

7202

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPTO. GEOLOGIA

ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO PRELIMINAR EN EL NOROESTE DE CHIHUAHUA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

G E O L O G O

P R E S E N T A

JUAN EDUARDO LOPEZ ROMERO

HERMOSILLO, SONORA DICIEMBRE DE 1986

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

65.1

T202



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPTO. GEOLOGIA



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
BIBLIOTECA DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

**Biblioteca Depto.
de Geologia**

Hermosillo, Sonora, Abril 1º, 1986.

ING. EFREN PEREZ SEGURA
COORDINADOR EJECUTIVO
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
UNIVERSIDAD DE SONORA.

Por este conducto solicito a Usted autorización para desarrollar el tema de tesis profesional intitulado:

"ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO PRELIMINAR EN EL NOROESTE DE CHIHUAHUA".

Sin otro particular y en espera de su pronta respuesta, me es grato suscribirme a sus apreciables órdenes.

ATENTAMENTE

JUAN EDUARDO LOPEZ ROMERO
PASANTE DE GEOLOGO

JELR/1v



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPTO. GEOLOGIA



Departamento de Geología

HERMOSILLO, SONORA Mayo, 1986.

BIBLIOTECA
DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALESEL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZAPASANTE DE GEOLOGO
JUAN EDUARDO LOPEZ ROMERO
P R E S E N T E .

Le estamos comunicando a través de este medio y de la manera más atenta, que ha sido aprobado su tema de tesis profesional propuesto e intitulado:

"ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO PRELIMINAR EN EL NOROESTE DE CHIHUAHUA"

Asímismo queremos informarle, que los sinodales para el examen profesional, serán nombrados oportunamente.

En espera de saber de Usted pronto, quedamos muy,

A T E N T A M E N T E
"EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA"

ING. EEREN PEREZ SEGURA
Coordinador Ejecutivo

EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPTO. GEOLOGIA

EPS/lv



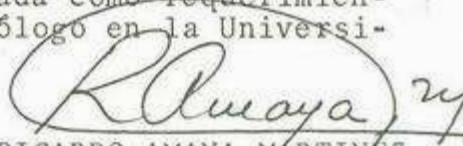
Departamento de Geología

Noviembre, 1986.

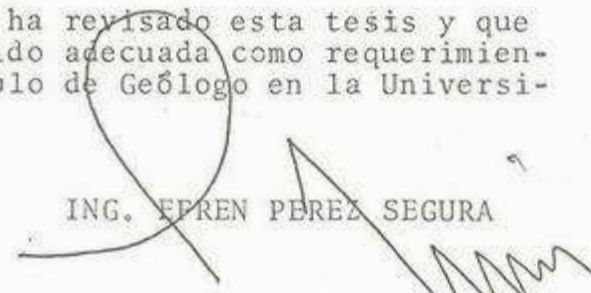
NOMBRE DE LA TESIS: "ESTUDIO GEOLOGICO-MINERO PRELIMINAR EN EL NOROESTE DE CHIHUAHUA"

NOMBRE DEL SUSTENTANTE: JUAN EDUARDO LOPEZ ROMERO

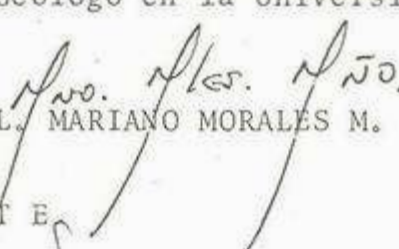
El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.


ING. RICARDO AMAYA MARTÍNEZ

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.


ING. EREN PÉREZ SEGURA

El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.


GEOL. MARIANO MORALES M.

A T E N T A M E N T E


ING. EREN PÉREZ SEGURA
Coordinador Ejecutivo

EPS/lv

**Biblioteca Depto.
de Geología**

A MIS PADRES

Con infinito cariño y respeto



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPTO. GEOLOGIA

A MI ESPOSA E HIJAS

Con amor y como aliciente para su futuro



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPTO. GEOLOGIA

A MIS HERMANOS

Por su apoyo incondicional siempre

A MIS MAESTROS

Con eterna gratitud por los conocimientos compartidos

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Con sincera estimación y recuerdo

INDICE

Página

AGRADECIMIENTOS

I.	RESUMEN -----	1
II.	INTRODUCCION -----	5
	1.- Localización del Area -----	5
	2.- Objetivo del Estudio-----	5
	3.- Material y Método de Trabajo -----	6
	4.- Trabajos Previos -----	9
III.	GENERALIDADES -----	12
	1.- Vías de Acceso, Comunicación e Infraes- tructura -----	12
	2.- Población y Cultura -----	13
	3.- Economía -----	14
	4.- Clima -----	16
	5.- Flora y Fauna -----	17
IV.	FISIOGRAFIA -----	19
V.	GEOMORFOLOGIA -----	22
	1.- Zona Noreste o Palomas -----	22
	2.- Zona Central o Chino-Sierra Rica -----	23
	3.- Zona Suroeste o Ascención -----	24
VI.	HIDROGRAFIA -----	26
	1.- Superficial -----	26

2.- Subterránea -----	27
VII. GEOLOGIA REGIONAL Y ESTRATIGRAFIA -----	30
1.- Precámbrico -----	30
2.- Paleozoico -----	33
3.- Mesozoico -----	37
4.- Cenozoico -----	41
a) Rocas Extrusivas -----	41
b) Rocas Intrusivas -----	44
c) Terciario Tardío - Reciente -----	48
VIII. GEOLOGIA ESTRUCTURAL -----	51
IX. GEOLOGIA HISTORICA -----	54
X. YACIMIENTOS MINERALES NO-METALICOS -----	59
1.- Carbón -----	59
2.- Evaporíticos -----	59
a) Yeso -----	60
b) Sulfato de Sodio -----	60
3.- Calizas y Dolomías -----	61
XI. YACIMIENTOS MINERALES METALICOS -----	62
1.- Skarns -----	62
a) Skarn Polimetálicos Conocido -----	64

	Página
b) Nuevo Skarn Polimetálico "CHN-5" -----	65
c) Otras Zonas de Interés -----	66
- Zona CHN-4 -----	66
- Zona CHN-8 -----	68
- Zona CHN-9 -----	70
- Zona CHN-10 -----	72
- Zona CHN-11 -----	72
- Zona CHN-12 -----	74
2.- Vetas -----	75
a) Asociadas a Rocas Intrusivas de - Composición Félsica a Intermedia, con mineralización variable de -- Zn-Pb-Ag-Fe (Cu-Au) -----	76
b) Asociadas a Rocas Félsicas Extrusivas, con mineralización de Ag - (Pb-Zn-Fe) -----	77
c) Asociadas a Rocas Félsicas Extrusivas, con mineralización de Mn - (Fe) -----	78
XII. CONCLUSIONES -----	80
XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS -----	85

ILUSTRACIONES



Página

Fig. 1	Mapa de Localización -----	7
Fig. 2	Provincias Fisiográficas e Hidrografía -----	21
Fig. 3	Zonas Geomofológicas -----	25
Fig. 4	Tabla de Correlación Estratigráfica del Noroeste de Chihuahua y Areas - Adyacentes -----	31
Fig. 5	Localidades Citadas en el Escrito ---	50
Fig. 6	Esquema Paleogeográfico Compuesto del Norte de Chihuahua y Areas ad yacentes -----	58
Fig. 7	Mapa Geológico Zona CHN-4 -----	67
Fig. 8	Mapa Geológico Zona CHN-8 -----	69
Fig. 9	Mapa Geológico Zona CHN-9 -----	71
Fig. 10	Mapa Geológico Zona CHN-11 -----	73
Fig. 11	Mapa Geológico Regional del Noroes- te de Chihuahua -----	83
Fig. 12	Distribución de Yacimientos Minera- les en el Noroeste de Chihuahua -----	84

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su gratitud al Sr. William F. --- Mathias, Supervisor General de Minera Cuicuilco, S.A. de C.V., por las facilidades materiales, indicaciones y estímulos otorgados durante la elaboración de este estudio.

De igual manera se agradece al Ing. José Héctor Fernández G. por las Críticas y tiempo que dedicó desinteresadamente al manuscrito; a los Ingenieros Alfredo Guzmán y Antonio Cuevas L. por sus valiosas observaciones sobre la geología regional del área; al M. en C. Efrén Pérez Segura, Coordinador del Departamento de Geología de la Universidad de Sonora, por los consejos y apoyo moral brindados en el transcurso y revisión de este trabajo recepcional; al Ing. Ricardo Amaya Martínez por haber aceptado la asesoría del mismo; y al Geol. Mariano Morales M. por su colaboración incondicional.

También es reconocida la invaluable ayuda prestada de la Srita. María López F. y Arq. Juan I. Garza Mora, consistente en mecanografiar el escrito y rotular las ilustraciones, respectivamente. Por último, se agradece sinceramente a todas aquellas personas que directa o indirectamente hicieron posible la realización del presente trabajo.

I. R E S U M E N

Este trabajo recepcional tiene como propósito fundamental dar a conocer una síntesis preliminar objetiva de la naturaleza, distribución espacial y en lo posible temporal, de las principales unidades litológicas y ocurrencias minerales presentes en una superficie de aproximadamente $17,770 \text{ km}^2$ del extremo noroeste del Estado de Chihuahua. Adicionalmente, se analizan brevemente los eventos geológicos acaecidos y se efectúan correlaciones estratigráficas y paleogeográficas genéricas con áreas adyacentes. Así mismo, son abordados diversos aspectos socio-económicos.

El desarrollo del estudio consistió en recopilación bibliográfica, fotointerpretación de imágenes de satélite y verificación de campo. Ciertas localidades de interés minero fueron examinadas a semidetalle, algunos intrusivos se clasificaron por petrografía y uno fue fechado isotópicamente por el método K-Ar.

Fisiográficamente se encuentra en la provincia de Sierras y Cuencas, particularmente en la subdivisión Bolsón. Es un terreno semidesértico casi plano con aisladas serranías alargadas y separadas por amplias llanuras. Conjunto geomórfico que representa segmentos estructurales (horsts y grabens) subparalelos con orientación noroeste y nor-noroeste.

Afloran rocas de edad Misisípico al Reciente; sin embargo, perforación profunda de Petróleos Mexicanos ha intersectado --- unidades más antiguas incluyendo el basamento precámbrico cristalino.

El Paleozoico está constituido por una secuencia marina -- discontinua carbonatada y clástica mayor de 4,000 m que agrupa las formaciones: Bliss, El Paso y Montoya (Cámbrico Medio - Ordovícico), y Canutillo (?), Percha, Keating, Hachita, Paradise, Horquilla, Earp, Colina, Epitaph, Sherrer, Concha y Santa Rita- (Devónico-Pérmico Inferior).

En el Jurásico Superior la Cuenca de Chihuahua aportó en -- el noroeste del área alrededor de 1,000 m de terrígenos, carbonatos y evaporitas (Grupo La Casita ?), detectados mayormente en el subsuelo. La extensión de la misma cuenca en el Cretácico Inferior acumuló cerca de 3,000 m de sedimentación clástica y -- carbonatada representada por las unidades: Hell to Finish, - -- U-Bar y Mojado.

El Cretácico Superior - Terciario se distingue por una serie de rocas intrusivas de composición félsica a intermedia, -- algunas reportadas por primera vez en este escrito, mismas que están emplazadas ordinariamente en estratos del Cretácico Inferior y Paleozoico Superior; así como por voluminosas extrusiones de ignimbritas con andesitas y basaltos subordinados. El -

Terciario Tardío - Reciente se caracteriza por esporádico vulcanismo basáltico y erosión de las unidades expuestas.

Se reconocen episodios tectónicos anteriores y posteriores a la Revolución Laramide (Cretácico Tardío - Terciario - Temprano). Las perturbaciones epeirogénicas pre-laramídicas originaron los regímenes marinos pre-cenozoicos, y los hiatos y discordancias erosionales del Cámbrico Inferior, Silúrico, Triásico y Jurásico Inferior. Los esfuerzos comprensivos provenientes del suroeste de la Orogenia Laramide provocaron moderado a intenso plegamiento y fallamiento a los sedimentos del Paleozoico y Mesozoico; además, al finalizar se acompañó de intrusiones granitoides que aportaron cantidades variables de minerales hidrotermales. Los eventos post-laramídicos se reflejan por abundante actividad periódica extrusiva, asociada al menos con dos etapas heterogéneas de segregación hidrotermal de fisura, escasas intrusiones y grandes movimientos corticales distensivos que imprimieron la actual configuración fisiográfica.

Los yacimientos minerales inventariados comprenden básicamente ocurrencias metálicas tipo skarn, vetas de fisura y depósitos sedimentarios de carbón, yeso, sulfato de sodio, calizas y dolomías.

Por su importancia destacan los skarn polimetálicos, - -

identificados por el depósito conocido de San Pedro Corralitos y el nuevo descubrimiento "CHN-5" que se encuentra ligado genéticamente a la acción hidrotermal de una cuarzomonzonita porfídica fechada en 45.2 ± 1.1 m.a. (Eoceno Medio), mismo que ha demostrado contener substanciales reservas potencialmente económicas de plata y metales base. Adicionalmente son reportadas seis zonas con skarns de interés.

Se especifican varias localidades con cuerpos vetiformes--hidrotermales conteniendo asociaciones variables de zinc-plomo-plata-hierro y ocasionales manifestaciones de cobre y oro, ordinariamente relacionados a intrusivos granitoides y/o skarns. Igualmente son indicadas otras manifestaciones metálicas con geometría similar alojadas en rocas extrusivas terciarias y mineralizadas predominantemente con plata o manganeso.

Los depósitos sedimentarios reconocidos son grandes cantidades de calizas y dolomías pre-cenozoicas con horizontes lenticulares de yeso y carbón cretácicos, así como posibles ocurrencias de sulfato de sodio intercalado en sedimentos lacustres continentales del Cenozoico Tardío.

II. INTRODUCCION

1.- Localización del Area

El área de estudio se ubica en la porción noroeste del Estado de Chihuahua, entre los paralelos $30^{\circ}43'$ y $31^{\circ}47'$ de latitud norte y los meridianos $106^{\circ}49'$ y $108^{\circ}27'$ al oeste del Meridiano de Greenwich. Se extiende a través de aproximadamente --- 17,770 kilómetros cuadrados, cubriendo totalmente el Municipio de Ascensión y parcialmente los Municipios de Ciudad Juárez, -- Janos, Nuevo Casas Grandes, San Buenaventura y Villa Ahumada. Sus límites son: al norte, la frontera internacional con el Estado de Nuevo México, E.U.A.; al sur, una línea imaginaria este-oeste sobre el paralelo $30^{\circ}43'$, que cruza por el poblado de San Pedro Corralitos; al oriente y poniente los meridianos - -- $106^{\circ}49'$ y $108^{\circ}27'$, respectivamente (Fig. 1).

2.- Objetivo del Estudio

El propósito fundamental del presente trabajo recepcional - es mostrar ordenadamente una síntesis preliminar objetiva de - - la naturaleza, distribución espacial y en lo posible temporal, - de las principales unidades litológicas y ocurrencias minerales presentes en la esquina noroccidental del Estado de Chihuahua. Así mismo y dentro de este contexto, se establecen correlacio-- nes estratigráfico-paleogeográficas genéricas con áreas adyac-

EL SABER DE MIS NIJOS
HARA MI FUTURO
DEPTO. GEOLOGIA

tes, analizando los eventos geológicos más relevantes - -
acaecidos en el área de trabajo. Adicionalmente, se abordan-
varios aspectos socio-económicos generales y apreciaciones -
interesantes de este importante sector del Estado.

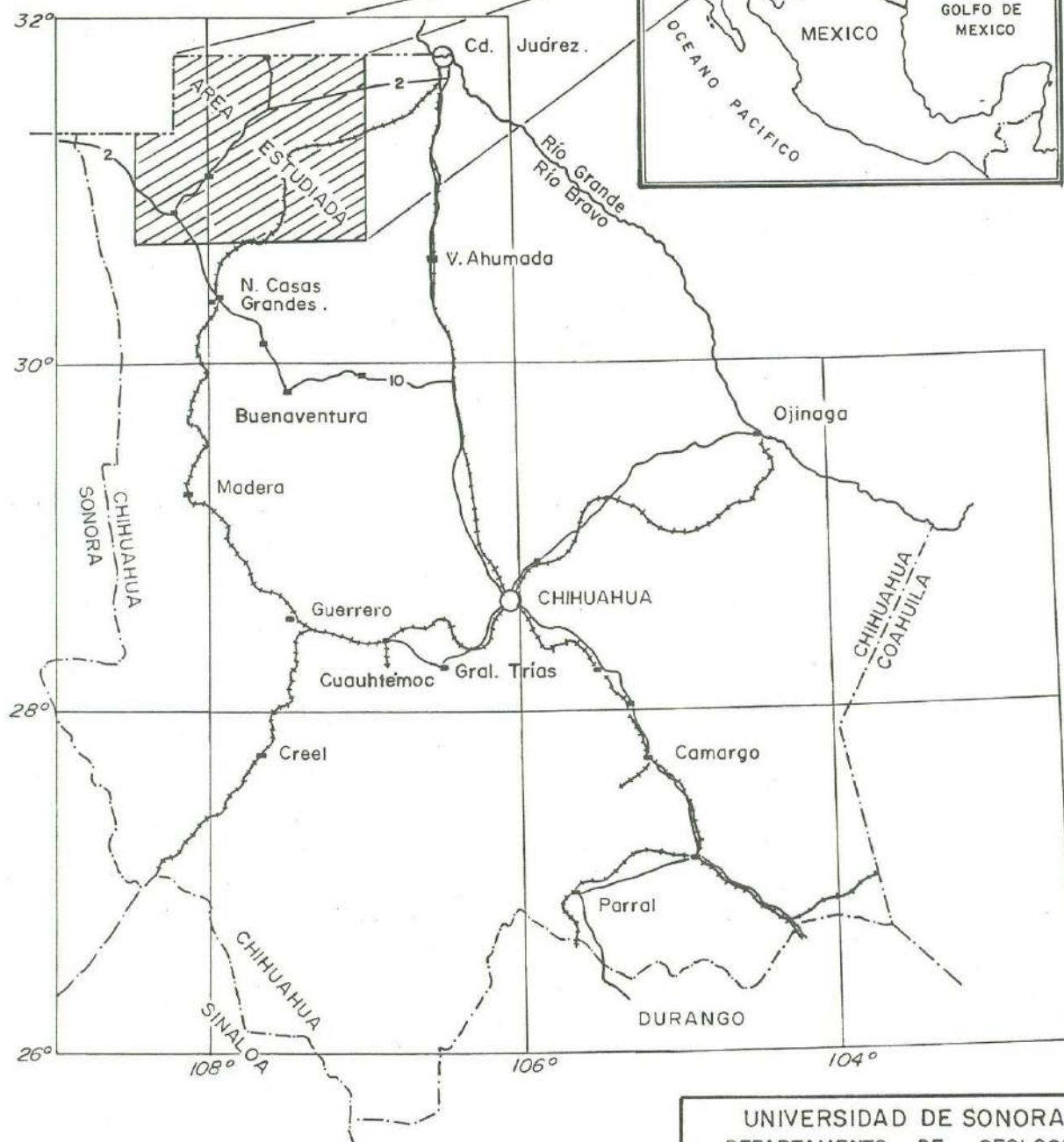
Se reconoce que por el carácter regional del estudio, --
ciertos resultados vertidos en el escrito deberán modificarse
en el futuro, conforme se realice cartografía geológica de ma
yor detalle y se lleven a cabo investigaciones estratigráfi--
cas, metalogénicas y geocronométricas más precisas. Por otra-
parte, en esta ocasión se omite proporcionar información cuan
titativa respecto a recursos minerales encontrados.

3.- Material y Método de Trabajo

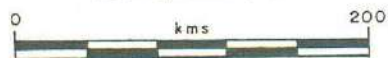
El desarrollo del trabajo de campo y gabinete para este -
programa preliminar de exploración, se realizó en forma alter-
nada durante el período comprendido entre los meses de junio -
de 1984 a septiembre de 1985.

Consecuentemente, se inició con una etapa de recopilación
bibliográfica sobre la geología regional y antecedentes mine--
ros en el norte del Estado. Al mismo tiempo, fotografías verti-
cales de satélite de la NASA-LANDSAT escala 1:250,000, sirvie-
ron de base para confeccionar un mapa fotogeológico estructu--
ral interpretativo del área, anotando sobre él los rasgos topo

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA



ESCALA GRAFICA



UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
TESIS PROFESIONAL

MAPA DE LOCALIZACION

JUAN EDUARDO
LOPEZ ROMERO

1986
Fig. n° 1

gráficos, litológicos, estructurales y urbanos más sobresalientes.

Para la siguiente etapa del programa se recabaron los mapas topográficos de la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (ahora INEGI) escala 1:250,000 y 1:50,000, -- sobre los que se revisaron y corrigieron en el campo, los rasgos geológicos más notables. Paralelamente al trabajo de campo y apoyados en la bibliografía geológico-minera disponible, se visitaron la mayoría de los sitios que podrían presentar algún interés, principalmente desde el punto de vista de yacimientos minerales metálicos. De este último examen resultó la presencia de varias ocurrencias minerales metálicas y no-metálicas, -- que de acuerdo al estado actual de nuestros conocimientos fueron clasificadas e inventariadas considerando el tipo de yacimiento, morfología, mineralización, edad relativa y su estrecha conexión con ambientes geológicos determinados.

Cabe señalar que por falta de determinaciones estratigráficas y geocronométricas precisas, la cartografía geológica superficial de campo fue agrupada en unidades litológicas mayores, que en su mayoría reúnen dos o más unidades litoestratigráficas. Además, las correlaciones estratigráficas locales y regionales que se asientan en este escrito, se llevaron a cabo basados mayormente en trabajos anteriores y en menor grado por observaciones litológicas y faunísticas de campo derivadas de --

este estudio.

Ciertas localidades con interés geológico-minero, fueron examinadas geológica y geoquímicamente a semidetalle empleando mapas topográficos amplificados, mismos que posteriormente se redujeron para su impresión. Por otra parte, algunos de los troncos intrusivos que afloran en el área de trabajo se clasificaron petrográficamente y el resto se identificó a nivel muestra de mano, siendo posible el fechamiento isotópico de un intrusivo por el método K-Ar.

Finalmente, toda la información geológica de campo procesada se consignó al mapa fotogeológico inicial y el inventario de ocurrencias minerales fue vaciado en una base topográfica. Ambos mapas se redujeron aproximadamente a la mitad de su tamaño original para su publicación.

4.- Trabajos Previos

Entre los trabajos geológicos precursores más sobresalientes que involucran directamente al noroeste de Chihuahua, destacan las investigaciones de exploración superficial y perforación profunda desarrolladas por Petróleos Mexicanos (PEMEX); información que se ha publicado en algunos artículos técnicos como son: el sumario que realizaron Ramírez y Acevedo (1957) -

sobre la geología de Chihuahua, con énfasis particular en los sedimentos marinos pre-cenozoicos; particularmente resalta el estudio litológico-estratigráfico del Paleozoico Superior, hecho por Díaz y Navarro (1961) en las sierras de Palomas y Boca Grande; trabajo similar que tiempo después efectuó Tovar (1969) en la Sierra Santa Rita; así mismo, también es reconocido el resumen de la estratigrafía y exploración petrolera en la Cuenca de Pedregosa, compilado por Thompson y otros (1978); así como la interpretación integrada geológica-geofísica del norte de Chihuahua, documentada por Tovar et al. (1978), logrando notables avances en la configuración estructural de la cima del basamento cristalino y reconstrucción de la topografía pre-cenozoica; posteriormente Tovar (1981), describe los rasgos litológicos, estructurales y paleogeográficos más relevantes de las provincias potenciales de general hidrocarburos en el distrito de Chihuahua.

De igual manera resultan de gran trascendencia los conceptos y contribuciones de otros investigadores, como son los trabajos de Hawley (1969) sobre la geología y geomorfología del Cenozoico Tardío; las aportaciones de Frantes (1981) al conocimiento del vulcanismo Plio-Cuaternario en el área de Palomas y las de Bautista y Goodell (1983) sobre vulcanismo bimodal al norte de Janos. También son notables los estudios geológicos realizados por Reyeros (1974) y Gómez (1983) en la Sierra del Aguila y los reportes de horizontes de carbón que hicieron Chá

vez y Gómez (1983) en el área de San Pedro Corralitos. Adicionalmente, la Secretaría de Programación y Presupuesto (S.P.P.) a través de la Dirección General de Geografía del Territorio - Nacional en 1980 editó a escala 1:1,000,000, las cartas geológicas "Chihuahua" y "Tijuana" que involucran el área de estudio. Más tarde, la Sociedad Geológica Mexicana (Distrito Chihuahua) en 1985 compiló y editó a escala 1:500,000, el más completo mapa geológico-minero conocido del Estado.

Respecto a los trabajos publicados sobre los recursos minerales de la región, desafortunadamente éstos son escasos y generalizados, permaneciendo la mayoría de ellos en los archivos de las distintas compañías mineras privadas y oficiales. Entre los estudios disponibles sobre este campo, sobresale la memoria geológico-minera estatal que realizó González Reyna (1956). De igual forma y de significativo interés en este renglón, resulta la síntesis e ideas que aportan Clark y de la Fuente (1978) sobre la distribución espacial y temporal de la mineralización en Chihuahua, trabajo que posteriormente es complementado y reforzado con más datos radiométricos por Shafiqullah y otros (1983). Por último, localmente destaca el resumen parcial geológico-minero de la parte norte-central de Chihuahua hecho por Clark y Ponce (1983).

III. GENERALIDADES

1.- Vías de Acceso, Comunicación e Infraestructura

El acceso terrestre a la región está determinado por dos carreteras pavimentadas, clasificadas por la Secretaría de Obras Públicas como la Carretera Federal Número 2 y la Carretera Estatal Número 10. Estas carreteras cruzan la parte norte y suroeste del área de trabajo (Fig. 2). La Carretera Federal Número 2, comunica a las ciudades fronterizas de Agua Prieta, Son. y Ciudad Juárez, Chih.; un ramal de esta carretera une a la población limítrofe de Rodrigo M. Quevedo (Palomas). La Carretera Estatal Número 10, comunica a la capital de Chihuahua con el noroeste del Estado, uniendo entre otros a los poblados de Buenaventura, Nuevo Casas Grandes y Janos.

Otra importante vía de comunicación para carga y pasajeros, lo constituye parte del Ferrocarril Chihuahua-Pacífico -- que liga las ciudades de Chihuahua y Ciudad Juárez, cruzando por los poblados de Cuauhtémoc, Guerrero y Nuevo Casas Grandes (Fig. 1). Un tramo de esta vía férrea atraviesa en dirección -- noreste la esquina suroriental del área.

Numerosos caminos de terracería conectan las diferentes comunidades, ejidos y rancherías de esta región. Estos caminos vecinales son transitables todo el año, presentando pequeñas --

ELSA
E. L. S.
DANCING PLATONALS

ELSA
E. L. S.
DANCING PLATONALS

ELSA
E. L. S.
DANCING PLATONALS

ELSA
E. L. S.
DANCING PLATONALS

ELSA
E. L. S.
DANCING PLATONALS

tantes. Tomando en cuenta las cifras poblacionales arriba indicadas y la superficie relativa que ocupan estos asentamientos humanos, proporcionan una densidad poblacional mínima de 2.2 habitantes por kilómetro cuadrado, contra la estatal de 7.9 -- (censo, 1980). En adición, este sector posee una categoría de fecundidad en descenso y fuerte expulsión migratoria hacia los Estados Unidos de América.

El nivel cultural de esta zona es deficiente, alcanzando en promedio el 4o. grado de educación primaria. Sin embargo en la actualidad, en casi todas las comunidades con más de 30 habitantes existen escuelas primarias. En Ascensión, Janos, y Rodrigo M. Quevedo, se imparte instrucción secundaria y únicamente Ascensión cuenta con educación preparatoria. Nuevo Casas -- Grandes situado a 60 kilómetros al sur, tiene escuelas técnicas a nivel secundaria, preparatoria y comercio. En Ciudad Juárez, localizado muy próxima al noreste, hay instituciones de educación superior que ofrecen varias carreras técnicas, sociales y comerciales a nivel licenciatura y postgrado.

3.- Economía

Este sector del Estado se sostiene de tres principales -- fuentes o actividades económicas que son: agricultura, ganadería y comercio.

La agricultura es el pilar económico fundamental, siendo los cultivos básicos: algodón, soya, sorgo, trigo y en menor proporción frijol, maíz y algunas variedades de hortalizas, legumbres y frutas. Esta actividad es practicada primordialmente en los valles de Ascensión y Janos, terrenos que son irrigados con agua almacenada que drena el Río Casas Grandes y diversos pozos de bombeo de agua subterránea.

La segunda fuente de ingresos es la ganadería, debido a la presencia de extensas praderas con desarrollo de pastizales de buena clase, que permiten la cría de excelente ganado vacuno. Además, ganado mular y caballar es producido en menor escala.

El comercio ocupa un sitio destacado dentro del crecimiento industrial de esta zona, ya sea en la comercialización de la producción agrícola y ganadera local o la distribución de los productos diversos necesarios introducidos del exterior.

En el presente, la minería permanece ocupando un renglón económico muy bajo, puesto que solamente tres o cuatro localidades mineras laboran a nivel de pequeño minero o gambusino. No obstante, las diferentes minas antiguas abandonadas, atestiguan que en épocas pasadas esta actividad ocupó un lugar notable en la economía regional.

4.- Clima

Apoyados en la Carta de Climas de la hoja "Chihuahua" escala 1:1,000,000, editada por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (1980), se establecen dos tipos -- de climas para esta área. El imperante, clasificado como muy -- seco-templado a muy seco-semifrío, con temperatura promedio -- anual de 16°C y una precipitación pluvial media anual de 250-- mm. En término secundario se tiene el clima seco-templado, referido exclusivamente a las cumbres de algunos elementos montañosos del suroeste, con temperatura promedio anual de 17° C y precipitación media anual de 320 mm.

Las temperaturas en verano fluctúan entre 20 y 30°C, ocasionalmente excediendo los 35°C, con vientos dominantes del suroeste y noroeste. En invierno se registran temperaturas inferiores a los 0°C, eventualmente alcanzando los 10°C bajo cero, los vientos helados de este tiempo provienen del sureste y norte originando algunas veces fuertes ventiscas de nieve.

La época de lluvia aunque escasa e irregular abarca los -- meses de junio a octubre, representando esta corta temporada aproximadamente las tres cuartas partes del volumen pluviométrico total anual.

5.- Flora y Fauna

La vegetación dominante en estos terrenos corresponde al clima muy seco-semifrío, siendo generalmente raquítica, llegando a ser nula en el centro de las lagunas. Se caracteriza por pastizal y vegetación halófila y matorral desértico micrófilo inerme y subinerme, en conjunto de baja altura, predominando los pastizales y arbustos inermes. Las especies más sobresalientes son: gobernadora (Larrea tridentata), ocotillo -- (Feuquieria splendens), uña de gato (Mimosa sp.), chaparro -- (Acacia vernicosa), nopal (Opuntia sp.), choya (Opuntia sp.), mezquite (Prosopis sp.), hojasén (Florencia cernua), hierba -- del burro (Ambrosia dumosa), lechuguilla (Agave lechuguilla), palmilla (Nolina microcarpa), chamizo (Atriplex sp.), alfombrilla (Abronia maritima) y saladillo (Suaeda sp.). En la parte alta de algunas elevadas serranías de la esquina suroeste -- del área donde prevalece el clima seco-templado, se desarrolla vegetación arbórea, integrada por encino roble (Quercus chihuahuensis) y en menor cantidad tascate (Juniperus monosperma) y pino (Pinus sp.), acompañado de flora baja caducifolia y matorrales (Carta de Uso del Suelo y Vegetación, hoja "Chihuahua", escala 1:1,000,000, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, 1980).

La escasez de fauna silvestre en la región es muy notable, debido al clima extremoso prevaleciente, insuficientes medios-

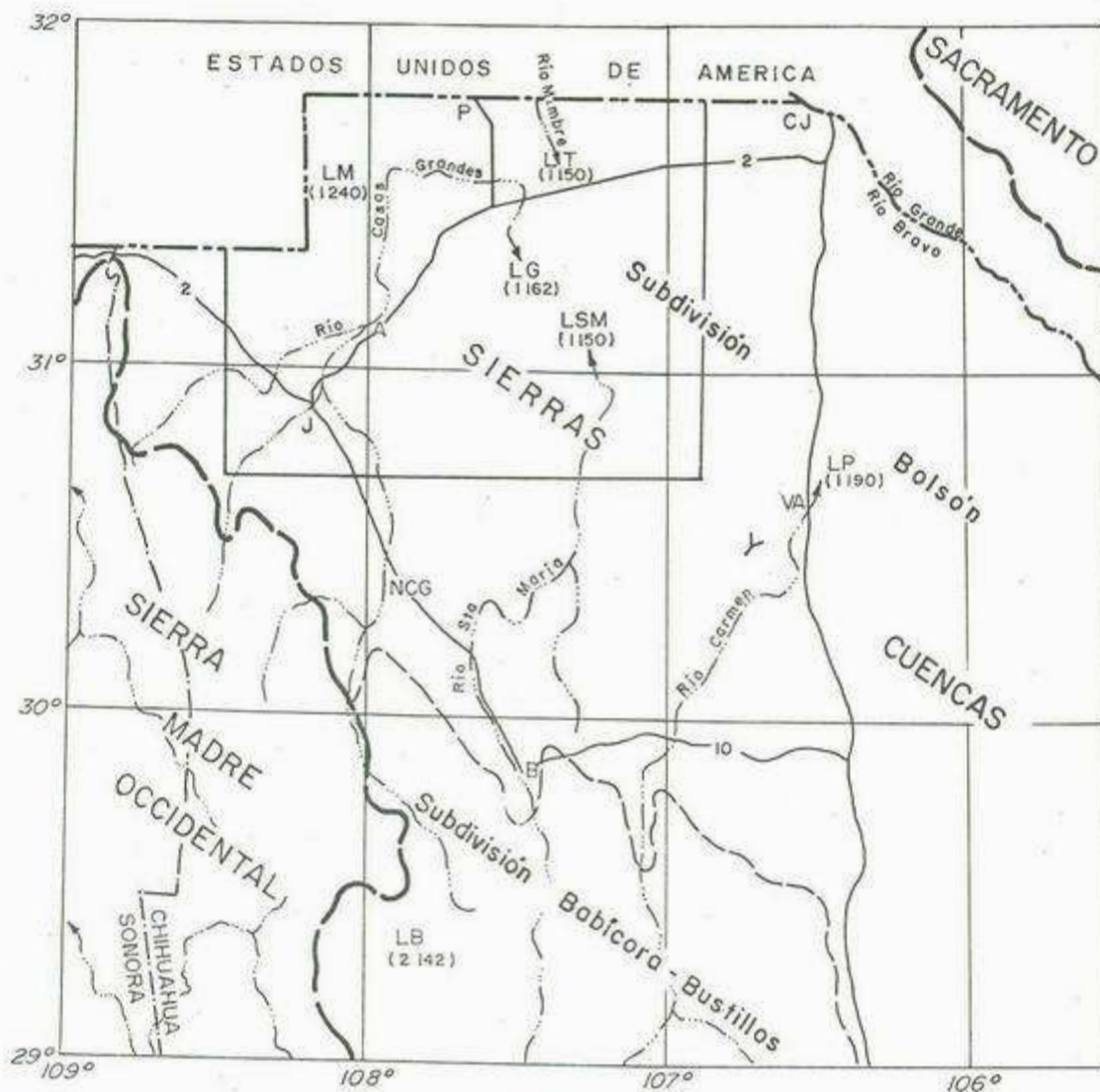
ambientes naturales de protección y la práctica común de la cacería furtiva. Entre las especies animales más corrientes - figuran: coyote, venado cola blanca, jabalí, gato montés, mapache, zorro, ardilla, víbora de cascabel, pato, ganso, búho, zopilote, aguililla, paloma, codorniz, y otras especies menores de lagartijas, arácnidos e insectos propios de estos ambientes ecológicos.

IV. FISIOGRAFIA

La provincia fisiográfica que envuelve el área de trabajo ha recibido varios nombres por algunos autores: Mesa Central del Norte (Ordoñez, 1936), Mesa del Norte (Garfias y Chapin, 1949) y Grandes Llanuras (González Reyna, 1956). En este escrito se reconoce como la extensión sur de la provincia fisiográfica de Sierras y Cuencas (Basin and Range), que cubre gran parte del suroeste de los Estados Unidos de América (Fenneman, 1931; Raisz, 1964) (Fig. 2).

Esta "sección mexicana" de Sierras y Cuencas, se caracteriza en el norte de Chihuahua por ser una gran superficie semidesértica, en la que emergen aislados y alargados elementos montañosos separados por amplias llanuras. Los valles y serranías generalmente son segmentos estructurales subparalelos que representan fosas y pilares (horsts y grabens), limitados por fallas normales que obedecen patrones estructurales con dirección dominante noroeste y nor-noroeste. La composición de las rocas expuestas en las serranías son ordinariamente sedimentarias marinas pre-cenozoicas al este y predominantemente volcánicas cenozoicas al oeste. Las llanuras presentan un drenaje superficial endorréico que los colonizadores españoles llamaron "bolsones", identificados por presentar un suave declive simétrico y en su depocentro una laguna estacional que Ordoñez (1936) llamó "barrial".

El área de estudio en particular, se ubica dentro de la subdivisión fisiográfica Bolsón propuesta por Hawley (1969), determinada como la unidad fisiográfica más extensa al norte y este de Chihuahua (Fig. 2), cuyas características generales son análogas a las descritas anteriormente de Sierras y Cuencas.



EXPLICACION

- LOCALIDADES**
- A Ascension.
 - B Buenaventura.
 - CJ Ciudad Juárez.
 - J Janos.
 - NCG Nuevo Casas Grandes.
 - P Palomas.
 - VA Villa Ahumada.
- LAGUNAS**
- LB L. Babicora.
 - LG L. Guzman.
 - LM L. de los Moscos.
 - LP L. de Patos.
 - LSM L. de Sta. Maria.
 - LT L. Tildio.

SIMBOLOGIA

- Límite P. Fisiográficas.
- Límite Subsección.
- Límite Internacional.
- Límite estatal.
- Carretera.
- Drenaje.
- (1,150) Metros s.n.m.

ESCALA GRAFICA

0 20 60 100 kms.

Tomado de Hawley (1969).

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

PROVINCIAS FISIOGRAFICAS
E HIDROGRAFIA

JUAN EDUARDO
LOPEZ ROMERO

1986

Fig. nº 2

V. GEOMORFOLOGIA

El sector que nos ocupa es de relieve relativamente plano, con presencia de varias serranías aisladas con altura variable. El desnivel entre el rasgo topográfico mayor y menores es de 1,250 m. La elevación mínima corresponde a la Laguna de Santa María (1,150 m, s.n.m.) y la máxima a la Sierra del Capulín (2,400 m, s.n.m.) (Fig. 11). A nivel más regional, la topografía tiende a decrecer al oriente hacia la cuenca hidrográfica del Río Bravo y aumentar al surponiente en dirección al macizo montañoso de la Sierra Madre Occidental.

Sobre el cuadrángulo estudiado se han reconocido tres zonas geomorfológicas bien definidas (Fig. 3).

- 1.- Zona Noreste o Palomas
- 2.- Zona Central o Chino - Sierra Rica
- 3.- Zona Suroeste o Ascensión

1.- Zona Noreste o Palomas

Está formada por una vasta llanura aluvial extendida, --- con elevación promedio de 1,200 m a 1,250 m (s.n.m.), que se prolonga desde las estribaciones nororientales de la cadena -- montañosa central Chino-Sierra Rica hasta el extremo noreste - del área. El origen de esta zona geomórfica se interpreta como

varios bloques hundidos (grabens), rellenos por material clásico continental de acarreo y rocas volcánicas cenozoicas, -- terreno que en la actualidad ha adquirido un relieve casi plano con madurez avanzada dentro del ciclo de erosión, mostrando reducidos testigos o afloramientos (horst) de rocas volcánicas principalmente, siendo los más notables la Sierra del Aguila y los cerros: El Tascate, El Volcán, El Gato y El Nor-teño.

2.- Zona Central o Chino - Sierra Rica

Esta zona geomórfica está constituida por una cadena mon-tañosa relativamente angosta, alineada en dirección noroeste- (Fig. 3), que alcanza una elevación máxima de 2,300 m (s.n.m.) y se integra básicamente por estratos marinos del Paleozoico-- Superior y Cretácico Inferior. Las serranías más importantes- de este cordón montañoso son las sierras: Rica, de Palomas, - Boca Grande, Santa Rita, El Cartucho, San Blas, China, Los -- Muertos y el Cerro Chino, que representan bloques levantados- (horsts) y deformados, comúnmente interrumpidos por reducidos valles aluviales (grabens) y fallas o fracturas transversales a los ejes de mayor deformación. Los sedimentos marinos antes mencionados están cubiertos discordantemente por rocas volcá-nicas cenozoicas en áreas limitadas y son afectados por intru-sivos en escasas localidades, mostrando en conjunto una etapa de madurez en el ciclo geomorfológico. En términos generales-

esta unidad geomórfica presenta complejas deformaciones morfo-
estructurales anteriores y posteriores a la Revolución Lara-
mide.

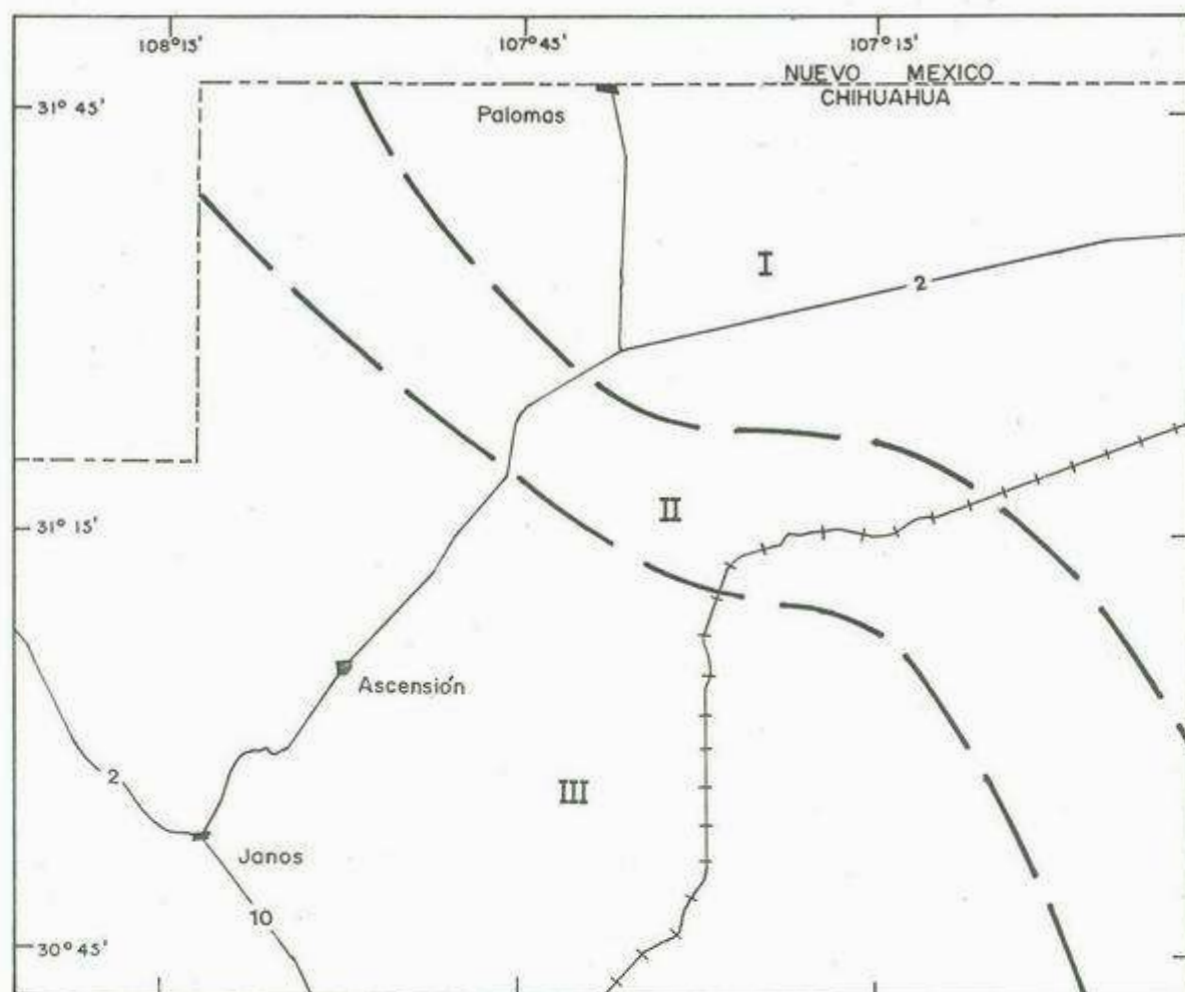


3.- Zona Suroeste o Ascensión

EL SABER DE MIS NIJOS
HARA MI GRANDEZA
INSTITUTO GEOLOGIA

Ocupa la porción suroccidental del área de trabajo (Fig. 3), con una elevación máxima de 2,400 m (s.n.m.) y una mínima de 1,150 m (s.n.m.). Se distingue por un marcado dominio espacial de rocas volcánicas cenozoicas que descansan discordantemente sobre los sedimentos marinos pre-cenozoicos; éstos últimos, observados en algunas ventanas estructurales o de erosión. La zona exhibe varios elementos orográficos irregulares (horsts), orientados burdamente noroeste y separados por amplios valles intermontanos (grabens), mostrando una fase de temprana madurez dentro del ciclo erosivo. Las sierras más sobresalientes de esta zona son: El Capulín, El Fresnal, Santo Domingo, Los Borregos, Malpaís y los cerros: Colorados, El Nevado, Mohino, El Venado, La Nopalera y La Casita. Presentan fallamiento en bloques tipo-normal y de tensión con tendencias paralelas y transversales, acompañados de suave basculamiento por efecto de movimientos orogénicos post-laramídicos, a diferencia de las limitadas ventanas de sedimentos pre-cenozoicos como las sierras: Escarate, La Salada, Las Palmas, El Puerto y parte de Santo Domingo, que aparecen con deformaciones morfo-estructurales semejantes a la cadena montañosa central Chino - Sierra Rica.





EXPLICACION

SIMBOLOGIA

— Límite zona geomorfológica.

ZONAS GEOMORFOLOGICAS

- I Zona Noreste o Palomas.
- II Zona Central o Chino - Sierra Rica.
- III Zona Suroeste o Ascensión.

ESCALA GRAFICA

0 10 30 50 kms.

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

ZONAS GEOMORFOLOGICAS

JUAN EDUARDO
LOPEZ ROMERO

1986

Fig. nº 3

VI. HIDROGRAFIA



1.- Superficial

Las corrientes de agua superficial que cruzan esta porción de Chihuahua son recogidas por la vertiente continental de Cuencas Cerradas o Internas, representadas por las redes hidrográficas de tres ríos principales: Río Casas Grandes, -- Río Santa María y Río Mimbres (Fig. 2).

El Río Casas Grandes nace en la Sierra San Miguel y atraviesa de sur a norte por los Municipios de Casas Grandes, Janos y Ascensión. En el trayecto se le unen sus afluentes San Pedro, Janos, Carretas y Piedras Negras. Finalmente deposita sus aguas en la Laguna de Guzmán.

El Río Santa María fluye también de sur a norte por los Municipios de Bachiniva, Namiquipa, Galeana, San Buenaventura y Ascensión, reteniendo su caudal la laguna del mismo nombre.

El Río Mimbres aparece al sur del Estado de Nuevo México, E.U.A., drena de norte a sur y cubre una reducida cuenca hidrográfica. Sus escurrimientos son recogidos por la Laguna -- Tildfo.

Otras lagunas del sistema hidrográfico de Cuencas Cerradas contenidas en las subdivisiones fisiográficas Bolsón y Ba

bácora-Bustillos (Hawley, 1969) son: Alamos, Babácora, Bustillos, de los Moscos, los Mexicanos, de Patos y Seca o Ascensión (Fig. 2). La generalidad exhibe una planicie de inundación en avanzado proceso de azolvamiento, retienen el agua -- por cortas temporadas debido a la fuerte evaporación y presentan una gruesa capa salitro-arcillosa superficial. Todos los ríos o arroyos que drenan sus aguas a estas zonas lagunares -- son intermitentes, con caudales ordinariamente en temporada de lluvia o nieve.

2.- Subterránea

Aún cuando en estos terrenos la pluviosidad media anual es muy baja (280 mm) y la evaporación promedio anual elevada (2,400 mm), ésta región dispone de extensas áreas con potencial para exploración y explotación de agua subterránea, esto es por las cualidades geológicas favorables de las unidades geohidrológicas que la conforman.

La vertiente hidrográfica continental de Cuencas Cerradas impide la descarga de sus escurrimientos superficiales a la vertiente continental del Golfo de México.

El sistema fisiográfico de Sierras y Cuencas integrado -- básicamente de fosas y pilares orientados predominantemente -- noroeste y nor-noroeste, y limitados por fallas normales re--

gionales con grandes desplazamientos verticales, ha influido enormemente en confinar y preservar los depósitos acuíferos.

El material clástico continental de relleno de bolsón, - acumulado con espesor inconstante (espesores locales mayores de 2,000 m) sobre rocas marinas y volcánicas relativamente im permeables, completó los receptáculos naturales con grava, -- arena, arcilla y algunas intercalaciones de rocas volcánicas, conjunto litológico que en términos generales permanece en -- una etapa de litificación parcial, con media a alta permeabilidad y bajo coeficiente de escurrimiento; de ahí que las --- áreas con mayor potencial para almacenar agua subterránea se localizan en estos sedimentos permeables, situados entre los bordes de las serranías y el límite exterior de las planicies de inundación (Fig. 11). Este hecho es confirmado por los - - mantos acuíferos de alto rendimiento, buena calidad y niveles estáticos variables de 10 a 90 m, explotados en los valles de Ascensión, Guadalupe Victoria, Janos y Palomas.

En contraste, las planicies de inundación (zonas lagunas) no ofrecen condiciones favorables a somera profundidad - debido a su alto contenido de arcilla que disminuye la permea bilidad; de tal manera que las norias existentes en estas zonas mantienen niveles estáticos que varían desde superficie - hasta 13 m, gasto reducido y el agua generalmente es salada. Sin embargo, el potencial geohidrológico de estas zonas lagu-

nares no se ha probado a mayor profundidad, razón que hace -- sospechar en la presencia de grandes mantos acuíferos, confinados en los sedimentos clásticos continentales semiconsolidados que yacen bajo la gruesa capa arcillosa superficial (Cartas Hidrológicas de Aguas Superficiales y de Aguas Subterráneas, hoja "Cd. Juárez - H13-1", escala 1:250,000, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, 1983).

Es necesario hacer notar que la virtual explotación futura de los mantos acuíferos conocidos y potenciales de la región, deberá ser equilibrada y racional, tomando en cuenta la exigua recarga anual que reciben.

VII. GEOLOGIA REGIONAL Y ESTRATIGRAFIA

En el noroeste de Chihuahua se han reconocido rocas de edad Precámbrico al Reciente (Fig. 4). Con apoyo en trabajos anteriores, seguidamente son descritas retrospectivamente -- estas unidades litológicas y litoestratigráficas, anotando -- los caracteres propios más sobresalientes de su naturaleza, -- distribución espacial y posición temporal. Además, se correlacionan en forma generalizada con la estratigrafía de áreas adyacentes del noreste de Sonora, suroeste de Nuevo México y -- noreste de Chihuahua-noroeste de Texas.

1.- Precámbrico

Las rocas del Precámbrico no afloran en la región de trabajo, sin embargo estas rocas fueron cortadas en el subsuelo por los pozos Chinos-1 y Moyotes-1 (Fig. 11) de Petróleos Mexicanos. El Pozo Chinos-1, localizado a 42 km al suroeste -- del poblado de Palomas, a una profundidad de 4,381 m alcanzó un gneiss granítico de edad $1,327 \pm 242$ m.a. y el pozo Moyotes-1, situado a 65 km al sureste del mismo poblado, cortó -- una roca similar a los 4,810 m fechada en 890 ± 32 m.a. -- (Thompson et al., 1978).

Otras localidades vecinas donde afloran terrenos precámbricos son: en las Montañas Big Hatchet, suroeste de Nuevo--

ERA	SISTEMA Y/O SERIE Y/O PISO	NE DE SONORA AREA CABULLONA (1)	SW DE N. MEXICO AREA BIG HATCHET (2)	NW DE CHIHUAHUA REGIONAL (3)	NE DE CHIHUAHUA NW DE TEXAS (4)
CENOZOICO	QUATERNARIO	ALUVION	DEPOSITOS LACUSTRES, FLUVIALES, DE TALUD, EOLICOS Y SUELO RESIDUAL		
	PLEISTOCENO	MESA			
	PALEOCENO	BASALTOS	BASALTOS		
	PLEISTOCENO	BASALTOS			
	PLEISTOCENO	BASALTOS			
MESOZOICO	PALEOCENO	PALEOCENO	GILA	GILA-SANTA FE	GPO. SANTA FE
	PALEOCENO	PALEOCENO	VULCANISMO Y PLUTONISMO	VULCANISMO Y PLUTONISMO	VULCANISMO Y PLUTONISMO
	PALEOCENO	PALEOCENO	CONGLOM. TOBAS RIOL. CAPAS ROJAS S. PACKARD CAMEAS SNAKE RIDGE	RING BONE	CONGLOM. MERADO BASAL
	PALEOCENO	PALEOCENO	ENERGICO		CONGLOMERADO CONSOLACION
	PALEOCENO	PALEOCENO			EL PICACHO
	PALEOCENO	PALEOCENO			SAN CARLOS
	PALEOCENO	PALEOCENO			OJUNAGA
	PALEOCENO	PALEOCENO			BUDA
	PALEOCENO	PALEOCENO			DEL RIO
	PALEOCENO	PALEOCENO			LENA DE PLATA
	PALEOCENO	PALEOCENO			BENAYDES
	PALEOCENO	PALEOCENO			FINLAY
	PALEOCENO	PALEOCENO			LASIMIA
	PALEOCENO	PALEOCENO			BENIGNO
	PALEOCENO	PALEOCENO			CUCHILLO
PALEOZOICO	PALEOCENO	PALEOCENO			LAS VEGAS
	PALEOCENO	PALEOCENO			NAVARRETE
	PALEOCENO	PALEOCENO			"EVAPORITAS" LA CASITA ?
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
PRE-CAMBRIANO	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			
	PALEOCENO	PALEOCENO			

Energico.
 No afiro. Reconocido por per-
 -foración. (Pemez).
 Discordancia, incierta.
 Límite temporal incierto.

FUENTES:

- (1) Toloferr, (1933); Viveros, (1963); Yoo et al., (1964).
- (2) Zeller, (1958); (1965); Wengert, (1969); Thompson et al., (1978).
- (3) y (4) Díaz y Navarro, (1961); Howley, (1969); Tovar, (1969); Wengert, (1969); Córdova et al., (1970); De Ford et al., (1970); Denison, (1970); Thompson et al., (1978); Gómez, (1983).
- (4) Columna estratigráfica compuesta

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA
DEL NOROESTE DE
CHIHUAHUA Y AREAS ADYACENTES

JUAN EDUARDO
LOPEZ ROMERO

1986
Fig. n.º 4

México, E.U.A., donde Zeller (1965) encontró un granito precámbrico intruyendo a una cuarcita masiva también precámbrica. En la base de las Montañas Franklin, situadas al oeste de la ciudad de El Paso, Texas, E.U.A., se exhibe una secuencia de mármol, brecha y cuarcita, afectada por un granito de edad 950 ± 25 m.a. y cubierta por una riolita comagmática contemporánea (Denison y otros, 1970). En la Sierra del Cuervo, Municipio de Aldama, Chihuahua (Fig. 5), existen algunos afloramientos de rocas precámbricas consistentes en metagranitos y anfibolitas fechadas en 1,030 m.a., temporalmente asociados con la fase tectónica "Grenville" de Norteamérica (Blount, 1982; Mauger et al., 1983). Rocas similares a las que afloran en la Sierra del Cuervo se han observado recientemente en el Cerro El Carrizalillo al sur de Placer de Guadalupe (Quintero, 1982).

Hacia el sureste en Coahuila se desconoce el Precámbrico, pero hacia el oeste en la región de Cabullona, Sonora (Fig. 5), se reconocieron estas rocas con el Esquisto Pinal y el Granito Las Mesteñas (Talíaferro, 1933; Viveros, 1965). Más al oeste del Estado de Sonora, en el área de Caborca-Santa Ana, han estudiado con más detalle un complejo ígneo-metamórfico basal más antiguo (Complejo Metamórfico Bámori) del Precámbrico Temprano, el cual yace discordantemente bajo una secuencia carbonatada-clástica (Capas Gamuza) del Precámbrico Tardío (Arellano, 1956; Anderson et al., 1978; Longoria et al., 1978; Morales, --

1984).

2.- Paleozoico

La secuencia marino-sedimentaria paleozoica más completa reportada en el área de estudio, fue reconocida en el subsuelo a través del pozo de exploración petrolera Chinos-1 (Fig. 11). Este pozo cortó una sección sedimentaria cámbrico-pérmica mayor de 4,000 m (Thompson y otros, op. cit.), de la cual afloran en la Sierra de Palomas aproximadamente 2,400 m de estratos misisípicos-pérmicos (Díaz y Navarro, 1961), formando parte integral de los sedimentos acumulados sobre la Cuenca de Pedregosa (Fig. 6). Así mismo, en esta porción de Chihuahua, noreste de Sonora y suroeste de Nuevo México, no hay evidencia de rocas marinas de edad Cámbrico Inferior, Silúrico, Devónico Inferior (reconocido en el área de trabajo) y Pérmico Superior (Fig. 4).

La sección inferior de estratos pre-misisípicos que no afloran en la región y que se intersectaron en el pozo Chinos-1, al parecer, fueron depositados discordantemente sobre el basamento precámbrico cristalino por un mar epicontinental -- del Paleozoico Temprano. Esta secuencia está representada por sedimentación arenosa en el Cámbrico Medio-Ordovícico Inferior (Formación Bliss), calcáreo-dolomítica en el Ordovícico (formaciones El Paso y Montoya), dolomítico-pedernalosa en el

Devónico Inferior (Formación Canutillo ?) y calcáreo-arcil- -
 llosa en el Devónico Medio-Superior (Lutita Percha) - - - - -
 (Thompson et al., 1978).

Las unidades litoestratigráficas misisípico-pérmicas es-
 tudiadas por Díaz y Navarro (op. cit.) en la Sierra de Palo--
 mas (Fig. 11), representan el mayor y más conspicuo aflora---
 miento paleozoico del norte de Chihuahua. La descripción sedi-
 mentológica básica de estos autores incluye de la base a la -
 cima: al Misisípico Inferior (Grupo Escabrosa) con una secuen-
 cia basal incompleta de 33 m calcáreo-pedernalosa (Formación-
 Keating), cubierta por 90 m de calizas y dolomías (Formación-
 Hachita); 90 m de sedimentos arcillo-arenosos sobreyacidos --
 por 17 m calizas y calizas dolomítico-arenosas del Misisípico
 Superior (Formación Paradise); 1,035 m de calizas pedernalo--
 sas cubriendo a 35 m basales de conglomerado, arena y caliza-
 arcillosa del Pensilvánico - Wolfcampiano Inferior (Formación
 Horquilla), sedimentación que indica un contacto erosional -
 con la unidad subyacente; concordantemente durante el Wolfcam-
 piano-Leonardiano se acumularon 215 m de calizas y dolomías -
 con delgadas intercalaciones calcáreo-arcillosas y yeso len--
 ticular (Formación Earp), secuencia que está suprayacida por-
 185 m de caliza (Formación Colina), 155 m de clásticos basa--
 les arcillo-arenosos conglomeráticos y 320 m de dolomía con -
 intercalaciones subordinadas de arenisca y lutita (Formación-
 Epitaph), y 3 m de sedimentos areno-arcillosos (Formación She

rrer); finalmente, 90 m de caliza cuarzo-pedernalosa y 140 m de dolomía pedernalosa (Formación Concha) cubren la secuencia marino-sedimentaria anterior. Estas unidades litoestratigráficas fueron correlacionadas por Díaz y Navarro (1961), con la completa sección permo-cámbrica de alrededor de 3,500 m expuesta en las Montañas Big Hatchet en el suroeste de Nuevo México (Zeller, 1958; 1965).

Parte de la sección pérmica antes mencionada, ha sido estudiada en otros afloramientos del área de trabajo, como por ejemplo: en la Sierra Boca Grande, Díaz y Navarro (1961) reportaron 750 m de estratos esencialmente dolomíticos de edad Wolfcampiano-Leonardino; en la Sierra Santa Rita afloran 670 m de capas dolomíticas en su parte basal y media (Formación Concha) y 280 m de areniscas, lutitas y dolomías en la cima (Formación Santa Rita), medidos y asignados al Leonardiano por Tovar (1969), mismo autor que señala haber observado sedimentación similar en la Sierra La Salada (Fig. 11), demostrando que en la fase terminal del Leonardiano, estas localidades se cubrieron con aguas muy someras cercanas a la línea de costa; López Ramos (1979) reporta una nueva localidad con rocas pérmicas (Formación Concha?) en el extremo noroeste de la Sierra Boca Grande; Zeller (1965), observó afloramientos de la Formación Concha muy cerca del rancho Las Palmas, en la sierra del mismo nombre. Así mismo, Ramírez y Acevedo (1957) mencionan que las calizas, dolomías y areniscas, espuestas en Sierra Rica, son pérmicas. Según Thomson y colaboradores (1978) en el pozo de exploración petrolera-

Chinos-1, se cortaron 4,381 m de rocas marinas cámbrico-pérmicas y en los pozos: Moyotes-1, Espña-1 y Ascensión-1, se intersectaron 1,415 m, 591m y 251 m respectivamente, de estratos del Pérmico Inferior.

Dentro del área de trabajo existen otros sitios con afloramientos de rocas paleozoicas indiferenciadas, algunos de ellos aún no reportados en la literatura, los cuales por simple correlación litológica y faunística de campo podrían ser en gran medida del Pérmico Inferior, tal es el caso de los estratos dolo-calcáreos expuestos en las sierras: Las Palmas, El Puerto, Escarate, parte norte de la Sierra de Palomas y zona CHN-5 (Fig. 11).

Fuera del cuadrángulo estudiado hay otras localidades donde se han reportado rocas paleozoicas, como por ejemplo en las Montañas Franklin (Fig. 5), donde afloran 2,717 m de estas rocas que incluyen las formaciones: Bliss, El Paso, Montoya, Fuselman y estratos devono-pérmicos (LeMone, 1982). La Sierra El Cuervo que exhibe una secuencia clástico-marina deformada y con evidencias de metamorfismo denominada originalmente Formación Rara (Ramírez y Acevedo, 1957) y asignada al Pérmico Temprano (Mellor, 1978). En placer de Guadalupe se exponen más o menos 2,000 m de estratos predominantemente calcáreos ordovícico-pérmicos bajo el Jurásico (Bridges, 1970). En acuerdo con

Thompson y colaboradores (op. cit.), en el pozo Villa Ahumada-1 (Fig. 5), se intersectaron 1,915 m de rocas del Pérmico Inferior y en el pozo Samalayuca-1, ubicado junto a la sierra del mismo nombre (Fig. 5), se cortó una sección de alrededor de 1,370 m de arenisca, conglomerado y lutita (secuencia - - clástica también expuesta en la Sierra de Samalayuca), cuya - ubicación temporal ha sido motivo de especulación debido a - virtual ausencia de fósiles y su reducida extensión espacial. Sin embargo, por su naturaleza y posición estratigráfica, -- bien pudieron haberse depositado durante el período Permo-- Triásico (?), así mismo, investigaciones superficiales es- - tratigráfico-estructurales de Berg (1969), establecen un ran- go temporal post-Precámbrico a pre-Jurásico para la acumula- ción de estos terrígenos.

Hacia el oeste en la región de Cabullona, Sonora (Fig. 5), Taliaferro (1933) y Viveros (1965) reportaron una secuencia - paleozoica discontinua con facies areno-calcareas en el Cám- brico (Cuarcita Bolsa y Caliza Abrigo), cubiertas discordante- mente por rocas predominantemente calcáreas devono-carbonife- ras (Caliza Martín, Caliza Escabrosa y Caliza Naco) (Fig. 4), sección paleozoica de Yza y otros (1984), le aplican un espe- sor regional variable de 1,000 a 1,500 m.

3.- Mesozoico

En el norte de Chihuahua, suroeste de Nuevo México y - -

noreste de Sonora, no hay evidencias de sedimentación marina durante el Triásico y Jurásico Temprano.

La transgresión marina mesozoica se inició y desarrolló en el Jurásico Tardío (Kimeridgiano-Titoniano) al oriente y suroriente de esta área, sobre la Cuenca de Chihuahua "Chihuahua Trough" (DeFord, 1958) (Fig. 6). Estos depósitos están constituidos por areniscas, limolitas, lutitas, carbonatos y evaporitas que evidencian ambientes marinos inestables que fluctuaban de aguas someras a profundas.

Dentro del área de estudio, Reyeros (1974) localizó al sur de la Sierra del Aguila un afloramiento con abundantes corales y fragmentos de equinoides (Grupo La Casita ?) que asignó al Jurásico Tardío, mismos que posteriormente Gómez (1983) no reportó. En el pozo Moyotes-1, se intersectaron aproximadamente 1,030 m de sedimentos determinados como del Jurásico Tardío descansando discordantemente sobre estratos del Pérmico Inferior (Thompson y otros, 1978). Esto indica que el límite paleogeográfico occidental de la cuenca jurásica, pasa bajo el valle aluvial situado en las inmediaciones nororientales de la cadena montañosa Chino-Sierra Rica, extinguiéndose al norte de la Sierra del Aguila (Fig. 6).

La mayor parte de las rocas marinas mesozoicas que afloran en el área de trabajo, excepto las exposiciones del Jurásico de la Sierra del Aguila y Cretácico Temprano-Tar-

dfo de San Pedro Corralitos, reportadas por Reyerros (op. cit.) y Chávez y Gómez (1983) respectivamente, son del Cretácico Inferior. Estos sedimentos desarrollados por el avance al noroeste de la transgresión marina mesozoica de la Cuenca de Chihuahua, están representados según Thompson y colaboradores (1978) por acumulaciones hasta de 3,000 m, estos autores establecen una correlación estratigráfica del Cretácico Inferior cortado en los pozos de exploración petrolera, con las formaciones contemporáneas Hell to Finish, U-Bar y Mojado, expuestas con potencia similar en el suroeste de Nuevo México (Zeller, 1965).

Con apoyo en la literatura disponible se puede decir que en el noroeste de Chihuahua durante el Necomiano-Aptiano Medio, se depositaron transgresivamente más de 500 m de sedimentos -- areno-arcillosos conglomeráticos "lechos rojos" de planicie -- costera (Formación Hell to Finish); en el Aptiano Superior-Albiano Inferior se acumularon entre 1,000 y 1,500 m de calizas con delgadas interestratificaciones arcillo-arenosas y escasos lentes de yeso (Formación U-Bar); y en el Albiano Medio el ciclo de regresión marina aportó más de 1,000 m de sedimentación arenosa intercalada con delgadas capas arcillo-calcáreas (Formación Mojado).

Las principales exposiciones del Cretácico Inferior en este sector son: Sierra Boca Grande que exhibe una sección de la Formación U-Bar en contacto al norte con la Formación Hell-

to Finish (Clark y Ponce, 1983); Sierra del Aguila donde Gómez (1983) midió 503 m de estratos marinos, nombrando Formación Cuchillo a los primeros 403 m de calizas, areniscas y conglomerados calcáreos, y Formación Benigno a los 100 m superiores de calizas, los cuales están cubiertos discordantemente por un conglomerado calcáreo basal lenticular con espesor máximo de 122 m, de posible edad Paleoceno-Eoceno; Sierra el Cartucho con una gruesa secuencia de calizas con delgadas intercalaciones arcillo-arenosas y escasos lentes de yeso equivalentes mayormente a la Formación U-Bar. Además, en las sierras: San Blas, China, Los Muertos, Santo Domingo, porción este de la Sierra La Nariz, parte este y sur de la Sierra Salada, al sur de la Sierra de Palomas, al norte y oeste de Sierra Rica, en el Cerro Chino y en el área de San Pedro Corralitos, existen notables exposiciones de estas rocas.

En este reconocimiento regional, las rocas del Cretácico Inferior se agruparon como una sola unidad litológica en el mapa geológico regional (Fig. 11). Así mismo, por relaciones litológicas y faunísticas de campo, la mayoría de estos sedimentos que aquí afloran corresponden a la Formación U-Bar, habiéndose observado en menor proporción estratos de las Formaciones Hell to Finish y Mojado.

La correlación litoestratigráfica de estas rocas del Cretácico Inferior con la sección contemporánea del noreste de -

Chihuahua es un poco más difícil, debido a los cambios de facies que presentan ambas localidades; sin embargo, algunos autores como Gómez (op. cit.) y personal técnico de PEMEX, han hecho estas correlaciones. Por otra parte, la sección cretácica del noroeste de Chihuahua es temporalmente correlativa al oeste con el Grupo Bisbee (Ransome, 1904; Taliaferro, 1933; Viveros 1965) y parcialmente con varias secciones estratigráficas transgresivas observadas en diferentes áreas del noreste de Sonora (Rangin, 1978; González, 1978; Morales, 1984; -- Palafox y Martínez 1985).

4.- Cenozoico

a) Rocas Extrusivas

Las rocas ígneas extrusivas ocupan poco más de las dos -- terceras partes de los elementos orográficos del área de trabajo, notándose un marcado dominio espacial de éstas hacia la porción suroeste (Fig. 11). Normalmente reposan en discordancia sobre los sedimentos deformados y erosionados del Cretácico Inferior.

Hasta el momento son contadas las investigaciones destinadas a definir las unidades y posición estratigráfica del -- vulcanismo en el noroeste de Chihuahua. En esta ocasión y basados en la información geológica de que se dispone, se pue--

den establecer tentativamente tres a cuatro eventos diferentes de vulcanismo en la región desde el Paleoceno al Plioceno - -- (Clark y Ponce, 1983), presumiblemente ocupando parte gradacional entre el vulcanismo de composición calco-alcalino a alcalino que migró desde la Sierra Madre Occidental en Sonora hasta el oeste de Texas (Cameron et al., 1980).

Como señala Clark y Ponce (op. cit.), el evento volcánico más antiguo en el norte de Chihuahua ocurre en la parte terminal del Cretácico Superior y se extiende al Paleoceno-Eoceno - Medio (?). Este evento contiene unidades andesíticas interes--tratificadas con material piroclástico y sedimentos calcáreos- y arcillo-arenosos, como observaron dichos investigadores en - el flanco oeste de la Sierra El Capulín (Fig. 11); como tam---bién se han reconocido en otras localidades del Estado de ---- Chihuahua como la Sierra del Gallego (Fig. 5) (Keller y otros, 1982), Sinaloa (Clark, 1976) y Sonora (Roldán y Solano, 1978). Cabe aclarar que durante el presente estudio no se corroboró--la existencia en el área de estas series volcano-sedimentarias.

El siguiente episodio de estrusión corresponde a un impor--tante y voluminoso paquete ignimbrítico de riolitas, dacitas,-andesitas,tobas,brechas y aglomerados de edad Eoceno-Oligoceno, aparentemente correlacionables con las Series Volcánicas Superiores de la Sierra Madre Occidental (Clark y Ponce, 1983). Es--tas ignimbritas son observadas principalmente en la porción su--roeste del área, ocupando mayormente las grandes exposiciones-

de material volcánico. Este tipo de vulcanismo fue reportado - por Gómez (1983) en la Sierra del Aguila, donde afloran alre--
dedor de 45 m de estas rocas descansando sobre un conglomer--
do calcáreo basal lenticular mencionado anteriormente.

La tercera etapa efusiva son flujos basálticos interestrati--
ficados con riolitas y asignados al Mioceno Medio (Clark y - -
Ponce, op. cit.), demostrando vulcanismo bimodal en la región--
como lo mencionan Bautista y Goodell (1983) al norte de Janos.
Estos flujos son observados en áreas aisladas cubriendo las se--
ries ignimbríticas anteriores.

El cuarto suceso extrusivo incluye basaltos de edad Tercia--
rio Tardío-Pleistoceno Temprano (?), muy posiblemente relacio--
nados a procesos de tectónica extensiva de Sierras y Cuencas -
y/o al desarrollo de la parte sur del Rift del Río Grande - --
(Frantes, 1981). Estos flujos basálticos se han observado en -
limitadas áreas del noroeste de Chihuahua, sobreyaciendo al --
segundo o tercer pulso volcánico y en ocasiones interestrati--
ficados o cubriendo los depósitos aluviales continentales (Gó--
mez, 1983). Ejemplo claro de esta fase volcánica terminal es -
el campo basáltico de los cerros El Gato y El Norteño, situa--
dos al sur del poblado de Palomas, determinados como de carác--
ter alcalino (Frantes, op. cit.) y de edad entre 5-3 m.a. - - -
(Clark y Ponce, 1983).

Debido a la falta de determinaciones estratigráfico-geocronométricas precisas y el afán de simplificar la cartografía geológica del presente trabajo, las distintas series volcánicas incluidas en este escrito desde el Paleoceno al Mioceno Medio, fueron agrupadas en el mapa geológico regional - (Fig. 11) como una sola unidad litológica denominada "Complejo Volcánico Terciario".

b) Rocas Intrusivas

A la fecha son muy pocos los trabajos publicados tendientes a investigar de manera particular las diferentes rocas intrusivas del área, solamente algunos artículos técnicos o mapas geológicos regionales tratan en forma generalizada la distribución espacial y composición de estas rocas. Actualmente sabemos que su estudio es de vital importancia, dada la estrecha conexión genético-espacial que guardan con ciertos depósitos y ocurrencias de minerales metálicos.

Los diferentes pulsos intrusivos se manifiestan en forma de troncos (stocks), diques y sills, incluyendo rocas que varían de composición félsica a intermedia, al parecer emplazados a mediana y somera profundidad, mostrando en ciertas localidades evidencias de diferenciación magmática o dos períodos de actividad plutónica. Aparecen con mayor persistencia y distribuidos irregularmente a lo largo de la cadena monta-

nosa central Chino-Sierra Rica, invadiendo a sedimentos del Cretácico Inferior y Paleozoico, como se manifiesta en la intrusión de la cuarzomonzonita porfídica CHN-5, que está relacionada genéticamente con la formación de un skarn polimetálico en el centro del área (Fig. 11), intrusivo que en 1986 fue fechado por el método K-Ar en 45.2 ± 1.1 m.a., por el Laboratorio Geoquímico de Isótopos de la Universidad de Arizona. Por otra parte, evidencias de cuerpos intrusivos granitoides afectando al Complejo Volcánico Terciario, fueron notadas por Clark y Ponce (1983) en el flanco oeste de la Sierra El Capulín. Así mismo, el autor del presente estudio observó al noroeste de la Sierra de Palomas y en Sierra Rica, troncos riolíticos subvolcánicos emplazados en estratos del Paleozoico Superior.

Fuera del área de estudio, Giles (1983) reporta que en la Sierra América, situada a 30 km al sur de Nuevo Casas Grandes, una diorita intrusiona a la base de un paquete ignimbrítico terciario; situación similar observó el autor de este trabajo en el Cerro Grande, localizado muy próximo al noreste de Buenaventura, donde un pórfido riolítico se emplazó en una secuencia ignimbrítica terciaria. Adicionalmente, Clark y Ponce (op. cit.) mencionan que la intrusión lacolítica del Cerro Cristo Rey, ubicado al noroeste de Ciudad Juárez, es de edad Eoceno (Fig. 5).

En base a lo antes expuesto, a los eventos de plutonismo del noroeste de Chihuahua se les asigna una edad tentativa - Cretácico Tardío - Terciario Temprano (Laramide), ésto se debe a que existe la posibilidad que el emplazamiento de los cuerpos subvolcánicos riolíticos y algunos troncos granitoides sean ligeramente más jóvenes. En adición a esto, en el suroeste de Nuevo México, Zeller (1961) postula que en el hiato marino-sedimentario formado entre el Pérmico Superior-Jurásico, hubo movimientos orogénicos probablemente asociados con magmatismo; así mismo, en Hidalgo del Parral, Chihuahua (Fig. 5), Shafiqullah y colaboradores (1983), determinaron una edad de 198 ± 7 m.a. para una cuarzomonzonita premieral que intrusión a una secuencia sedimentaria posiblemente paleozoica, evento que asocian dichos investigadores con la extensión oriental del arco magmático Jurásico desarrollado en el margen del Pacífico desde Nevada hasta Chiapas (Damon et al., 1981). Todas estas observaciones dejan abierta la posibilidad de plutonismo durante el Pérmico Superior-Jurásico y el Terciario Medio en el noroeste de Chihuahua. Posteriores determinaciones geocronométricas de estas intrusiones ígneas ventilarán esta incógnita.

En la generalidad de los sitios del área de trabajo donde aparecen rocas intrusivas se han observado evidencias de magmatismo tardío, reflejado por la introducción de uno o varios delgados diques hipabisales subverticales y de compo-

sición félsica a intermedia. Eventos magmáticos que se interpretan mayormente como remanentes magmáticos inyectados tardíamente en planos estructurales originados por la intrusión original.

Durante el presente reconocimiento geológico se localizaron individualmente trece cuerpos intrusivos de importancia, mismos que se han rotulado con la nomenclatura informal "CHN" (Chihuahua Norte) seguidos de numeración progresiva. Al menos tres de ellos aún no se han reportado en la literatura geológica (señalados con asterisco). Cinco se clasificaron petrográficamente (Williams, 1984) y el resto se identificó a nivel muestra de mano (Fig. 11).

Los troncos intrusivos clasificados por petrografía son:

- CHN-1 Cuarzomonzonita
- *CHN-2 Riolita granófica hipabisal
- *CHN-3 Tonalita porfídica hipabisal
- *CHN-4 Granodiorita granófica hipabisal
- CHN-5 Cuarzomonzonita porfídica



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPTO. GEOLOGIA

Los cuerpos intrusivos identificados megascópicamente -- son:

- CHN-6 Pórfido riolítico
- CHN-7 Pórfido riolítico

CHN-8	Cuarzomonzonita-monzodiorita
CHN-9	Cuarzomonzonita-granodiorita
CHN-10	Cuarzomonzonita porfídica
CHN-11	Cuarzomonzonita-granito
CHN-12	Cuarzomonzonita-granito
CHN-13	Granodiorita

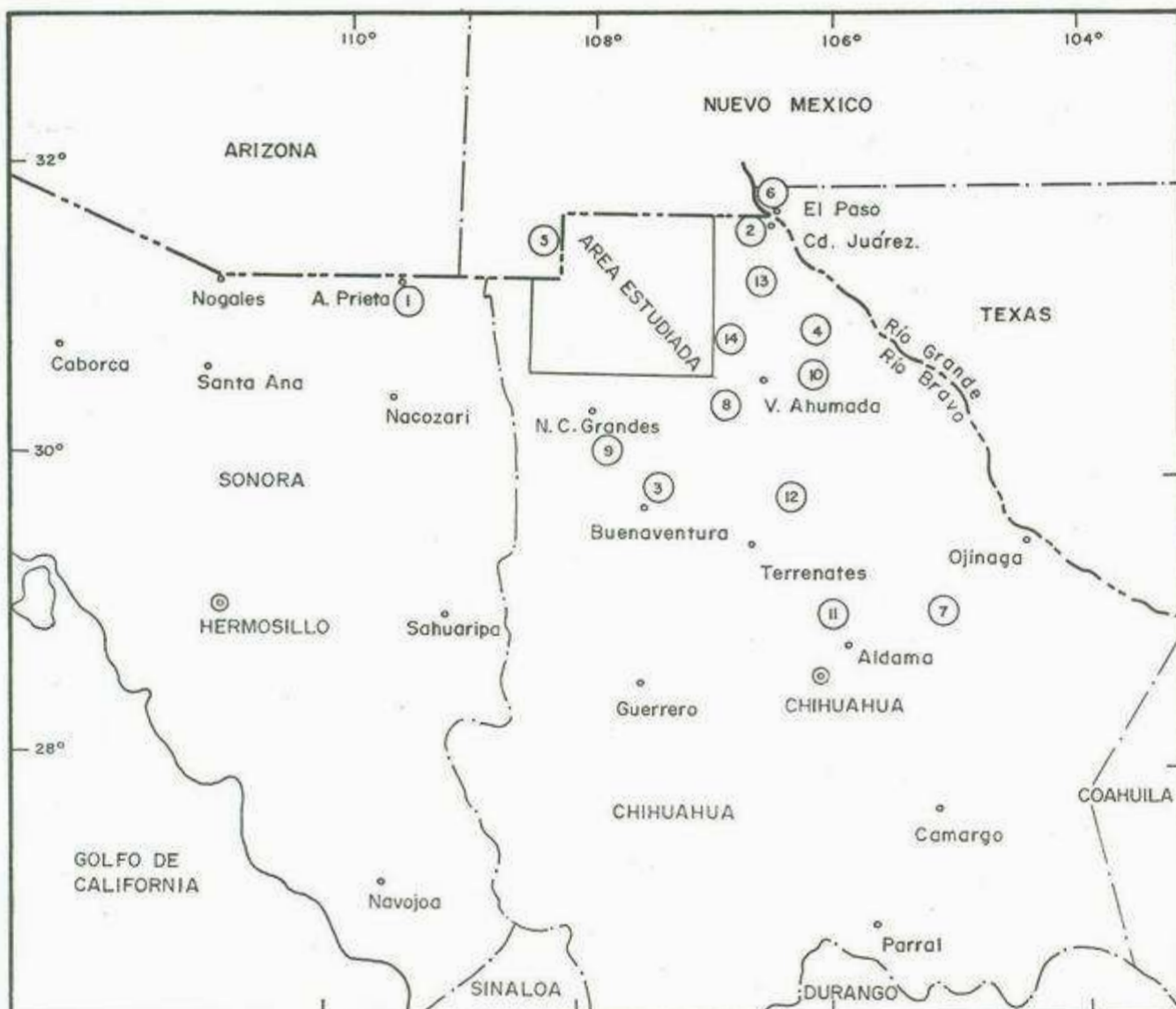
c) Terciario Tardío-Reciente

En esta porción de Chihuahua el material clástico continental de acarreo y rocas volcánicas cenozoicas que rellenan las cuencas intermontanas, está representado por espesores - tan potentes como los registrados en los pozos de exploración petrolera: Camello-1 (2,113 m), Espía-1 (1,950 m), Moyotes-1 (685 m), Centauro-1 (460 m) y Ascensión-1 (185 m) - -- (Thompson et al., 1978).

Hawley (1969) reporta que la mayor unidad estatigráfica del Cenozoico Tardío en la región limítrofe cerca del Paso, Texas, es el Grupo Santa Fe, constituida por una gruesa secuencia de sedimentos clásticos continentales mal clasificados, parcialmente litificados y con algunas intercalaciones de rocas volcánicas, misma secuencia que según Hawley (op. cit.) está ampliamente extendida en el norte de Chihuahua, junto con su análogo el Conglomerado Gila del suroeste de - Nuevo México.

Por otra parte, depósitos arcillosos y arenosos inconsolidados del Pleistoceno Temprano (Formación Fort Hancock), - - acumulados en la cuenca del lago pluvial Cabeza de Vaca y alimentados en parte por el antiguo Río Grande (Strain, 1970), se identificaron en la esquina nororiental del cuadrángulo estudiado, en un escarpe de 12 m de altura que cruza diagonalmente la Carretera Federal Número 2.

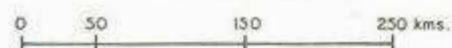
Por último, depósitos continentales más recientes salitro-arcillosos ocupan la parte superficial de las planicies - de inundación; terrazas y abanicos aluviales se observan en - el curso y desembocadura de ríos y arroyos principales; acumulaciones clásticas de talud, suelo residual y caliche, cubren parcialmente las laderas de los elementos orográficos; y aportación eólica arenosa (dunas) se extiende notablemente en la porción nororiental de esta área.



LOCALIDADES

- 1 - Cabullona.
- 2 - Cerro Cristo Rey.
- 3 - Cerro Grande.
- 4 - Klondike.
- 5 - Montañas Big Hatchet.
- 6 - Montañas Franklin.
- 7 - Placer de Guadalupe.
- 8 - Pozo Villa Ahumada - I.
- 9 - Sierra América.
- 10 - Sierra de la Alcaparra.
- 11 - Sierra del Cuervo.
- 12 - Sierra del Gallego.
- 13 - Sierra de Samalayuca.
- 14 - Salinas de la Unión.

ESCALA GRAFICA



UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

LOCALIDADES CITADAS
EN EL ESCRITO

JUAN EDUARDO
LOPEZ ROMERO

1986

Fig. n° 5

VIII. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Estructuralmente el área de trabajo se ubica al noroeste de la "Faja o Cinturón Tectónico de Chihuahua" (Fig. 6), cuya configuración regional está definida por la paleogeografía sedimentaria involucrada y el efecto ejercido por tres regímenes tectónicos principales: pre-laramídicos, laramídicos y post-laramídicos. Eventos que están sobrepuestos en el tiempo y el espacio.

Los episodios tectónicos pre-laramídicos, aunque oscurecidos por las intensas deformaciones posteriores, quedan al descubierto por las potentes acumulaciones de estratos marinos, hiatos y discordancias erosionales que presenta el Paleozoico y Mesozoico (Fig. 4). Estas perturbaciones estratigráfico-estructurales se produjeron a raíz de movimientos epeirogénicos-regionales, asociados a grandes fallas tipo normal (Tovar y otros, 1978), los cuales generaron elementos paleogeográficos positivos y negativos fluctuantes, causando no depósito y/o erosión en el Cámbrico Inferior, Silúrico, Pérmico Superior, Triásico y Jurásico Inferior..

El inicio de la Revolución Laramide en el Cretácico Tardío, parece poner fin al régimen marino del Cretácico en el noroeste de Chihuahua. Este importante evento tectónico extin-

to en el Terciario Temprano, imprimió moderado a intenso plegamiento y fallamiento a la sección marina pre-cenozoica en respuesta a los esfuerzos comprensivos provenientes del suroeste. Estos esfuerzos de compresión originaron en la secuencia sedimentaria anterior, estructuras anticlinales y sinclinales con orientación axial predominantemente al noroeste, asociadas con fallamiento inverso de bajo ángulo y pequeñas fallas normales secundarias; fenómenos estructurales que son evidentes en los afloramientos de estratos pre-cenozoicos, particularmente en las ejemplares exposiciones de la cadena montañosa central Chino-Sierra Rica. En la parte terminal de esta fase tectónica se desarrolló una serie de importantes pulsos intrusivos granitoides que provocaron metamorfismo de contacto y fallamiento radial en las zonas de intrusión, así como aportaciones variables de minerales hidrotermales.

Al concluir los disturbios tectónicos laramídicos inicia una fuerte actividad magmática periódica principalmente extrusiva, asociada con un mínimo de dos emanaciones distintas de hidrotermalismo fisual. Posteriormente comienza a progresar un período de distensión cortical intensificado en el Terciario Medio-Tardío y prolongado con menor intensidad hasta el Cuaternario. Estos movimientos distensivos imprimieron a la morfología local ya deformada rasgos estructurales característicos de la provincia fisiográfica de Sierras y Cuencas (Basin and Range), cuya configuración regional es el reflejo-

de episodios tectónicos por gravedad y asentamiento, vinculados con fallamiento normal de magnitud y desplazamiento variable (Tovar y otros, 1978), con tendencias paralelas a las direcciones axiales laramídicas (DeFord, 1969), pero también -- asociadas con fallas menores transversales y diagonales ocasionadas por cambios periódicos en la trayectoria de los esfuerzos distensivos (Henry et al., 1983). Las disposiciones estructurales anteriormente sintetizadas, concuerdan con la interpretación sismo-gravimétrica del norte de Chihuahua hecha por Tovar y colaboradores (op. cit), donde se muestran varios bloques tectónicos orientados noroeste y nor-noroeste, -- limitados por fallas normales con desplazamientos hasta de 3-km; formas estructurales que representan sierras y cuencas -- (horsts y grabens), estas últimas cubiertas por potentes espesores de material clástico continental de acarreo y rocas volcánicas del Cenozoico Tardío.

IX. GEOLOGIA HISTORICA

La evolución geológica del noroeste de Chihuahua se refleja por una serie de distintos rasgos litológicos y estructurales que se han desarrollado desde el Precámbrico hasta el Cuaternario. Estos acontecimientos se iniciaron sobre un basamento granítico precámbrico (1,327-890 m.a.), al cual inundó un mar epicontinental del Paleozoico Temprano.

El Paleozoico se caracteriza por una secuencia marino-sedimentaria discontinua mayor de 4,000 m depositada en un geosinclinal que cubrió la región en repetidas ocasiones, debido a procesos regionales de levantamiento y subsidencia, asociados con fallamiento normal.

El régimen marino cámbrico-misisípico se reconoce por una sección mayor de 2,000 m de sedimentos clásticos y carbonatados representados por las formaciones: Bliss, El Paso, Montoya, Canutillo (?), Percha, Keating, Hachita y Paradise. Las emersiones estructurales ocurridas durante este tiempo originaron los hiatos y discordancias erosionales del Cámbrico Inferior y Silúrico.

El régimen marino pensilvánico-pérmico es responsable de la depositación casi continua de aproximadamente 2,000 m de estratos predominantemente calcáreos representados por las

formaciones: Horquilla, Earp, Colina, Epitaph, Sherrer, Concha y Santa Rita, las cuales se acumularon principalmente en facies de plataforma en un geosinclinal delineado por la Cuenca de Pedregosa (Fig. 6), paleocuenca que estuvo en probable conexión al norte con la Cuenca de Oro Grande y bordeada por las penínsulas de Aldama al suroeste, del Diablo al este y Florida-Moyotes al noroeste. Los procesos espeirogénicos acaecidos durante esta época son reconocidos por las discordancias erosionales que presenta la base y cima de la Formación Horquilla y el levantamiento regional iniciado en el Pérmico Superior.

Durante el Triásico y Jurásico Inferior, la región continuó emergida y sujeta a fuerte erosión.

Es en el Jurásico Superior cuando principia sobre la Cuenca de Chihuahua (Fig. 6), la depositación de una gruesa secuencia de terrígenos, carbonatos y evaporitas (Grupo La Casita ?), sedimentación que invade parcialmente el área de estudio y se acuña lateralmente hacia las penínsulas del Diablo, Aldama, Coahuila y Florida-Moyotes.

Posteriormente, en el Cretácico Inferior evoluciona por subsidencia estructural progresiva, una gran transgresión marina con rumbo axial NW-SE, reconocida como la extensión de la Cuenca de Chihuahua, la cual aportó en la región de traba-

jo durante el Neocomiano-Albiano Medio, alrededor de 3,000 m de sedimentación clástica y carbonatada representadas por las formaciones: Hell to Finish, U-Bar y Mojado. Este régimen marino cubrió con relativa rapidez casi todo el Estado de Chihuahua, noreste de Sonora, sureste de Arizona y suroeste de Nuevo México, invadiendo parcialmente las penínsulas del Diablo, Coahuila y Florida-Moyotes.

Durante el Cretácico Superior, la Revolución Laramide -- (Cretácico Tardío-Terciario Temprano) parece poner fin al régimen marino del Cretácico en el noroeste de Chihuahua. Esta orogenia que plegó y falló moderada a intensamente los estratos pre-cenozoicos en respuesta a los esfuerzos comprensivos-provenientes del suroeste, se acompañó al finalizar por una importante serie de pulsos intrusivos granitoides reconocidos por la cuarzomonzonita porfídica CHN-5, fechada en 45.2 ± 1.1 m.a. (Eoceno Medio). Este episodio plutónico aparte de provocar deformación, metamorfismo y metasomatismo de contacto a las rocas invadidas, aportó cantidades variables de minerales hidrotermales en las áreas de intrusión.

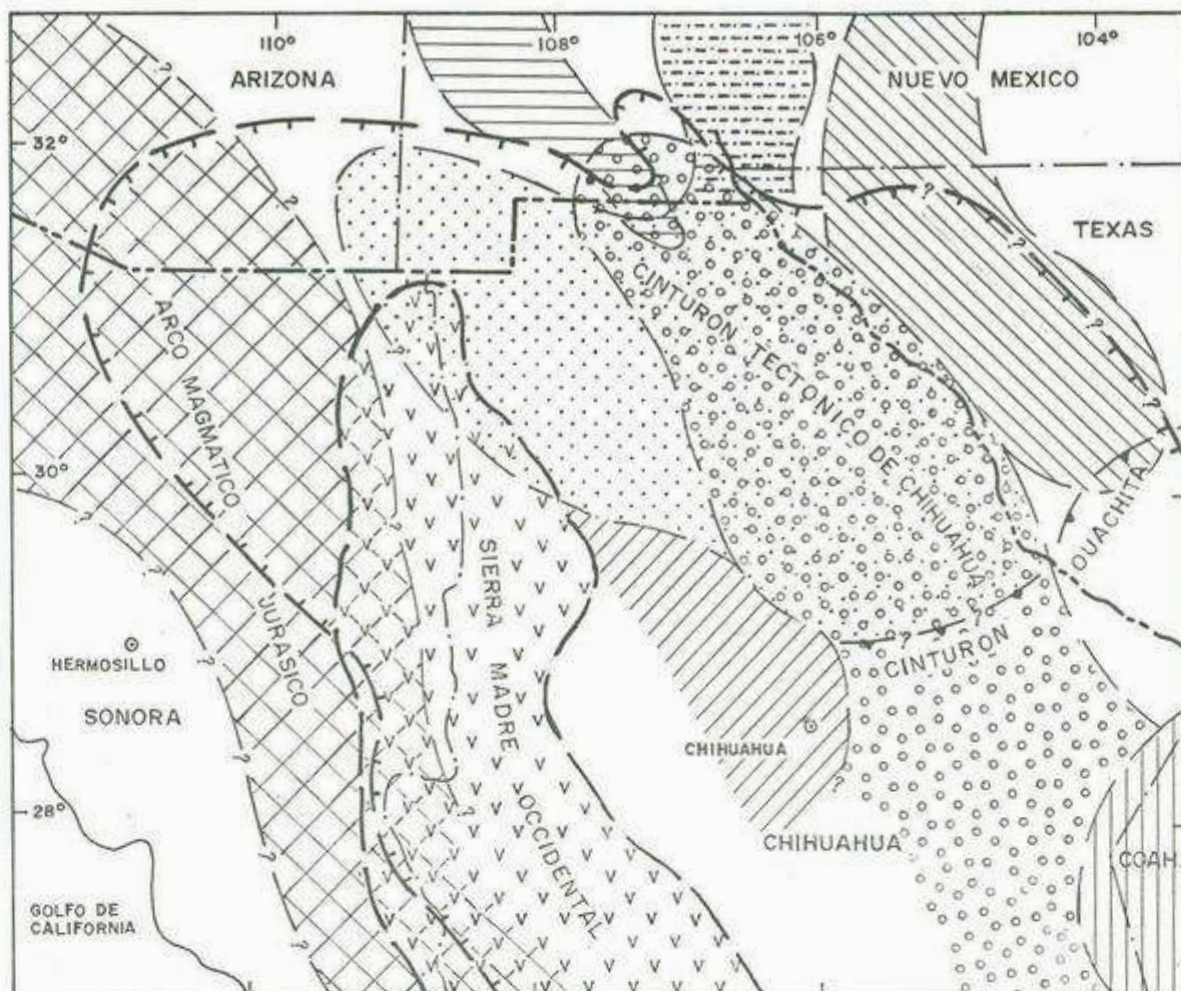
Más tarde, inicia un período de gran actividad extrusiva, acompañada de limitados troncos intrusivos y posiblemente suave deformación cortical. Esta explosión volcánica arrojó sobre los sedimentos marinos pre-cenozoicos deformados y erosionados considerables volúmenes periódicos de ignimbritas y menores--

flujos basálticos intercalados con riolitas, actividad volcánica que Clark y Ponce (op. cit.) asignan temporal y provisionalmente al Eoceno-Mioceno. Poco antes de terminar este evento magmático es cuando se originaron al menos dos pulsos de hidrotermalismo fisural, asociado con mineralización de metales base y/o plata el primero, y manganeso el segundo.

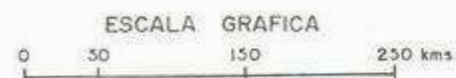
Ya en el Terciario Medio-Tardío disminuye el vulcanismo y se incrementan al máximo los esfuerzos distensivos, provocando la actual configuración estructural de la provincia fisiográfica de Sierras y Cuencas. En seguida sobreviene un intenso período de erosión, posiblemente asociado con mínima actividad volcánica que rellenan las fosas tectónicas previamente formadas dando origen a la acumulación de las unidades continentales contemporáneas Gila-Santa Fe.

Posteriormente, continúa un fallamiento Plio-Cuaternario menos intenso, probablemente relacionado con actividad tectónica reciente y/o reacomodo de fallas antiguas, que afectó a las unidades continentales del Cenozoico Tardío y se acompañó de vulcanismo basáltico en áreas aisladas.

Finalmente, durante el Cuaternario y hasta el presente continúa la erosión de todas las unidades expuestas, provocando el desarrollo de depósitos fluviales, aluviales, lacustres y eólicos no consolidados.



ELEMENTOS PALEOGEOGRAFICOS



NEGATIVOS.

- Extensión de la Cuenca de Chihuahua (Ki).
- Cuenca de Chihuahua (Js).
- Cuenca de Pedregosa (IP-P).
- Cuenca de Oro Grande (IP-P).

POSITIVOS.

- Península de Coahuila (J).
- Península de Aldama (IP-J).
- Península del Diablo (M-P).
- Península Florida-Moyotes (M-P).

Tomado de la base de Clark y de la Fuente (1978) y adaptado de varias fuentes incluyendo: Rangin (1978), Thompson y otros (1978), Dickinson (1981), Tovar (1981) y Le Mone y otros (1983).

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

ESQUEMA PALEOGEOGRAFICO COMPUESTO
DEL NORTE DE CHIHUAHUA
Y AREAS ADYACENTES

JUAN EDUARDO
LOPEZ ROMERO

1986

Fig. n° 6

X. YACIMIENTOS MINERALES NO-METALICOS

1.- Carbón

Ocurrencias de carbón singenético fueron reportadas por Chávez y Gómez (1983) en el área de San Pedro Corralitos (Fig. 12). Estos autores señalan manifestaciones carboníferas en la parte superior de una gruesa sección de estratos marinos calcáreos y clásticos del Cretácico Temprano-Tardío, los cuales son intruidos por algunos diques y cubiertos por flujos sub-horizontales de rocas volcánicas terciarias. El Carbón se exhibe en forma de delgados horizontes lenticulares, aparentemente concordantes con estratos del Cretácico Tardío (Chávez y Gómez, op. cit.) y al parecer, desarrollados en ambientes marinos relacionados a sistemas deltáicos aislados. Estos depósitos muy posiblemente corresponden en ambiente de formación, a aquellos yacimientos de carbón estudiados en la Cuenca de Ojinaga, noroeste de Chihuahua (Cabrera y colaboradores, 1984) y en la Cuenca de Cabullona, Sonora (Yza y otros, 1984) (Fig. 5).

2.- Evaporíticos

En el noroeste de Chihuahua se han reconocido dos tipos de estos depósitos.

a) Yeso.- Relacionado a ambiente sedimentario marino.

Afloramientos de yeso singenético se han identificado en dos localidades: en la Sierra del Aguila (Gómez, 1983) y Sierra El Cartucho (Cuevas, com personal). En ambas sierras - -- (Fig. 12), el yeso se presenta en capas lenticulares, interestratificadas con sedimentos calcáreos y clásticos de la Formación Cuchillo (base de la Formación U-Bar) del Cretácico Inferior. Estos afloramientos yesíferos aparentemente no ofrecen el tamaño apropiado para ser económicamente explotables; sin embargo, en algunos sitios del noreste de Chihuahua, como Sierra de Alcaparra, Klondike y otros (Fig. 5), se han explota--do yacimientos similares pero más potentes del Cretácico Inferior y Jurásico Superior.

b) Sulfato de sodio.- Relacionado a ambientes lacustres - continentales.

La mayoría de las zonas lagunares situadas en el área de trabajo, representan áreas atractivas para la búsqueda de sulfato de sodio, dado que en la localidad cercana de Salinas de la Unión, situada a 45 km al noroeste del poblado de Villa Ahumada (Fig. 5), por varios años se han beneficiado a pequeña escala algunos depósitos evaporíticos superficiales de estos minerales que se encuentran intercalados con sedimentos lacus- - tres de detritos continentales. Por otra parte y apoyando es-

ta idea, los yacimientos minerales de este tipo conocidos y -
 aprovechados en México, Chile y Estados Unidos, se localizan-
 en regiones desérticas de cuencas cerradas y asociadas con se-
 dimentación detrítica continental de lagos salados. Caracte-
 rísticas genéticas que han prevalecido en la formación de las
 diferentes lagunas del norte de Chihuahua.

3.- Calizas y dolomías

Con esta subdivisión se pretende destacar el enorme poten-
 cial de exploración y eventualmente explotación de calizas y-
 dolomías que afloran a lo largo de la cadena montañosa cen- -
 tral Chino-Sierra Rica (Fig. 11), donde las diferentes varie-
 dades de carbonatos ahí presentes, pueden ser usadas con di--
 versos fines industriales.

XI. YACIMIENTOS MINERALES METALICOS

1.- Skarns

Los yacimientos minerales tipo skarn o skarn hidrotermales (Shimazaki, 1981), son reconocidos en el noroeste de Chihuahua por el skarn polimetálico de San Pedro Corralitos. Adicionalmente, se reporta una nueva ocurrencia de estos yacimientos y seis localidades de interés con características geológicas favorables (Fig. 12).

Los skarns antes mencionados aparecen con algunas similitudes geológicas que son resumidas a continuación:

- Primeramente se distinguen por la presencia de aureolas y ocasionales techos colgantes de sedimentos deformados y alterados por efecto del emplazamiento, metamorfismo y metasomatismo de contacto, de uno o dos troncos intrusivos granitoides laramfidos, generalmente asociados con aportación inconstante de minerales hidrotermales.
- La composición de los intrusivos varía de félsica a intermedia.
- El diámetro mayor que muestran estos troncos granitoides en superficie, oscila entre menos de uno a cinco kilómetros.

- Las rocas invadidas ordinariamente son estratos calcáreos y clásticos del Cretácico Inferior y Paleozoico Superior.
- Las aureolas y techos colgantes de rocas deformadas y alteradas "exoskarns" (Shimazaki, op. cit.), están constituidos normalmente por skarn, caliza recristalizada y en algunas localidades incluyen intercalaciones de hornfels y/o cuarcita.
- La alteración hidrotermal en los exoskarns generalmente está más o menos desarrollada con formación de algunos minerales de skarn (silicatos de Ca, Mg, Fe, Al y Mn), epidota, clorita, silicificación y recristalización. Por el contrario en los "endoskarns" (Shimazaki, op. cit.), estas alteraciones hidrotermales en la mayoría de los casos se desarrollaron mínimamente en la vecindad del contacto.
- Finalmente, en casi la totalidad de estas zonas, los troncos intrusivos y las rocas encajonantes son cortadas por delgados diques subverticales de composición félsica a intermedia; evento magmático que en algunos casos se observa desplazado por hidrotermalismo fisural tardío con espesores que en raras ocasiones excede un metro, las más de las veces subverticales, con extensión lateral

inconstante y asociados en mayor o menor grado con mineralización variable de Zn-Pb-Ag-Fe, irregulares manifestaciones de Cu y erráticos valores anómalos de Au.

a) Skarn Polimetálico Conocido

El skarn polimetálico de San Pedro Corralitos fue descubierto en el siglo XVIII y hasta la fecha ha sido explotado irregularmente por varias compañías mineras (González Reyna, 1956). En la actualidad particulares explotan a pequeña escala obras mineras antiguas y terreros abandonados. La geología de esta antigua zona minera se caracteriza básicamente por la presencia de una intrusión granodiorítica (CHN-13), que afecta a estratos calcáreos del Cretácico (Fig. 11). Adyacentes a las zonas de contacto (exoskarn), se formaron chimeneas, vetas y reemplazamientos con valores económicos de Ag-Au-Pb-Zn-Fe-Cu, que según González Reyna (op. cit.) las leyes más altas reportadas en una de las minas (La Candelaria), eran del orden de: Ag (2,219 g/ton), Au (6.34 g/ton), Pb (7.0%), Zn (7.0%), Fe (20.0%) y Cu (1.5%). El mismo autor destaca que los minerales identificados en estos depósitos son: galena, esfalerita, pirita, argentita, wulfenita, mimetita, cerusita, smithsonita, calamina, malaquita, azurita, auricalcita, limonita y hematita aurífera.

b) Nuevo Skarn Polimetálico "CHN-5"

Localidad ubicada en el centro del cuadrángulo estudiado (Fig. 11), se identifica por la exposición de una cuarzomonzonita porfídica (Williams, 1984), fechada isotópicamente en 45.2 ± 1.1 m.a. (Eoceno Medio). Esta intrusión invadió al -- sur a una sección de calizas y areniscas presumiblemente del Pérmico Inferior y al norte afectó a estratos calcáreos del Cretácico Inferior.

Exploraciones sistemáticas que incluyen geología de detalle, polarización inducida, magnetometría terrestre y perforación con broca de diamante, han demostrado que en la parte sur de este intrusivo, existe una irregular y parcialmente oculta aureola de exoskarn (skarn, hornfels, caliza recristalizada y cuarcita) paralela al contacto, que contiene considerables reservas potencialmente económicas de plata y metales básicos.

Investigaciones de laboratorio realizadas por Williams - (op. cit.), han permitido reconocer en dicho exoskarn los siguientes minerales: pirita, esfalerita, galena, calcopirita, molibdenita, pirrotita, aguilarita, cziklovaita, bohdanowiczita, proudita, tetradimita, weibulita, crisocola, malaquita, hematita, siderita, goethita, jarosita, canbita, pirolusita y neotosita. Habiéndose identificado además: granates cálcicos-

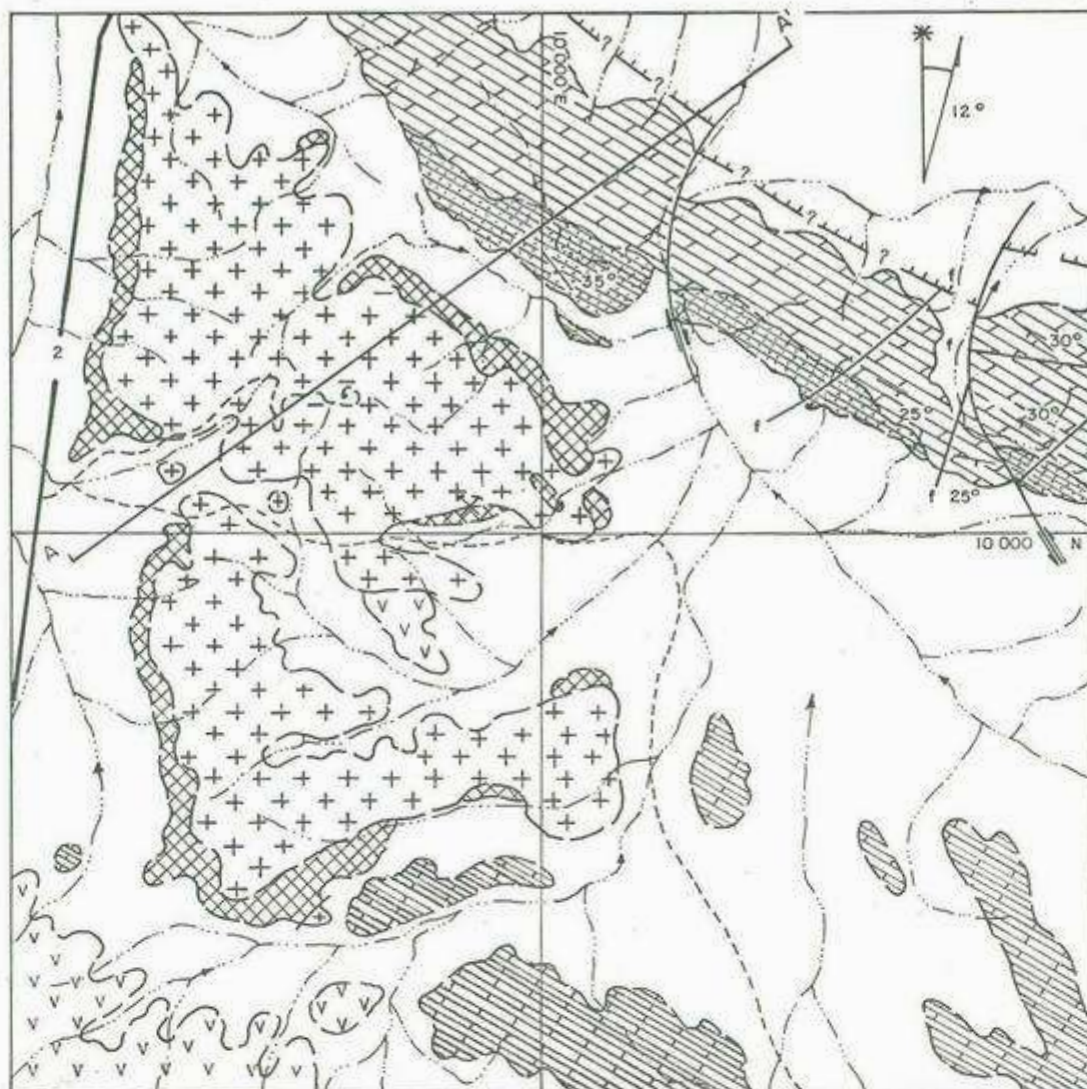
(serie grosularita-andradita), piroxenas (serie hedenbergita-johannsenita), vesuvianita, diopsida, zoicita, epidota, calcita, cuarzo, yeso y fluorita. Finalmente, por ensaye se detectó la presencia de cadmio, estaño, oro y tungsteno.

Eventos tardíos de magmatismo e hidrotermalismo se han observado en esta zona. El primero reflejado por la introducción de diques félsicos y el segundo por un sistema de cuerpos fisulares orientados noreste y noroeste, conteniendo mineralización variable de Pb-Zn-Ag-Fe (Cu-Au), habiéndose identificado pirita, galena, esfalerita, calcopirita, algunos productos oxidados de estos sulfuros, así como cuarzo y calcita.

c) Las otras seis localidades previamente mencionadas -- que presentan características geológicas favorables para contener depósitos metálicos tipo skarn, son las zonas donde se ubican los intrusivos: CHN-4, CHN-8, CHN-9 CHN-10, CHN-11 y -CHN-12 (Fig. 11 y 12). Con apoyo en evaluaciones geoeconómicas preliminares principalmente de semidetalle y reconocimiento, seguidamente son descritos los rasgos geológicos más notables de estas áreas.

- Zona CHN-4

Esta zona se caracteriza por la presencia de una granodiorita granófica hipabisal (Williams, 1984), que intrusiona a



SECCION TOPOGRAFICO - GEOLOGICA ESQUEMATICA
VIENDO AL NW



EXPLICACION

- | | | | | |
|------|--|---------------------------|--|--|
| Q | | Aluvi6n. | | Contacto litol6gico conocido, inferido y transicional. |
| Ks-T | | Riolitas y tobas. | | Falla normal cubierta. |
| | | Skarn y cza. recrist. | | Falla desplaz. lateral. |
| | | Granodiorita. | | Falla indiferenciada. |
| Ki | | Caliza y/o calcilutita. | | Rumbo y echado. |
| Pd | | Arenisca (Fm. Sta. Rita). | | Drenaje. |
| | | Dolomia (Fm. Concha) | | |

ESCALA GRAFICA
0 500 1000 2000 m.

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

MAPA GEOLOGICO
ZONA CHN-4

JUAN EDUARDO
LOPEZ ROMERO

1986
Fig. n°. 7

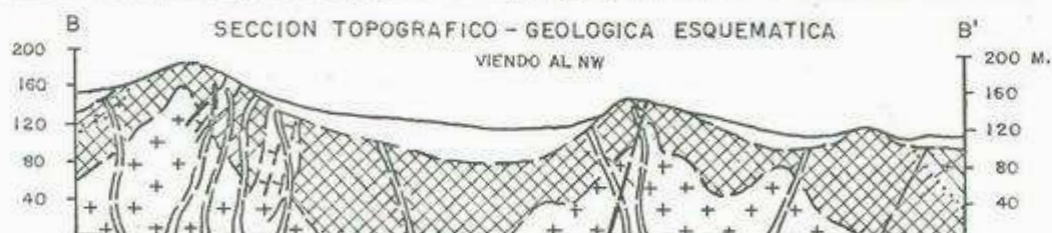
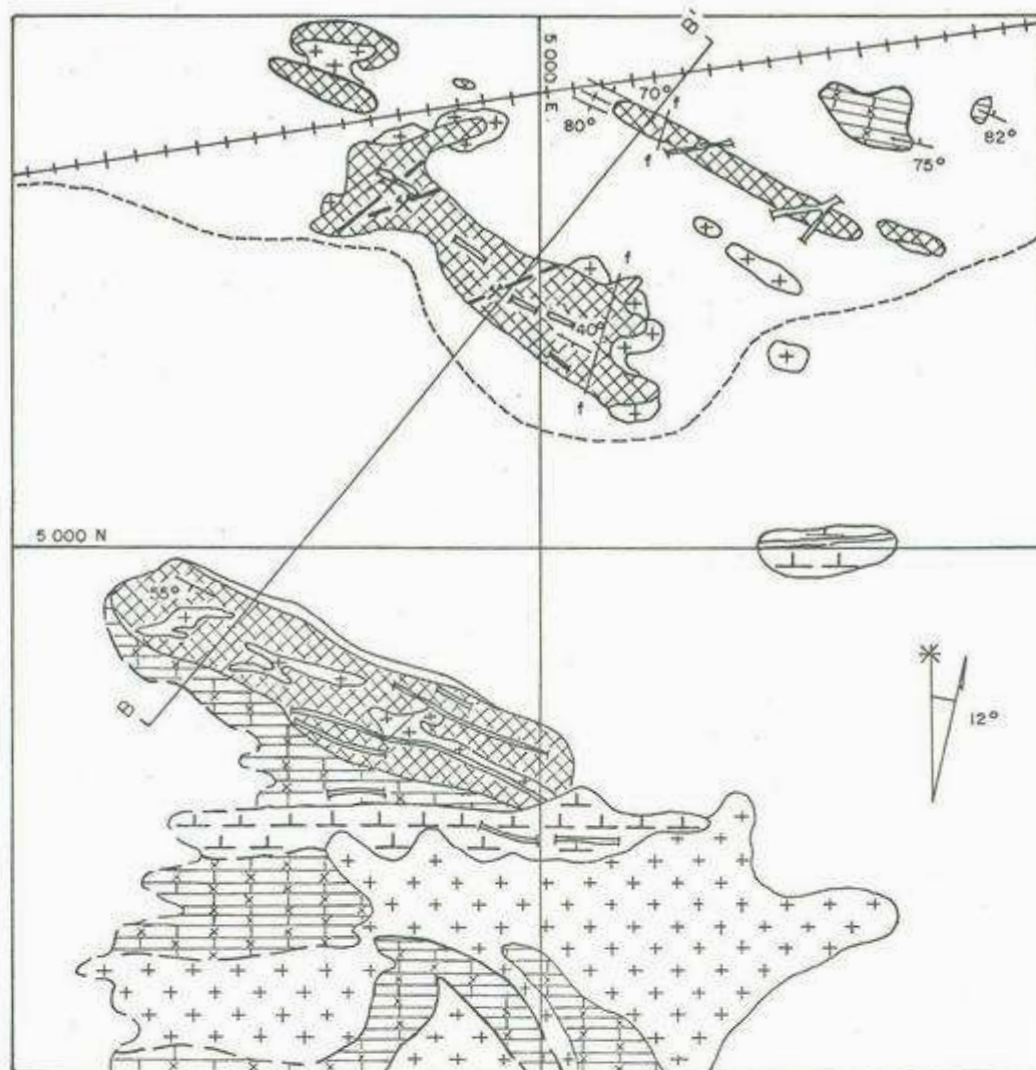
una secuencia de calizas y calcilutitas del Cretácico Inferior (Fig. 7). En la esquina nororiental del área, un poco alejadas del intrusivo, afloran las formaciones Concha y Santa Rita del Pérmico Inferior (Tovar, 1969) y en la porción central y suroccidental se exhibe parte del Complejo Volcánico Terciario.

El exoskarn (skarn y caliza recrystalizada) aflora irregularmente alrededor del intrusivo, con pobre y errática mineralización superficial constituida por : pirita, pirrotita, galena argentífera, especularita y otros óxidos de hierro.

El magmatismo tardío se manifiesta en el área por esporádicos diques de composición félsica a intermedia y el hidrotermalismo tardío se reconoce por angostos cuerpos vetiformes de cuarzo y/o calcita, asociados con ligeros valores de Cu-Zn-Pb-Ag-Fe.

- Zona CHN-8

Zona caracterizada por el emplazamiento, al parecer, de dos cuerpos ígneos que varían de composición cuarzomonzonítica a monzodiorítica. Estas intrusiones invaden a sedimentos calcáreos y arcillosos del Cretácico Inferior (Fig. 11). Los sedimentos deformados y alterados forman complejas aureolas y techos colgantes de exoskarn (skarn, hornfels y caliza recrystalizada).



EXPLICACION

Q		Aluvión.		Veta
T		Diques dacíticos.		Contacto litológico co- nocido, inferido y transicional.
		Calcita hidrotermal.		Falla indiferenciada.
		Skarn y/o hornfels.		Vía ferrocarril.
		Caliza recristalizada.		Brecha.
Ks		Cuarzomonzonita.		

ESCALA GRAFICA



UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
TESIS PROFESIONAL

MAPA GEOLOGICO
ZONA CHN-8

JUAN EDUARDO
LOPEZ ROMERO

1986
Fig. n° 8

talizada), con abundantes manifestaciones locales de calcita--hidrotermal (Fig. 8). Los minerales reconocidos megascópicamente en el exoskarn y endoskarn incluyen: pirita, calcopirita, -pirrotita, magnetita, especularita y minerales oxidados de cobre y hierro.

Las etapas tardías de magmatismo e hidrotermalismo se reconocen en el área por la introducción de una serie de diques--dacíticos con tendencia noroeste y algunas estructuras veti---formes con rumbo noreste que reportan notables valores de Cu-Zn-Ag-Fe y erráticos de Au.

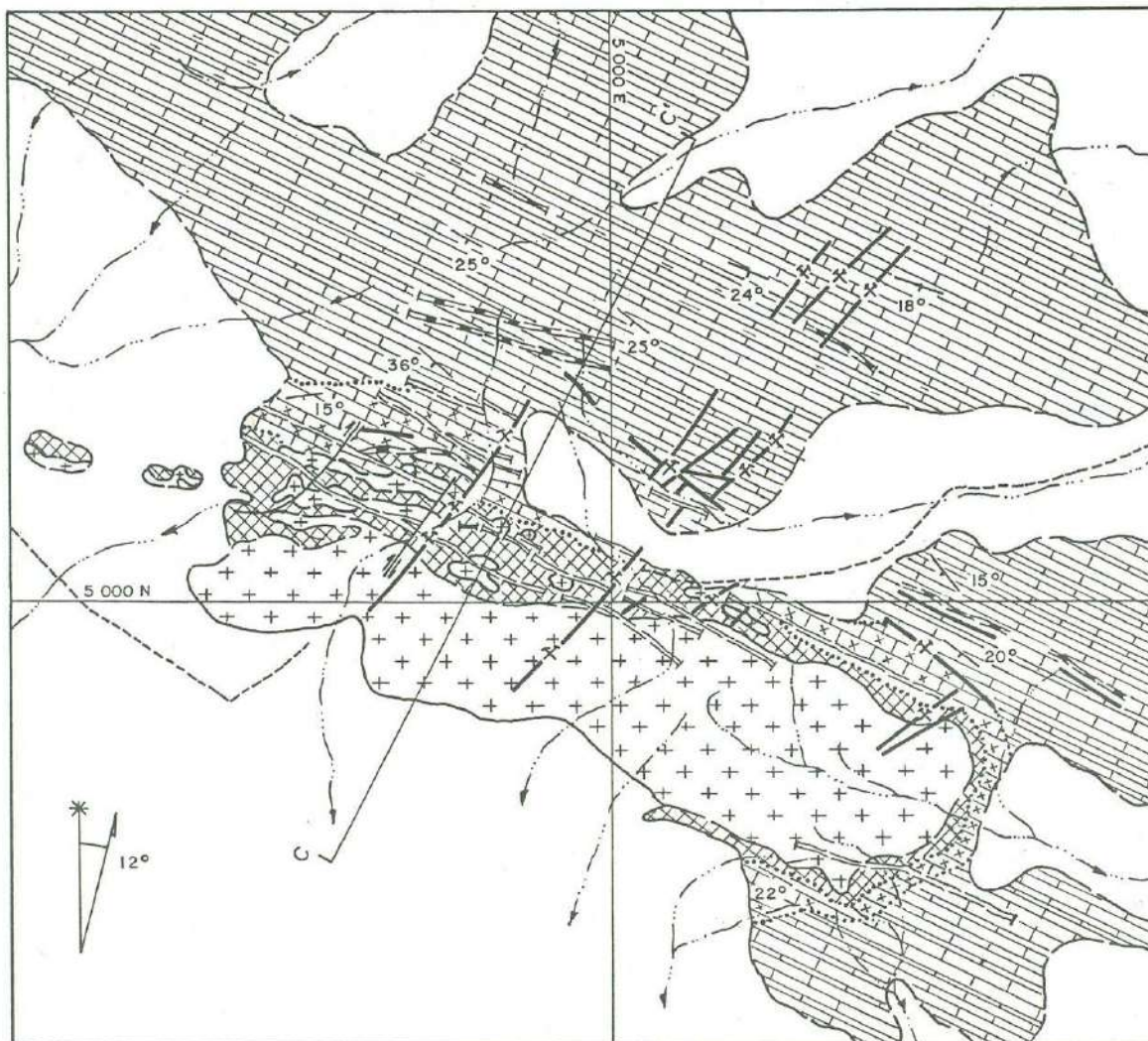


- Zona CHN-9

EL SABER DE MIS NIÑOS
PARA MI GRANDEZA
DE 1975

Esta localidad muestra un intrusivo con evidencias de diferenciación magmática (?) de cuarzomonzonita y granodiorita, -intrusión que está en contacto al norte y sureste con un grueso paquete de calizas del Cretácico Inferior, mientras que al -suroeste, su contacto se encuentra cubierto por aluvión (Fig. -9). La mineralización en el exoskarn (skarn y caliza recristalizada) es muy escasa e irregular, pudiéndose apreciar en el campo: pirita, magnetita y óxidos de hierro.

El intrusivo y las rocas encajonantes de esta área, son --cortados por varios diques de andesita y cuarzolatita alineados en dirección oeste - noroeste, evento magmático que a la - - --



ESCALA GRAFICA



EXPLICACION

Q		Aluvi3n.		Veta
T		Diques andesita.		Contacto litol3gico conocido, inferido y transicional.
		Diques cuarzol3tita.		Falla de desplaz. lateral.
		Skarn.		Rumbo y echado.
Ks		Caliza recristalizada.		Drenaje.
		Cuarzomonzonita.		Brecha.
		Caliza.		
Ki				

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

MAPA GEOLOGICO
ZONA CHN-9

JUAN EDUARDO
LOPEZ ROMERO

1986

Fig n3. 9

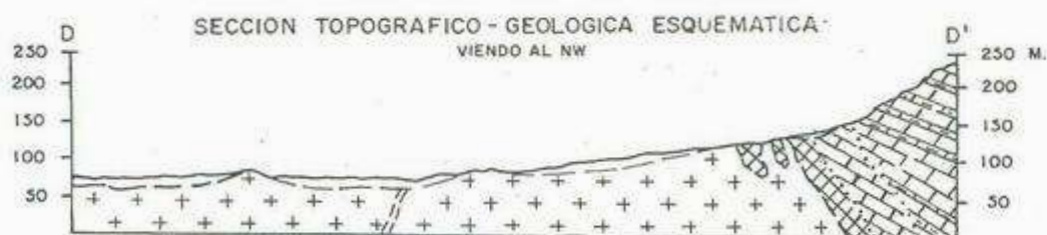
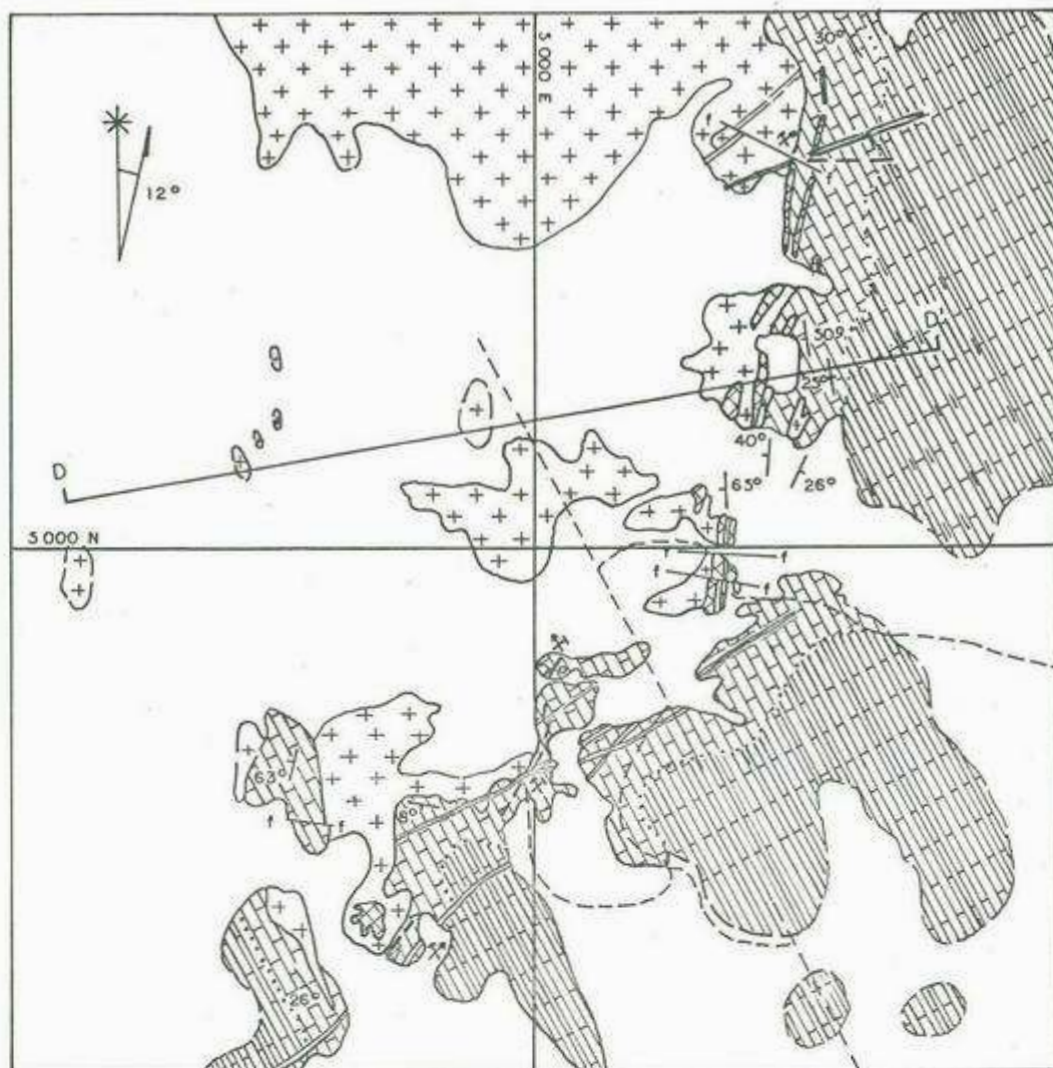
vez es desplazado por acciones hidrotermales tardías que dieron origen a un sistema de vetas con dirección noreste, relacionadas con mineralización variable de Pb-Zn-Ag-Fe (Cu-Au) y constantemente asociadas con cantidades irregulares de cuarzo, calcita, fluorita, yeso y barita.

- Zona CHN-10

Area identificada por la ocurrencia de una cuarzomonzonita porfídica, emplazada en calizas y calcilutitas del Cretácico Inferior (Fig. 11). La mineralización es muy pobre en el exoskarn (skarn, hornfels y caliza recristalizada), notándose en algunos horizontes exclusivamente mineralización de pirita y discretos óxidos de hierro. En la porción noreste del área, cortando el exoskarn, ocurren cuerpos vetiformes de hematita, asociados con leve mineralización de Pb-Zn-Ag y en la parte sureste, diques de andesita intrusionan al exoskarn con rumbo noroeste.

- Zona CHN-11

Zona situada en el extremo sureste de la región de trabajo (Fig. 11), representada por un tronco intrusivo con indicaciones de diferenciación magmática (?) de cuarzomonzonita a granito. Las rocas huésped son calizas y calcilutitas del Cretácico Inferior (Fig. 10). El exoskarn (Skarn, hornfels y --



EXPLICACION

Q		Aluvión.		Veta
Ks-T		Calcita, aragonita, cuarzo.		Contacto litológico conocido, inferido y transicional.
		Diques félsicos.		Falla indiferenciada.
		Skarn y hornfels.		Rumbo y echado.
		Caliza recristalizada.		Brecha.
Kl		Cuarzomonzonita.		
		Caliza y calcilutita.		

ESCALA GRAFICA
0 200 600 1000 m.

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

MAPA GEOLOGICO
ZONA CHN-II

JUAN EDUARDO
LOPEZ ROMERO

1986
Fig. n°. 10

caliza recristalizada) está incipientemente mineralizado con pirita y óxidos de hierro.

El magmatismo tardío se refleja por la ocurrencia de diques félsicos con dirección noreste y el hidrotermalismo tardío se manifiesta en la parte central por vetas de calcita, aragonita y cuarzo, débilmente mineralizadas con Pb-Zn-Ag-Fe. Adicionalmente, es notable en la porción sur-central de esta zona una estructura vetiforme de hematita subparalela al contacto.

- Zona CHN-12

En esta área aflora un cuerpo intrusivo con evidencias de diferenciación magmática (?) de cuarzomonzonita a granito encajonado en una potente sección calcárea y arcillosa del Cretácico Inferior (Fig. 11). El exoskarn (skarn, caliza recristalizada y hornfels) está pobremente mineralizado en superficie con pirita, calcopirita, carbonatos de cobre y óxidos de hierro. En la porción sureste del contacto intrusivo - sedimentos calcáreos, el exoskarn contiene vetillas en "stockwork" de molibdenita. Por otra parte, en los estratos del sector noreste y noroeste de dicho contacto existe hidrotermalismo tardío, representado por estructuras vetiformes con mineralización variable de Ag-Pb-Zn-Fe (Cu-Au), siendo remanentes de las riquezas extraídas en las antiguas minas del-

Sabinal, que según González Reyna (1956) contenían los siguientes minerales: argentita, plata nativa, cerargirita, proustita, pirrotita, galena y esfalerita, en ganga de cuarzo, calcita y barita.

2.- Vetas

Los depósitos epigenéticos vetiformes o de fisura, son los más obvios y comunes en el noroeste de Chihuahua, siendo por tal motivo los cuerpos minerales que se explotaron con mayor preferencia en el pasado por gambusinos o pequeños mineros. Para su descripción se han agrupado en tres asociaciones dominantes de mineralización metálica.

- a) Asociadas a rocas intrusivas de composición félsica a intermedia, con mineralización variable de Zn-Pb-Ag-Fe (Cu-Au).
- b) Asociadas a rocas extrusivas de composición félsica a intermedia, con mineralización de Ag (Pb-Zn-Fe).
- c) Asociadas a rocas extrusivas de composición félsica a intermedia, con mineralización de Mn (Fe).

Es importante hacer notar que las anteriores subdivisiones se establecen tomando en consideración morfología, compor-

tamiento estructural, mineralización superficial relativa y la persistencia a ocurrir ligados a ambientes geológicos determinados. Por lo tanto, existe la posibilidad de que las dos primeras asociaciones correspondan a un mismo evento temporal de mineralización, donde el dominio de ciertos elementos metálicos en una u otra agrupación, puede estar gobernada al menos por alguno de los siguientes factores: ligeras variaciones fisicoquímicas de la fuente magmática y/o soluciones mineralizantes originales, presión y temperatura de deposición, tipo de roca encajonante o la profundidad actual de cada depósito mostrada por la erosión.

- a) Vetas asociadas a rocas intrusivas de composición félsica a intermedia, con mineralización variable de Zn-Pb-Ag-Fe (Cu-Au).

Con esta subdivisión se pretende agrupar principalmente los depósitos fisurales de hidrotermalismo tardío que ocurren relacionadas espacialmente con los skarns polimetálicos conocidos y de interés (Fig. 12). Como ya se anotó anteriormente, estos depósitos son angostas estructuras vetiformes subverticales, con extensión lateral inconstante y asociados en mayor o menor grado con mineralización variable de Zn-Pb-Ag-Fe, irregulares manifestaciones de Cu, erráticos valores anómalos de Au y las más de las veces acompañadas de cuarzo y calcita. Estos cuerpos fisurales generalmente se desarrollaron a través

de planos de fallas o fracturas mostrando a nivel regional una orientación preferencial que varía de N20-50E y con menos frecuencia alineados en dirección noroeste.

Adicionalmente, al norponiente de la Sierra Boca Grande aparecen estructuras vetiformes de este tipo en estratos pérmicos muy próximos a un intrusivo hipabisal (CHN-3), clasificado por Williams (1984) como una tonalita porfídica. Así mismo, al norte de Sierra Rica y en La Lolita, esta última localidad situada en el flanco este de Sierra China (Fig. 12), también existen ocurrencias similares en estratos del Paleozoico Superior y Cretácico Inferior respectivamente, pero sin aparente conexión espacial con algún intrusivo.

Finalmente, por relaciones estratigráfico-estructurales de campo, a estos eventos de mineralización hidrotermal tardía se les asigna provisionalmente al Terciario Medio, aunque posiblemente gran parte de estas vetas están espacial y genéticamente relacionadas a los intrusivos y skarns (Laramide) y sean por lo tanto más antiguas, penecontemporáneas a la mineralización de los skarns.

- b) Vetas asociadas a rocas extrusivas de composición félsica a intermedia, con mineralización de Ag (Pb-Zn-Fe).

Estas ocurrencias minerales hidrotermales corresponden a -

los cuerpos vetiformes subverticales localizados en la Sierra del Capulín y en la zona de Flor de Marzo (Fig. 12). Son depósitos que siguen una orientación nor-noroeste (El Capulín) y N50E (Flor de Marzo), su mineralización está constituida básicamente de Ag con valores subordinados de Pb-Zn-Fe y normalmente asociados con cuarzo y/o calcita. Generalmente presentan una matriz brechada que sugiere una relación espacial con planos de falla o fractura. Otra localidad con características geológicas muy semejantes es la zona de El Divisadero (Fig. 12), sólo que a diferencia de las primeras, la mineralización de esta última es Ag-Pb-Cu-Zn y la dirección de las vetas es noroeste y nor-noroeste. Este grupo de depósitos fisurales se aloja en la parte basal y media del Complejo Volcánico Terciario, por tal motivo se adjudican tentativamente a eventos hidrotermales del Terciario Medio.

- c) Vetas asociadas a rocas extrusivas de composición félsica a intermedia, con mineralización de Mn (Fe).

Estos cuerpos fisurales, al parecer, corresponden a las últimas fases de mineralización hidrotermal en la región, son reconocidos por las vetas de Los Borregos y La Consolidada (Fig. 12). Son depósitos inyectados en la parte basal y media del Complejo Volcánico Terciario, siguiendo planos de debilidad o fallas con orientación norte y noroeste, están integrados por manganita, hematita, calcita, cuarzo y pirolusita se-

cundaria. Características generales que prevalecen en los yacimientos manganíferos explotados hasta hace pocos años en Terrenates, Chihuahua (McAnulty, 1969) (Fig. 5), y en el suroeste del poblado de Casa de Janos.

XII. CONCLUSIONES

1. Con apoyo en investigaciones anteriores y perforación profunda de Petróleos Mexicanos, se logró reconocer en este sector de Chihuahua las siguientes unidades litológicas y litoestratigráficas: el basamento granítico precámbrico; una secuencia discontinua carbonatada y clástica mayor de 4,000 m del Paleozoico que agrupa las formaciones Bliss, El Paso, Montoya (Cámbrico Medio-Ordovícico), Canutillo (?), Percha, Keating, Hachita, Paradise, Horquilla, Earp, Colina, Epitaph, Sherrer, Concha y Santa Rita (Devónico-Pérmico Inferior); una sección de terrígenos, carbonatos y evaporitas cercana a los 1,000 m del Jurásico Superior (Grupo La Casita ?); alrededor de 3,000 m de terrígenos y carbonatos del Cretácico Inferior representados por las formaciones Hell to Finish, U-Bar y Mojado; varios cuerpos intrusivos de composición félsica a intermedia y grandes volúmenes de ignimbritas con andesitas y basaltos subordinados del Cretácico Superior - Terciario Medio; potentes acumulaciones de sedimentos clásticos continentales de relleno de bolsón (Grupo Gila-Santa Fe), basaltos y otros depósitos continentales de erosión del Terciario Tardío-Reciente. Afloran únicamente unidades de edad Misisípico al Reciente.
2. No hay evidencias litológicas en el Cámbrico Inferior, -

Silúrico, Pérmico Superior, Triásico y Jurásico Inferior.

3. La evolución geológica del área está directamente vinculada con la paleogeografía sedimentaria involucrada y los efectos causados por diferentes episodios tectónicos.
4. Las ocurrencias minerales inventariadas son: metálicas - hidrotermales tipo skarn y de fisura, así como depósitos sedimentarios de carbón, yeso, sulfato de sodio, calizas y dolomías.
5. Existe especial atractivo en la búsqueda de yacimientos polimetálicos tipo skarn, identificados por el ya explotado de San Pedro Corralitos y el nuevo descubrimiento "CHN-5", el cual contiene considerables reservas económicamente potenciales de plata y metales base, estando genéticamente ligado a la acción hidrotermal de una cuarzo-monzonita porfídica emplazada en estratos del Pérmico Inferior (?) y Cretácico Inferior, intrusión que fue fechada isotópicamente en 45.2 ± 1.1 m.a. (Eoceno Medio). Adicionalmente se reportan seis localidades con similares características geológicas favorables para alojar concentraciones importantes de uno o más elementos metálicos.
6. Las ocurrencias metálicas de fisura reconocidas son estructuras con asociaciones variables de Zinc-plomo-plata-

hierro y ocasionales manifestaciones de cobre y oro, la mayoría estrechamente relacionadas a intrusivos granitoides y skarns, como eventos posteriores. De igual manera se observaron otras ocurrencias semejantes mineralizadas predominantemente con plata o manganeso e inyectadas en rocas volcánicas terciarias. El primer grupo de estructuras sigue una orientación preferencial noreste, mientras que en el segundo es noroeste.

7. Los depósitos sedimentarios indicados son abundantes variedades de calizas y dolomías pre-cenozoicas con horizontes lenticulares de yeso y carbón cretácicos, así como ocurrencias potenciales de sulfato de sodio intercalados en sedimentos lacustres continentales del Cenozoico-Tardío.



leyenda

ROCAS SEDIMENTARIAS

- CENOZ.**
- TERCIARIO SUPERIOR - CUATERNARIO.**
Aluvial y material clástico continental de relleno de cuenca (Grupo San-Santa Fe). Incluye suelo residual y pedregoso (Santal, soliche, taludra, depósitos lacustres, terracedos y domos aluviales).
- CRETACIO SUPERIOR - INDEFERENCIADO.**
Ceniza con lutitas y areniscas subordinadas y lentes de carbón en la cima.
(Asignados al Cretácico Inferior - Superior en el área de S. P. Corralitos).
- CRETACIO INFERIOR.**
Formaciones: Mojado, U-Bar y Hell to Finish. Predominan calizas y en menor proporción lutitas, areniscas y evaporitas de la Formación U-Bar (Incluye escamas diformantes clásticas de las Formaciones Hell to Finish y Mojado ?).
- JURASICO SUPERIOR.**
Grupo La Grana (?). Sedimentos calcáreos y clásticos marinos fosilíferos.
(Reportados en la Sierra del Aguila).
- PERMIANO INFERIOR.**
Formación: Cancho. Predominan dolomías y calizas. (Incluye las areniscas de la Formación Santa Rita, reconocidas en las Sierras Sta. Rita y La Salada).
- PERMIANO SUPERIOR.**
Formaciones: Sherrit, Epitaph, Celina y Corp. Predominan calizas y dolomías con areniscas y lutitas subordinadas y evaporitas asociadas.
- PENSIANICO.**
Formación: Hércules. Calizas con delgados horizontes de sedimentos clásticos en la base.
- MISISIPICO.**
Formación: Paradise y Grupo Escobedo. (Formaciones Hachita y Keating). Predominan calizas y dolomías con lutitas y areniscas en la parte basal y media de la Formación Paradise.
- PALEOZOICO SUPERIOR INDEFERENCIADO.**
Predominan calizas y dolomías. (Incluye algunas secuencias de areniscas y lutitas en Sierra Rica).

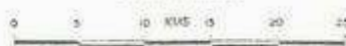
ROCAS IGNEAS

- CENOZ.**
- TERCIARIO SUPERIOR - CUATERNARIO.**
Basaltos, de probable edad Plioceno - Pleistoceno.
- CRETACIO SUPERIOR - TERCARIO.**
Cenizas volcánicas terciarias. Todas volcánicas plásticas con presencia subordinada de fillos volcánicos, lavas indiferenciadas, andesitas y lavas fragmentadas. (En algunas localidades cubiertas por estadios de lava y/o cenizas).
- CRETACIO SUPERIOR - TERCARIO.**
Intrusivos plutónicos clásticos.
- CRETACIO SUPERIOR - TERCARIO.**
Intrusivos plutónicos. Variedad de composición silícea a intermedia.
- ▲ Corrientes litológicas: tomadas de Díaz y Navarro (1988).

SIMBOLOGIA

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| Contorno topográfico inferido. | Postado mayor, menor. |
| Anticlinal, inferido. | Estación de ferrocarril. |
| Sinclinal, inferido. | Límite internacional. |
| Falla normal, inferido. | Covatazo. |
| Falla inversa, inferido. | Vía de ferrocarril. |
| Falla de desplazamiento lateral. | Tercerera. |
| Falla o fractura indiferenciada. | Drenaje. |
| Línea de fotogrametría. | Laguna. |
| Pozo de explotación petrolera. | Zona arenosa, (dunas). |

ESCALA GRAFICA



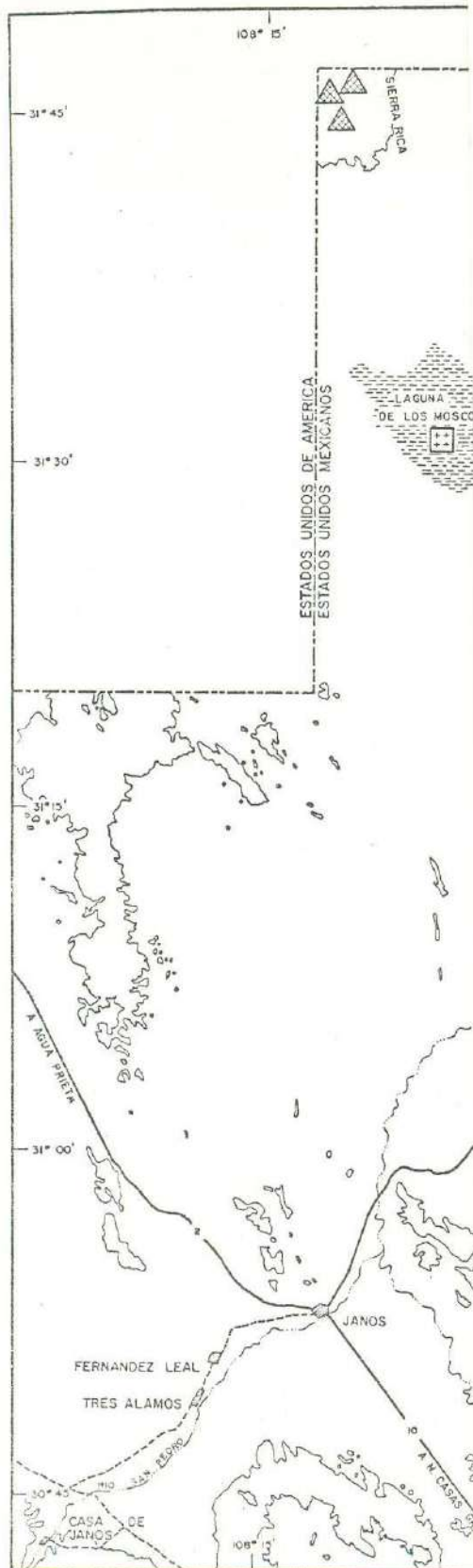
UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

MAPA GEOLOGICO REGIONAL
DEL
NOROESTE DE CHIHUAHUA

JUAN EDUARDO
LOPEZ ROMERO

1986
Fig. n° II



leyenda

TIPO DE OCURRENCIA MINERAL.

- Skorn explotado.
- Skorn de interés.
- Veta.
- Sedimentario.

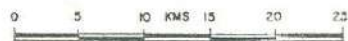
MINERALIZACION.

- Zn, Pb, Ag, Fe (Cu, Au).
- Ag (Pb, Zn, Fe).
- Mn (Fe).
- Carbón.
- Yesso.
- Sulfato de sodio potencial.

- Pb Elementos principales.
- (Au) Elementos secundarios.

NOTA: La presente clasificación y distribución de yacimientos minerales no se apega a parámetros económicos. Únicamente se ha considerado la ocurrencia y abundancia superficial relativa de los elementos y minerales indicados.

ESCALA GRAFICA



UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

TESIS PROFESIONAL

DISTRIBUCION DE YACIMIENTOS MINERALES
EN EL
NOROESTE DE CHIHUAHUA

JUAN EDUARDO
LOPEZ ROMERO

1986
Fig. nº 12

XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANDERSON, T.H., EELL, J.H. Y SILVER, L.T.

1978. Rocas precámbricas y paleozoicas de la región de Caborca, Sonora, México: in Libreto gufa, Primer Simposio sobre la Geología y Potencial Minero en el Estado de Sonora. Instituto de Geología, U.N.A.M., Hermosillo, pp. 5-34.

ARELLANO A., R.V.

1956. Sobre el sistema Cámbrico, su paleogeografía y el problema de su base: Congr. Geol. Internal. XX Sesión, México, v. 2, pp. 509-527.

BAUTISTA, J. AND GOODELL, P.

1983. Bimodal volcanism in the Colonia México - Highway 10 area, Chihuahua, México: in Geology and Mineral - -- Resources of North-Central Chihuahua. El Paso Geol. Soc. Guidebook, El Paso, Tex., pp. 225-232.

BERG, E.L.

1969. Geology of Sierra Samalayuca, Chihuahua, México: - in The border Region. New Mex. Geol. Soc. Guidebook, -- 20th Field Conf. pp. 176-181.

BRIDGES D., L.W.

1970. Paleozoic history of the southern Chihuahua tectonic belt: in The Geologic Framework of the Chihuahua Tectonic Belt. West Texas Geol. Soc. Tex. Univ., Austin, pp. 67-74.

CABRERA, F., NARVAEZ, G., CHAVEZ, J.M., HERNANDEZ, R., ALCANTARA, J. Y GOMEZ, F.

1984. Exploración carbonífera en la Cuenca de Ojinaga, - Chihuahua: Bol. Soc. Geol. Méx. v. 3, pp. 41-61.

CAMERON, K.L., CAMERON, M., BAGBY W.C., MOLL, E.J. AND DRAKE-R.E.

1980. Petrologic characteristics of mid-Tertiary volcanic suites, Chihuahua, México: Geology, v. 8, pp. 87-91.

CHAVEZ, R. AND GOMEZ, F.

1983. Coal exploration in Chihuahua: in Geology and Mineral Resources of North-Central Chihuahua. El Paso Geol.-Soc. Guidebook, El Paso, Tex. pp. 319-322.

CLARK, K.F.

1976. Geologic section across Sierra Madre Occidental, - Chihuahua to Topolobampo, México: New Mex. Geol. Soc. -- Spec. Publ. no. 6, pp. 26-38.

CLARK, K.F., AND DE LA FUENTE L., F.E.

1978. Distribution of mineralization in time and space - in Chihuahua, México: Mineralium Deposita, v. 13, pp. - 27-49.

CLARK, K.F. AND PONCE S., B.F.

1983. Summary of the lithologic framework and mineral - resources in north-central Chihuahua: in Geology and - Mineral Resources of North-Central Chihuahua. El Paso - Geol. Soc. Guidebook, El Paso, Tex. pp. 76-93.

CORDOVA, D.A., RODRIGUEZ-TORRES, R. AND GUERRERO-GARCIA, J.

1970. Mesozoic stratigraphy of the northern portion of The Chihuahua trough: in The Geologic Framework of the Chihuahua Tectonic Belt. West Texas Geol. Soc. Tex. -- Univ., Austin, pp. 83-98.

DAMON, P., SHAFIQULLAH, M., AND CLARK, K.F.

1981. Age trends of igneous activity in relation to metallogenesis in the Southern Cordillera: Ariz. Geol. - Soc. Digest, v. XIV, pp. 137-154.

DeFORD, R.K.

1958. Cretaceous platform and geosyncline, Culberson - and Hudspeth Counties, Transpecos, Texas: in 1958 - - Field Trip. Soc. Econ. Paleont. and Mineralogists - - Guidebook, Permian Section.

- 1969. Some keys to the geology of northern Chihuahua: in The Border Region. New Mex. Geol. Soc. Guidebook, 20th - Field Conf., pp. 61-65.

DENISON, R.E., BURKE, W.H., Jr. AND HETHERINGTON, E.A.

1970. Basement rock framework of parts of Texas, southern New Mexico and Northern México: in The Geologic Framework of the Chihuahua Tectonic Belt. West Texas Geol. Soc. Tex. Univ., Austin, pp. 3-14.

DIAZ G., T. Y NAVARRO G., A.

1961. Litología y correlación estratigráfica del Paleozoico Superior en la región de Palomas, Chihuahua, México: I Convención Nacional de Ingenieros y Técnicos en Exploración y Explotación de Petróleos, México, D.F., pp. 107-120.

DICKINSON, W.R.

1981. Plate tectonic evolution of the southern Cordillera: Ariz, Geol. Soc. Digest v. XIV, pp. 113-135.

FENNEMAN, N.

1931. Physiography of the western United States: McGraw Hill Book Co., New York, 534 p.

FRANTES, T.J.

1981. Geology of Palomas volcanic field, northern Chihuahua, México and southern New Mexico, United States: M.S. Thesis, Univ. Texas at El Paso, 69 p.

GARFIAS, V.R. Y CHAPIN, T.C.

1949. Geología de México: ed. Jus. México, D.F., 202 p.

GILES, D.A.

1983. Exploration at the Fortuna Silver property, Chihuahua, México: in Geology and Mineral Resources of North-Central, Chihuahua. El Paso Geol. Soc. Guidebook, El Paso, Tex., pp. 317-318.

GOMEZ, F.

1983. Geology of Sierra del Aguila, northern Chihuahua, México: in Geology and Mineral Resources of North-Central, Chihuahua. El Paso Geol. Soc. Guidebook, El Paso, Tex., pp. 261-268.

GONZALEZ L., C.

1978. Geología del área de Arizpe, Sonora: Tesis Profesional, Universidad de Sonora, 90 p.

GONZALEZ R., J.

1956. Memoria geológico-minera del Estado de Chihuahua - (minerales metálicos): XX Congr. Geol. Internal., Instituto de Geología, U.N.A.M., México, D.F., 280 p.

HAWLEY, J.W.

1969. Notes on the geomorphology and late Cenozoic geology of northwestern Chihuahua: in The Border Region, -- New Mex. Geol. Soc. Guidebook, 20th Field Conf., pp. 131-142.

HENRY, C.D., PRICE, J.G. AND McDOWELL, F.W.

1983. Presence of the Rio Grande rift in west Texas and Chihuahua: in Geology and Mineral Resources of North- - Central, Chihuahua. El Paso Geol. Soc. Guidebook, El Paso, Tex., pp. 108-118.

KELLER, P.C., BOCKOVEN, N.T. AND McDOWELL, F.W.

1982. Tertiary volcanic history of the Sierra del Gallego area, Chihuahua, México: Geol. Soc. Amer. Bull., v. 93. - pp. 303-315.

LeMONE, D.V.

1982. Geology of the El Paso border region from Tom Lea - Park, El Paso, Texas: in Geological studies of the Cordilleran Thrust Belt, v. 2, R.B. Powers ed., Rocky Mtn. - Assoc. Geol., pp. 889-894.

LeMONE, D.V., KONDELIN, R., McEVERS, L. AND MADDEN, H.D.

1983. Paleozoic and Early Cretaceous isopach studies of the southwest border region: in Geology and Mineral --- Resources of North-Central, Chihuahua. El Paso Geol. Soc. Guidebook, El Paso, Tex., pp. 275-284.

LONGORIA, J.F., GONZALEZ, M.A., MENDOZA, J.J. Y PEREZ, V.A.

1978. Consideraciones estructurales en el cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, NW de Sonora: Bol. Depto. Geol. -- Uni-Son., v. 1, no. 1, pp. 61-67.

LOPEZ RAMOS, E.

1979. Geología de México, 2a. Edición Escolar, México, . D.F., v. 2, pp. 127-187.

MAUGER, R.L., McDOWELL, F.W. AND BLOUNT, J.G.

1983. Grenville-age precambrian rocks of the Los Filtros area near Aldama, Chihuahua, México: in Geology and Mineral Resources of North-Central Chihuahua. El Paso Geol.-Soc. Guidebook, El Paso, Tex., pp. 165-168.

McANULTY, W.N.

1969. Terrenates Manganese District: in The Border Region. New Mex. Geol. Soc. Guidebook, 20th Field Conf., - pp. 207-210.

MELLOR, E.L.

1978. A structural and petrographic study of Permian --- rocks near Villa Aldama, Chihuahua, México: M.S. Thesis, Texas, Christian Univ., 135 p.

MORALES M., M.

1984. Bosquejo geológico del cuadrángulo Estación Llano-Imuris: Bol. Depto. Geol. Uni-Son., v. 1, no. 1 (segunda época), pp. 25-49.

ORDOÑEZ, E.

1936. Principal physiographic provinces of México: Amer. Assoc. Pet. Geologist. Bull., v. 20, no. 10, pp. 1277 - - 1307.

PALAFIX, J.J. Y MARTINEZ, J.A.

1985. Estatigraffa del área de Arivechi, Sonora: Bol. - Depto. Geol. Uni-Son., v. 1, no. 1 y 2 (segunda época), - pp. 30-59.

QUINTERO L., A.

1982. El basamento precámbrico de Chihuahua en el rancho El Carrizalillo Municipio de Aldama, Chihuahua: Resúme-- nes, 8a. Convención Soc. Geol. Méx., p. 55.

RAISZ, E.

1964. Landforms of México (map), ed. 2; Office of Naval-Research.

RAMIREZ M., J.C. Y ACEVEDO C., F.

1957. Notas sobre la geología de Chihuahua: Bol. Asoc. -
Méx. Geol. Petroleos, v. IX, pp. 583-770.

RANGIN, C.

1978. Consideraciones sobre la evolución geológica de la
parte septentrional del Estado de Sonora: in Libroto ---
Gufa, Primer Simposio sobre la Geología y Potencial Mine
ro en el Estado de Sonora. Instituto de Geología, U.N.A.
M., Hermosillo, pp. 35-56.

RANSOME, F.L.

1904. The geology and ore deposits of the Bisbee quadran
gle: U.S. Geol. Survey. Prof. Paper no. 21, 168 p.

REYEROS C., M.N.

1974. Corales del Juásico Superior de Chihuahua: Paleon--
tología Mexicana, no. 40, Instituto de Geología, U.A.N.M.,
pp. 7-43.

ROLDAN Q., J. Y SOLANO R., B.

1978. Contribución a la estratigrafía de las rocas volcá_
nicas del Estado de Sonora: Bol. Depto. Geol. Uni-Son. v.
1, no. 1, pp. 19-26.

SHAFIQULLAH, M., DAMON, P.E., AND CLARK, K.F.

1983. K-Ar Chronology of Mesozoic-Cenozoic continental magmatic arcs and related mineralization in Chihuahua: in Geology and Mineral Resources of North-Central, Chihuahua. El Paso Geol. Soc. Guidebook, El Paso, Tex., - pp. 303-316.

SHIMAZAKI, H.

1981. Skarn deposits and related acid igneous activities: ed. Dir. Min., Geol. y Energéticos. Gob. Edo. de Sonora, 51 p.

STRAIN, W.S.

1970. Late Cenozoic bolson integration in the Chihuahua tectonic belt: in The Geologic Framework of the Chihuahua Tectonic Belt. West Texas Geol. Soc., Tex. Univ., - Austin, pp. 167-173.

TALIAFERRO, N.L.

1933. An Occurrence of Upper Cretaceous sediments in -- northern Sonora, México: Jour. Geol. v. 41 no. 91, pp.- 12-37.

THOMPSON III, S., TOVAR R., J.C., AND CONLEY, J.N.

1978. Oil and gas exploration wells in the Pedregosa ba sin: New Mexico Geol. Soc. Guidebook, 29th Field Conf., pp. 331-342.

TOVAR R., J.C.

1969. Stratigraphic study of the Sierra Santa Rita: in The Border Region. New Mex. Geol. Soc. Guidebook, 20th Field Conf., pp. 165-170.

- 1981. Provincias con posibilidades petroleras en el distrito Chihuahua: Bol. Asoc. Mex. Geol. Petroleros, v. - XXXIII, no. 1, pp. 25-51.

TOVAR R., J.C. VAZQUEZ M. Y LOZANO A., S.

1978. Interpretación integrada geológico-geofísica. Porción norte de Chihuahua: Bol. Asoc. Mex. Geol. Petroleros, v. XXX, no. 1 y 2, pp. 57-134.

VIVEROS M., A.

1965. Estudio geológico de la Sierra de Cabullona Mpio.- de Agua Prieta, Sonora: Tesis Profesional, U.N.A.M., --- 68 p.

WENGERD, A.S.

1969. Geologic history and the exploration for oil in -- the border region: in The Border Region. New Mex. Geol.- Soc. Guidebook, 20th Field Conf., pp. 197-204.

WILLIAMS, S.A.

1984. Estudios petrográficos y mineralógicos de algunas localidades del noroeste de Chihuahua: Minera Cuicuilco, S.A. de C.V. (Informes Inéditos).

YZA, R., ALCANTARA, J. Y SILVA, N.

1984. Exploración carbonífera en el Estado de Sonora: --
Bol. Soc. Geol. Mex., v. 3, pp. 17-40.

ZELLER, R.A.

1958. The Geology of the Big Hatchet Peak quadrangle, Hidalgo Country, New Mexico: Guidebook of the Big Hatchet-Mountains and the Cooks Range Florida Mountains areas -- Roswell Geological Society.

- 1965. Stratigraphy of the Big Hatchet Mountains area, -- New Mexico: New Mex. Bur. Mines and Min. Resources Mem.-16, 128 p.



EL HABER DE MIS HUELOS
PARA MI GRANDEZA
DEPTO. GEOLOGIA