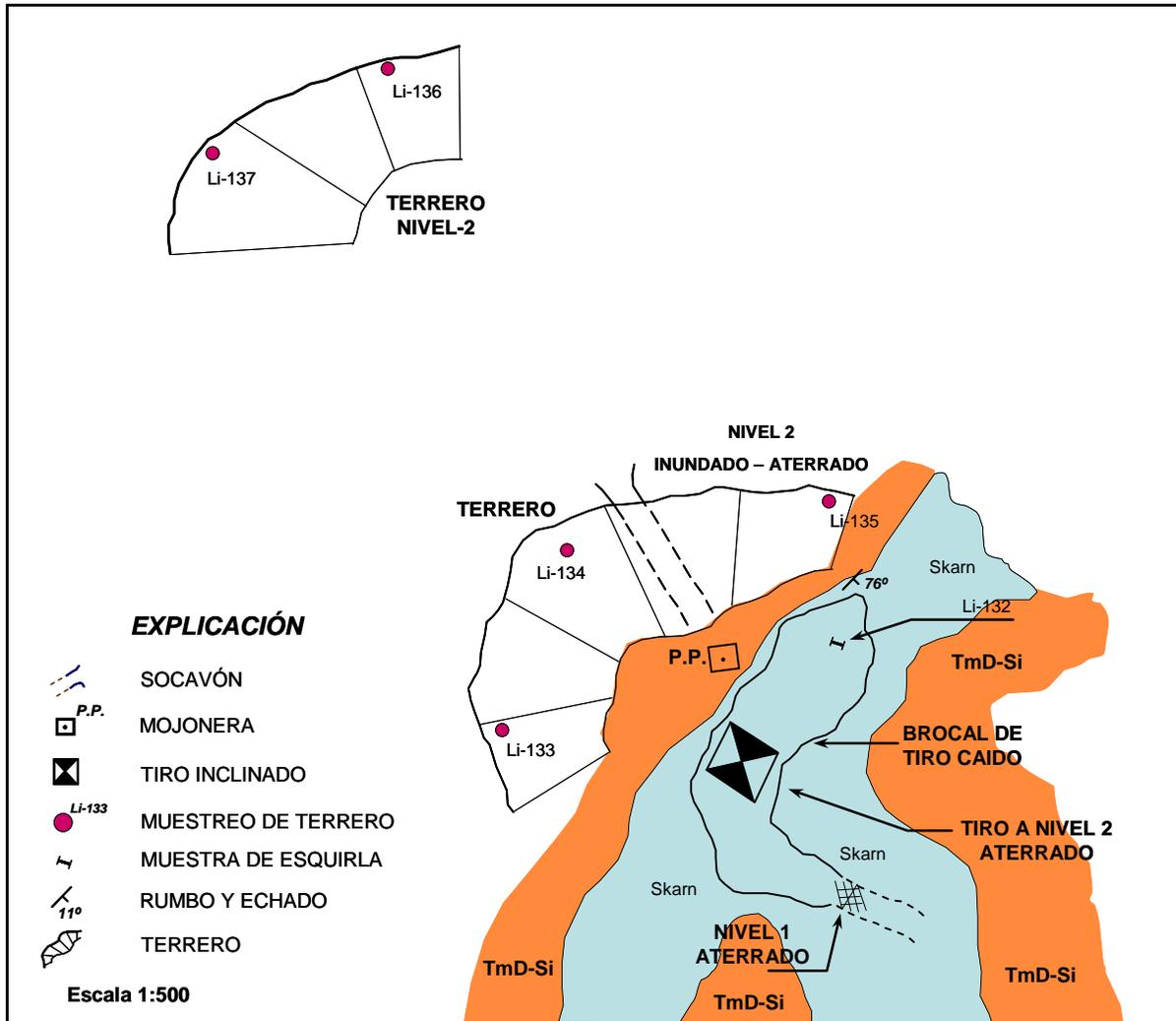


Figura 14 Mina La Reyna

Todas las obras se encuentran labradas en el intrusivo granodiorítico, diferenciado con zonas de skarn de diferente intensidad, el cual, presenta costras y pegados de sulfuros de cobre como calcopirita, pirita y escasa bornita, es notable la ausencia de sulfuros de hierro como magnetita; en general la mineralización esta acompañada de

El brocal de tiro principal en la actualidad se encuentra derrumbado presentando zona de caídos, debido a estas circunstancias, sobre el brocal del mismo se colecto una muestra de esquirla de 2 m de longitud (Li-132) en zona de skarn asociada en apariencia a procesos hidrotermales con mineralización de cobre (Tabla 10).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Au (g/t)	Cu (%)	Mo(%)	W (g/t)
Li-132	LA REYNA	ESQUIRLAS	BROCAL TIRO	2	0.668	0.484	0.021	88

Tabla 10

Esta mina cuenta con dos terreros, uno al pie de tiro principal y el segundo, en el patio del nivel inferior, en estos terreros se colectaron 5 muestras (Li-133 a 137), de las cuales las primeras dos corresponden al primer terrero y las tres restantes al terrero inferior; los valores que resultaron del análisis químico son relativamente bajos, comparados con los resultados de las mina Begonia y Homogénea, pero son significativos y altos si se comparan con las minas Santa Elena y Piedra Imán-2,.



Fotografía No. 28. Vista del brocal del nivel inferior, labrado sobre skarn.

Esta comparación sugiere, que el incremento de los valores de sulfuros de hierro y cobre, condicionan los valores de oro; no se descarta la posibilidad de que se puedan realizar estudios a más detalle para determinar las zonas favorables y detectar cuerpos de interés económico (**Tabla 11**).

Esta obra cuenta con tres niveles, con socavones, pozos, tiros, contrapozos, cruceros y catas; en el

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Au (g/t)	Cu (%)	Mo(%)	W (g/t)
Li-133	LA REYNA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.999	1.041	0.025	87
Li-134	LA REYNA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	1.366	0.993	0.031	70
Li-135	LA REYNA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.233	0.761	0.016	76
Li-136	LA REYNA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.533	0.836	0.017	83
Li-137	LA REYNA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.333	0.635	0.018	78
			SUMA	-----	3.464	4.266	0.107	394
			PROMEDIO	-----	0.692	0.853	0.035	78.8

Tabla 11

La muestra de esquirla reporta un valor de 0.668 g/t de Au, 0.484 % de Cu y 88 g/t de W, el cálculo del muestreo de terrero, se hizo por el método de la media aritmética con valores de 0.692 g/t de Au, 0.853 % de Cu y 78.8 g/t de W. En general, esta mina reviste gran importancia en cuanto a reservas y potencial, debido a que el minado de sus obras se encuentra relativamente en forma superficial.

El Hormiguero.

Esta mina se localiza en las coordenadas 492022 - 2728892, en el extremo noreste del distrito minero de San José, a 500 m al suroeste de la mina La Reyna a una altura de 715 m.s.n.m (**Fotografía 28**).

nivel superior existen catas y zanjas, y los brocales de dos tiros, uno de ellos de exploración de 10 m, el segundo descrito como tiro principal con desarrollo de 20 m de cuele, el cual, comunica con el nivel inferior en el tope de la frente sureste; en el nivel intermedio se encuentra un socavón de poco desarrollo y algunas catas, el nivel inferior con desarrollo de 147 m lineales en obras; mineralización de skarn, presenta diseminación de pirita y calcopirita asociada a sulfatos y carbonatos de cobre, los cuerpos de skarn presentan formas y dimensiones variables del orden de varias decenas de metros, en conjunto forman el cuerpo de skarn con una dimensión estimada de 30x20x100 m y oxidación ferrosa asociada (**Figura 15**).

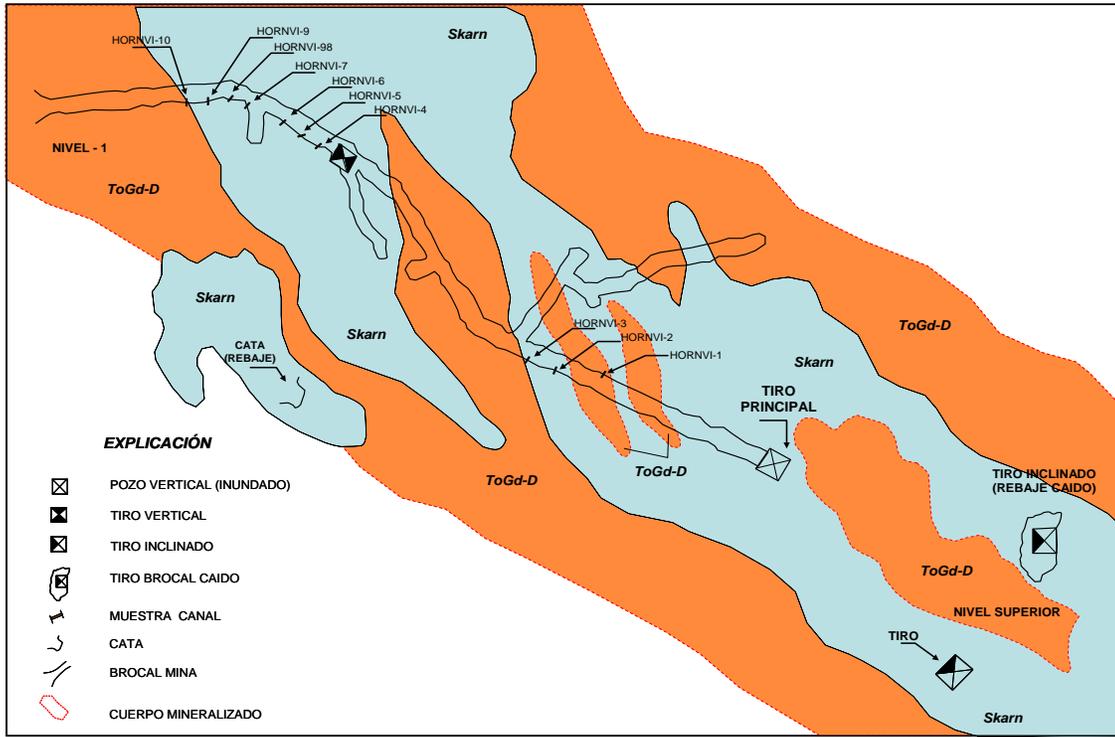


Figura 15 Mina El Hormiguero

Las obras se encuentran labradas en roca intrusiva granodiorítica diferenciada a diorita, el muestreo realizado consistió en la toma de muestras de canal de 2 m de espesor (Li-138 a 147) (Tabla 12).

En esta mina se colectaron tres muestras de terrero (Li-148 a 150), el análisis químico del muestreo, reporto valores relativamente bajos, similar a los valores de la mina La Reyna (Tabla 13).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Au (g/t)	Cu (%)	Mo(%)	W (g/t)
Li-138	EL HORMIGUERO	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.266	0.041	0.018	90
Li-139	EL HORMIGUERO	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.099	0.052	-----	-----
Li-140	EL HORMIGUERO	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.099	0.048	-----	-----
Li-141	EL HORMIGUERO	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.133	0.081	0.012	16
Li-142	EL HORMIGUERO	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.066	0.117	-----	-----
Li-143	EL HORMIGUERO	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.099	0.123	-----	-----
Li-144	EL HORMIGUERO	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.166	0.132	0.014	18
Li-145	EL HORMIGUERO	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	0.066	0.112	-----	-----
Li-146	EL HORMIGUERO	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	ND	0.129	0.017	37
Li-147	EL HORMIGUERO	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	2	ND	0.174	-----	-----
			SUMA	20	0.994	1.009	0.061	161.000
			PROMEDIO		0.099	0.1	0.006	16.100
			LEY MEDIA		0.063	0.003		

Tabla 12

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Au (g/t)	Cu (%)
Li-148	EL HORMIGUERO	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.299	0.148
Li-149	EL HORMIGUERO	TERRERO	SUPERFICIE	-----	0.499	0.566
Li-150	EL HORMIGUERO	TERRERO	SUPERFICIE	-----	ND	0.055
			SUMA	-----	0.798	0.769
			PROMEDIO	-----	0.266	0.256

Tabla 13

Debido a la relativa cercanía de esta mina con la zona de escoria y grasas de la fundición antigua del distrito, se considero apropiado realizar un muestreo de las grasas, el cual consistió en la toma de seis muestras (Li-151 a 156), los resultados muestran valores significativos por oro (**Tabla 14**).

Las estructuras del distrito están representadas como vetas de relleno de fisuras y remplazamiento, estas estructuras se alinean y constituyen un sistema de vetas paralelas con rumbo general NW-SE, con una extensión aproximado de 15 km y un ancho menor de 1 km (**Tabla15**).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Au (g/t)	Cu (%)	Mo(%)	W (g/t)
Li-151	FUNDICIÓN	GRASAS	HORNO	-----	0.300	0.276	0.017	90.6
Li-152	FUNDICIÓN	GRASAS	HORNO	-----	0.3	0.365	0.086	87.9
Li-153	FUNDICIÓN	GRASAS	HORNO	-----	0.25	0.627	0.101	63.4
Li-154	FUNDICIÓN	GRASAS	HORNO	-----	1.51	1.36	0.117	61
Li-155	FUNDICIÓN	GRASAS	HORNO	-----	0.15	0.0368	-----	40.7
Li-156	FUNDICIÓN	GRASAS	HORNO	-----	5.55	2.97	0.019	58.3
			SUMA	-----	8.060	5.6348	0.34	401.9
			PROMEDIO	-----	1.34	0.938	0.056	66.98

Tabla 14

IV.1.5.2.2 Distrito Minero San Nicolás.

El distrito minero San Nicolás, se localiza a 63 km en línea recta al sureste de la ciudad de Linares, N. L., en forma local se ubica, en las inmediaciones de la cabecera municipal de San Nicolás, Tamps., comprende una gran cantidad de minas, tiros de exploración, catas y zanjas, en el distrito de San Nicolás la mineralización consiste de sulfuros de plomo, plata y zinc, formaliza en rocas calcáreas del Cretácico inferior y superior en forma de estructuras vetiformes y cuerpos manteados, originados por soluciones hidrotermales de baja temperatura tipo epitermal, derivadas de soluciones calientes provenientes de los cuerpos ígneos de los intrusivos de la sierra San Carlos conocida también como Sierra Chiquita.

Las minas Ventanitas y Agua Zarca entre otras de menor desarrollo pero no en importancia, no fueron muestreadas ni levantadas, debido a que fueron objeto de estudio durante la elaboración de la carta San Carlos G14-D61 escala 1:50,000 (COREMI-2001).

Debido a esto y condicionados por la escala del presente trabajo, no fue posible la representación grafica de todas las obras mineras que existen en el distrito, por lo que, en el plano geológico-minero del distrito se omitieron algunas, apareciendo solamente las minas con mayor relevancia y/o desarrollo minero (**Figura 16**).

Es importante destacar que gran parte de la información recabada de las minas del distrito San Nicolás, fue obtenida (la mayor parte de ella) en forma verbal por el Sr. Jesús Martínez que se

DISTRITO MINERO SAN NICOLAS LEY PROMEDIO POR MINA					
MINA	No. Muestras	Tipo de muestra	Ag (gr/t)	Pb (%)	Zn (%)
TODOS SANTOS	3	Terrero	394.06	15.154	0.138
CUATRO VETAS	3	Terrero	532.96	15.884	0.052
MOCTEZUMA VIEJA	3	Terrero	476.6	12.94	0.1978
TIRO SAN ANDRES	1	Terrero	604.04	21.227	0.205
CARROLEÑA	4	Terrero	586.25	14.95	0.08
DULCINEA	3	Terrero	508.53	17.943	0.02
EL ÁGUILA	1	Terrero	734.06	10.889	0.195
SAN JUAN	3	Terrero	90.19	7.233	0.034
EL PALMAR	3	Terrero	211.25	10.718	0.056
LAS AMERICAS	3	Terrero	535.03	10.223	0.04
LA LUZ	2	VETA	672.05	17.599	0.079
	3	Terrero	256.62	10.319	0.153
DOLORES	2	VETA	1145.5	14.902	0.07
	3	Terrero	486.26	16.804	0.075
RAQUEL	1	Terrero	145.49	6.63	0.204

Tabla 15

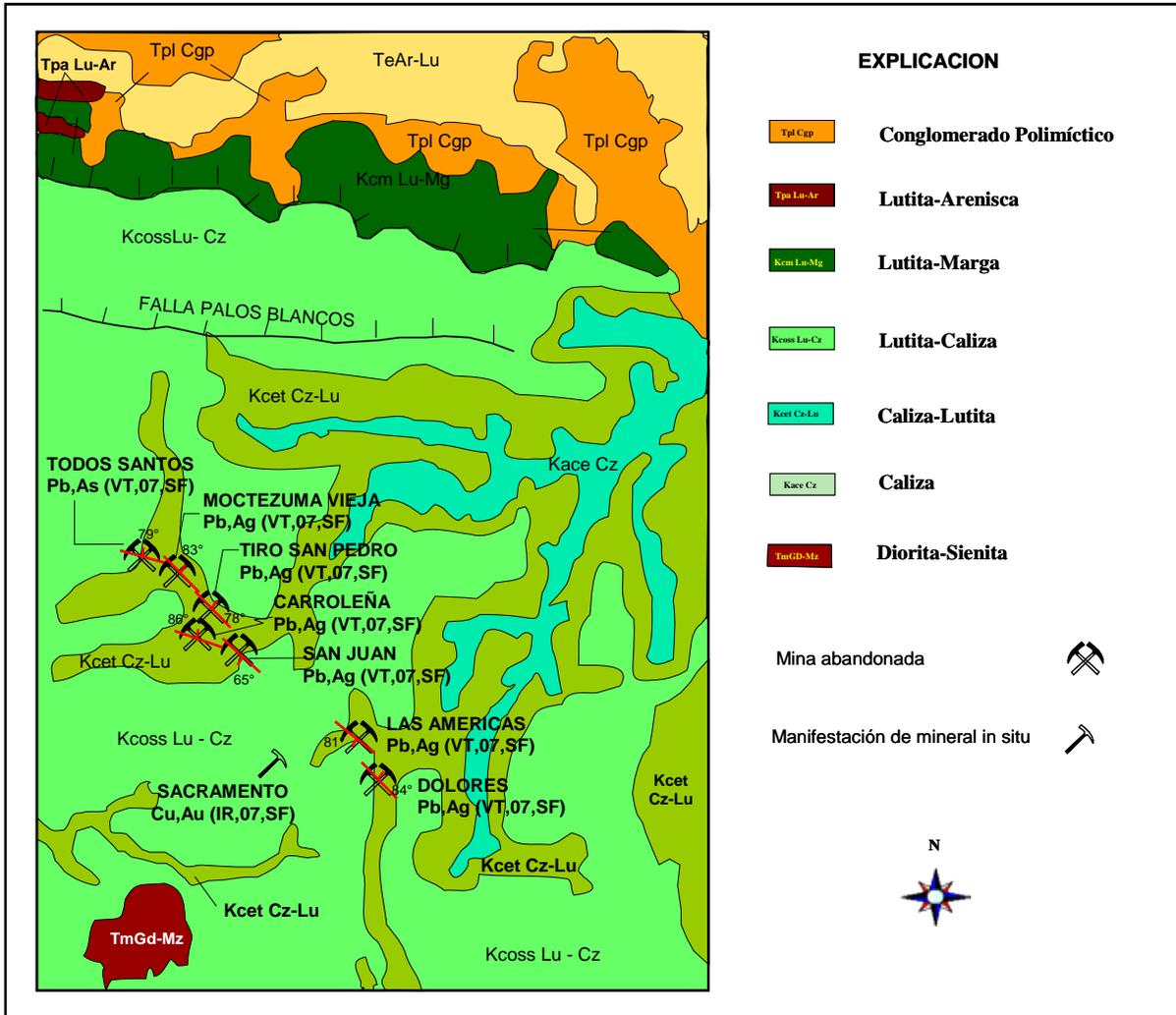


Figura 16.-Plano del Distrito Minero San Nicolas.

desempeño como guía con el COREMI durante la cartografía de la carta Linares, el cual, durante la bonanza del distrito fungió como minero y después, como encargado de los trabajos de explotación de la mina Cuatro Vetas.

Todos Santos.

Sin duda la mina Todos Santos es una de las obras de mayor renombre en el distrito, se ubica a 2.3 km en línea recta al NW del poblado de Moctezuma, en las coordenadas 508955 – 2736412 a una altura de 610 m s.n.m.

La mina tiene obras subterráneas como niveles y cruceros comunicados por un tiro principal. El tiro principal tiene un cuele de 80 m, que comunica con los niveles -30, -50 y -80; a partir del nivel -80 existen obras exploratorias (tiro) con desarrollo de 100 m,

con lo que se infiere que la estructura se conoce al menos a una profundidad de -180 m, este nivel tiene un desarrollo mayor a los 1,000 m dicho nivel, comunica a las minas Cuatro Vetas y Tiro San Juan, este último dista a 1,600 m comprobando que la veta es reconocida al menos en esta distancia con espesores de 1.2 m y algunos sectores hasta 2 m (Figura 17).

La estructura en superficie arma en rocas calcáreas de la Formación Agua Nueva, y a profundidad tentativamente en la Formación Tamaulipas superior, la veta se emplaza a lo largo de una falla regional de rumbo N 75° W con echado de 79° SE, aflorando a lo largo de más de 500 m, presenta en superficie un ancho de 0.80 a 1.2 m; la mineralización es de tipo epitermal con galena, argentita, esfalerita, blenda?, en una ganga de calcita, cuarzo, hematita y limonita, las alteraciones que se observaron son silicificación

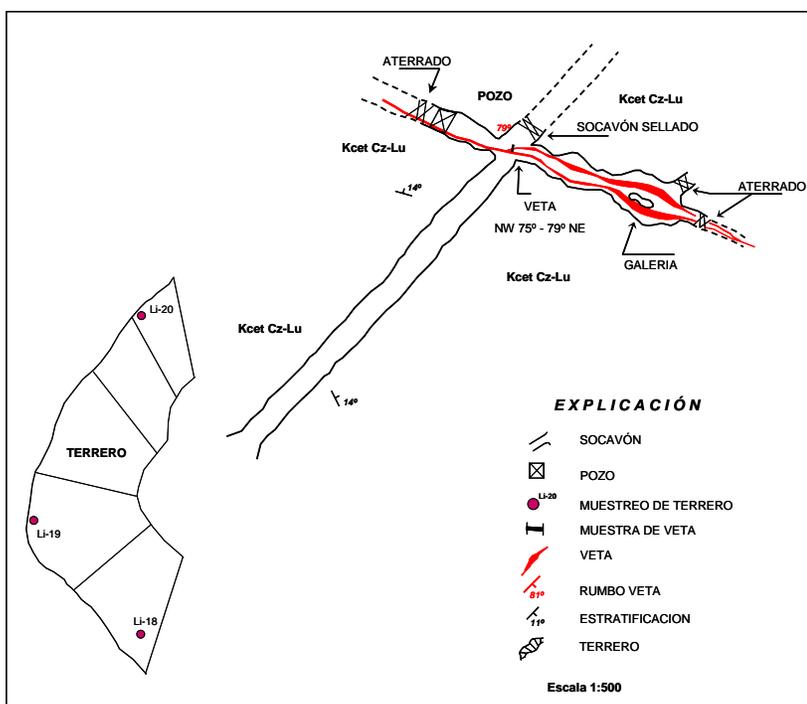


Figura 17.- Mina Todos Santo

moderada y oxidación débil, en esta obra se colectaron tres muestras de terrero (Li-18 a 20) (Tabla 16).

Nueva, siguiendo el trend estructural al sureste de la mina Todos Santos, aparentemente corresponde a la misma estructura, aunque se cree que se trata de otra estructura paralela a la anterior, con un rumbo N

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-18	TODOS SANTOS	TERRERO	SUPERFICIE	-----	430.92	12.474	0.205
Li-19	TODOS SANTOS	TERRERO	SUPERFICIE	-----	335.1	18.052	0.014
Li-20	TODOS SANTOS	TERRERO	SUPERFICIE	-----	416.13	14.938	0.197
			SUMA	-----	1182.15	45.464	0.416
			PROMEDIO	-----	394.06	15.154	0.138

Tabla 16

El cálculo de la ley media aritmética de las muestras de terrero dieron 394 g/t de Ag, 15.15 % de Pb y 0.138 % de Zn, lo inaccesible de las obras, en especial los niveles inferiores condicionaron su reconocimiento, pero se considera a la zona de la mina Todos Santos con potencial de contener nuevas estructuras paralelas.

Cuatro Vetas.

Se ubica en las coordenadas 509724 – 2736156, aproximadamente a 300 m al sureste de la mina Todos Santos, a 2 km en línea recta al NW del poblado de Moctezuma, el brocal del tiro principal se encuentra a una altura de 640 m.s.n.m (Fotografía 29).

Cuenta con un tiro principal, un nivel y cruceros exploratorios de poco desarrollo, la mineralización formaliza en calizas arcillosas de la Formación Agua



Fotografía 29.- Tiro Cuatro Vetas, en primer plano estructura del malacate

71° W con echado de 79° NE, un espesor de 0.6 a 1.2 m, con una profundidad conocida de 80 m (Figura 18).

El cálculo de la ley media aritmética de estas muestras dio 532 g/t de Ag, 15.88 % de Pb, y 0.052 % de Zn, el cálculo de reservas y potencial no se

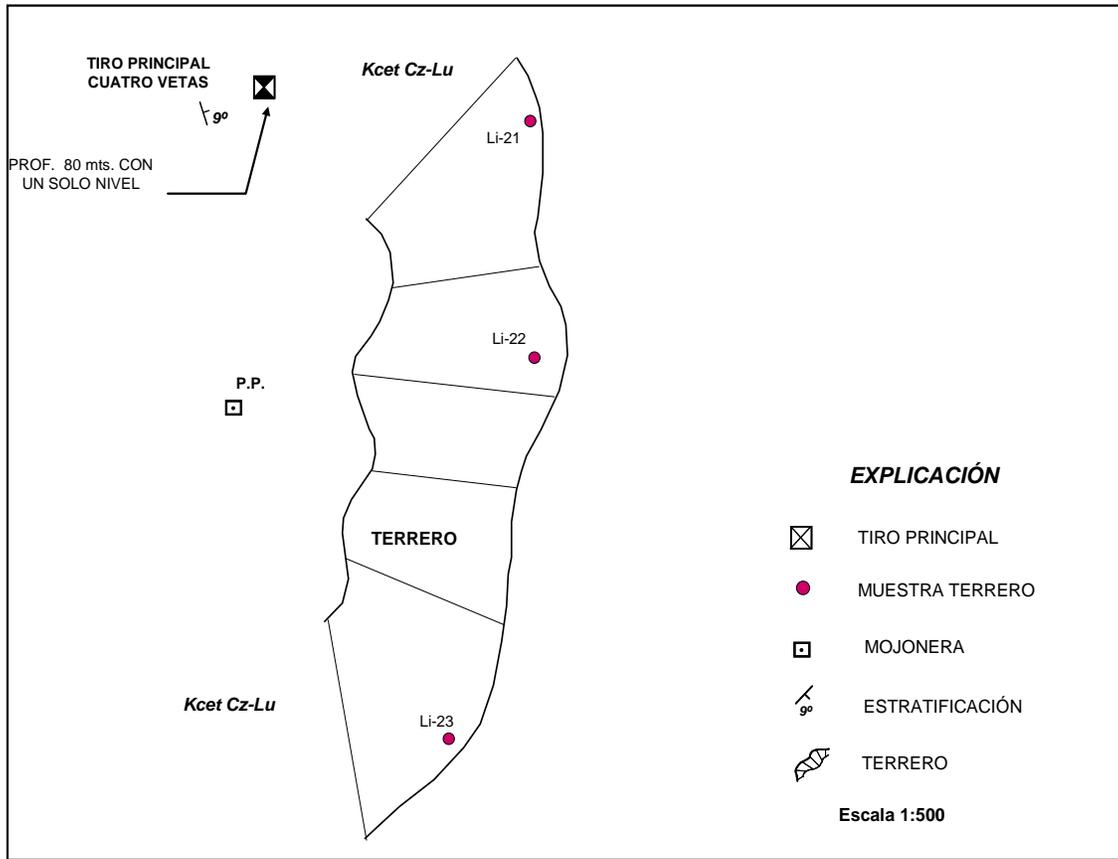


Figura 18.- Mina Cuatro Vetas

La esta estructura de la mina Cuatro Vetas al igual que la mina Todos Santos, presenta una estructura vetiforme con remplazamiento epitermal, la mineralogía consiste de sulfuros de plomo, plata, y zinc, en una ganga de calcita, cuarzo y óxidos de hierro, las alteraciones se restringen a los respaldos de las estructuras representada por silicificación, siendo similares a las mencionadas en Todos Santos, debido a lo inaccesible de la obra se colectaron tres muestras de terrero (Li-21 a 23) (Tabla 17).

pudo realizar, considerando que esta mina al igual que la mina de Todos Santos puede contener estructuras paralelas con potencial económico.

Moctezuma Vieja.

La obra se ubica en el arroyo denominado de Las Minas cerca del poblado de Moctezuma, en las coordenadas 510210 – 2735520, a una altura de 620 m.s.n.m.

Esta mina fue una de las pocas obras que continuaron trabajando a baja escala hasta la

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-21	CUATRO VETAS	TERRERO	SUPERFICIE	-----	375.96	10.21	0.108
Li-22	CUATRO VETAS	TERRERO	SUPERFICIE	-----	386.53	10.212	0.024
Li-23	CUATRO VETAS	TERRERO	SUPERFICIE	-----	836.45	27.232	0.026
			SUMA	-----	1598.94	47.654	0.158
			PROMEDIO	-----	532.96	15.884	0.052

Tabla 17

década de los 90s; consta de un tiro principal con un cuele conocido de 180 m, con varios niveles a diferentes profundidades que se encuentran intercomunicados con los Tiros San Andrés y San José (**Figura 19**).

El minado se realizaba a rumbo de veta utilizando exclusivamente esta obra para manto de mineral,

echados diferentes controlados por un sistema regional NW-SE.

En superficie la mineralización se presenta en vetillas de calcita con sulfuros de plomo diseminados, con silicificación y poca oxidación, se encuentra encajonada en caliza arcillosa de la Formación Agua Nueva, a profundidad

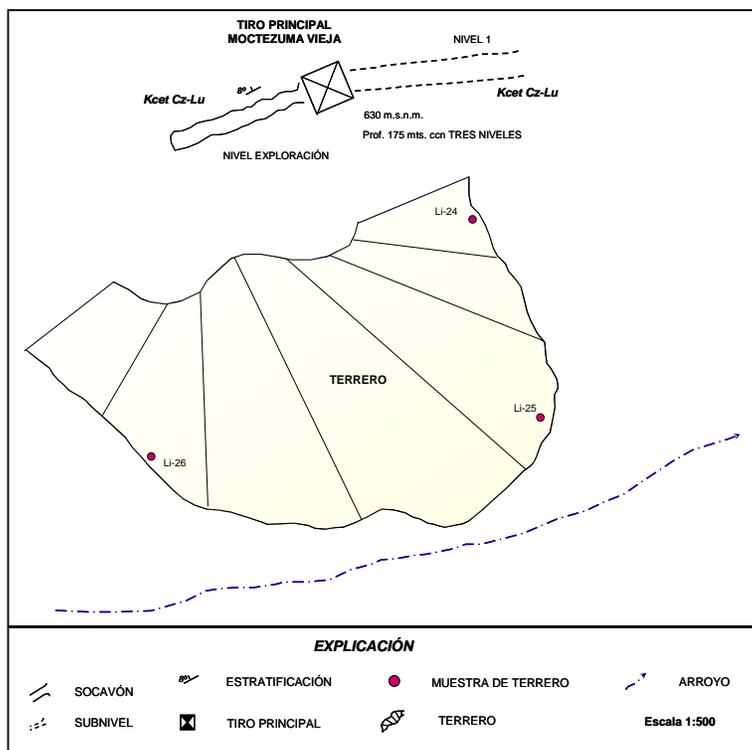


Figura 19.- Mina Moctezuma Vieja

por ello se tiene poco desarrollo de cruceros, cabe mencionar que si hubiesen realizado cruceros con mayor desarrollo a distintas profundidades, hubiesen cortado estructuras secundarias que corren en forma paralela a la estructura principal que presenta una variante notable de rumbo N 35° W con echado de 83° NE, la estructura fue reconocida en superficie con una longitud del orden de 900 m, y un ancho variable de 0.40 a 1.0 m. se considera que esta estructura no corresponde a la estructura de la minas Todos Santos- Cuatro Vetas, lo que confirma que el distrito de San Nicolás esta constituido por una serie de vetas paralelas de gran longitud con rumbos y

aparentemente corta la Formación Tamaulipas superior. Donde es del orden de 1.2-2 m de espesor con disminución notable de valores de plata y aumento de zinc. Al igual que en las minas anteriores la mineralización es de tipo epitermal, representada por galena, argentita, esfalerita y blenda, con ganga de calcita, cuarzo, hematita, limonitas, débil oxidación y silicificación, los trabajos consistieron en levantamiento con brújula y cinta del tiro principal y terreros, colectándose tres muestras de terrero (Li-24 a 26) (**Tabla 18**).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-24	MOCTEZUMA VIEJA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	1051.16	15.784	0.2205
Li-25	MOCTEZUMA VIEJA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	129.96	7.909	0.168
Li-26	MOCTEZUMA VIEJA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	248.71	15.135	0.205
			SUMA	-----	1429.83	38.828	0.5935
			PROMEDIO	-----	476.6	12.942	0.1978

Tabla 18

Los resultados del cálculo de la ley media aritmética dieron 476 g/t de Ag, 12.94 % de Pb, y 0.197 % de Zn, el cálculo de reservas y potencial se desconoce.

orientación en terrero (Li-27; **Tabla 19**). El potencial en esta obra se desconoce.

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-27	TIRO SAN ANDRES	TERRERO	SUPERFICIE	-----	604.04	21.227	0.205

Tabla 19

Tiro San Andrés.

Se ubica en las coordenadas 510456 – 2735444, en forma local sobre el arroyo de Las Minas al oriente de la mina Moctezuma Vieja, a una altura de 590 m s.n.m (**Figura 20**).

Tiro San José.

Se localiza en el poblado de Moctezuma en las coordenadas 511131 – 2735241, a una altura de 600 m s.n.m., consta de un tiro, el cual conserva la estructura metálica del malacate.

La obra se encuentra labrada en las calizas arcillosas de la Formación Agua Nueva; la función

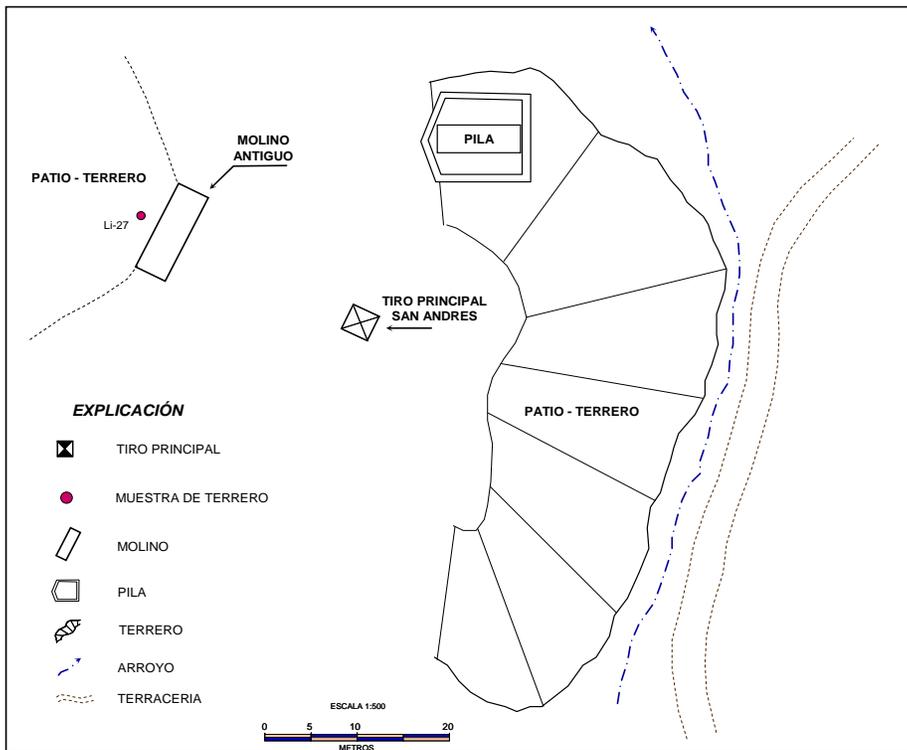


Figura 20 Tiro San Andres

El brocal del tiro se encuentra en los patios de recuperación y concentración de mineral de la antigua planta de beneficio de Moctezuma. La función operativa de este tiro que tiene una profundidad de 80 m, fue el de dar ventilación a los niveles inferiores de la mina Moctezuma Vieja, utilizado también para servicios generales y en algunas épocas para manto de mineral, la obra se encuentra labrada en calizas arcillosas de la Formación Agua Nueva, se colectó una muestra de

operativa fue de ventilación para los niveles inferiores, transporte de personal, manto y comunicación a diferentes niveles. Su profundidad estimada es de 80 m con desarrollo de obras del orden de 500 m para comunicar con la mina Moctezuma Vieja y los tiros San Andrés y San Pedro, en esta obra no se colectó ninguna muestra, debido a que todo el mineral era seleccionado y enviado a los patios de la planta de beneficio, los terreros aledaños al tiro contienen roca estéril sin importancia (**Fotografía 30**).



Fotografía 30. Panorámica mostrando el castillo del malacate de la mina San José, en las inmediaciones del poblado de Moctezuma.

Tiro San Pedro.

La obra se ubica en las coordenadas 511131 – 2735241, a una altura de 630 m.s.n.m, en forma local se encuentra al oriente del tiro San José en las estribaciones del poblado de Moctezuma.

Consta de un tiro principal, que funcionó durante un largo período como obra de servicio, manto de mineral, ventilación y comunicación de los niveles inferiores, actualmente se conserva la estructura del malacate y un cableado de teleférico donde se transportaba el mineral a los patios de la planta de beneficio de Moctezuma.

La obra se encuentra labrada en las calizas de la Formación Agua Nueva, la estructura se presenta en forma de veta de rumbo N 43° W con echado de 78° NE acompañada de vetillo irregular de calcita subparalelo de poco espesor relleno de pequeñas fracturas perpendiculares a la estratificación de buzamiento suave casi horizontal, el cuerpo mineralizado presenta una extensión de 700 m, con un espesor en superficie de 0.2 a 0.6 m, tiene una profundidad conocida de 80 m.

La veta del tiro San Pedro ha sido considerada como una flexión y continuidad al SE de la veta principal de las minas Todos Santos y Cuatro Vetas, se determinó que esta veta es una estructura diferente. Dicha estructura, es independiente y corre en forma paralela a la estructura de las minas Moctezuma Vieja, tiros San Andrés y San José, existe la posibilidad de que la veta se intersecte con la veta de Todos Santos y Cuatro Vetas en la zona del tiro San Juan en el poblado de Moctezuma, no se

colectó ninguna muestra, debido a que todo el mineral era seleccionado y enviado a los patios de la planta de beneficio, los terreros contienen roca estéril.

Tiro La Concha.

Esta obra se ubica en las coordenadas 511365 – 2734524, en forma local sobre el camino que va del poblado Moctezuma al poblado de El Palmar, el brocal se encuentra a una altura de 660 m.s.n.m (**Fotografía 31**).



Fotografía 31. Condiciones actuales del brocal del tiro La Concha.

El tiro se encuentra labrado en calizas arcillosas de la Formación Agua Nueva, con la finalidad de ventilación y abastecimiento de insumos mineros. Presenta un vetillo de calcita de unos cuantos centímetros con un rumbo generalizado N 35° W con echado de 83° NE, aparentemente se trata de la misma estructura que se corta en los tiros San Andrés y San José; por información verbal este tiro tiene una longitud y desarrollo de obras del orden de 400 m, un ancho de veta de 0.2 a 0.6 m, llegando en algunos sectores a un metro, la profundidad conocida de este tiro es de 80 m, no se aprecia mineralización formal en superficie, en esta obra no se colectó ninguna muestra representativa los terreros tienen poco interés económico.

Carroleña.

Mina conocida como Carroleña y/o Carrola, el brocal del tiro se localiza en las coordenadas 512216 – 2734388, al suroeste del poblado de El Palmar a una altura de 640 m.s.n.m.

Consta de un tiro labrado en calizas arcillosas de la Formación Agua Nueva con estratificación que tiende a la horizontal, presenta un sistema de

fracturas paralelas (que profundizan) perpendiculares a la estratificación, dicho vetilleo esta relleno por calcita, siguiendo el rumbo de la veta que se observa en el brocal del tiro con un ancho de 0.6 m, el cual a profundidad aumenta hasta 1.2 m, conserva el mismo trend estructural regional NW-SE (**Figura 21**).

consiste de galena, argentita, esfalerita, blenda?, en ganga de calcita y cuarzo, hematita, limonita y óxidos; la alteración que se observa es la silicificación y oxidación, no fue posible tener acceso a esta obra, por lo que se colectaron un total de 4 muestras de terrero repartidos en dos patios, (Li-28 a 31) en la mina existen aún restos de una pequeña planta de beneficio (**Tabla 20**).

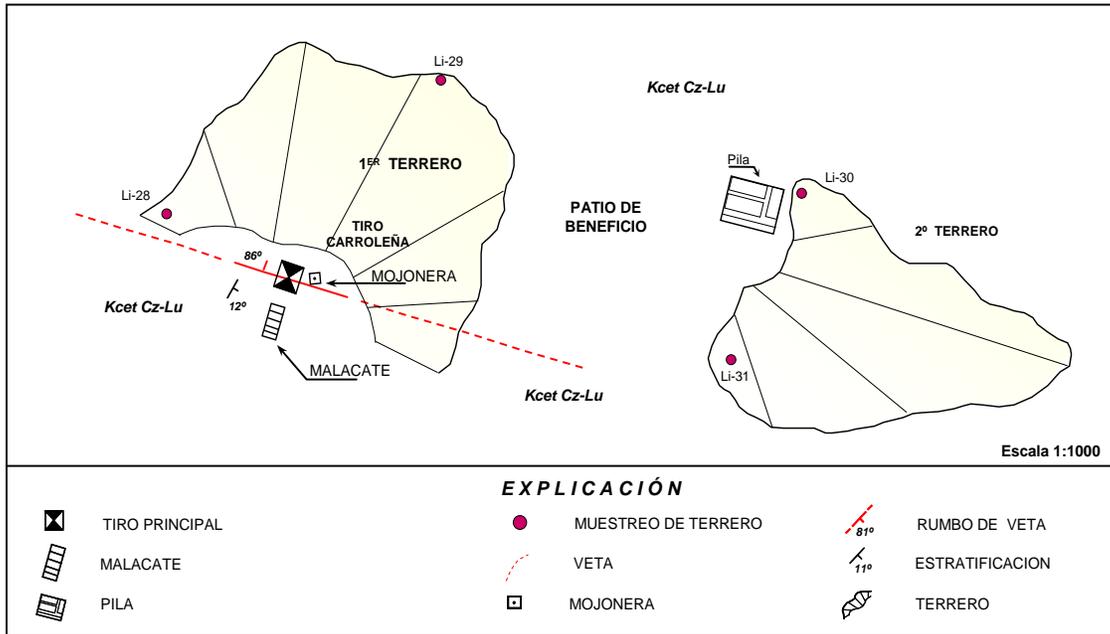


Figura 21.- Mina Carroleña

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-28	CARROLEÑA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	416.96	18.486	0.083
Li-29	CARROLEÑA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	237.94	8.325	0.032
Li-30	CARROLEÑA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	875.01	18.516	0.013
Li-31	CARROLEÑA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	815.05	14.474	0.204
			SUMA	-----	2344.96	59.801	0.332
			PROMEDIO	-----	586.25	14.95	0.08

Tabla 20

La veta y las obras se encuentran en calizas de la Formación Agua Nueva con un rumbo N 75° W con echado de 86° NE, una longitud en superficie de 700 m, un espesor del orden de 0.6 a 1.2 m con una profundidad conocida de 80 m las obras tienen una extensión de 400 m, a rumbo de veta con dirección a las minas Todos Santos y Cuatro Vetas, y continuidad al SE hacia las minas Dulcinea y Tiro El Águila.

La estructura en superficie se presenta en forma de veta acompañada de vetilleo irregular de calcita subparalelo, de poco espesor, relleno pequeñas fracturas perpendiculares a la estratificación de buzamiento suave casi horizontal, la mineralización

El cálculo de la ley media aritmética dio 586 g/t de Ag, 14.95 % de Pb, y 0.080 % de Zn, se desconocen las reservas, se considera a esta mina con grandes posibilidades de contener potencial.

Dulcinea.

Esta obra se localiza en las coordenadas 512446 – 2734208, a 300 m al sureste de la mina Carroleña, cerca del poblado El Palmar; el brocal del tiro se ubica a una altura de 620 m.s.n.m.

La obra se encuentra labrada en la caliza arcillosa de la Formación Agua Nueva, en superficie se aprecia una estructura vetiforme discontinua de rumbo N 73°

W con echado de 83° SW y un espesor variable de 0.2-0.6 m acompañada de una red de vetillas de calcita que corren en forma casi paralela a la estructura las cuales cortan en forma perpendicular a la estratificación; tiene en superficie una longitud de 400 m, una profundidad conocida de 65 m con varios niveles y cruceros exploratorios, dicha estructura, con respecto a la mina Carroleña se encuentra desplazada en forma paralela alrededor de 300 m, ambas siguen el mismo trend estructural de las vetas del distrito, esta mina tiene un gran desarrollo en obras evidenciado por los grandes terreros que tiene (Figura 22).

Las especies minerales de mena, ganga, así como, las alteraciones y origen de la mineralización son similares a la mina Carroleña, esta obra actualmente no tiene acceso, se tomaron tres muestras de terrero (Li-32 a 34) en esta obra se tiene evidencias de antiguas plantas donde se beneficiaba mineral (Tabla 21).

El cálculo de la ley media aritmética de las muestras reportan 508 g/t de Ag, 17.94 % de Pb, y 0.020 % de Zn, debido a lo inaccesible de las obras no se pudo calcular reservas, asumiendo que la mina cuenta con gran potencial minero.

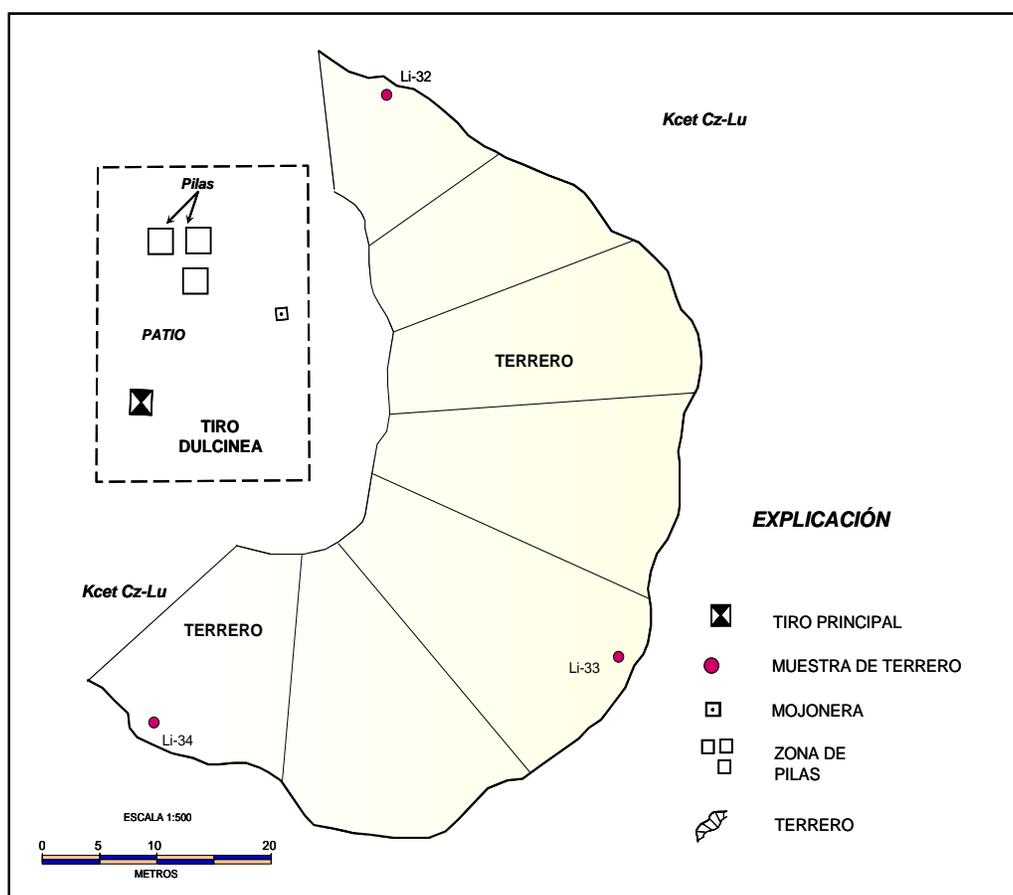


Figura22.- Mina Dulcinea

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-32	DULCINEA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	440.09	21.186	0.016
Li-33	DULCINEA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	505.52	14.926	0.034
Li-34	DULCINEA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	579.98	17.721	0.011
			SUMA		1525.59	53.833	0.061
			PROMEDIO		508.53	17.943	0.02

Tabla 21

Tiro El Águila.

La obra se ubica en las coordenadas 512699 – 2734085, en las estribaciones al sur de El Palmar sobre el camino de terracería que comunica a los poblados El Gavilán-El Palmar, el brocal se encuentra a una altura de 600 m.s.n.m., labrado en la caliza arcillosa de la Formación Agua Nueva, aparentemente realizado como tiro de exploración (**Fotografía No. 32**).



Fotografía 32. Castillo de madera del malacate del tiro El Águila

La estructura vetiforme se aprecia en la tabla del bajo del tiro El Águila, con un rumbo N 70° W con echado de 88° NE, y una longitud en superficie de 300 m, con un espesor de 0.4 m, el tiro principal tiene un cuele de 45 m, la mineralización arma en las

calizas de la Formación Agua Nueva en forma perpendicular a la estratificación; la mineralización consiste en sulfuros de plomo, plata y zinc, la alteración y origen se consideran similares a la mina Carroleña y Dulcinea, el segundo tiro se ubica del tiro principal al noroeste a 200 m, actualmente se encuentra aterrado y lleno de basura (**Figura 23**).

En esta obra se colectó una muestra de terrero (Li-35) reportando los siguientes valores; 734 g/t de Ag, 10.88 % de Pb, y 0.195 % de Zn, las reservas y potencial se desconocen (**Tabla 22**).

San Juan

La mina San Juan conocida también como San Juanito, se ubica en las coordenadas 513580 – 2733345, al oriente del poblado de El Palmar en el arroyo del Potrero, la bocamina se ubica a una altura de 620 m.s.n.m., consta de un socavón inclinado siguiendo los planos de estratificación, con cruceros, niveles y un tiro de 70 m (**Figura 24**).

Es una de las minas más grandes de la región, cuenta con maquinaria para beneficio de mineral, cribas, yicks, temblorinas, molino, etc., la gran cantidad de jales confirma la bonanza de esta mina; actualmente se encuentra inundado el socavón inclinado, lo que aprovechan los lugareños para abastecerse de agua (**Fotografía 33**).

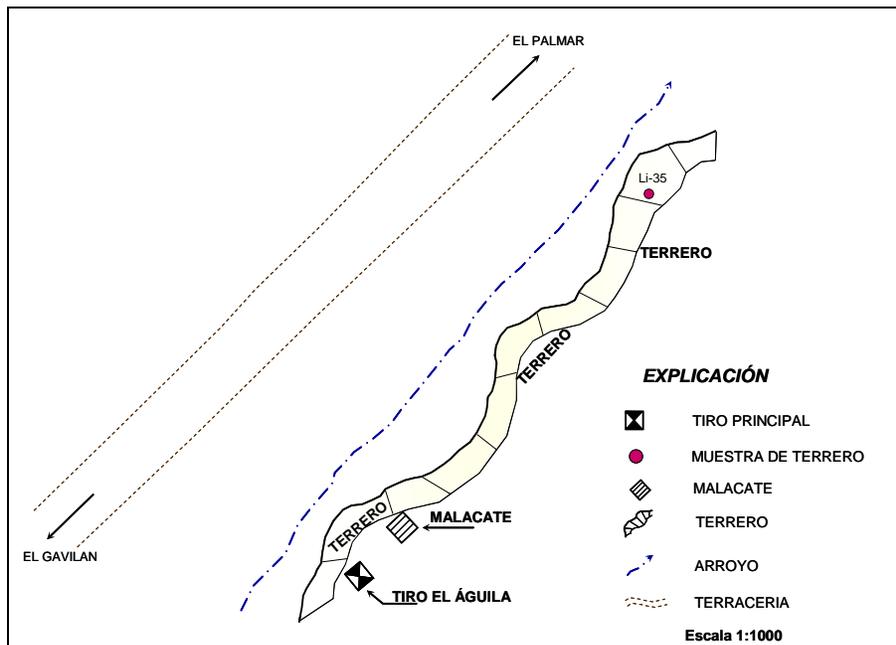


Figura 23 Mina El Águila

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-35	EL ÁGUILA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	734.06	10.889	0.195

Tabla 22

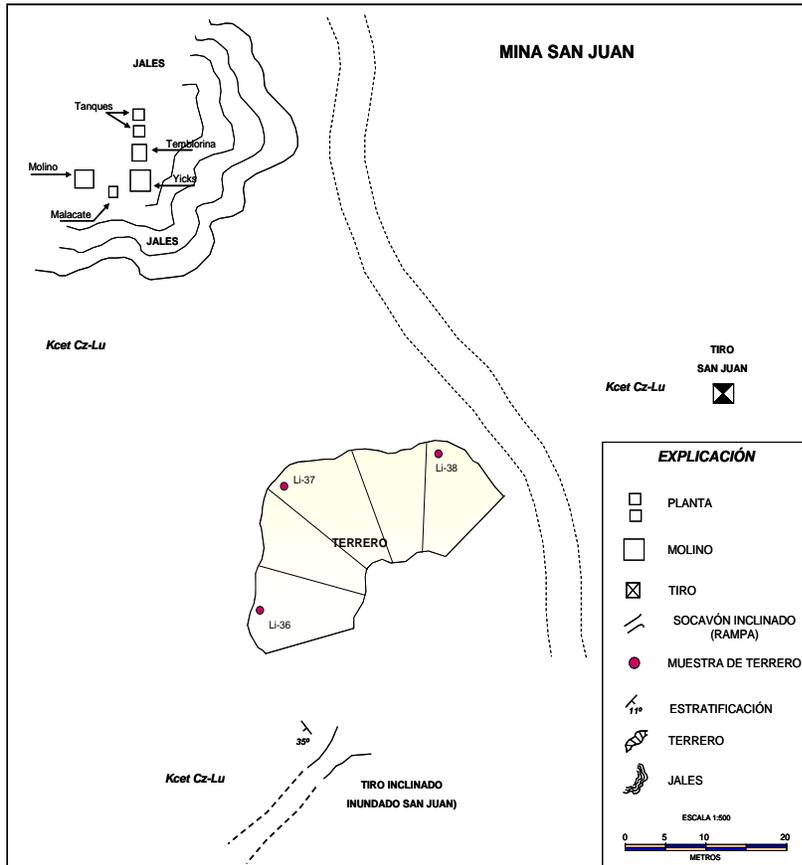
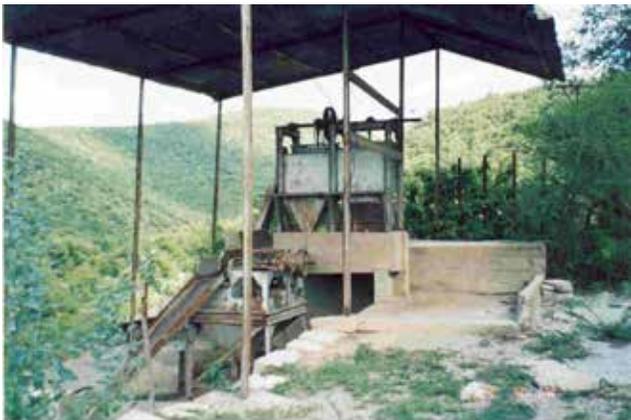


Figura 24 Mina San Juan



Fotografía No.33. Detalle de las cribas, yicks y temblorinas del antiguo molino de la mina San Juan, vista al NE

El cuerpo estratiforme de esta mina arma en calizas arcillosas de la Formación Agua Nueva de rumbo N 40° W con echado de 35° SW, en superficie sufre flexiones y en interior mina cambia de inclinación hasta llegar a la vertical, con una longitud superficial de 500 m y un espesor de 0.4 m en superficie y un ancho de 1.2 m a profundidad. La mineralización consiste de sulfuros de plomo, plata y zinc, en una ganga de calcita, cuarzo, óxidos de hierro, la alteración presente es la silicificación moderada en zona de oxidación. Debido a lo inaccesible de las obras se colectaron 3 muestras de terrero (Li-36 a 38; **Tabla 23**).

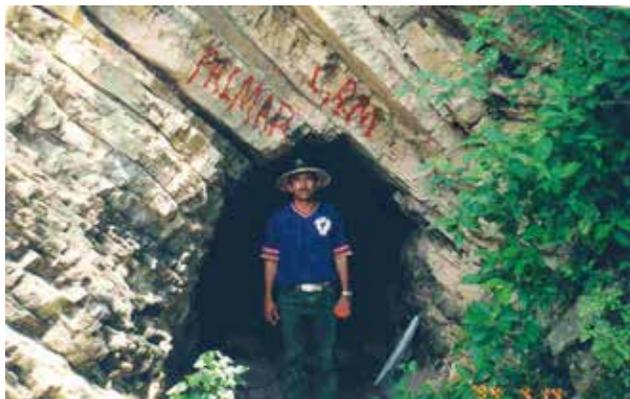
Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-36	SAN JUAN	TERRERO	SUPERFICIE	-----	51.58	4.641	0.017
Li-37	SAN JUAN	TERRERO	SUPERFICIE	-----	119.65	9.587	0.032
Li-38	SAN JUAN	TERRERO	SUPERFICIE	-----	99.36	7.472	0.054
			SUMA		270.59	21.7	0.103
			PROMEDIO		90.19	7.233	0.034

Tabla 23

El cálculo de la ley media aritmética de las muestras es bajo comparado con las minas anteriormente descritas, los resultados son: 90 g/t de Ag, 7.23 % de Pb, y 0.034 % de Zn, se desconocen reservas y se considera con potencial.

El Palmar.

Se localiza en las coordenadas 513959 – 2732845, al oriente de El Palmar sobre el arroyo de El Potrero a 500 m aguas arriba de la mina San Juan, el brocal del socavón principal se ubica a una altura de 640 m s.n.m (Fotografía 34)..



Fotografía 34.- Detalle mostrando el brocal principal de la mina El Palmar, labrado en caliza de la Formación Agua Nueva.

La obra consta de un socavón de más de 70 m, dos cruceros con 70 m de obra y un pozo interior con un cuele de 30 m, la estructura es una veta que arma en calizas arcillosas cortando los planos de estratificación de la Formación Agua Nueva, se trata de un sistema de pequeñas fracturas (algunas

rellenas de calcita) con un rumbo N 53° W con echado de 83° NE, con una longitud en superficie de 200 m, la veta tiene un espesor variable de 0.4 a 0.6 m que se ramalea en dos pequeñas estructuras con el mismo rumbo, aparentemente la estructura conserva el trend estructural regional (Figura 25).

Las características mineralógicas, origen y alteraciones son similares a todas las minas anteriormente descritas. Cabe señalar que no se realizó ningún muestreo en interior de mina sobre la estructura, debido a que, la estructura en el cielo de el socavón se encuentra ademada representando riesgo para el muestreo, el frente del crucero con rumbo NE se encuentra en roca estéril, el frente al SW se encuentra en zona de caídos y aterrada, pero se aprecia la continuidad de la obra, el frente del socavón al SE que sigue a rumbo de estructura se desconoce, actualmente se encuentra con caídos y con mucho guano, impidiendo el acceso, en el patio de la mina se instalo un pequeño molino, cribas y tanques de flotación, al parecer se están realizando pruebas metalúrgicas, en esta obra solo fue posible tomar tres muestras de terrero (Li-39 a 41) (Tabla 24).

La ley promedio aritmética reporta 211 g/t de Ag, 10.71 % de Pb, y 0.056 % de Zn, en esta obra se desconocen las reservas y se estima con potencial minero.

Las Américas

Esta mina se ubica en las coordenadas 516732 – 2730601, a 1 km en línea recta al suroeste del poblado y cabecera municipal de San Nicolás, el brocal principal del socavón se encuentra a una altura de 720 m.s.n.m.

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-39	EL PALMAR	TERRERO	SUPERFICIE	-----	383.86	18.435	0.043
Li-40	EL PALMAR	TERRERO	SUPERFICIE	-----	107.69	6.605	0.05
Li-41	EL PALMAR	TERRERO	SUPERFICIE	-----	142.22	7.115	0.077
			SUMA		633.77	32.155	0.17
			PROMEDIO		211.25	10.718	0.056

Tabla 24

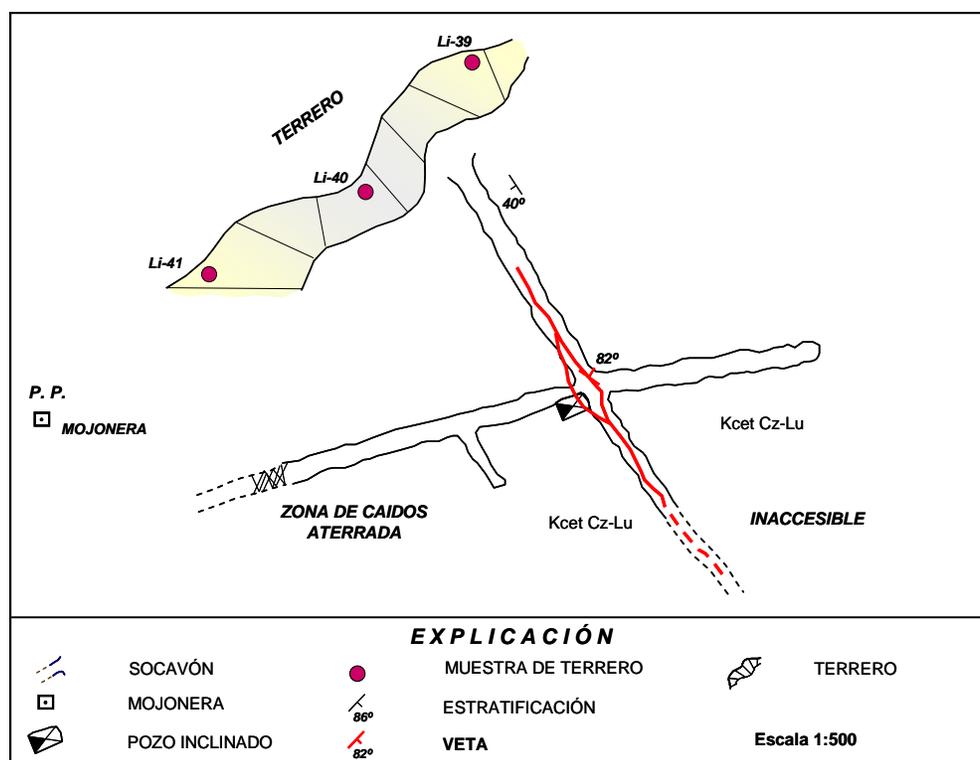


Figura 25 Mina El Palmar

Consta de una serie de obras menores como socavones inclinados, pozos y comidos irregulares a lo largo de la estructura tabular que aflora en una longitud 300 m las obras con mayor desarrollo actualmente se encuentran aterradas y colapsadas, se aprecia en una de ellas, un subnivel desconociendo su desarrollo y la posible continuidad a profundidad, cabe mencionar que la gran mayoría de las obras y comidos labrados a rumbo de la estructura en forma escalonada se comunican por pequeños pozos, socavones inclinados sin control minero. La estructura vetiforme se aloja en caliza arcillosa de la Formación Agua Nueva, presenta un rumbo N 45° W con echado de 81° SW, una longitud estimada en superficie de 600 m, con un espesor variable de 0.8 a 1.2 m, una profundidad estimada de 30 m. debido a que en esta obra no fue posible tener acceso. La mineralización en esta mina consiste de sulfuros de plomo, plata y zinc en una ganga de

calcita y cuarzo, la alteración en los respaldos de la estructura es la silicificación y oxidación (Figura 26).

Se considera a esta estructura como la continuación al noroeste de la estructura de las minas La Luz, Dolores y Raquel con rumbo casi constante; sobresalen algunas características de esta veta como: la continuidad en longitud, espesor y el paralelismo con un sistema de pequeñas vetillas de calcita; la concentración en algunos sectores de cristales bipiramidales de cuarzo translucidos al bajo y relativamente cerca de la veta; así como, la cercanía con un cuerpo ígneo intrusivo de composición cuarzdiorítica-traquiandesita? que aflora aguas abajo. En este cuerpo intrusivo se colecto una muestra para análisis petrográfico (Li-42), rayos x (Li-43) y mineragráfico (Li-44), en esta obra no se colecto ninguna muestra de la veta, por lo inaccesible de las obras, sólo se colectaron tres muestras de terrero (Li-45 a 47; Tabla 25).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-45	LAS AMERICAS	TERRERO	SUPERFICIE	-----	97.72	6.348	0.03
Li-46	LAS AMERICAS	TERRERO	SUPERFICIE	-----	702.8	19.283	0.041
Li-47	LAS AMERICAS	TERRERO	SUPERFICIE	-----	804.6	5.04	0.049
			SUMA		1605.12	30.671	0.12
			PROMEDIO		535.03	10.223	0.04

Tabla. 25

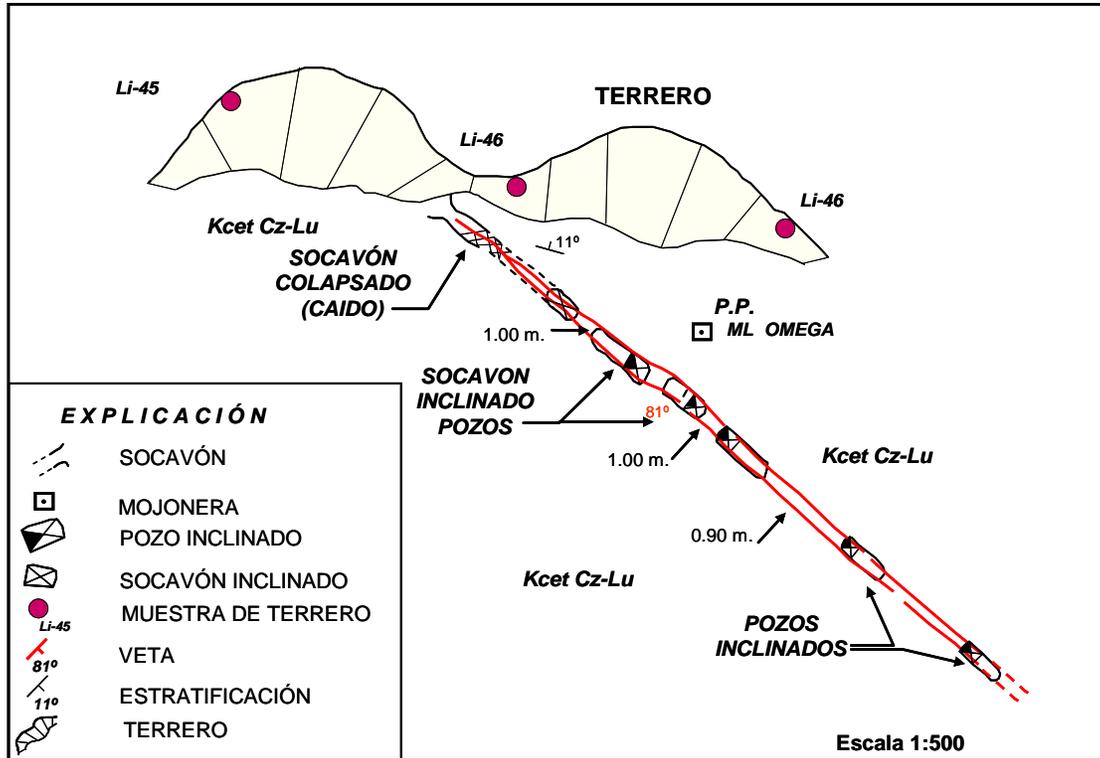


Figura 26 Mina Las Americas

El cálculo de la ley media aritmética en esta mina reporta 535 g/t de Ag, 10.22 % de Pb, y 0.040 % de Zn, se estima que esta obra grandes reservas y gran potencial, debido a lo superficial de sus obras.

La Luz.

La mina se localiza en las coordenadas 517124 – 2730307, a 1 km en línea recta al sur del poblado de San Nicolás, en forma local aguas arriba sobre el arroyo y relativamente cerca de la mina Las Américas, a una altura de 750 m.s.n.m.

La mina se compone de dos socavones labrados en caliza arcillosa, el primero con rumbo noreste, el segundo de rumbo suroeste separados entre si por el cauce de arroyo, las obras en conjunto presentan desarrollo de 150 m, en ambas se tienen tres cruceros con desarrollo de 60 m, un tiro con una profundidad conocida de 50 m, y un pozo de 15 m. El primer nivel con rumbo noreste cuenta con dos cruceros y un pozo, obras que cortaron dos

pequeñas vetas paralelas de 0.3-0.4 m que tienden a acuñarse entre sí. El segundo socavón tiene un solo crucero y un tiro interior, en esta obra solo cortaron una estructura que tiende a aumentar en espesor (Figura 27).

Las estructuras se encuentran encajonadas en calizas arcillosas de la Formación Agua Nueva, relativamente paralelas entre sí, con un rumbo general N 75° W con echado de 83° SW, con algunas flexiones en el rumbo pero siempre en la dirección NW, con una longitud en superficie del orden de 400 m, un espesor variable de 0.4 a 0.8 m, y profundidad conocida de 50 m, la mineralización se presenta como sulfuros plomo, plata y zinc, en una ganga de calcita, cuarzo, poca hematita y óxidos; las estructuras en los respaldos presenta silicificación y oxidación. En esta obra se colectaron dos muestras de canal (Li-56-57). El reporte del cálculo de la ley media aritmética de interior mina reportan 672 g/t de Ag, 17.59 % de Pb, y 0.079 % de Zn (Tabla 26).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-56	LA LUZ	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	0.800	328.77	18.802	0.091
Li-57	LA LUZ	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	0.800	1015.37	16.397	0.067
			SUMA		1344.14	35.199	0.158
			PROMEDIO		672.05	17.599	0.079

Tabla 26

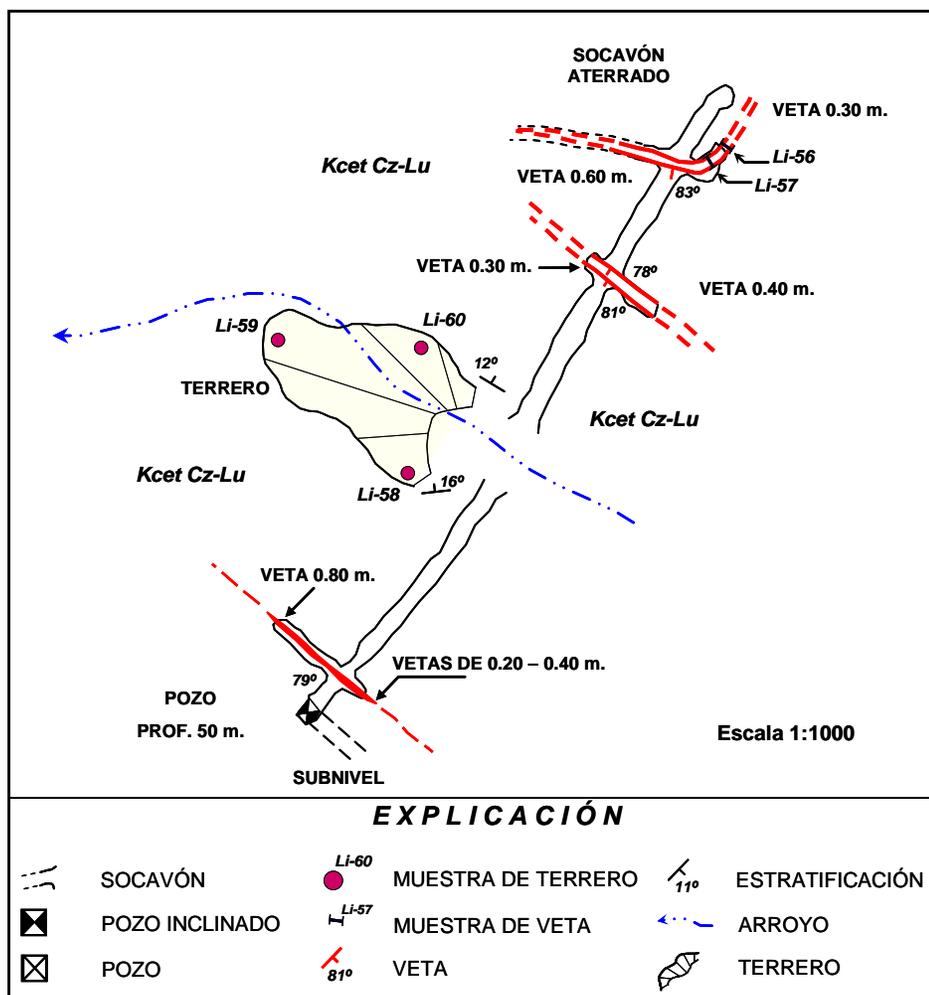


Figura 27.- Mina La Luz

Se colectaron tres muestras de terrero (Li-58 a 60). El reporte dio 256 g/t de Ag, 10.31 % de Pb, y 0.153 % de Zn. Se desconocen las reservas pero se estima que la mina puede tener potencial (Tabla 27).

obra principal se encuentra a una altura de 740 m.s.n.m (Fotografía 35).

Es una de las obras de mayor renombre por su potencial minero y desarrollo en obras, consta de dos socavones labrados en calizas arcillosas de la

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-58	LA LUZ	TERRERO	SUPERFICIE	-----	245.21	13.002	0.058
Li-59	LA LUZ	TERRERO	SUPERFICIE	-----	228.35	8.96	0.199
Li-60	LA LUZ	TERRERO	SUPERFICIE	-----	296.31	8.997	0.204
			SUMA		769.87	30.959	0.461
			PROMEDIO		256.62	10.319	0.153

Tabla No. 27

Dolores

La mina Dolores se ubica en las coordenadas 517365 – 2730131, en forma local sobre el arroyo de El Nogalar, cerca del camino de terracería que conduce de San Nicolás a El Antrisco, el brocal de la

Formación Agua Nueva, un subnivel del cual se desconoce su desarrollo y dos tiros de 12 y 50 m respectivamente, en las obras se puede observar una discontinuidad en el espesor de las estructuras, pero continuidad en cuanto a rumbo; las vetas arman en calizas arcillosas presentando un rumbo general N 37° W con echado de 84° NE.



Fotografía 35. Nótese al alto del brocal la traza de la veta de la mina de Dolores.

profundidad conocida de 50 m, durante el minado de las obras se cortaron varias vetas que afloran en superficie, donde esta la veta del socavón principal, el cual se encuentra labrado a rumbo de veta con un desarrollo de 60 m en este socavón a la fecha conserva los rieles de la vía, según información verbal del guía las labores mineras se suspenden en los años 1999-2000 (**Figura 28**):

La mineralización es de tipo epitermal, representada por galena, argentita, esfalerita y blenda, con ganga de calcita, cuarzo, hematita, limonitas, débil oxidación y silicificación.

Con un espesor variable de 0.6 a 1.0 m, con una longitud en superficie del orden de 300 m con una

En esta obra se colectaron en interior de mina las muestras (Li-51-52), el reporte del cálculo de la ley media aritmética de interior mina dieron; 1145 g/t de Ag, 14.90 % de Pb, y 0.070 % de Zn (**Tabla 28**).

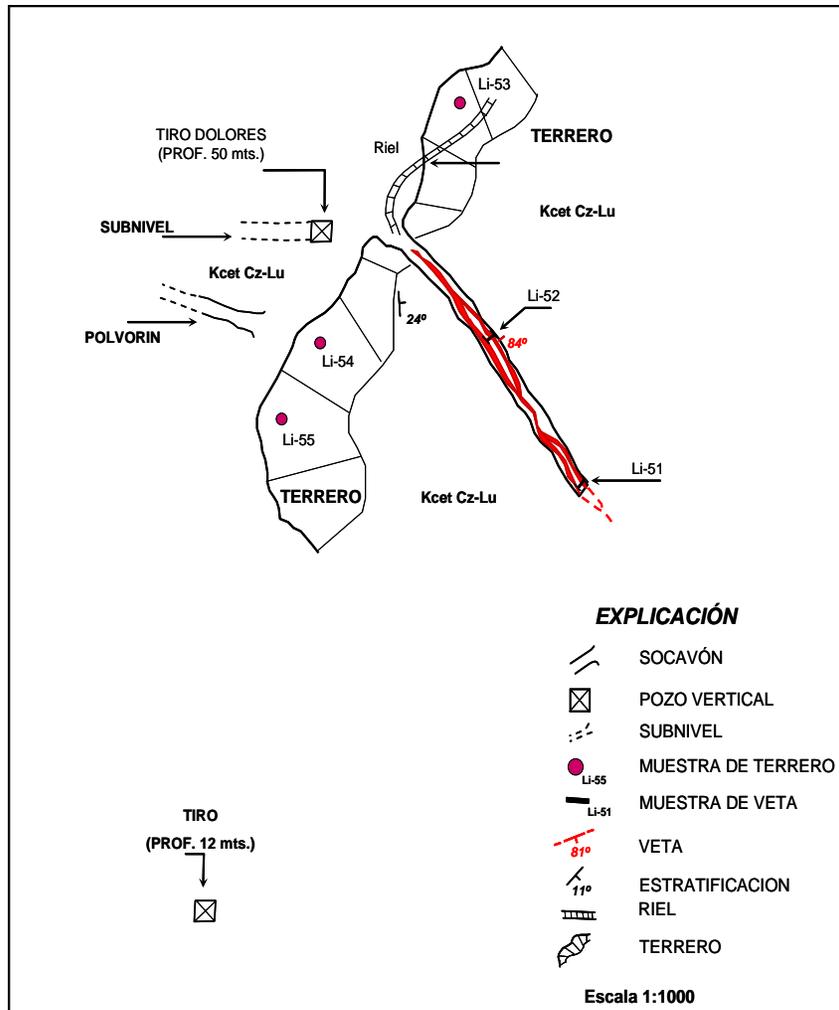


Figura 28.- Mina Dolores

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-51	DOLORES	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	0.600	2276.25	29.145	0.072
Li-52	DOLORES	ESQUIRLAS	INTERIOR MINA	1.000	14.73	0.659	0.068
			SUMA		2290.98	29.804	0.14
			PROMEDIO		1145.5	14.902	0.07

Tabla. 28

Se colectaron tres muestras en terreros (Li-53 a 55), las cuales reportaron; 486 g/t de Ag, 16.80 % de Pb, y 0.075 % de Zn, se desconocen las reservas pero se estima a la mina con potencial (Tabla 29).

Consta de un socavón aterrado lo que no permitió el acceso, se puede observar que las obras continúan a lo largo de un pequeño cruceo desconociendo su desarrollo, cuenta también con varias catas de exploración y un par de pozos, dichas obras se

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-53	DOLORES	TERRERO	SUPERFICIE	-----	573.33	23.903	0.067
Li-54	DOLORES	TERRERO	SUPERFICIE	-----	397.2	12.622	0.071
Li-55	DOLORES	TERRERO	SUPERFICIE	-----	488.29	13.887	0.089
			SUMA		1458.82	50.412	0.227
			PROMEDIO		486.26	16.804	0.075

Tabla No. 29

Raquel

Se ubica en las coordenadas 517723 – 2729786, a 1.2 km en línea recta al sureste del poblado de San Nicolás, cerca de la terracería que conduce a El Antrisco, localizada en el extremo sureste de todo el sistema de vetas del distrito minero de San Nicolás.

encuentran labradas en calizas arcillosas de la Formación Agua Nueva, la cual presenta en superficie un sistema de vetilleo de calcita en un área de anomalía de color (Figura 29).

La estructura arma en las calizas de la Formación Agua Nueva, presenta un rumbo N 46° W con echado de 69° SW, una longitud estimada en

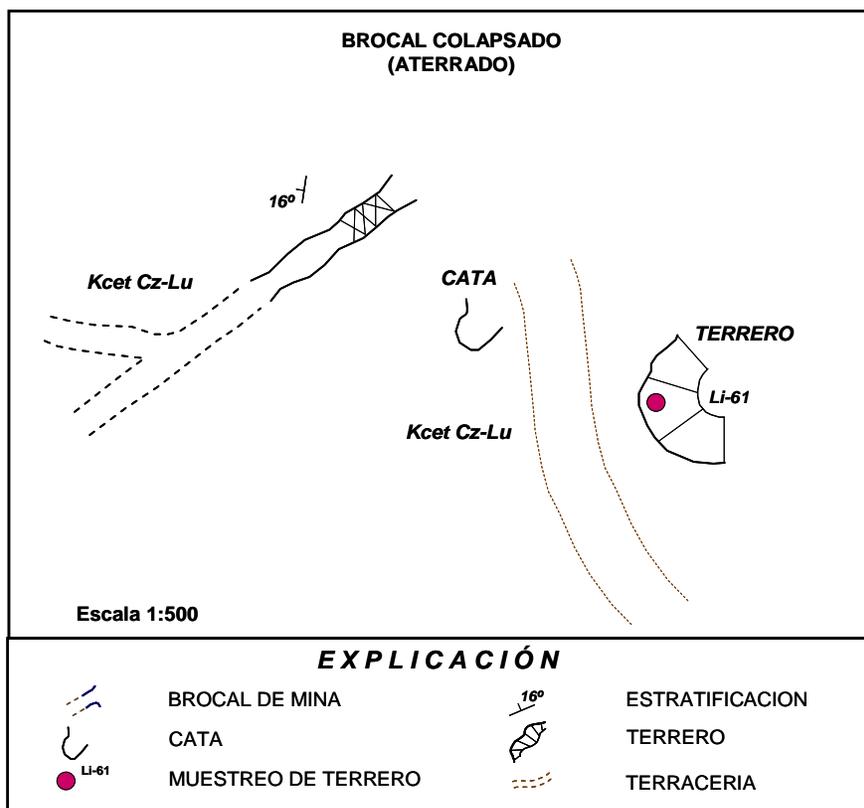


Figura 29.- Mina Raquel

superficie de 300 m, con un ancho variable que va de 0.4 a 0.8 m y una profundidad estimada de 20-30 m. La mineralización consiste en sulfuros de plomo, plata y zinc, en una ganga de calcita, cuarzo, hematita, oxidación y silicificación (Tabla 30).

cartografía de la carta Linares no se permitió el acceso por ser una propiedad privada.

IV.1.5.3. Zonas Mineralizadas.

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-61	RAQUEL	TERRERO	SUPERFICIE	-----	145.49	6.63	0.204

Tabla 30

Debido a lo inaccesible de la obra solo se colectó una muestra de terrero (Li-61), dicha muestra reporto valores de: 145 g/t de Ag, 16.80 % de Pb, y 0.075 % de Zn, se desconoce reservas y potencial.

Dentro del rublo de zonas mineralizadas, la carta Linares comprende la zona mineralizada La Gloria referida a la parta central; la zona mineralizada Dulces Nombres se ubica en el extremo sur poniente de la carta.

Sacramento

Este prospecto se ubica en las coordenadas 513607-2730277, en forma local se localiza en la estribación suroeste del cerro de Sacramento conocido también como El Italiano, consiste de una zona con manifestación de mineral insitu; el área comprende una zona de intrusivo de composición andesítica-traquiandesítica en contacto con calizas arcillosas de la Formación Agua Nueva; en esta área se colecto una muestra de roca para análisis petrográfico (Li-48), difracción de rayos x (Li-49) y mineragráfico (Li-50) en zona de silicificación-oxidación; con objeto de complementar los estudios realizados en esta zona durante la cartografía de la carta San Carlos G14-D61, escala 1:50,000 (COREMI), en ese trabajo se describe con mayor amplitud el área descrita y referida como Agua Zarca, donde mencionan y reportan obras con valores de Cu y Au, durante la

Es de importancia destacar, que las zonas mineralizadas El Jatero, El Patado y/o Patao y Cerro El Diente, referidas en el capítulo de yacimientos en el apartado de antecedentes, fueron objeto de estudios de exploración con más detalle durante los trabajos de la cartografía geológico minera de la carta San Carlos y posteriormente por la empresa Aurcana Co., por lo cual, durante los trabajos cartográficos de la carta Linares no se consideraron.

IV.1.5.3.1. Zona Mineralizada La Gloria.

Se localiza aproximadamente a 62 km en línea recta al sureste de la ciudad de Linares N.L., en forma local se ubica en el extremo suroeste de la Sierra Chiquita cerca de la ranchería La Gloria, esta zona comprende a la mina Omega y los prospectos El Rincón y El Rincón II, así como, los prospectos Rincón Murillo (mármol) y Cerro El Diente (cantera)

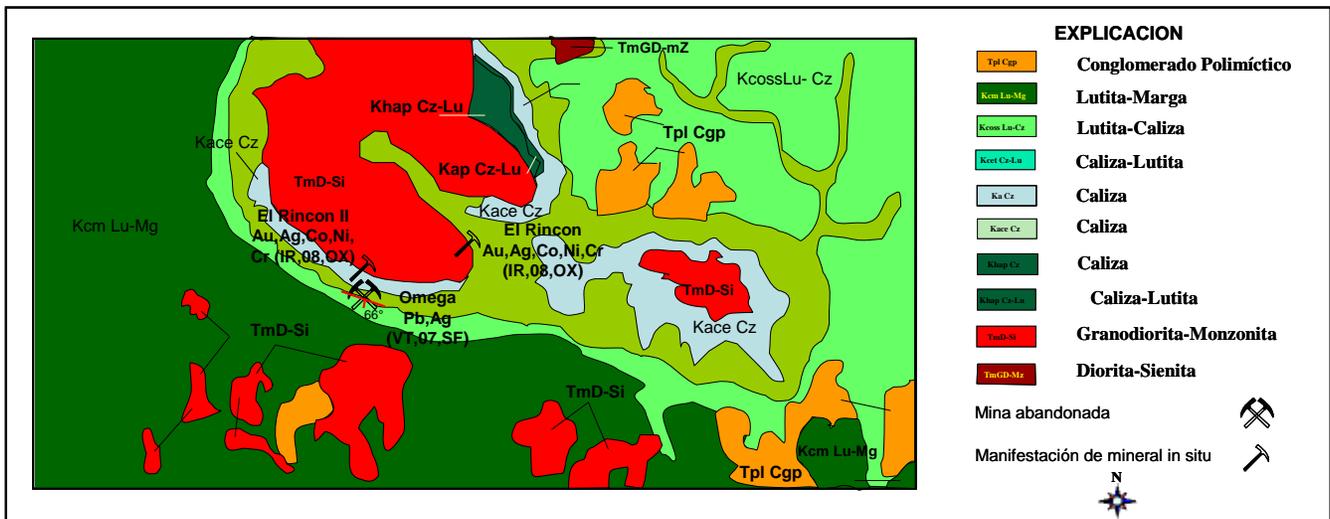


Figura 30.- Zona Mineralizada La Gloria

los cuales se describen en el apartado correspondiente (**Figura 30**).

Omega.

Se localiza en las coordenadas 490634–2712153 al

formando zonas de hornfels estéril, aparentemente el remplazamiento fue conspicuo con una mineralización relativamente pobre, el muestreo realizado fue de dos muestras de terrero (Li-253-254; **Tabla 31**).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ag (g/t)	Pb (%)	Zn (%)
Li-253	OMEGA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	6.2	0.214	0.267
Li-254	OMEGA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	7.7	0.305	0.262
			SUMA		13.9	0.519	0.529
			PROMEDIO		6.95	0.259	0.264

Tabla No. 31

noreste de la ranchería La Gloria, en forma local sobre el cauce del arroyo Los Caballos, consta de un socavón a rumbo de veta labrada en zona de hornfels con desarrollo de 30 m, la obra se encuentra en la caliza arcillosa de la Formación Agua Nueva, la cual presenta zonas de metasomatismo (hornfels) de bajo grado; la estructura presenta un rumbo N 75° W con echado de 86° SW, un ancho de 0.4 a 0.8 m, con una longitud estimada en superficie de 100 m, la mineralización consiste de sulfuros representados por galena, argentita, esfalerita, blenda?, en una ganga de calcita, cuarzo, hematita, limonitas y óxidos, las calizas presentan de ligera a moderada alteración metasomática (**Figura 31**).

El reporte de los cálculos de la ley media aritmética de las muestras de terrero dio 6.95 g/t de Ag, 0.255 % de Pb, y 0.264 % de Zn, aunque los resultados son bajos, se considera que el área de la mina Omega puede contener reservas y potencial a profundidad en forma de vetas asociadas a zonas de skarn, dada la relación intrusivo-caliza.

El Rincón.

Se localiza en las coordenadas 494939- 2713809, a 700 m al noreste de la ranchería de Rincón Murillo, se describe como prospecto a un área de intenso vetilleo de cuarzo con fuerte oxidación dentro del

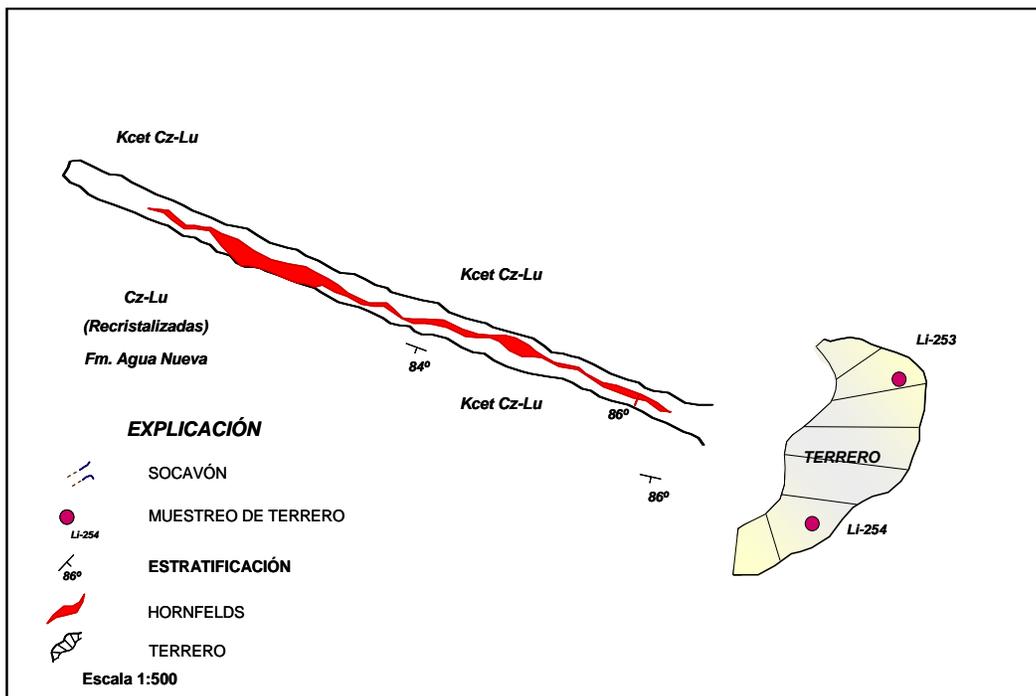


Figura 31.- Mina Omega

La mineralización se considera como producto de soluciones hidrotermales que circularon por los planos de debilidad, produciendo relleno de cavidades y fisuras, asociadas a un metasomatismo

intrusivo granodiorítico-diorítico con una diferenciación muy marcada a diorita-graboidea, área que se extiende y que conforma el extremo suroeste de la sierra de San Carlos y/o Sierra Chiquita.

Cabe hacer mención de que esta zona y las zonas de los cañones de La Gloria y Boca de Álamos son las únicas partes donde el intrusivo presenta estas características en particular; con base en esto, la zona se considero de interés, seleccionando un área donde el intrusivo presenta grandes fenocristales de anfíbol-piroxeno, colectándose tres muestras de esquirla en roca (Li-247 a 249) para ser analizadas por Au, Cu, Mo, W, Co, Cr; y Ni, en este punto, se colecto una muestra de roca en zona de fuerte silicificación-oxidación dentro del intrusivo para su análisis petrográfico (Li-244), rayos x (Li-245) y minerográfico (Li-246) (**Tabla 32**).

como zona de interés, se colecto una muestra de esquirla de roca para su análisis petrográfico (Li-250), difracción de rayos x (Li-251) y minerográfico (Li-252).

IV.5.3.2. Zona Mineralizada Dulces Nombres.

Se ubica en el extremo sur-suroeste de la carta Linares, al sur franco a 93 km en línea recta de Linares, N. L., consiste de una zona con mineralización de Pb, Ag, y Zn, mineralización que arma en estructuras vetiformes de origen hidrotermal, encajonadas en la Formación El Abra, durante el presente trabajo las minas La Victoria y La

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Co g/t	Cr %	Ni g/t
Li-247	EL RINCÓN	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	2	41	0.015	2
Li-248	EL RINCÓN	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	2	43	0.01	2
Li-249	EL RINCÓN	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	2	39	0.015	23
			SUMA	-----	123	0.04	27
			PROMEDIO	-----	41	0.013	9

Tabla 32

Los resultados del análisis químico de estas muestras se consideran anómalas, debido a que dichas muestras fueron colectadas en superficie dentro del cuerpo intrusivo, por lo que se debe considerar que los valores de estos minerales pueden estar lixiviados y los valores reportados no sean los reales; el cálculo de la ley media aritmética de las tres muestras dieron: 41 g/t de Co, 0.013 % de Cr, y 9 g/t de Ni, se considera a esta zona con grandes posibilidades en reservas y potencial; por lo que se propone, como blanco de exploración para estudios geológico-minero a detalle, incluyendo las zonas de los cañones La Gloria y Boca de Álamos.

El Rincón II.

Se localiza en las coordenadas 490694-2712979, esta manifestación de mineral insitu, se ubica al noreste de la ranchería La Gloria, aguas arriba del arroyo de Los Caballos, relativamente cerca de la mina Omega, con características litológicas similares a la zona del cañón de Rincón Murillo descrito anteriormente.

Consiste de una manifestación mineral que se aprecia en zona de fuerte silicificación-oxidación e intenso vetilleo de cuarzo, dentro de cuerpo intrusivo de composición granodirita-diorita; dicho intrusivo, se comporta de igual manera que en la zona de Rincón Murillo (prospecto El Rincón), con fenocristales de anfíbol-piroxeno de aspecto graboideo. En un área de stocwork considerada

Paz de la Compañía Minera Caracol, se encontraban en operación y rehabilitación, durante los trabajos de campo se visito esta zona mineralizada, no se obtuvo permiso para realizar una visita formal, los datos que se mencionan a continuación en el apartado correspondiente a cada mina; fueron proporcionados en forma verbal por el encargado y trabajadores de la compañía, se desconoce el potencial, reservas y leyes (**Figura 32**)

La Victoria-La Paz.

Estas obras se localizan en la coordenada 443438 – 2655686, se ubican al norte-noreste del poblado de Dulces Nombres, en la parte alta de la sierra de la carta Hidalgo. Las estructuras son vetas, con mineralización de sulfuros de plomo, plata y zinc, El control estructural jugó un papel importante en la mineralización, se manifiesta por lo general como filones de relleno de fisura y remplazamiento hidrotermal de tipo epitermal, no se realizó ningún tipo de muestreo debido a que no se permitió el acceso a la mina. La estructura presenta un rumbo general de N 67° E con echado de 80° NW, espesores del orden de 0.80 hasta 2.0 m, una longitud aproximada de 200-300 m, y una profundidad conocida de 50 m. Las obras las constituyen: un tiro principal (de servicio) para traslado del personal y manto de mineral, cuenta además con dos niveles, socavones y algunos cruceros de poco desarrollo, estas obras y el emplazamiento de la estructura arman en caliza cretácica de la Formación El Abra.

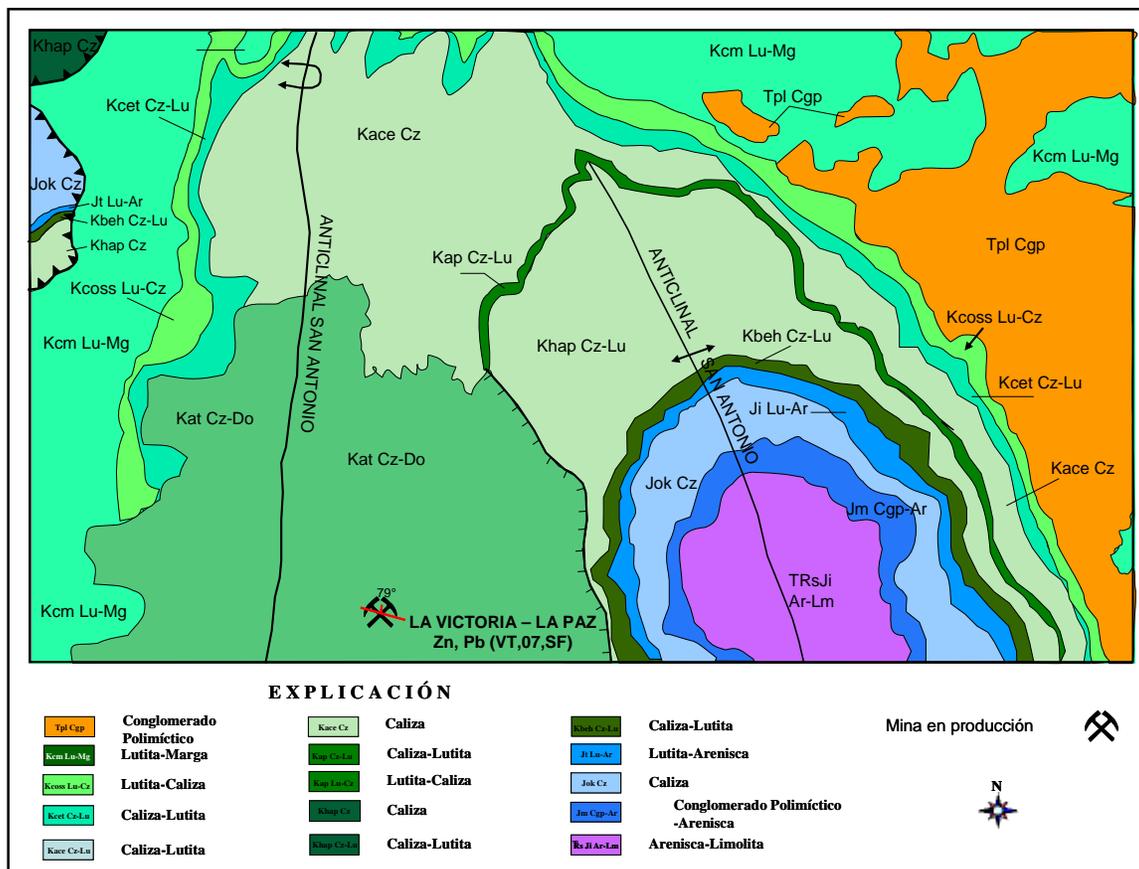


Figura 32 Zona Mineralizada Dulces Nombres

IV.2. NO METÁLICOS.

IV.2.1. Introducción.

Dentro del contexto de los minerales no metálicos de la carta Linares, se tiene la zona y el área mineralizada de Aramberri y La Ascensión; se enmarcan en el extremo suroeste de la carta en forma local en las cercanías de la población de Aramberri y La Ascensión, N.L., comprenden yacimientos de barita y talco, en menor proporción fosforita, calcita, y yeso, estos depósitos en forma regional se alinean y conforman la prolongación al sureste de los depósitos de la región de Galeana.

IV.2.2 Antecedentes.

Se desconoce la época en que se inician los trabajos mineros en esta zona, la importancia que reviste la región de Aramberri y La Ascensión, radica en que han sido objeto de estudios geológicos a nivel regional y local, dichos estudios se enfocan principalmente al aspecto geológico, estratigráfico, estructural, y radiométrico, sin énfasis o casi nulo en la actividad minera.

IV.2.3. Minas en Explotación.

Actualmente en la zona mineralizada de Aramberri las minas en producción son; De la Tierra, Maria Mara y Yerbaniz; en el área mineralizada de La Ascensión no se tienen minas en operación y la explotación de los recursos se realiza en forma esporádica.

IV.2.4 Infraestructura.

En la actualidad la zona y el área mineralizada de Aramberri y La Ascensión, se encuentran bastante bien comunicadas con los principales centros poblacionales, destacando la comunicación al NW con la población de Galeana que ha su vez entronca y comunica al poniente con San Roberto-Saltillo; al oriente con Linares-Monterrey; al SW con Dr. Arroyo-Matehuala y al SE con la población de Zaragoza. Referente al beneficio y acarreo de mineral con los diferentes depósitos minerales, la zona y el área mineralizada se encuentran bien comunicadas con caminos de terracería transitables en toda época de año, no se cuenta con agua, electricidad, etc., con

respecto a telefonía, centros médicos, etc., estos servicios se encuentran en ambos poblados; así mismo ambos poblados se encuentran relativamente cerca de las zonas mineras; el beneficio y concentración de la producción de mineral de la zona y área mineralizada, se realiza en la región de Galeana donde se encuentran concentradas e instaladas la mayoría de las plantas de beneficio para concentración de barita, talco y fosforita de empresas particulares.

IV.2.5. Zonas Mineralizadas

La carta Linares, tiene una zona y un área mineralizada descritas en el apartado correspondiente como Aramberri y La Ascensión; la primera se encuentra en la región de Aramberri, la segunda en los alrededores del poblado de La Ascensión. La zona mineralizada de Aramberri destaca, por la gran concentración de yacimientos minerales de barita, talco, yeso y calcita óptica; representados por gran cantidad de obras mineras. Considerada en este trabajo como la prolongación al SE de la Región mineralizada de Galeana, N. L.; el área mineralizada de La Ascensión comprende una

menor cantidad de yacimientos minerales donde se explota fosforita y a baja escala calcita, en esta área las obras son consideradas como prospectos. En general, la zona y el área presentan similares condiciones geológico-mineras, lo cual, presenta condiciones favorables para la prospección de yacimientos minerales no metálicos de interés económico.

IV.2.5.1 Zona Mineralizada Aramberri.

Esta zona se localiza en la esquina suroeste de la carta, aproximadamente a 85 km en línea recta de Linares, N. L., en forma local a 8 km en línea recta al noroeste de Aramberri, N.L.

Maria Mara.

Se localiza en las coordenadas 415524 – 2668378, en el cerro de la Cuetería a 3 km en línea recta de Aramberri, N. L., a una altura de 1,205 m.s.n.m., registrada por la concesión minera No. 166030 que ampara una superficie de 15 Has., a favor de Juana Cavazos de Lozano (**Fotografía 36**).

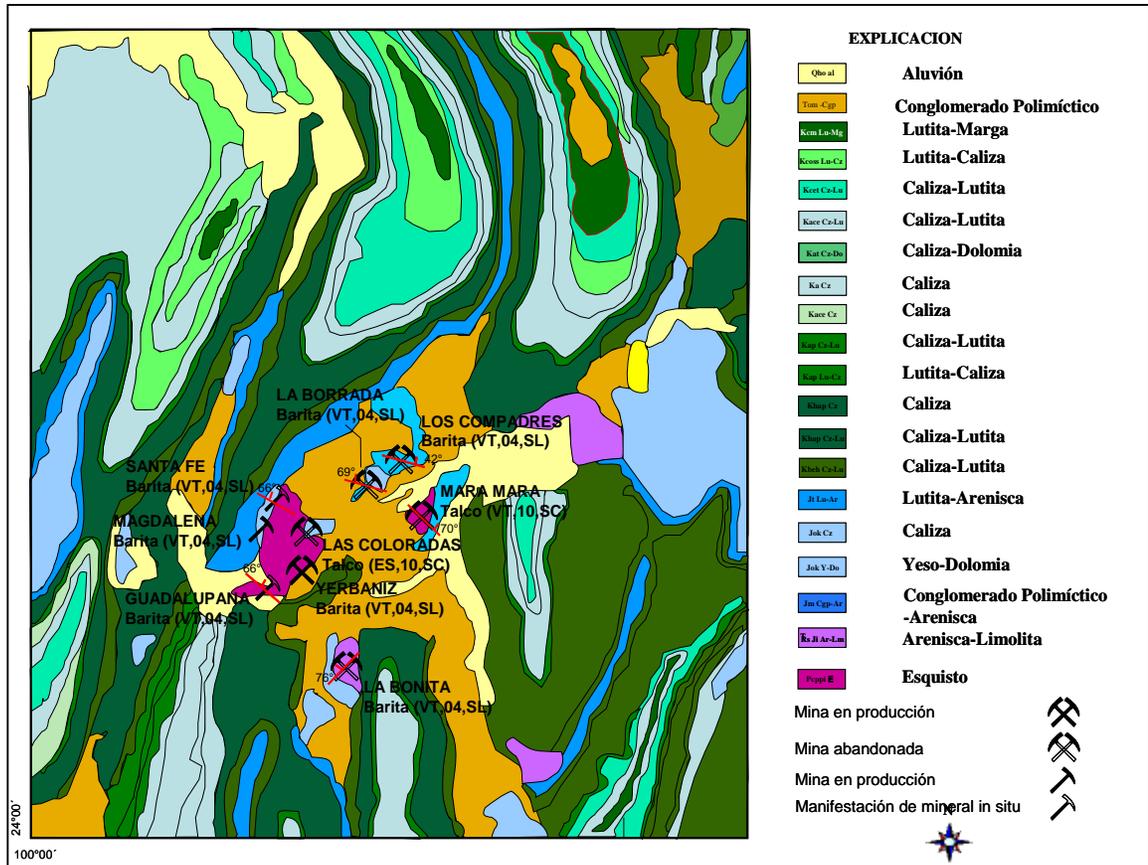


Figura 33 Zona Mineralizada Aramberri



Fotografía 36. En primer plano oficina y bodega de la mina María Mara, en segundo plano al fondo los terreros del tiro La Escalera y pozos de exploración

mineral de barita una vez extraído se somete a una selección o separación por método gravimétrico para obtener una ley del orden de 60-85% de sulfato de bario. La producción es de 20 t/d en promedio, en el nivel 40 se tienen 12,400 toneladas en reservas probadas; 13,500 toneladas probables y en terreros 5,000 toneladas.

Cabe mencionar que en la mina Maria Mara se explota barita y talco; en las obras subterráneas se explota como mineral principal a la barita, existiendo cuerpos lenticulares de talco de poca extensión, los cuales se aprecian mejor en superficie, donde actualmente se están preparando varios tajos para la explotación y beneficio de este mineral. Durante las visitas a esta obra, el Ingeniero de mina que funge como encargado, proporciono los croquis de las obras subterráneas del nivel 40, así como toda la

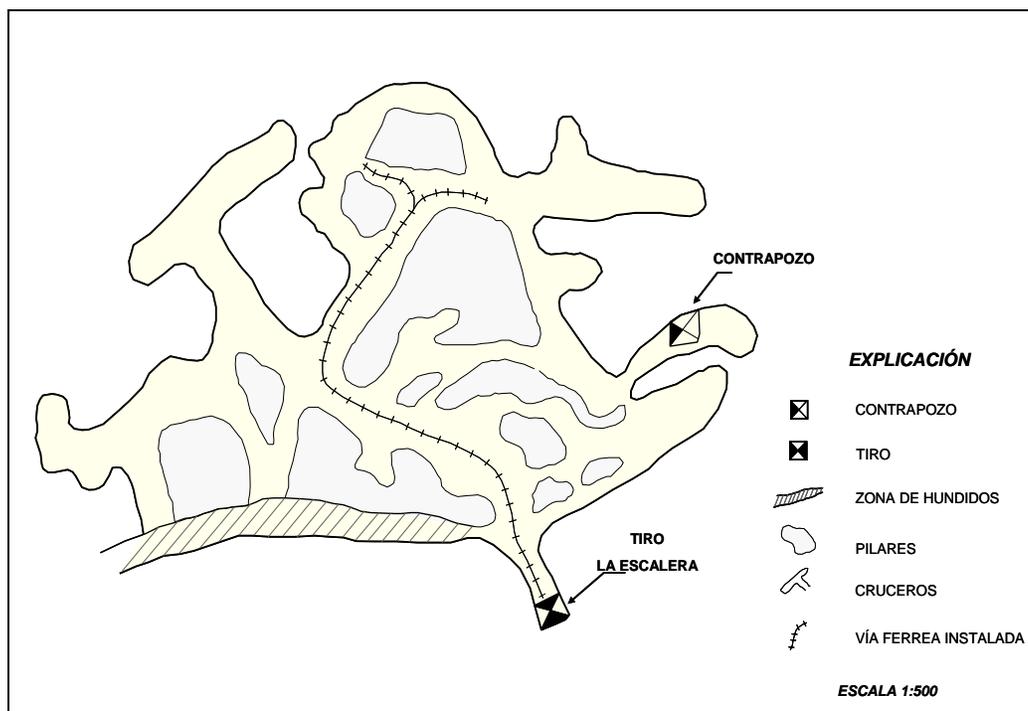


Figura 34.- Mina Maria Mara

Cuenta con obras subterráneas como socavones y tiros; un crucero con desarrollo superior a los 100 m, el cual, tiene comunicación con los tiros La Escalera y El Castillo con una profundidad de 50 m. La roca de caja son areniscas y limolitas de la Formación Huizachal, las estructuras consisten en cuerpos vetiformes y estratiformes de remplazamiento, el mineral es manteado por el tiro La Escalera; la mineralización consiste de barita en una ganga de calcita, el origen se atribuye a procesos epitermales como relleno de fallas, fisuras y remplazamiento, el

información referente al yacimiento, no se realizo ningún tipo de muestreo en esta mina (Figura 34)..

De la Tierra.

La obra se localiza en las coordenadas 415305 – 2667959, se encuentra a 500 m al suroeste de la mina Maria Mara, protegida con el título No. 198132, que ampara una superficie de 226 Has., a favor de Víctor Hugo Lozano Cavazos, quién en el mes de septiembre de 2003, solicitó y recibió una visita de

asistencia técnica por parte del Fideicomiso de Fomento Minero, al parecer con buenos resultados.

La explotación es a tajo abierto sobre estructuras lenticulares y estratiformes de talco, también se observo un socavón de 30 m de longitud sobre una veta-falla (rellena de talco) de ángulo bajo (**Figura 35**).

Monterrey, N. L., en esta mina no se tomaron muestras.

Yerbaniz.

Es otra de las obras que se encuentran en producción, se localiza en las coordenadas 410672 – 2665696, se ubica a 5 km en línea recta al este de Aramberri sobre la carretera que va a La Escondida,

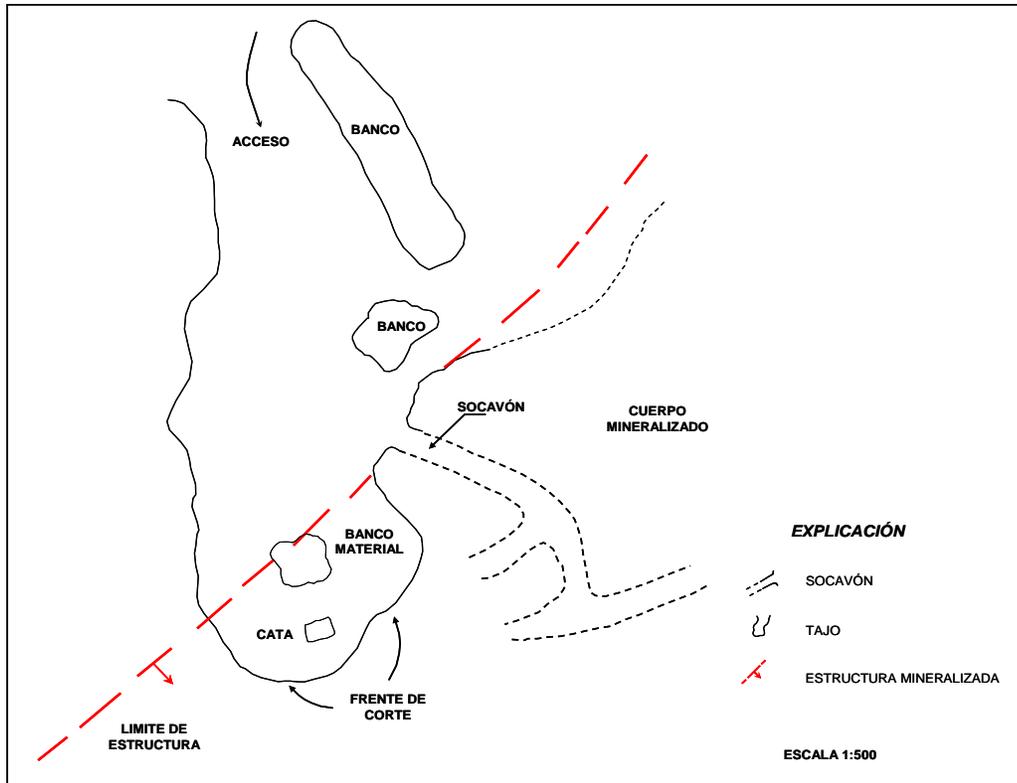


Figura 35 Mina De la Tierra

La mineralización se aloja en esquistos de clorita-sericita con horizontes y bandas de cuarzo aparentemente de la Formación Esquisto Aramberri?, la explotación es de talco en la variedad esteatita; el mineral es beneficiado en patio por el método de gravimetría; el origen de la mineralización se atribuye a procesos de metamorfismo regional.

El cálculo de reservas probadas es de 24,000 toneladas, como reservas posibles 35,000 toneladas; y como reservas probables 70,000 toneladas, en terreros se tienen 5,000 toneladas; en la actualidad el tajo se encuentra en preparación de nuevos frentes, la producción en este tajo es de 200 toneladas mensuales; la producción total de esta mina es destinada al mercado para la fabricación de pisos rojos (rústicos) con la Empresa Rustic-Tile de

a una altura de 1,260 m.s.n.m. Las obras la constituyen un tiro de 30 m de profundidad, pozos y comidos a lo largo de toda la veta emplazadas en la Formación Zuloaga, la explotación es a nivel gambusino, por lo cual, la producción de barita es irregular del orden de 60 t/m, la mineralización en superficie se aprecia en forma de veta con un espesor variable de 0.6 hasta 1.20 m, una longitud de 300 m; la estructura tiene una orientación de N 60° E con echado de 76° NW, presentando algunas flexiones en el rumbo, la estructura de barita se asocia con un sistema de vetillas de calcita y barita en forma de stocwork a lo largo de la veta que presenta ligera oxidación; en esta obra se colectaron tres muestras de canal (Li-303 a 304), también se colectó una muestra de esquirla de roca para análisis químico (Li-306) (**Tabla. 33**).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ba %	SiO ₂ %	Fe %
Li-303	YERBANIZ	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	-----	91.98	0.1	0.0097
Li-304	YERBANIZ	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	-----	88.48	4.68	0.0072
Li-305	YERBANIZ	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	-----	90.77	0.3	0.0063
			SUMA	-----	271.23	5.08	0.0232
			PROMEDIO	-----	90.41	1.69	0.0077

Tabla 33

El cálculo de la ley media aritmética de las muestras reportan; 90.41 % de Ba, 1.69 % de SiO₂, y 0.0077 % de Fe, se desconocen las reservas, se estima un buen potencial debido a la continuidad de la estructura.

Tres Amigos.

Esta obra se localiza en las coordenadas 410305 – 2665473, se ubica a 300 m al sureste de la mina Yerbaniz, a una altura de 1,280 m.s.n.m., consta de un socavón inclinado pozos y zanjas labradas sobre la caliza de la Formación Zuloaga, las obras siguen a rumbo sobre la misma estructura de la mina Yerbaniz, en este punto tiene un rumbo N 58° E con echado de 81° NW con una longitud estimada en superficie de 150 m, espesor variable de 0.8 a 1.2 m, la profundidad conocida es de 25 m. Los trabajos se realizaron sin ningún control minero a rumbo de veta, presenta similares condiciones estructurales, mineralógicas y métodos de minado que la mina Yerbaniz. La mineralización consta de sulfatos de bario en forma de barita, en una ganga de calcita y óxidos de hierro, el origen se estima de tipo epitermal. Por tratarse de la misma estructura, las muestras colectadas en la mina Yerbaniz, se consideran representativas para esta obra.

Incluye una gran cantidad de obras de diferente desarrollo y magnitud, todas ellas labradas en areniscas de la Formación Huizachal, en ocasiones en los contactos de ésta y la Formación La Gloria. La mineralización consiste de vetas de barita que arman por regla general en las areniscas de la Huizachal, el control estructural esta representado por un sistema de fallas y fracturas de diferente rumbo y magnitud, la mineralización consiste de sulfatos de bario en forma masiva y agregados en estructuras crustiformes, de color blanco lechoso a crema, la obra presenta dos vetas de diferente rumbo que se acuñan; la principal de rumbo N 35° E – 76° NW, la segunda con rumbo N 55° E con echado de 78° NW, cuenta con dos socavones a rumbo de cada una de las vetas, pozos y comidos las obras no tienen un control de minado adecuado, la mineralización se aprecia en forma cortante en el contacto, formalizando hacia profundidad en las areniscas de la Huizachal, no presenta alteración notable en los respaldos y como regla general, se encuentran espejos de falla con pegados de mineral de barita, la estructura en superficie tiene una longitud estimada de 150 m, con un espesor variable de 0.8 a 1.2 m y una profundidad estimada de 70 m, el muestreo que se realizó en esta mina fue de tres muestras de esquirla en las vetas (Li-307 a 309; **Tabla 34**).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ba %	SiO ₂ %	Fe %
Li-307	LA BONITA	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	-----	88.14	1.72	0.0104
Li-308	LA BONITA	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	-----	83.95	3	0.0009
Li-309	LA BONITA	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	-----	87.62	0.55	0.0095
			SUMA	-----	259.71	5.27	0.0208
			PROMEDIO	-----	86.57	1.75	0.0096

Tabla 34

La Bonita.

Se ubica en las coordenadas 412297 – 2661844, es una de las minas más importantes en la zona, actualmente abandonada, se ubica al sureste de Aramberri sobre el camino de terracería que conduce a la rancharía de Agua Delgada, a una altura de 1,600 m.s.n.m.

Esta mina se considera con grandes reservas y potencial, el cálculo de ley media aritmética de las muestras colectadas dieron; 86.57 % de Ba, 1.75 % de SiO₂, y 0.0096 % de Fe.

La Borrada.

Esta obra se localiza en las coordenadas 413665 – 2669515, se ubica a 5 Km, al NW de Aramberri sobre el camino de terracería que lleva a la rancharía

de Dolores Palmita, dentro de la zona, es sin duda una de las más grandes, actualmente se encuentra abandonada, alberga una gran cantidad de obras a lo largo y ancho del contacto de las formaciones Huizachal y Olvido; destacando la magnitud de la infraestructura con la que contaba (**Fotografía 37**).



Fotografía 37. Detalle de la planta de concentración mecánica y selección de mineral de la mina La Borrada

Consta de un tiro principal, dos niveles, cruceros y galerías, en superficie existe una pequeña planta de concentrado para beneficio del mineral. La estructura es de tipo vetiforme presenta un rumbo N 53° W con echado de 69° NE, arma en las areniscas de la Formación Huizachal que subyace a los yesos de la Formación Olvido, los conglomerados de la Formación La Joya aparentemente se encuentra enmascarados. En el brocal del tiro principal se aprecia un vetilleo de barita este tiro tiene una profundidad de 50 m, la estructura a profundidad se comporta como una veta-manto con espesores variables de orden de 0.8 a 1.0 m, una longitud de 200 m, la mineralización consiste de sulfatos de bario en forma de barita como mineral de mena, con calcita, pirolusita y óxidos de hierro como minerales de ganga, se presenta como relleno de fisuras y remplazamiento por circulación ascendente de fluidos hidrotermales de baja temperatura de tipo epitermal, es un hecho comprobado que la mineralización de barita no se prolonga más arriba del contacto entre la Huizachal y Olvido; por lo inaccesible de las obras se colectaron dos muestras de terrero (Li-299-300; **Tabla 35**).

En esta mina no se calcularon reservas, estimándose con gran potencial, el cálculo de la ley media aritmética del muestreo reporto; 77.14 % de Ba, 2.26 % de SiO₂, y 0.0119 % de Fe.

Los Compadres.

Se localiza en las coordenadas 414729 – 2670397, en forma local se ubica a 1.0 kilómetro al noreste de la Borrada y a 6.0 km, al noroeste de Aramberri sobre el camino a Dolores Palmita, se encuentra en una zona donde existen gran cantidad de obras de diferentes denuncios y magnitudes en obras, todas ellas labradas en las areniscas de la Formación Huizachal próxima o en el límite de la zona de contacto de la Formación Olvido, lo que demuestra que el control de la mineralización son las areniscas, consta de una serie de socavones inclinados a rumbo de veta espaciados aproximadamente 20 m, unos de otros a lo largo de 100 m, cortando y siguiendo a la veta (**Fotografía 38**).



Fotografía 38.- Detalle de la veta-manto, nótese la consistencia del espesor de la estructura

La estructura presenta un rumbo general N 50° W con echado de 42° NE, con una longitud de 100 m, espesor promedio de 1.9 m, con una profundidad de obras de 15 m; las obras siguen a rumbo el estrato mineralizado, la mineralización consiste de sulfatos de bario en forma de barita masiva, cristales y estructuras crustiformes que arman en las areniscas con ligero remplazamiento evidenciado por ligera

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ba %	SiO ₂ %	Fe %
Li-299	LA BORRADA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	77.76	0.72	0.0106
Li-300	LA BORRADA	TERRERO	SUPERFICIE	-----	76.53	3.8	0.0133
			SUMA	-----	154.29	4.52	0.0239
			PROMEDIO	-----	77.14	2.26	0.0119

Tabla 35

silicificación y alteración en las tablas de la roca encajonante, proceso originados por la circulación de fluidos hidrotermales de baja temperatura rellenando fisuras y remplazamiento de un estrato, como mineral de mena se obtiene la barita con una ganga de calcita, estroncio y óxidos, el muestreo realizado en esta mina fue de esquirla en la estructura mineralizada, colectándose dos muestras (Li-290-291; **Tabla 36**).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ba %	SiO2 %	Fe %
Li-290	LOS COMPADRES	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	-----	67.56	20.8	0.0113
Li-291	LOS COMPADRES	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	-----	80.49	5.92	0.0093
			SUMA	-----	148.05	26.72	0.0206
			PROMEDIO	-----	74.02	13.36	0.0103

Tabla 36

En esta mina el cálculo de la ley media aritmética dio; 74.02 % de Ba, 13.36 % de SiO₂, y 0.0103 % de Fe, no se calcularon reservas, considerando que esta mina tiene gran potencial.

Santa Fé.

Se localiza en las coordenadas 409373 – 2669142, en forma local se ubica a 10 km, al noroeste de Aramberri, considerada como manifestación de mineral, la magnitud de las obras se limitan a un pequeño socavón con 10 m, de desarrollo, catas y zanjas de exploración que se realizaron con la finalidad de comprobar la continuidad de las estructuras vetiformes las cuales presentan un rumbo N 33° W con echado de 66° SW, con una longitud en superficie no mayor a 100 m, y espesores de 0.1 a 0.6 m. Dichas estructuras arman en caliza de la Formación Zuloaga factor que condiciona la magnitud de las vetas; la mineralización ésta condicionado por factores como la estratigrafía, estructural, etc., hecho que corrobora que la mineralización de interés económico se encuentra no más allá del contacto Huizachal-Olvido, en esta obra se colectaron dos muestras de esquirla en una pequeña veta que al parecer corresponde a la estructura principal, (Li-294-295; **Tabla 37**).

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ba %	SiO2 %	Fe %
Li-294	SANTA FE	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	-----	82.64	7.04	0.0066
Li-295	SANTA FE	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	-----	80.05	4.94	0.0102
			SUMA	-----	162.69	11.98	0.0168
			PROMEDIO	-----	81.34	5.99	0.0084

Tabla 37

El cálculo de la ley media aritmética de las muestras dio; 81.34 % de Ba, 5.99 % de SiO₂, y 0.0084 % de Fe, no se calculo reservas ni potencial.

Las Coloradas.

Las obras de ésta mina se ubican en las coordenadas 411011 – 2667168, en forma local a 5 km al poniente de Aramberri, a pie de la carretera Aramberri-La Escondida, consta de una serie de catas, pozos, zanjas y pequeños frentes de corte a cielo abierto; las obras se encuentran labradas en una zona de fuerte deformación tectónica, deformación que se aprecia en la parte alta de la

Formación Huizachal, representada por un metamorfismo intenso en grado de esquistos verdes de clorita-sericita, las areniscas presentan esquistosidad, bandas de cuarzo y en algunos sectores parecen gneises, la zona de metamorfismo se encuentra dentro de una zona de oxidación de minerales ferrosos (**Fotografía 39**).



Fotografía No. 39. Panorámica mostrando en primer plano las obras labradas en la Formación Huizachal, al fondo los yesos de la Formación Olvido.

Las obras consisten en tajos a cielo abierto, pozos y zanjas, aparentemente éstas obras fueron realizadas

en la prospección de nuevos cuerpos de talco, debido en gran medida a que ésta zona se encuentra relativamente cerca de la minas Maria Mara y De La Tierra, la estructura que se observa en el tajo es

estratiforme presenta un rumbo general N 30° E con echado de 12° NW, en una longitud no mayor a los 100 m, con un espesor de 5 m, aparentemente la mineralización consiste de silicatos en la explotación de talco, desafortunadamente no progresa la mineralización ni formaliza el proceso metamórfico para dar origen a la Formación de minerales del grupo del talco; debido a lo espectacular de la oxidación, la deformación de la roca y el metamorfismo que presenta.

La Guadalupana.

Se ubica en las coordenadas 408705 – 2665461, en forma local se localiza a 11 km al poniente de Aramberri a 600 m al sur de la carretera Aramberri-La Escondida, esta obra considerada como prospecto, consta de una serie de catas, rebajes, zanjas y pequeños frentes labrados en las areniscas de la Formación Huizachal que sobreyace en contacto con los esquistos Aramberri en una zona de fuerte oxidación, la estructura presenta un rumbo N 65° W – 66° NE, una longitud de 150 m, un espesor de 0.8 m y una profundidad no mayor a los 10 m, la veta presenta un sistema de vetilleo irregular que no formaliza en una estructura definida, con ramaleo y discontinuidad de vetillas dentro de la misma, dichas obras en apariencia son de tipo exploratorio, actualmente se encuentra abandonada, debido a que no presenta gran importancia en cuanto a mineralización la cual es de barita, se colectaron dos muestras de esquirla en la veta (Li-296-297; **Tabla 38**).

Aurora, las cuales siguen una estructura vetiforme de rumbo N 16° W con echado de 79° SW, con una longitud estimada en superficie de 100 m, con un ancho promedio de 5 m, y una profundidad no mayor a los 5 m, la mineralización es de cristales de calcita óptica de regular calidad, en cristales de variado tamaño, el origen es hidrotermal de tipo epitermal, no se colectaron ejemplares de mano para el análisis correspondiente.

Magdalena.

Se localiza en las coordenadas 408528 – 2668250, se ubica a 3 km al NE del poblado La Escondida, esta obra se encuentra actualmente abandonada, consta de un rebaje a tajo abierto con poco desarrollo donde se explotaba yeso, el yacimiento de forma masiva formaliza en la Formación Olvido, que sobreyace a la Formación Huizachal y subyace a las calizas de la Formación Zuloaga, se considera que el abandono de este yacimiento se debe a la calidad del mineral; en ésta obra no se colecto ninguna muestra.

IV.2.5.2. Área Mineralizada La Ascensión.

Área que se localiza en la porción poniente-central de la carta, aproximadamente a 8 km al noreste de la Ascensión N.L., se tienen una serie de obras a nivel gambusino, en donde se explotaron cuerpos estratiformes con contenido de fosforita en la unidad La Casita.

Muestra No.	Mina / Prospecto	Tipo de muestra	Ubicación de muestreo	Ancho (m)	Ba %	SiO2 %	Fe %
Li-296	LA GUADALUPANA	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	-----	78.91	3.94	0.0179
Li-297	LA GUADALUPANA	ESQUIRLAS	SUPERFICIE	-----	65.97	9.5	0.0106
			SUMA	-----	144.88	13.44	0.0285
			PROMEDIO	-----	72.44	6.72	0.0142

Tabla No. 38

En esta mina el cálculo de la ley media aritmética dio; 72.44 % de Ba, 6.72 % de SiO₂, y 0.0142 % de Fe, no se calcularon reservas ni potencial, debido a la inconsistencia de la estructura.

La Joya.

Se ubica en las coordenadas 401678 – 2681281, a 22 km, en línea recta al NNW de Aramberri, en forma local se encuentra en la porción SE del Cerro de La Ascensión, ampara una superficie de 20 Has., con el expediente No. 60/14260; considerada como prospecto, consta de catas y zanjas, las obras se encuentran labradas en la caliza de la Formación

La Chona.

Se localiza en las coordenadas 409950 – 2697015, en flanco poniente de el cerro La Melona a 7.5 km aproximadamente en línea recta de La Ascensión, N.L., no se localizo ninguna mojonera.

Se tienen algunas obras realizadas a rumbo (N-S con 64° E) de la estratificación de la roca encajonante, que es la Formación La Casita, y por ser cuerpos estratiformes guardan la misma dirección.

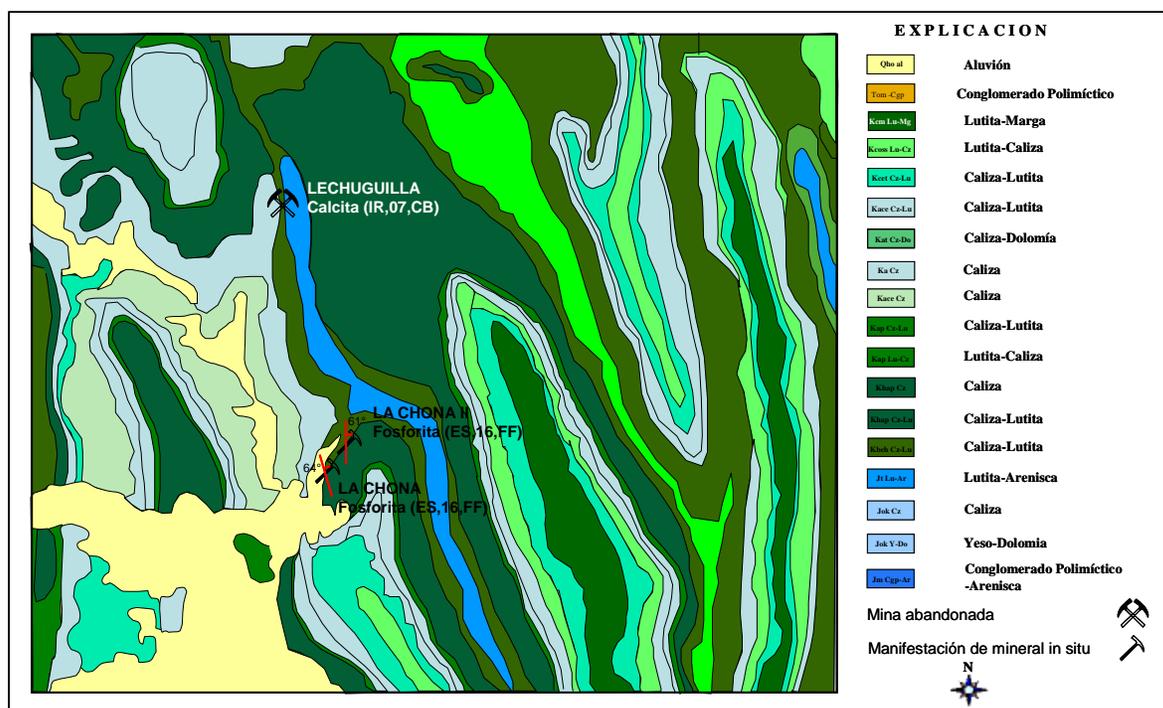
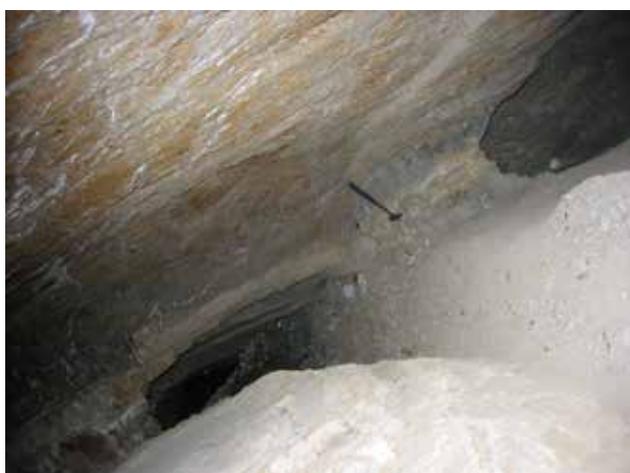


Figura 35 Área Mineralizada La Ascención

En general las obras son de reducidas dimensiones, solo teniéndose el espacio necesario para la extracción de los estratos mineralizados, la inestabilidad de sus techos obliga a colocar madera y evitar un colapsamiento, son de poca profundas (6 a 8 m), lateralmente solo llegan un poco mas que una decena de metros. Se infiere que se realizan trabajos intermitentes (**Fotografía 40**).



Fotografía No. 40. Aspecto general de las obras de tipo gambusino realizadas en el area mineralizada La Concepción

El espesor de los cuerpos es variable, considerándose entre 0.25 a 1.0 m, la mineralización se considera de origen sedimentario, no se observaron alteraciones o texturas que indicasen un proceso de relleno de cavidades o remplazamiento, la alteración en forma conspicua, es una argilitización en las paredes de los horizontes explotados.

En el estudio de difracción de rayos x (muestra Li-264), los minerales identificados son la fluorapatita (10 a 25%) y con muy bajo porcentaje (0.1 a 1.0) la cloroapatita, especies que se consideran como minerales de mena, la ganga estaría representada por la calcita (> de 25%) y el cuarzo de 1 a 10%, este estudio no indica la presencia de especies de uranio o vanadio, también analizadas cuantitativamente por estar asociadas a depósitos de fosforita sedimentaria.

Se colectaron 4 muestras (Li-265 a 268) de las cuales, las Li-265 y 266 corresponden a un horizonte (Chona-1) de 0.25 m de espesor y las restantes a otra estructura (Chona- 2) de 0.8 a 1.0 de espesor, los resultados se muestran en la **Tabla 40**.

Dado que no se realizo un muestreo sistemático, se dan los valores promedios para cada uno de los cuerpos.

No. Muestra.	Obra	Espesor m	P2 O5 %	Ca Co3 %	Si O2 %	FeO %	U g/t	V g/t
Li-265	Chona-1	0,25	26,19	17,31	14,7	0,49	25	713
Li-266	Chona-1	0,25	32,03	14,28	10,66	0,42	29	652
Li-267	Chona-2	0,8	26,38	30,15	16,08	0,32	19	674
Li-268	Chona-2	1	36,68	7,67	7,24	0,21	33	566

Tabla No. 40

Chona-1: Pentóxido de fósforo 29,11%; uranio 27 g/t; vanadio 682 g/t; sílice 12.68%; carbonato de calcio 15.80% y fierro 0.45%.

Chona-2: Pentóxido de fósforo 31,53 %; uranio 26 g/t; vanadio 620 g/t; sílice 11.66%; carbonato de calcio 18.91% y fierro 0.26%.

Las condiciones geológicas son favorables, para la evaluación de un depósito de volumen con menor ley, involucrando el área o áreas en donde se tenga el mayor número de horizontes con fosforita y realizar un minado a cielo abierto.

La Chona II.

Se localiza en las coordenadas 410659 – 2697854, en flanco poniente de el cerro La Melona a aproximadamente 8 km en línea recta de La Ascensión, N. L., al igual que la anterior no existen mojoneras, por lo que se supone terreno libre.

Con este nombre se esta agrupando una serie de obras de tipo gambusino, de diversas dimensiones, la dirección de las obras sigue los planos de estratificación de la Formación La Casita, los cuerpos o mantos presentan las mismas orientaciones que la estratificación, en general se considera un rumbo de N 10 a 15° E, con un buzamiento de 40° a 65° SE.

La obra principal (Chona II-1) es un comido inclinado de 25 m de largo, ancho de 1.2 m y una profundidad de 8 m, el rumbo de los horizonte de fosforita es N 15° E con 61° SE. En este se tomaron 3 muestras (Li 270, 271 y 272), de esquirlas seccionadas a lo ancho de los horizontes de fosforita explotados (**Fotografía 41**)

El espesor de las 3 muestras es de 1.2 m y la ley promedio es: Pentóxido de fósforo 18.68%; uranio 28 g/t; vanadio 901 g/t; sílice 35.56%; carbonato de calcio 9.28% y fierro 0.71%.

En esta obra también se tomo la muestra Li-269, para estudio de difracción de rayos x, identificándose: fluorapatita (1 a 10%) y cloroapatita

(0.1 a 1.0%) especies que se consideran como minerales de mena, la ganga estaría representada por la calcita con un porcentaje mayor al 25 %; el cuarzo se reporta como tipo alfa y no se indica abundancia relativa, se identifico además hematita, muscovita y biotita, estos del orden de 0.1 a 1%.



Fotografía 41.-Muestreo seccionado en la obra Chona II-1, se pueden observar la forma estratiforme de los cuerpos de fosforita

En las inmediaciones se tiene otro comido (Chona II-2), de 10 de largo, con altura de 1.2 m y 3 m de profundidad. En este se colecto las muestras Li-273 y 274 los cuales se tomaron sobre estratos paralelos separados por un estrato de caliza arcillosa entre ellas, al bajo de esta obras se aprecian algunas fracturas o vetillas, lo que posiblemente indique un proceso de removilización posterior al deposito de los horizontes.

La obra Chona II-3, se trata de un par de obras de menores dimensiones, en donde se muestreo un par de estratos paralelos, se tomo una muestra en cada una de ellas (Li-275 y 276). Los resultados obtenidos para las 3 obras y los estratos que las constituyen se muestran en la **Tabla 41**.

El origen se considera similar al prospecto La Chona, mencionado anteriormente, existiendo en esté, algunas trazas de cizallas y vetillas que podrían indicar un proceso secundario de removilización.

Las condiciones en general de ambos prospectos son de interés geológico-minero, requiriéndose un estudio en otra escala, en donde se ubiquen todas las obras y manifestaciones de mineralización.

las variantes en los tonos blanco-gris. Se tomo una muestra de aproximadamente 30x30x40 cm, para realizar pruebas de corte y pulido, el reporte con respecto a pruebas físicas resulto poco favorable, no así para las pruebas de corte, dureza, pulido, brillo,

No. Muestra	Obra	Espesor m	P2 O5 %	Ca Co3 %	Si O2 %	FeO %	U g/t	V g/t
Li-270	Chona II-1	0,25	26,78	2,14	34,32	0,75	38	1386
Li-271	Chona II-1	0,35	25,91	17,85	15	0,4	29	654
Li-272	Chona II-1	0,6	3,35	7,85	57,36	1	16	664
Li-273	Chona II-2	0,2	8,04	39,38	27,72	0,51	32	1080
Li-274	Chona II-2	0,3	6,9	34,62	38,82	0,65	37	1559
Li-275	Chona II-3	0,6	28,91	6,42	20,8	0,45	46	1220
Li-276	Chona II-3	1,5	18,97	37,48	9,52	0,25	30	543

Tabla No. 41

IV.2.6. Bancos de Material y Rocas Dimensionables.

Rincón Murillo (Mármol).

Se ubica en las coordenadas 499401 – 2711857, en forma local se ubica en el extremo SW de la sierra de San Carlos en el cañón de Rincón Murillo, sobre el arroyo Los Mimbres aguas arriba de ramal conocido como arroyo de La Cuesta.

Se describe como prospecto a la zona de metamorfismo entre intrusivo granodiorítico-diorítico y la caliza de la Formación Tamaulipas superior; el acceso se realiza por el cauce del arroyo de La Cuesta, el banco dista con respecto a la terracería que conduce a Rincón Murillo aproximadamente 700 m, dicho prospecto presenta una zona de metamorfismo de contacto representada como mármol, la roca es de color blanco con tonalidades grises de textura de grano fino, de estructura compacta, en bancos gruesos a masivos, la atractivo de este banco independientemente del potencial son

tono y color, siendo aceptable.

San José (Mármol).

Se localiza en las coordenadas 492733 – 2730929, en forma local se ubica en el extremo norte del distrito minero San José, comprende un banco de preparación para la explotación y beneficio de mármol el cual quedo inconcluso, dentro del mismo distrito se encuentran varias zonas de alteraciones metasomáticas de contacto que generaron alteraciones en las rocas sedimentarias de la Formación Tamaulipas superior, produciendo la Formación de zonas de mármol, tal es el caso de ésta área; en general , se trata de un mármol blanco a gris de grano fino que fue muestreado para corte y pulido, las pruebas físicas resultaron desalentadoras, aunque su aspecto, como tono, color, textura son de buena calidad, presentando buenas perspectivas de exploración en este trabajo se propone como zona de explotación.

V.- MODELO DE YACIMIENTOS

Hablar de yacimientos de skarn o tipo skarn no es sencillo por la dificultad que implica su origen, por ello podemos considerar a estos depósitos, como el resultado de un proceso de metasomatismo de contacto, causado por la interrelación de fluidos mineralizantes magmáticos que reaccionan con rocas calcáreas, en general, forman aureolas de metamorfismo, con una mineralogía que los caracteriza compuesta por calco-silicatos y asociados, con un marcado dominio de granates y piroxenos.

Con base en lo anterior se proponen varios modelos de yacimientos de tipo skarn, en función de las relaciones intrusivo-intrusivo e intrusivo-caliza; considerando las variantes diferenciadas que presenta el cuerpo ígneo que constituye la sierra de San Carlos, destacando el modelo de skarn de hierro, el cual se propone para el distrito de San José. Las características de los depósitos de skarn son: el tamaño de los granos, la composición de los minerales constituyentes y la distribución espacial de los minerales en la zona de fallas, fracturas y

diaclasas. Dentro de este proceso se anexa como resultante de ésta fase la mineralización hidrotermal del Distrito de San Nicolás. Se apoya la teoría de que en la zona de vetas de sulfuros de Pb y Ag (distrito San Nicolás) sean producto de una fase hidrotermal postintrusión que relleno a un sistema de fallas y fracturas generadas por rompimiento de la cobertura sedimentaria.

tomadas en interior en las minas Santa Elena y Begonia; es decir, en la mina Santa Elena el intrusivo es más alcalino con aumento en proporción mayor del 25% de hierro y 1 –10% de cobre, disminuyendo significativamente los valores de oro y cobre, asociados con elementos ligeros menor de 1-10% de S, 1% Ca y Si, y un mínimo de 0.1% Mg. Comparados con los elementos pesados de la Mina Begonia el Fe se encuentra en un rango mediano de

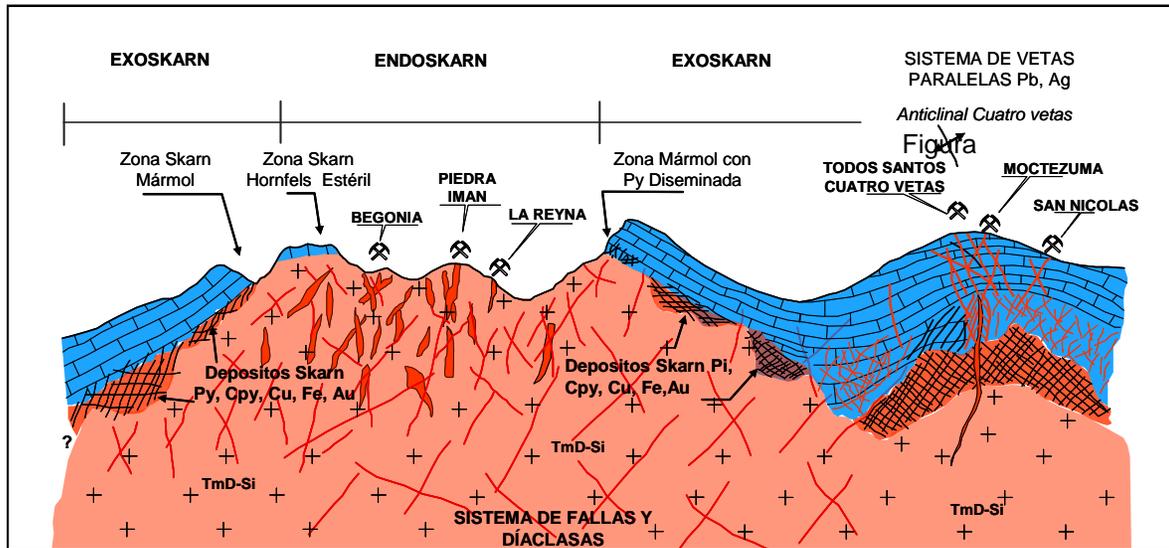


Figura 36 Modelo de Yacimiento San José – San Nicolás

Los cuerpos mineralizados de skarn del distrito de San José presentan características típicas locales que los distinguen, definiéndose como cuerpos de skarn, constituidos por una serie de bolsadas y lentes irregulares de sulfuros de hierro, controlados por un sistema de diaclasas, fallas y fracturas con mineralización y circulación de soluciones magmáticas de forma ascendente, considerados como endoskarn, evidenciado por la Formación de zonas de skarn de forma irregular de variable volumen y magnitud sin relación intrusivo-caliza, no se descarta la posibilidad de que se puedan localizar cuerpos mineralizados tipo skarn de interés económico a profundidad en las zonas de contacto caliza-intrusivo(Figura 36).

Este tipo de yacimiento de skarn de hierro, se puede formar en la fase calcárea, magnesiana, y silicatada, derivados por regla general de cuerpos granodioríticos diferenciados con elevada basicidad ó alcalinidad incluso en la fase sódica; similar ó muy parecida a los depósitos de skarn de Concepción del Oro, Zac.

Hecho que se apoya, en los resultados obtenidos del análisis petrográfico, fluorescencia de rayos x y minerográfico; estudios realizados en dos muestras

10-25%, ausencia total de Cu, escasa proporción de Sr 1% y trazas de Rb, Zr y Ti, asociados con elementos ligeros mayor de 25% Si, de 10-25% de Al, de 1-10% de K, Na y Mg, en proporción escasa y trazas se tiene S, Cl y P.

Se atribuye que la mineralización con valores de oro, está relacionada a la fase sódica del intrusivo de composición granodiorítica-diorítica, formando yacimientos de Skarn de magnetita y cobre llamados complejos, la mineralización consiste de calcopirita-magnetita, asociada a piritita, pirrotita, bornita, y esfalerita?, aparentemente scheelita? y molibdenita?; como ganga se tiene hematita, malaquita, azurita, calcantita, covelita, epidota, cuarzo, granates y limolitas.

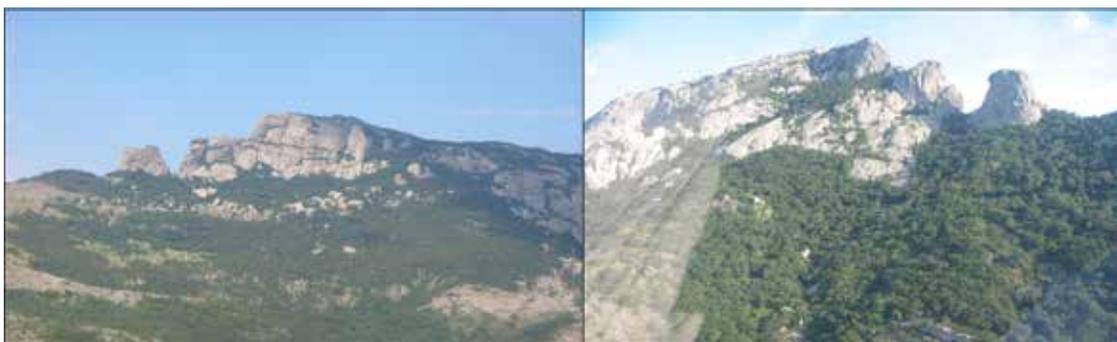
El modelo que se propone para el Distrito de San Nicolás se encuentra íntimamente relacionado con el descrito anteriormente, donde la circulación de soluciones mineralizantes continuaron remplazando y rellenando fallas, fracturas y fisuras, con mineralización de sulfuros de plomo-plata y zinc, emplazados en un sistema de fallas paralelas al cuerpo ígneo intrusivo de rumbo general NW-SE, que ha su vez corre en forma paralela a la Sierra Madre Oriental, sistema generado por la dislocación

y fracturamiento por la intrusión de cuerpos hipabisales que no atravesaron la cubierta sedimentaria del Mesozoico, derivados de la misma cámara magmática?, ó en la fase de diferenciación de dicha intrusión.

Otro de los modelos propuestos es el típico skarn de hierro con relación intrusivo-caliza, similar a la localidad de Cerro El Diente (**Figura 37**), estos yacimientos son considerados como los más grandes del mundo, siendo el mineral económico la magnetita y como subproductos Cu, Co, Ni, Au y Ag, este tipo de yacimiento están asociados a cuerpos plutónicos bajos en sílice y ricos en hierro en ambientes de reducción, se forman por lo general en la fase cálcica y magnesiana relacionados a cuerpos ígneos de la serie granitoide de elevada basicidad ó alcalinidad, en ocasiones en la rama sódica; asociados a plagiogranitos, plagiosienitas, en ocasiones granodioritas en contacto con rocas ricas en calcio como calizas calcáreas y dolomías, las características que los distinguen son el carácter metasomático en la serie de mineralización de alta a media temperatura, que regula el cambio de facies en la asociación de los minerales formadores de Skarn durante el proceso de mineralización condicionados por el aumento de acidez que regula los potenciales químicos de calcio; este tipo de yacimiento se puede prospectar en la parte sur de la Sierra Chiquita, en donde se tiene en contacto las rocas sieníticas (Cerro El Diente) y rocas carbonatadas de las formaciones Tamaulipas superior y Agua Nueva.

intrusivo-caliza del área del Cerro El Diente se encuentra asociado a estructuras aplíticas, sujetas a estudios radiométricos anteriormente (COREMI, 2000), estudios que reportaron valores y lecturas radiométricas altas de tierras raras; por lo que no se debe descartar la posibilidad de aplicar estudios de equilibrio de fases de mineral, para determinar la compatibilidad ó incompatibilidad de los minerales a diferentes presiones y temperaturas; inclusiones fluidas, para determinar la temperatura y composición de los fluidos mineralizantes al momento de la cristalización y un estudio de isótopos estables para determinar origen de los fluidos mineralizantes

Las áreas de Rincón Murillo, La Gloria y Boca de Álamos; entra dentro de los modelos tipo skarn de hierro, bajo el mismo mecanismo de formación con la variante de que estas áreas se encuentran dentro de una zona de diferenciación magmática representada por rocas del tipo granodiorita-diorita y diorita gabroidea a gabro?, con sus respectivos minerales asociados. Por lo que se propone, el modelo de skarn de hierro-cobalto con componentes de Co, Ni, Cu y Au, hecho que se apoya por el muestreo de esquirla de roca realizado en estas áreas, reportando valores y trazas significativas de estos minerales, descritas en El Rincón y El Rincón II, el análisis de minerales del grupo de los platinoideos y tierras raras no se realizo, lo que condiciona el interés que pudiera representar estas áreas. Por frecuencia y abundancia estos yacimientos, son muy raros, pero se pueden ajustar a la zona antes descritas, dichos



Fotografía 42.- Aspectos regionales del Cerro El Diente, representado por un intrusivo sienítico de nefelina, que afecta a la secuencia sedimentaria mesozoica.

La zona es considerada altamente prospectable para este tipo de yacimientos, debido a que en superficie se tienen evidencias de metasomatismo evidenciado por zonas de mármol y en algunos estratos calcáreos diseminación de pirita con óxidos de hierro; es importante destaca, que la relación

yacimientos por regla general, se forman a partir de intrusiones complejas diferenciadas de composición granodiorítica con variantes ácidas, media a básica representada por la diferenciación a diorita, gabro, rara vez en diabasas, en ocasiones ambas; la mineralización común de estos depósitos se han clasificado como skarn con compuestos arsenicales

de cobalto y skarn de pirita cobaltífera, asociados con magnetita y hematita en superficie en zonas de

oxidación, similares a las zonas de alteración en las áreas de El Rincón y El Rincón II.

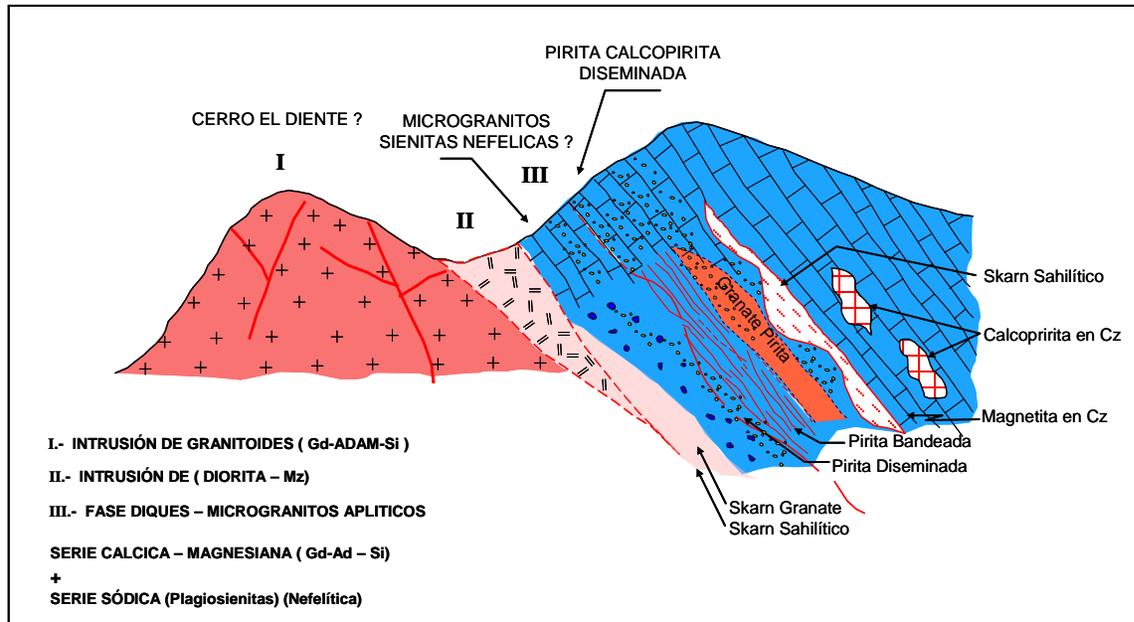


Figura 37 Modelo de Yacimiento de Hierro (Cerro El Diente)

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VI.1. Conclusiones de interés geológico.

Fisiográficamente se ubica en las provincias: Sierra Madre Oriental y la planicie Costera del Golfo, y con relación a la clasificación de terreno tectoestratigráficos en el Sierra Madre y Coahuila.

El análisis de la imagen de satélite definió una estructura anular mayor que es la expresión de la masa ígnea de la sierra San Carlos (sierra Chiquita).

Se considera al Esquisto Aramberri, como basamento en la región que comprende a la carta.

Delimitación de cinco elementos paleogeográficos: Cuenca Mesozoica, plataforma Valles San Luis Potosí, cuenca Tampico Misantla, cuenca de Burgos e isla de San Carlos.

Se cartografiaron diferenciación las formaciones: Velasco, Palma Real-Guayabal y Mesón, para la cuenca Tampico-Misantla. La Formación Tuxpan se agrupó con las formaciones Oackville y Lagarto de la cuenca de Burgos, dado que, por similitud litológica no fue posible su separación.

Para la cuenca de Burgos se diferenciaron las formaciones: Midway, Wilcox, Carrizo, Big Ford, Pico Cay Laredo, Yegua, Jackson, Vicksburg, Frío y Catahoula. Las formaciones Oackville y Lagarto, se agruparon con la Formación Tuxpan.

Las formaciones La Esperanza y Reynosa representan una cubierta común para las cuencas Tampico-Misantla y de Burgos.

Las estructuras se definen como un cinturón de pliegues y cabalgaduras, con una orientación NW-SE y N-S, afectas por fallas inversas paralelas a los ejes de pliegues. Las estructuras más destacables se localizan en la Sierra Madre Oriental.

VI.2. Conclusiones de Interés Minero.

La región en general, reviste una gran importancia en cuanto a yacimientos minerales metálicos.

Se identificaron dos distritos mineros (San Nicolás y San José) tres zonas mineralizadas (Aramberri, La Gloria y Dulces Nombres) y una área mineralizada (La Concepción).

Las zonas mineralizadas El Patado ó Patao, El Jatero y cerro El Diente, solo se reconocieron como zonas de interés, las tres asociadas a cuerpos intrusivos en la sierra de San Carlos-Cruillas.

Los principales depósitos se restringen a una mínima parte de la carta, (sierra de San Carlos-Cruillas). Está ha sido estudiada parcial y aisladamente por compañías particulares nacionales y extranjeras. Y se ha especulado o existe controversia sobre el origen y formas de los cuerpos mineralizados del distrito de San José.

Se definió que en el distrito de san José, los yacimientos corresponden a un skarn de hierro, con enriquecimiento supergénético con valores de oro. La mineralización aurífera esta íntimamente relacionada a la fase sódica del intrusivo y que el control de la mineralización, esta condicionada por el sistema de fallas y diaclasas que presenta el intrusivo.

En el distrito San Nicolás, la mineralización formaliza en rocas calcáreas del Cretácico inferior y superior, como vetas y cuerpos manteados, originados por soluciones epitermales, provenientes de los cuerpos intrusivos de la sierra Chiquita.

Las vetas se alinean y constituyen un sistema de vetas paralelas con un largo aproximado de 10 a 15 km y un ancho menor de 1 km, con rumbo general NW-SE.

En la zona mineralizada de Dulces Nombres se encuentran en explotación las minas La Victoria y La Paz. Mineralización alojada en vetas y fracturas a partir de fluidos hidrotermales en rocas sedimentarias del Cretácico superior.

En la zona mineralizada La Gloria se observan pequeñas obras labradas y distribuidas a lo largo de la zona de contacto de rocas calcáreas arcillosas con el intrusivo granodiorítico-diorítico, con su zona de hornfels con escasa mineralización.

Los depósitos de minerales no metálicos de barita, fosforita y talco, se localizan en la región de Aramberri, N. L. Como una prolongación al SE de los depósitos de la región de Galeana. El mineral de esta región es de buena calidad para uso industrial, alimentos balanceados y cerámicos respectivamente.

La situación legal de los Distritos San José y San Nicolás, en la actualidad se encuentra vigentes por concesiones mineras particulares; recientemente la

compañía extranjera Aurcana Co., protegió una superficie de 100,000 has.

VI.3. Recomendaciones.

Realizar trabajos enfocados en la identificación y separación de las formaciones Tuxpan, Lagarto y Oackville, para identificar la división entre las cuencas Tampico-Misantla y de Burgos.

En base a la importancia que revisten los distritos mineros de San José y San Nicolás, es recomendable elaborar un programa de estudios geológico-minero a detalle, se propone como blanco de exploración.

En la mina Begonia se propone aplicar estudios de equilibrio de fases de mineral, para determinar la compatibilidad ó incompatibilidad de los minerales a diferentes presiones y temperaturas; inclusiones fluidas, para determinar la temperatura y composición de los fluidos mineralizantes al momento de la cristalización y un estudio de isótopos estables para determinar el origen de los fluidos mineralizantes.

En base a los resultados obtenidos (mina Begonia), tomar este deposito como modelo para los yacimientos en la sierra de San Carlos-Cruillas.

VII. PROBLEMAS NO RESUELTOS.

La diferenciación de la Formación Tuxpan (cuenca Tampico-Misantla) de las formaciones Oackville y Lagarto de la Cuenca de Burgos, lo que hubiese permitido una separación mas precisa de dichas cuencas.

Definir con mayor certidumbre los cuerpos mineralizados de skarn del distrito San José.

Conocimiento parcial de algunas minas, como La Begonia, a la cual falta realizar levantamiento y muestreo de niveles (superiores e inferiores), y haber usado dicha información como modelo, para las diferentes obras y cuerpos mineralizados del distrito (San José) y de ser posible aplicarlo en todo el intrusivo y la sierra Chiquita.

Muestreo incompleto en el distrito San Nicolás, colectado en su mayoría en terreros, con resultados atractivos en plata y plomo, pero debido a que en su mayoría el acceso a las obras se realizaba mediante tiros no fue posible obtener acceder a esas obras y obtener más información.

En general se desconoce las dimensiones de los cuerpos mineralizados, tanto en reservas, como en volumen extraído, siendo indicativo de los desarrollos, los grandes volúmenes de terreros (no cuantificados) que reportan valores de Au, del orden de 0.199 a 6.499 gr/t. en promedio aritmético.

BIBLIOGRAFÍA

Alzaga Ruiz Humberto, Rivera Blanco Lorenzo, 1984. Geología del Área La Ascensión, Edo. de Nuevo León. Tesis Profesional, Instituto Politécnico Nacional - ESIA - Ciencias de la Tierra.

Cerrón Gutarra Raúl E, Palomares Cortés Leopoldo, 1980. Estudio Geológico Minero de las Sierras de San Carlos-Cruillas, Edo. de Tamaulipas. Consejo de Recursos Minerales, Gerencia de Exploraciones Zona Norte.

Doert Ulrico, 1987. Contribución al Desarrollo Estructural Laramídico de la Sierra Madre Oriental Media (Nuevo León México). Actas Fac. Ciencias de la Tierra UANL Linares, 2: 201-204.

Eguiluz de Antuñano Samuel, Aranda García Mario, Marrett Randall, 2000. Tectónica de la Sierra Madre Oriental, México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, v LIII, (2000), p. 1-26.

Goldhammer R. K., 1999. Mesozoic sequence stratigraphy and paleogeographic evolution of northeast Mexico. Geological Society of America (Special paper 340)

Hähnel Walter, 1986. Excavaciones de Huesos de Mamut en Mina y La Ascensión, Nuevo León. Actas Fac. Ciencias de la Tierra UANL Linares, 1: 78-82.

Heinrich W, Ramírez-Fernández J. A., 1987. Metamorfismo de Contacto de Formaciones Cretácicas en la Aureola de Contacto de la Bufa del Diente, sierra de San Carlos, Tamaulipas, México. Actas Fac. Ciencias de la Tierra UANL Linares, 2: 173-175.

López Infanzón Manuel, 1986. Petrología y Radiometría de Rocas Ígneas y Metamórficas de México. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, V. 18, No. 2.

Hubberten Hans, Nick Klaus, 1986. La Sierra de San Carlos, Tamaulipas-Un complejo Ígneo de la Provincia Alcalina Mexicana Oriental. Actas Fac. Ciencias de la Tierra UANL Linares, 1: 68-77

Izaguirre Ramos Marco A., 1992 (1). Informe de la visita de Reconocimiento al Prospecto "La Unión", ubicado en el Ejido La Unión de Morales, Mpio. de San Carlos, Tamps. Consejo de Recursos Minerales.

Izaguirre Ramos Marco A., 1992 (2). Informe de la visita de Reconocimiento al Prospecto "Piletas", ubicado en el mpio. de San Carlos, Tamps. Consejo de Recursos Minerales

Izaguirre Ramos Marco A., 1992 (3). Informe de la visita de Reconocimiento al Prospecto "Carricitos", ubicado en el Ejido Carricitos, mpio de San Carlos, Tamps. Consejo de Recursos Minerales.

Marfil Bernal Francisco Javier, 1983. Cartografía Geológica de la sierra de San Carlos Cruillas, Edo. de Tamaulipas. Tesis Profesional, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Márquez Domínguez Blas Benjamín, 1970. Geología de las sierras de San Carlos-Cruillas. Tesis profesional, UNAM.; Facultad de Ingeniería.

Meiburg Meter, 1987. Paleogeografía y desarrollo estructural del Cretácico de la Sierra Madre Oriental septentrional, México. Actas Fac. Ciencias de la Tierra UANL Linares, 2: p. 197-199.

Meiburg Peter, Chapa-Guerrero José Rosbel, Grotzhusmann Ilka, Kustusch Thomas, Lentzy Peter, De León-Gómez Héctor, Mansilla-Terán Mario Alberto, 1987. El Basamento Precretácico de Aramberri-Estructura Clave para Comprender el Decollement de la Cubierta Jurásica/Cretácica de la Sierra Madre Oriental, México. Actas Fac. Ciencias de la Tierra UANL Linares, 2: p. 15-22.

Michalzik Dieter, 1986. Procedencia y Parámetros Ambientales de los Lechos Rojos Huizachal en el Área de Galeana, Nuevo León, México. Actas Fac. Ciencias de la Tierra UANL Linares, 1: p. 23-41

Michalzik Dieter, 1987. Sedimentación y Sucesión de Facies en un Margen Continental Pasivo del Triásico al Cretácico temprano del Noreste de la Sierra Madre Oriental, México. Actas Fac. Ciencias de la Tierra UANL Linares, 2: p. 27-31

Montañez Castro Alberto, 2001. Carta Geológico -Minera, Concepción del Oro, Clave G14 – 10, Escala 1: 250,000, estados de Zac., N.L., Coah. y S.L.P. Consejo de Recursos Minerales.

Morin Martínez Juan, De la Fuente Jeremías, Ontiveros T. Héctor, 1977. Levantamiento Geológico

y Geoquímico de la sierra de San Carlos-Cruillas, Municipio de San Carlos, Edo. de Tamps. Consejo de Recursos Minerales, Gerencia de Estudios Especiales.

Muñoz Solís Raúl, 1977. Exploración Geológico - Minera de la Sierra de San Carlos-Cruillas, Municipio de San Carlos, Edo. de Tamps. Consejo de Recursos Minerales- Gerencia de Estudios Especiales.

Ortega-Gutiérrez Fernando, Seldock L. Richard, Speed Robert C., 1994. Phanerozoic tectonic evolution of Mexico. The Geological Society of America.

Padilla Lara Porfirio Cesar Augusto, 1976. Las Rocas Ígneas de La Sierra de San Carlos, Tamaulipas. Tesis Profesional; UNAM. - Facultad de Ingeniería.

Padilla y Sánchez Ricardo José, 1978. Bosquejo Geológico-Estructural de la Sierra Madre Oriental en el área Linares-Galeana-San Roberto, estado de Nuevo León. U.N.A.M., Instituto de Geología. Revista, vol. 2, núm. 1, p.45-54.

Padilla y Sánchez Ricardo José, 1986. Post-Paleozoic Tectonics of Northeast México and its role in the evolution of the Gulf of México. Revista de Geofísica Internacional Vol. 25-1, 1986 p. 157-206.

Raisz E., 1964, Landforms of México. Cambridge Mass., Mapa 1:3000,000.

Ramírez Fernández Juan Alonso, 1992. Sobre la Geología de La Sierra de San Carlos, Tamaulipas. Facultad de Ciencias de la Tierra, U.A.N.L., Encuentro Hispano Mexicano sobre Geología y Minería, Memorias.

Ramírez Gutiérrez J. Guadalupe, Miranda Huerta Alfonso, 2001. Carta Geológico - Minera, San Lázaro, Clave G14-C69, Escala 1: 50,000, estado de Tamaulipas. Consejo de Recursos Minerales.

Ramírez Gutiérrez J. Guadalupe, Miranda Huerta Alfonso, 2001. Carta Geológico - Minera, San Carlos, Clave G14-D61, Escala 1: 50,000, estado de Tamaulipas. Consejo de Recursos Minerales.

Ramírez R. Calixto, 1974. Reconocimiento geológico de las zonas metamórficas al poniente de Ciudad

Victoria, Tamaulipas. UNAM. Tesis Profesional (inédito).

Ramírez-Ramírez Calixto, 1978. Reinterpretación tectónica del Esquisto Granjeno de Ciudad Victoria, Tamaulipas. UNAM, Instituto de Geología. Revista, vol. 2, núm. 1, p. 31-36.

Reinhard Schmidt Effing, 1977. The Huayacocotla aulacogen in Mexico and the origin of the gulf of Mexico. Geologisch paläontologisches Institut Westfälische Wilhelms Universität. p. 81-86.

Rodríguez Filiberto, Werner Görg, 1993. Investigación Preliminar de la Formación La Providencia (Calizas Terciarias de Agua Dulce) al Este de Linares, N.L., México. Actas Fac. Ciencias de la Tierra UANL Linares, 8: p. 95-106.

Rueda Gaxiola Jaime, 1998. El origen del Golfo de México y de sus subcuencas petroleras mexicanas, con base en la palinoestratigrafía de lechos rojos; Revista Mexicana de Ciencias Geológicas V. 15 No. 1 p. 78-86.

Ruvalcaba Ruíz Delfino, 1986. Guía para la Exploración de Barita en el Área de Galeana, Nuevo León. Actas Fac. Ciencias de la Tierra UANL Linares, 1: p.83-87.

Sánchez González José Antonio, 1994. Informe de la Exploración Geológico-Minera en el prospecto Unión de Morales, mpio. de San Carlos, Tamps. Consejo de Recursos Minerales.

Schmitt Ralf, 1986. Desarrollo de una Plataforma Carbonatada Durante el Cretácico Inferior en el Noreste de México. Actas Fac. Ciencias de la Tierra UANL Linares, 1: p. 42-48.

Zwanzinger Jesús Alfonso, 1966. Informe Fotogeológico del Área Villagrán, Tamps., Hoja Atlas E-3. Petróleos Mexicanos, Superintendencia General de Exploración, Distrito Frontera Noreste.

Zwanzinger Jesús Alfonso, 1969. Estudio Geológico de las Sierras Sn. Carlos y Cruillas, Tamps. Hojas Atlas C-3 y D-3. Petróleos Mexicanos, Superintendencia General de Exploración, Dist. Frontera Noreste.