

BIBLIOTECA CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

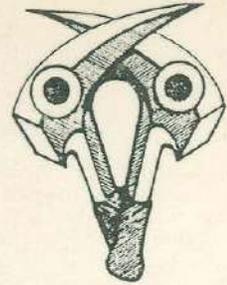
QE203.L68
.C43



15/T1838



UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



**GEOLOGIA DE LA CARTA LOS CHINOS
H12C19 SONORA CENTRAL.**

TESIS

Que para obtener el título de

GEOLOGO

PRESENTA

Martín Emilio Chaparro Meza

MARZO DE 1992

HERMOSILLO, SONORA

68



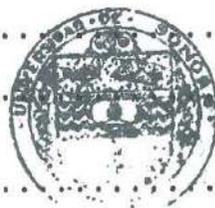
AGRADECIMIENTOS:

EL SABER DE MIS NIJOS
HACI MI GRANDEZA
Escuela de Ingeniería
Depto. Geología
BIBLIOTECA

Doy gracias a Dios por motivarme espiritualmente al logro de esta etapa de mi vida, a Mi Familia por su apoyo en todo momento, a Mis maestros por su asesoría y conocimientos compartidos y a los condiscípulos que convivieron conmigo en el desarrollo de esta investigación.

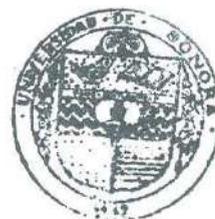
INDICE

I RESUMEN	
II GENERALIDADES	1
2.1.0 Localización y Vias de acceso	1
2.2.0 Clima, flora y fauna	1
2.3.0 Método y duración del trabajo	3
2.4.0 Fisiografía y Geomorfología	3
2.5.0 Trabajos Previos	5
III ESTRATIGRAFIA	7
3.1.0 PRECAMBRICO TARDIO	7
3.1.1 Formación Gamuza PEs	7
3.2.0 MESOZOICO SUPERIOR	10
3.2.1 Unidad El Sauz (Kir)	11
3.3.0 CENOZOICO	17
3.3.1 Unidad La Leontina (Tul)	17
3.3.2 TERRAZAS ALUVIALES(Cci)	21
3.3.3 Aluvión (Qal)	21
IV ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS	22
4.1.0 PRECAMBRICO MEDIO	22
4.1.1 Complejo Metamórfico Bámori PEm	22
4.2.0 MESOZOICO	24
4.2.1 Unidad Meta-riolita (Jmr)	24
4.2.2 Cretácico Superior Volcánico (Kvs)	25
4.3.0 CENOZOICO	30
4.3.1 Batolito Laramídico (Tib)	30
4.3.2 Terciario Volcánico Inferior (Tvi)	32
4.3.3 Terciario Pórfido Cuarzomonzonítico (Tpc)	34



EL SABER, DE SUS PAJAS
 HARA MI GRANDEZA
 Escuela de Ingeniería
 Depto. Geología
 BIBLIOTECA

4.3.4	Terciario Volcánico Superior (Tvs)	36
4.3.5	Basalto de Piroxeno (Tb)	38
V	GEOLOGIA ESTRUCTURAL	41
5.1.1	Fallas Inversa (Cabalgaduras)	41
5.1.2	Fallas Normales	43
5.1.3	Fallas de Rumbo	43
5.1.4	Foliación del Complejo Metamórfico Bámori	43
5.1.5	Plegamiento	45
5.1.6	Estratificaciones	46
VI	TECTONICA Y GEOLOGIA HISTORICA	50
6.1.0	Precámbrico medio	50
6.1.1	Precámbrico superior	50
6.1.2	Jurásico medio-superior	50
6.1.3	Cretácico inferior	51
6.1.4	Fase Mesocretácica	51
6.1.5	Cretácico superior - Terciario inferior	53
6.1.6	Terciario inferior - Oligoceno	53
6.1.7	Oligoceno - Reciente	54
VII	GEOLOGIA ECONOMICA	55
VII	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
IX	BIBLIOGRAFIA	59



EL SABER DE NUESTROS HIJOS
HARA SU GRANDEZA
Escuela de Ingeniería
Departamento de Geología
BIBLIOTECA

RELACION DE TABLAS Y FIGURAS

1 - Plano de localización y vías de comunicación.....	2
2- Plano de Provincias Fisiográficas.....	4
3- Columna geológica general de la Formación Gamuza.....	9
4- Columna geológica, esquemática de la Unidad El Sauz y Cretácico Superior Volcánico.....	14
5- Tabla de correlación del Cretácico.....	16
6- Columna geológica, esquemática de la Unidad La Leontina.....	19
7- Columna geológica general de la hoja Los Chinos.....	40
8- Sección estructural del Cerro La Argentina.....	42
9- Sección estructural del Cerro Blanco.....	42
10- Diagrama de concentración de polos para foliación del Complejo Metamórfico Bamori.....	44
11- Diagrama de concentración de polos para la estratificación de Formación Gamuza.....	47
12- Diagrama de concentración de polos para la estratificación de la Unidad El Sauz.....	48
13- Diagrama de concentración de polos para la estratificación Unidad La Leontina.....	49
14- Modelo de evolución Tectónica para el Cretácico según Rangin (1982).....	52



EL SABER DE NROS NIJOS...
 HAZA MI GRANDEZA
 Facultad de Ingeniería
 Depto. Geología
 BIBLIOTECA

RESUMEN



En el área de estudio se reconocieron rocas del Precámbrico Mesozoico y Cenozoico.

Las rocas más antiguas que afloran en el área de estudio son de origen metamórfico, formando el basamento de la región correlacionables con el Complejo Metamórfico Bamori de la región de Caborca, datado del Precámbrico medio. Sobre éste yace una secuencia detrítica - carbonatada de plataforma somera, con horizontes dolomíticos que contienen algas del tipo *Conophytum*, correlacionables con los que presenta la Formación Gamuza del Precámbrico Tardío de la región de Caborca.

El Mesozoico está representado por rocas de las Unidades Meta-riolita, El Sauz y Cretácico Superior Volcánico.

La Unidad Meta-riolita se caracteriza por presentar incipiente metamorfismo regional y un complejo plegamiento, que permite correlacionarla con el Complejo Igneo - Metamórfico de Santa Ana de edad Jurásico medio - superior.

La Unidad El Sauz representada por una secuencia detrítico-carbonatada con horizontes fosilíferos, como foraminíferos plantónicos *Globigerinelloides aff. ferreolensis* y *Globigerinelloides aff. blowi*, de edad tentativa Aptiano.

La Unidad Cretácico Superior Volcánico representa una secuencia volcano-detrítico constituida principalmente por tobas félsicas a intermedias e intercalaciones de conglomerados y areniscas líticas, que se correlaciona con el Lower Volcanic Complex del Cretácico superior, de McDowell F.W. y Keizer R.P. (1977).

EL SABER DE SUS MAJOS
HAY EN SU GRANDEZA
Escuela de Ingeniería
Depto. Geología
BIBLIOTECA

Todas las rocas anteriormente descritas se encuentran afectadas por intrusiones graníticas de edad Paleoceno - Eoceno.

Rocas volcánicas de tipo andesítico de textura porfídica así como tobas riolíticas, que son afectadas por stock porfídicos de composición granítica a cuarzomonzonítica. Estos intrusivos son la última manifestación del magmatismo Laramídico en el área, e iniciándose después la depositación de sedimentos volcanodetríticos y carbonatados, en cuencas lacustres, como la Unidad La Leontina.

El Oligoceno - Mioceno es dominado por un vulcanismo andesítico y riolítico, asociado al término de los eventos convergentes.

Durante el Cuaternario un vulcanismo de tipo fisural basáltico es considerado como la última manifestación ígnea ocurrida, indicando así mismo que sus emanaciones son producto de un franco proceso distensivo.

En el área de estudio fueron observados los siguientes rasgos estructurales.

1) Foliaciones: representada en rocas del Complejo Metamórfico Bámori, que presentan un patrón NE - SW, producto de un evento deformacional regional.

2) Pliegues: la Unidad Meta-riolita presenta un plegamiento denso de tipo isoclinal con vergencia al norte y este. Estos podrían pertenecer a los eventos orogénicos Nevadianos. Otro posterior, de mayor dimensión y menor densidad, representado por pliegues levemente volcados al NE, que se atribuyen a la Orogenia Mesocretácica, que se observan tanto en las rocas sedimentarias Precámbricas como en la Unidad Meta-riolita.

3) Cabalgaduras: se han detectado tres cabalgaduras importantes, las cuales involucran a las siguientes unidades: que son Formación Gamuza sobre la Unidad El Sauz, unidad El Sauz sobre el Complejo Metamórfico Bámori y Formación Gamuza sobre la unidad Meta-riolita. Estas fallas de cabalgaduras, tomando en cuenta las secuencias que involucra, corresponderían al evento Orogénico Mesocretácico.

4) Fallamiento normal y lateral: este fallamiento es el causante de la morfología actual del área de estudio y se detecta fotogeológicamente por alineaciones NW - SE. Observaciones de campo dan evidencia de fallamiento con movimiento lateral con pliegues de arrastre y con estrias horizontales.

El fallamiento normal es producto del evento distensivo iniciado en Sonora en el Terciario superior. Durante el Cuaternario se produjeron emanaciones basálticas a través de dichas estructuras.



EL SABER DE NROS HIJOS
PARA MI GRANDEZA
Facultad de Ingeniería
Depto. Geología
BIBLIOTECA

II GENERALIDADES

2.1.0 Localización y vías de acceso

El área de estudio se localiza en la parte centro del estado de Sonora y se ubica entre las coordenadas $29^{\circ}45'$ y $30^{\circ}00'$ de latitud norte y los meridianos $110^{\circ}20'$ y $110^{\circ}00'$ de longitud oeste, cubriendo una área de 900 kms^2 , comprende en la carta topográfica "LOS CHINOS" (H12C19), editada por INEGI en 1978. (Fig.1).

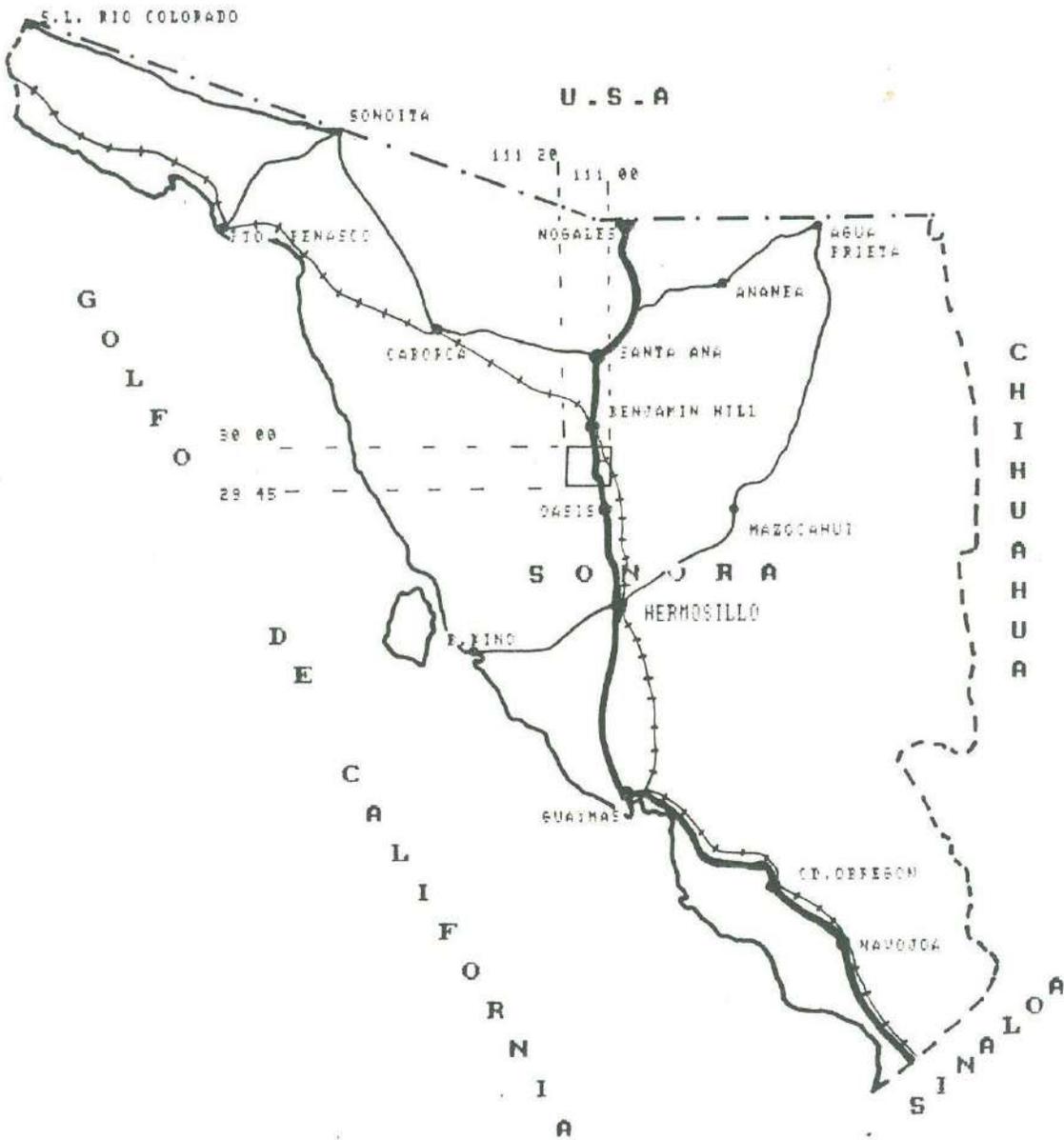
El acceso principal puede efectuarse por la carretera Federal No. 15 que cruza al área de estudio de norte a sur del km. 77 al 102. de ella parten caminos vecinales que siguen rutas tanto hacia el este como el oeste. En el sur uno que une a los ranchos El Arpa, Rancho Grande, La Palmita, Mayen, San José, La Sandia, Hereford y Seri. Otros en el norte que comunican con los ranchos los Chirriones, El Sauz, Los Sauces y Las Tinajas.

2.2.0 CLIMA, FLORA Y FAUNA

El clima de la región es seco desértico con variaciones extremas de temperatura 43°C . en verano, hasta -8° en invierno. La precipitación media es de 200 a 300 mm.

La flora presente es típica del desierto de Sonora predominando matorrales del tipo xerófitas y cactáceas, entre ellas: mezquite (*Prosopis juliflora*), uña de gato (*Acacia greggy*), palo verde (*Cercidium microphyllum*), lechuguilla (*Agave funkiana*), choya (*Opuntia choya*), nopal (*Opuntia sp.*), garambuyo (*Lephocerus schotti*), maguey (*Agave lophanta*), pithaya (*Cereus thurberi*), palma (*Ucca sp.*).





- AREA DE ESTUDIO
- CARRETERA FEDERAL # 15
- CARRETERA ESTATAL
- VIAS DE FERROCARRIL

UNI-SON	
DPTO. DE GEOLOGIA	
PLANO DE LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO	
TESIS PROFESIONAL: M.CH.M.	FIG. 1

La fauna existente en el área está conformada por venados, tanto bura como cola blanca, jabalí, puma, gato montés, zorra, coyote, zorrillo, liebre, conejo, tortuga, víbora de cascabel, etc. y una abundante variedad de aves, roedores e insectos.

2.3.0 METODO DE TRABAJO

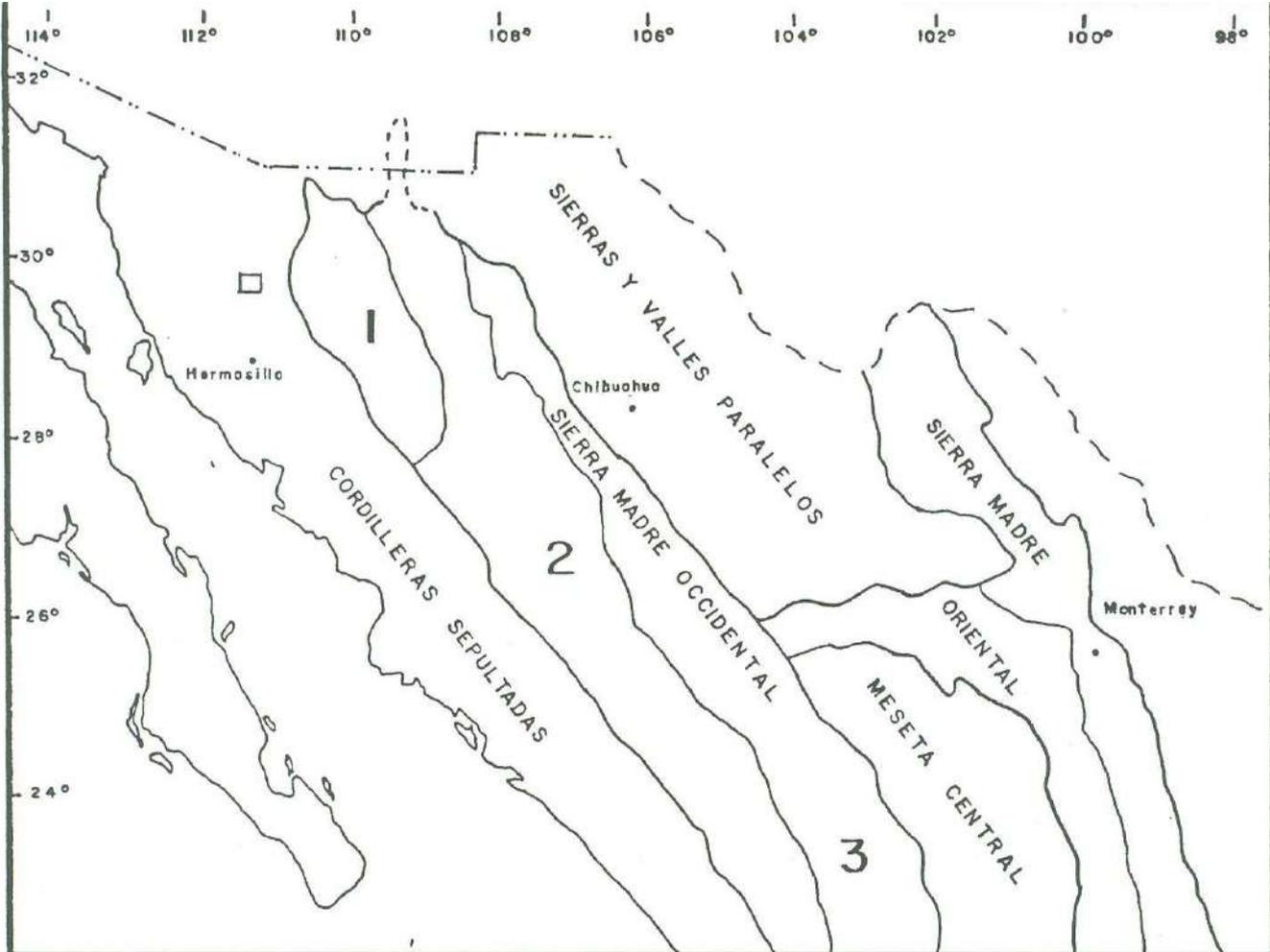
El estudio se efectuó en varias etapas iniciando con la recopilación y análisis bibliográfico, continuando con la interpretación fotogeológica mediante fotos aéreas verticales escala 1:50000 obteniéndose un plano preliminar del área, el cual fué verificado y modificado durante las salidas al campo que se realizaron en el año de 1990. En el transcurso de las mismas se levantaron secciones estructurales, litológicas y el muestreo de las unidades para su posterior análisis en láminas delgadas, haciendo énfasis en la verificación de contactos y búsqueda de fósiles que nos permitieran asignarles una edad relativa.

Por último se realizó la integración de los datos obtenidos, permitió la configuración de la geología a semidetalle del área de estudio.

2.4.0 FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA

El área de estudio forma parte de la provincia fisiográfica de Cordilleras Sepultadas, particularmente de la subprovincia del Desierto de Sonora. (Raisz, E. 1964) [Fig.2]

El principal rasgo geomorfológico es una estructura dómica alargada producida por intrusivos graníticos, ubicada en la parte



- 1 Cordilleras Altas Sonorense o Cordilleras Alargadas
- 2 Meseta de lava (Riolítica)
- 3 Tierras Altas con Cuencas
- Area de Estudio

**Subprovincias de la Sierra Madre Occidental
(Segun Raisz, 1964)**

UNI-SON DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA	
PROVINCIAS FISIOGRAFICAS	
TESIS PROFESIONAL; M.CH.M	FIG. 2

central del área. Algunos afloramientos de rocas volcánicas y sedimentarias se alinean en general norte - sur, limitados por valles formados por conglomerados mal consolidados y material aluvial. Estas alineaciones son producto de una etapa tectónica distensiva ocurrida en el Terciario medio.

Los rasgos geomorfológicos que se aprecian en el área son de madurez avanzada, los cerros muestran un alto grado de erosión haciendo los afloramientos difíciles de mapear, teniendo una elevación en las partes bajas de 600 m.s.n.m. y las partes más altas de 950 m.s.n.m.

El área se ubica en la vertiente del Pacífico y el drenaje presente es del tipo dendrítico, con dos arroyos intermitentes principales: al lado este, el arroyo El Zanjón y al oeste el arroyo Mayén, los cuales siguen cauces con rumbos aproximadamente norte - sur.

2.5.0.0 TRABAJOS PREVIOS

Son relativamente pocos los trabajos geológicos realizados, concentrándose la mayoría de ellos en la porción oriental del área de estudio. A continuación se describen una serie de trabajos desarrollados dentro y fuera del área, algunos de ellos son de carácter predominantemente minero y otros de carácter esencialmente científico, siendo éstos últimos los de mayor importancia en este trabajo, debido a sus contribuciones en el aspecto geológico.

FLORES (1929). Este es el trabajo más antiguo que se conoce actualmente en el área de estudio, en el se describe una

serie de trabajos geológicos-mineros a nivel regional, desde Guaymas hasta Nogales, Sonora. En este trabajo se incluye la descripción geológica y minera, de la mina Nochebuena localizada en la carta Los Chinos.

PACHECO R. (1978). En su tesis profesional, hace un estudio de las reservas de uranio en la mina Nochebuena y realiza la geología local a detalle de la parte central de la carta Los Chinos. Donde se describen rocas que varían en edad desde el Cretácico inferior al Reciente, asignando las calizas y areniscas al Aptiano - Albiano; las rocas graníticas con edad que van del Cretácico superior - Terciario inferior, y finalmente las rocas volcánicas y cuerpos intrusivos al Terciario inferior, medio y superior, así como depósitos de talud y aluvión del Reciente.

III ESTRATIGRAFIA

3.1.0 PRECAMBRICO SUPERIOR

3.1.1 FORMACION GAMUZA P6s

DEFINICION:

Se asigna este nombre a una secuencia carbonatada-clástica de plataforma somera, definida en el área de Caborca, Son. por Longoria (1978), como Formación Gamuza y posteriormente Gamper M.A. y Longoria J.F.(1978-79) la atribuyen al Precámbrico tardío.

DISTRIBUCION:

La Formación Gamuza aflora en la parte central del área de estudio en lomeríos bajos y aislados y localizados al sur del Cerro Blanco, cerro La Argentina y cerro El Picacho.

LITOLOGIA:

El afloramiento del sur del Cerro Blanco está constituido, de la base a la cima, por: areniscas cuarzofeldespáticas (arcosas) en parte conglomeráticas; los clastos son de ortocuarcita y de rocas ignea intrusivas con textura micrográfica en lámina delgada y cuarzo cristalino. Esta arenisca se intercala en su parte superior con dolomías arenosas de color crema a gris, que dominan la parte media de la secuencia. Las dolomías de la base se presentan en estratificación mediana, son comúnmente arenosas y hacia la cima son mas masivas y de color oscuro con intercalaciones de horizontes delgados de lutitas y ocasionalmente de ortocuarcitas. Las lutitas son de color gris verdoso a púrpura con estructuras de corriente y huellas de desecación.

La parte superior de la secuencia está conformada por ortocuarcitas y dolomías. Las ortocuarcitas son de color blanco, de grano medio a fino, con algunos horizontes delgados de areniscas con estratificación cruzada. Las dolomías son de color negro, de estratificación mediana, con silicificación parcial y observándose escasos horizontes de dolomías oolíticas.

El afloramiento del cerro La Argentina está constituido de la base a la cima por: dolomías de color gris con intercalaciones ocasionales de horizontes delgados de lutitas y areniscas silicificadas de color negro. Son sobreyacidas por dolomías de color crema a rosa de estratificación mediana, que contienen estromatolitos con radio de 20 a 30 cm. Hacia la cima de estas se presenta una alternancia de lutitas negras con areniscas blancas de estratificación delgada. En la parte superior de la secuencia se presentan dolomías de color negro a café con laminaciones arenosas.

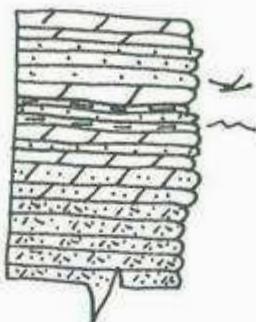
El afloramiento del cerro El Picacho está constituido de la base a la cima por: una intercalación de areniscas de color blanco con lutitas de color verde oscuro, de estratificación delgada, con fisilidad moderada, que son sobreyacidas por dolomías masivas de color negro, de estratificación mediana a delgada, con horizontes arenosos de color café castaño, de grano fino. (Fig.No.3).

RELACION ESTRATIGRAFICA:

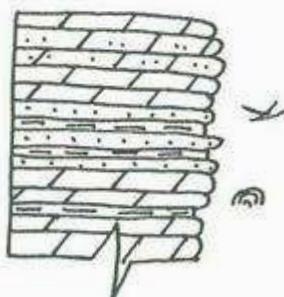
La secuencia sobreyace estructuralmente a una secuencia atribuida al Cretácico inferior. Este contacto es a través de fallas inversas tal como se puede apreciar en el cerro

COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS DE LOS AFLORAMIENTOS
DEL PRECAMBRICO SUPERIOR SEDIMENTARIO

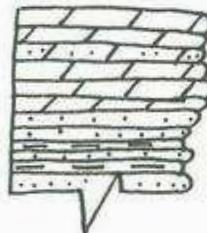
C. Blanco



C. La Argentina



-  Lutitas
 -  Dolonias
 -  Dolonias Arenosas
 -  Areniscas
 -  Arcosas
 -  Estromatolito
 -  Huellas de corriente
 -  Estratificación cruzada
- C. El Picacho



UNI-SON

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

AFLORAMIENTOS DE LA FM. GAMUZA

TESIS PROFESIONAL: M.CH.M

FIG. 3

La Argentina, y se observa intrusionada por el granito al sur del cerro Blanco y cubierta en discordancia por rocas volcánicas terciaras y terrazas.

EDAD Y CORRELACION:

Por el contenido fosilífero de las dolomias que presentan estromatolitos del tipo *Conophytum*, los cuales son correlacionables con los de la Formación Gamuza de Caborca descrita por Stewart(1984) y nombrada por Longoria en (1978) y datada por Gamper M.A. y Longoria (1978-79) y Cevallos Ferriz (1981), como del Rífico (Precámbrico Tardío).

AMBIENTE DE DEPOSITO:

El ambiente que debió prevalecer para permitir la formación y depositación de organismos algaceos del tipo estromatolitos, corresponde al de una plataforma por debajo del nivel de mareas, con aguas ricas en calcio y magnesio del cual depende la composición de estos organismos. Esta plataforma fué afectada por transgresiones y regresiones, que en la secuencia estan representadas por areniscas y lutitas.

3.2.0 MESOZOICO SUPERIOR

3.2.1 UNIDAD EL SAUZ (Kir)

DEFINICION:

Se define como Unidad El Sauz a una secuencia sedimentaria formada por grauvacas y arenitas líticas con intercalaciones de horizontes de calizas, conglomerados y limolitas.

DISTRIBUCION:

Los afloramientos de ésta unidad se localizan en la parte norte del área de estudio, como son: al oeste de la Loma La Cuchilla, mina La Colorada, flanco oeste del cerro Las Albercas, en la base del cerro La Argentina, en lomeríos suaves al sureste del cerro El Carrizo, flanco oeste del Cerro Prieto, en la base del cerro La Bandera y los alrededores de los ranchos El Sauz y Los Sauces. En lomeríos suaves con alineación norte-sur y un estado de erosión de ciclo geomorfológico de madurez.

LITOLOGIA:

La Unidad El Sauz puede ser descrita en tres miembros litológicos:

Miembro inferior - está formado principalmente por grauvacas y arenitas líticas, presentando en su parte inferior arenitas líticas conglomeráticas con clastos de rocas volcánicas y ortocuarcitas, sobre la cual se deposita un conglomerado polimíctico con clastos de dolomías, ortocuarcitas y rocas volcánicas. En su parte media conglomerados, calizas y limolitas.

Miembro medio - está formado por una alternancia de arenitas líticas, limolitas y calizas.

Miembro superior - está constituido por limolitas en su parte inferior, seguido por grauvacas con escasas limolitas intercaladas hacia su parte media y superior.

Grauvacas y arenitas líticas: son de grano grueso y en ocasiones conglomeráticas hacia la base del miembro inferior y de grano medio en el resto de la secuencia, de granos subredondeados a subangulosos y moderadamente clasificados. El color de las grauvacas y arenitas líticas varía en cada miembro; así, en el miembro inferior son de color púrpura, en el miembro medio son verdosas, mientras un color oscuro gris domina en el superior. Las areniscas están constituidas por un 20% de cuarzo, 35% de feldespatos y 45% de clastos de rocas de origen volcánico probablemente de composición intermedia a máfica.

Las grauvacas tienen un 20% de cuarzo, 45% de fragmentos de rocas de origen volcánico, un 20% de feldespatos y un 15% de material arcilloso como matriz. Las grauvacas y areniscas líticas mantienen una estratificación mediana muy homogénea.

Calizas : petrográficamente son clasificadas como wackstone y packstone, con una macrofauna de Moluscos (gasterópodos, pelecípodos) y celenterados no identificándose especies. En la microfauna fueron identificados foraminíferos planctónicos (Globigerinelloides aff. G. ferreolensis) del Aptiano Cenomaniano por M.C. Gloria Rozo y Globigerinelloides aff. blowi del Berraisiano - Aptiano, por Bio. Claudio Salinas H. (comun. personal). Los horizontes carbonatados son de estratificación mediana, de color amarillo a ocre en superficie intemperizada y de color gris claro en superficie fresca.

Conglomerados : son polimícticos, constituidos por clastos de

ortocuarcitas, dolomias, limolitas y clastos de rocas volcánicas intermedias, esto para los conglomerados de la parte inferior del miembro inferior donde la matriz es marcadamente de arenita lítica pero mayoritariamente conformada por clastos feldespáticos (45%).

Los conglomerados que afloran en la parte central del miembro medio, comparados con los anteriormente descritos, no presentan clastos dolomíticos y su matriz es de arenita lítica en la cual predominan los clastos de rocas volcánicas de composición intermedia.

Limolitas: son de estratificación delgada, de color verde oscuro a púrpura muy característico, generalmente las limolitas presentan de un 10 a 15% de clastos de cuarzo del tamaño de la arena.

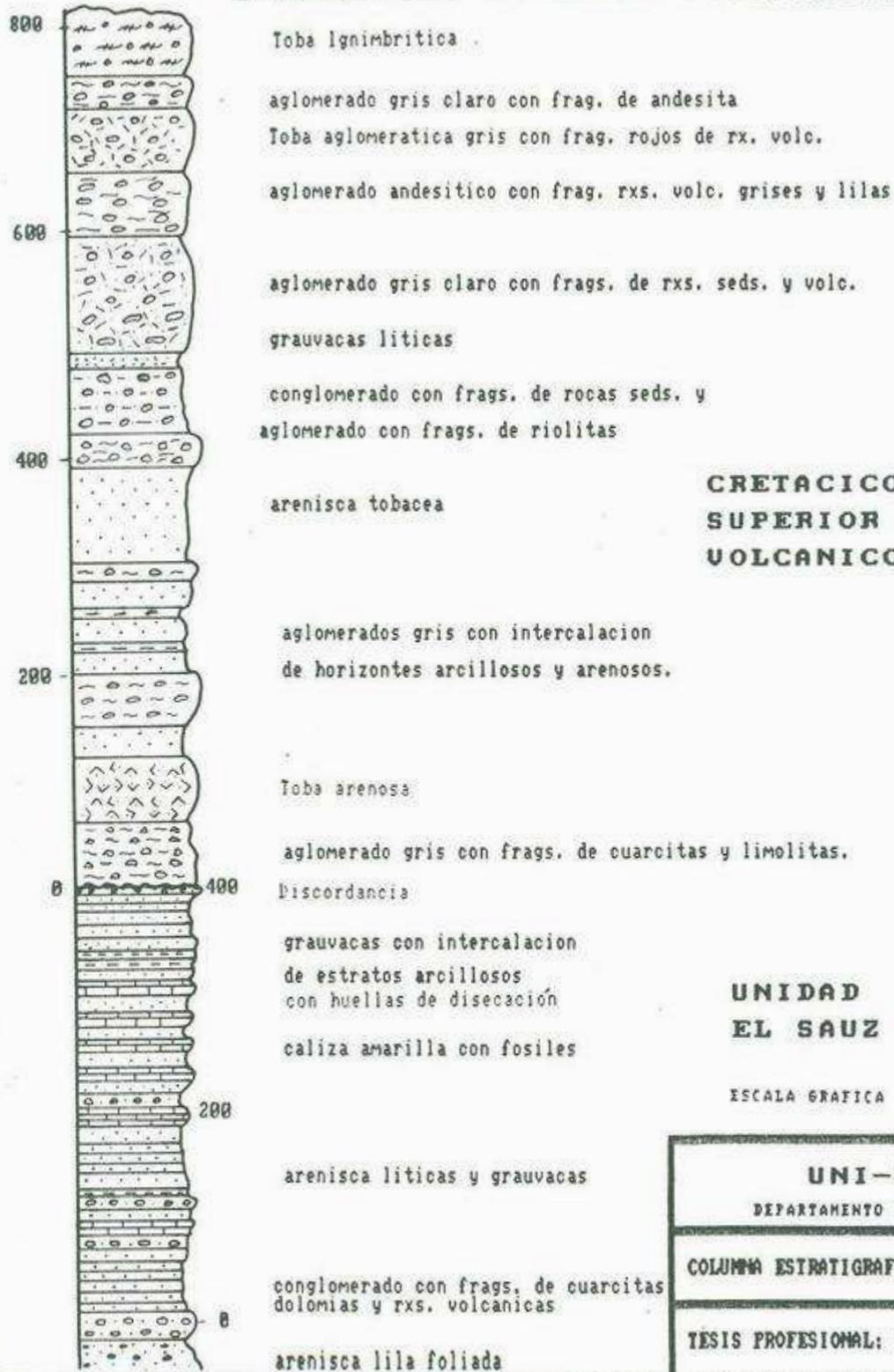
De acuerdo con las secciones geológicas y estructurales realizadas sobre la unidad El Sauz, permite calcular un espesor aproximado de 400 mts. (Fig. #4)

RELACION ESTRATIGRAFICA:

La Unidad El Sauz se encuentra sobre el Complejo Metamórfico Bámori por falla de cabalgadura por lo que su contacto inferior es tectónico. Asimismo, secuencias detrítico-carbonatadas del Precámbrico superior sobreyacen tectónicamente a la Unidad El Sauz como se expone en el cerro La Argentina (Fig.8 Pag. 42).

Sobreyaciendo a la Unidad El Sauz, en discordancia angular, se tiene a rocas volcánicas del Cretácico y Terciario, así como sedimentos no consolidados del Cenozoico.

**COLUMNA ESQUEMATICA DE LA UNIDAD EL SAUZ
Y CRETACICO SUPERIOR VOLCANICO.**



ESCALA GRAFICA 0 50 100MTS

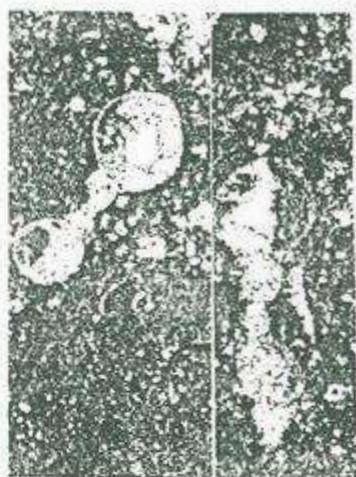
UNI-SON	
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA	
COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL CRETACICO	
TESIS PROFESIONAL: M.CH.M	FIG. 4

EDAD Y CORRELACION:

Se le asigna una edad tentativa de Aptiano por la presencia de los foraminíferos (Globigerinelloides aff. G. ferreolensis y Globigerinelloides aff. blowi) y estos son correlacionables con la Formación Caliza Tamaulipas descrita por Longoria J.F., (1975), en el estado de Tamaulipas.

Es tentativamente correlacionable litológicamente y estructuralmente con la Formación Represo, Salas P. (1968), con el conglomerado Glance (Fig. 5).

Las siguientes fotos muestran los dos tipos de foraminíferos bentónicos detectados en la secuencia.



G. aff. ferreolensis

G. aff. blowi

tamaños de los fósiles 1.5mm.

AMBIENTE DE DEPOSITO:

La litología de la Unidad El Sauz permite deducir que el medio ambiente de depósito fué marino, de plataforma somera y de alta energía, con aporte de sedimentos detríticos de rocas volcánicas.

Fig.5 TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA DE ALGUNAS LOCALIDADES DEL CRETACICO DE SONORA (UNI-SON, 1991)

		LOS CHINOS M. Chaparro (1991)	SIERRA SANTA ROSA R. HARDY(1981)	SANTA ANA SONORA Salas (1968)	SANTA TERESA C.Rangin (1982)	CUCURPE C. Rangin(1977)	CERRO DE ORO Castro y Morfin (1988)	ARIUECHI Martinez y Palafox (1985)
C R E T A C I O	S U P E R I O R	Cretacico Superior Volcanico		Banderas -----? Complejo Igneo		Areniscas con interestratificaciones volcanicas y secuencias arcillo arenosas	Rocas volcanicas	Rocas volcanicas y volcanoclasticas -----
	I N F E R I O R	Unidad el Sauz	Formacion San Luis	Formacion Represo	Conglomerados Areniscas Calizas Grauvacas	Serie detritica volcanoclastica con niveles carbonatados	Fm. Los Valles ----- Fm. Caliza Antunes ----- Fm. Los Tubos	G P O - A R I U E C H I U N I D A D C U M A R R A S Rxs. Volcanicas y Volcanoclasticas

3.3.0 EOCENO-TERCIARIO MEDIO

3.3.0 UNIDAD LA LEONTINA (Tul)

DEFINICION:

Se asigna este nombre para una secuencia volcanosedimentaria con intercalaciones de horizontes carbonatados hacia la parte basal.

DISTRIBUCION:

Esta secuencia aflora aproximadamente a 8km. en línea recta hacia el sur del cerro Los Juliones y a 3 kms. al noroeste de la Loma La Leontina, sobre el arroyo La Palmita, en lomeríos bajos que se encuentran en una etapa de madurez del ciclo geomorfológico por lo cual sus afloramientos son aislados y mal expuestos.

LITOLOGIA Y ESPESOR:

La Unidad La Leontina empieza con una brecha de dacita porfídica de aproximadamente 150 mts. de espesor. La brecha es sobreyacida por una alternancia de grauvacas y arenitas líticas, limolitas y horizontes de calizas fosilíferas. Las grauvacas y arenitas líticas presentan una estratificación delgada, son de grano medio a fino generalmente subangulosas, son de color gris oscuro y raramente rojizas.

Las limolitas son de estratificación delgada a laminada, de color verde oscuro a gris oscuro y muy deleznales.

Las calizas se presentan en estratificación delgada y laminadas, presentando fósiles como gasterópodos, ostrácodos Cypris, oogonia Chara y foraminíferos. Estos horizontes son de un color gris claro.

Sobreyaciendo a la alternancia anterior se tiene un horizonte con espesor de aproximadamente 2mts de un conglomerado con clastos de rocas intrusivas graníticas, presentando una matriz de grauvacas líticas. Los afloramientos presentan un color verde claro.

La secuencia continúa con una alternancia de areniscas líticas, limolitas y limolitas calcáreas. Aquí las areniscas líticas presentan una estratificación delgada a mediana, de color rojizo. Las limolitas son de estratificación delgada a laminar, de color verde y en ocasiones blancas con bandas amarillas conteniendo fragmentos de fósiles vegetales (no identificados).

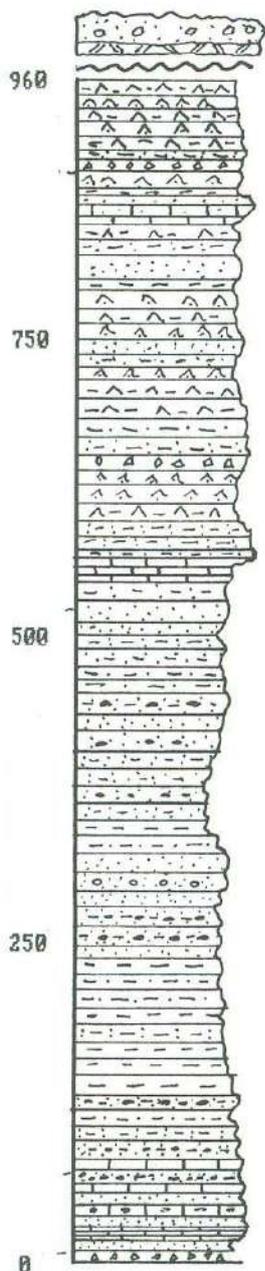
La Unidad La Leontina finaliza con tobas de color blanco a rosa claro, generalmente arenosas y muy bien estratificadas y algunos horizontes zeolitizados.

Tomando en cuenta las secciones geológicas y estructurales realizadas a través de esta unidad, se puede estimar un espesor de 960 mts. [Fig. # 6]

RELACION ESTRATIGRAFICA:

El contacto inferior se desconoce, dado que la secuencia aflora en una zona altamente erosionada y cubierta por sedimentos cuaternarios, que impiden ver su contacto inferior, pero la evidencia de los horizontes conglomeráticos permiten deducir que probablemente fue depositada sobre las rocas intrusivas y volcánicas del Terciario inferior. El contacto superior está determinado por una discordancia angular, sobre la cual se depositaron basaltos de piroxeno, terrazas y aluvión.

COLUMNA ESQUEMATICA DE LA UNIDAD LA LEONTINA



 TERRAZAS

 BASALTOS

 DISCORDANCIA

 TOBAS ARCILLOSAS

 LUTITAS

 GRAUVACAS

 CALIZAS

 CONGLOMERADOS

ESCALA GRAFICA 0 50 100MTS.


UNI-SON

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

UNIDAD LA LEONTINA

TESIS PROFESIONAL: M.CH.M

FIG. 6

EDAD Y CORRELACION:

El contenido fosilífero presente en la secuencia de la Unidad La Leontina no ha podido identificarse fosiles indices por tanto no se puede asignar una edad con certeza. Tomando en cuenta, que dentro de la secuencia se tienen horizontes conglomeráticos con fragmentos de rocas graníticas asi como de volcánicas, las cuales serían correspondientes al de los intrusivos graníticos laramídicos y volcánicas del Terciario inferior descritas en este escrito, la Unidad La Leontina seria Terciario inferior - Terciario medio. Tentativamente se puede correlacionar con la Formación Tubutama de Arriaga H. y Peña C. (1983), con la subunidad inferior de la Unidad I de Eberly y Stanley(1978) en el suroeste de Arizona y con la Formación Puerta del Sol de Cirett y Aguilar (1989).

AMBIENTE DE DEPOSITO:

La litología de la Unidad La Leontina indica un medio ambiente netamente vulcano-sedimentario, con facies lacustres levemente carbonatadas como lo indican los fósiles Cypris y oogonias del genero Chara, que fueron identificadas por Manuel R. Palacios (comun. escrita).

3.3.1 TERRAZAS ALUVIALES(Cci)

Con este nombre se designan a los depósitos formados por bloques, gravas y arenas, con un grado de baja compactación y estratificación incipiente, que se encuentran a la base de las montañas y relleno de los valles, formando lomeríos alargados y ramificados. Se encuentran distribuidos en las márgenes de los arroyos Mayen y El Zanjón.

Estos depósitos poseen una gran variedad litológica en sus fragmentos, así como en su tamaño y grado de redondez, dependiendo estos caracteres de la cercanía y composición de la roca fuente.

Se encuentran cubriendo en discordancia a todas las unidades anteriormente descritas y se les asigna una edad Cuaternaria por cubrir en discordancia a los basaltos de piroxeno.

Se considera que son producto del intemperismo mecánico y químico de las rocas preexistentes y que fueron depositados en un ambiente continental.

3.3.2 ALUVION (Qal)

Se asigna este nombre a todo tipo de sedimentos producidos por la fase erosiva reciente.

RELACION CON ROCAS ADYACENTES:

Este conjunto de rocas metamórficas es el basamento del área y es cabalgado por rocas de la Unidad El Sauz, Formación Gamuza y cubierto en discordancia por rocas volcánicas, terrazas y aluvión.

Se encuentra intrusionado por diques lamprofídicos y aplíticos del Terciario inferior.

EDAD Y CORRELACION:

Este conjunto de rocas metamórficas se correlaciona litológica y paragenéticamente con las del Complejo Metamórfico Bámori, término introducido por Longoria J.F. et. al (1978). La edad determinada para el fin de este evento de metamorfismo regional es 1750 ± 20 m.a., Anderson y Silver, (1971)., edad obtenida mediante la datación de un cuerpo riódacítico y diques estratos de diorita de hornblenda que intrusionan a estas rocas en el área de Caborca, Sonora.

ORIGEN:

Por estudios petrográficos y en base a la paragénesis de los minerales metamórficos, el protolito de este conjunto de rocas metamórficas habrían sido rocas ígneas félsicas que fueron metamorfizadas y acrecionadas al Cratón Norteamericano durante la fase Mazatzal del Proterozoico según Longoria J.F (1978).

4.2.0 MESOZOICO

4.2.1 UNIDAD META-RIOLITA (Jmr)

DEFINICION:

Se nombra Unidad Meta-riolita a un conjunto de rocas volcánicas de composición félsica con incipiente metamorfismo regional y con algunos horizontes brechoides intercalados.

DISTRIBUCION:

Este conjunto de rocas aflora en una franja angosta con orientación este-oeste, ubicada en la parte central de la carta Los Chinos, al noroeste del rancho Los Chirriones.

LITOLOGIA:

La unidad está formada principalmente por una roca de color blanco a blanco verdoso, de origen volcánico, con laminaciones centimétricas y con un plegamiento cerrado de tipo isoclinal de escala milimétrica a métrica. Estas rocas en lámina delgada presentan un aspecto afanítico con microcristales alineados de cuarzo y plagioclasas, en una matriz donde abunda la sericita orientadas en una dirección preferencial. Intercaladas esporádicamente con las rocas mencionadas, se observan brechas con espesores que varían de uno a cinco metros aproximadamente; los cuales tienen contactos rectos con las rocas encajonantes y cuyos clastos varían de angulosos a subangulosos y están constituidos por: clastos de la misma riolita blanca, cuarcitas y un granito porfídico rojo con grandes cristales de feldespatos potásico; estos clastos alcanzan hasta 40 cm. de longitud.

La unidad es cortada por diques andesíticos y vetas de cuarzo. estas últimas producen mineralizaciones locales. Los rumbos de la foliación o pseudoestratificación son muy variables. entre NW30 hasta NE 40 con echados al oeste preferencialmente.

RELACION CON ROCAS ADYACENTES:

Contacto inferior: no se conoce sobre que unidad se formó esta secuencia ya que se encuentra intrusionada a lo largo de toda su base, por rocas graníticas atribuidas al Terciario inferior que contienen xenolitos de la riolita en las cercanías del contacto. En el flanco oeste de Cerro Blanco la Unidad Meta-Riolita descansa sobre una cuña tectónica del Complejo Metamórfico Bámori.

EDAD Y CORRELACION:

Estas rocas son evidentemente anteriores a las rocas intrusivas que las cortan. es decir. previas al Terciario inferior. Debido a su carácter volcánico e incipiente metamorfismo regional se pueden correlacionar con secuencias volcánicas, volcanoclásticas y sedimentarias definidas en las regiones entre Sonoita y Caborca por Caudillo et al. (1989), Corona (1979) y Morales M.(1984), este último en la región aledaña a Santa Ana. Estas unidades han sido consideradas como de edad Jurásica según Anderson y Silver (1971) con edades comprendidas entre 150 y 180 m.a. (Jurásico medio-superior).

ORIGEN:

Las rocas volcánicas, volcanoclásticas y sedimentarias con metamorfismo regional incipiente. se han considerado como la

parte central de un sistema paleogeográfico de arco de islas, en un margen convergente. Se distribuyen en Sonora en una franja con rumbo NW-SE que se ha reconocido actualmente desde Sonoita hasta Santa Ana. En cuanto al origen de las brechas, estas pueden ser brechas tectónicas imbricadas en la secuencia por empujes posteriores que provocan además los plegamientos mayores de la unidad.

3.2.2 CRETACICO SUPERIOR VOLCANICO (Ksv)

DEFINICION:

Se asigna este nombre a una secuencia volcánica-detrítica, que descansa en discordancia sobre la Unidad El Sauz en el área de estudio.

DISTRIBUCION:

Los afloramientos de esta secuencia dentro del área, son localizados al N-NW del rancho El Sauz, en una serie de lomeríos orientados N-S y en ocasiones se observan en los valles por el corte de los arroyos. La exposición de los afloramientos de esta secuencia es escasa y difícil de relacionar.

LITOLOGIA Y ESPESOR:

La base de esta secuencia se inicia con un aglomerado de color gris, de matriz afanítica tobácea silicificada y epidotizada, con fragmentos redondeados de cuarzo, areniscas, limolitas, rocas volcánicas félsicas de textura porfídica y máficas. La sobreyacen derrames de rocas andesíticas de color gris a rojizas, de matriz afanítica con fenocristales de hornblenda. En estas rocas se intercalan aglomerados con fragmentos de la misma roca volcánica y de rocas félsicas. Estos aglomerados son cubiertos por tobas arenosas líticas de color gris oscuro, en horizontes de 10 a 70 cm., que se intercalan con rocas detríticas representadas por areniscas líticas de color café oscuro, grauvacas líticas de color rojizo cementadas por óxidos y arcillas, estratificadas con lutitas arenosas de color verde oscuro y rojas. Estas rocas se presentan

en horizontes de 10 a 40 cm. y son cubiertas por derrames de rocas andesíticas y aglomerados de matriz andesítica tobácea, los cuales conforman la mayor parte de esta secuencia. Debido a la escasa exposición de los afloramientos no se pudo medir el espesor de la secuencia, razón por la cual se estima un mínimo de aproximadamente 820 metros.(Fig. No. 4).

RELACION ESTRATIGRAFICA:

El contacto basal del Cretácico superior volcánico no fue apreciado, pero tomando en cuenta el cambio litológico tan marcado, así como su basculamiento se determinó que el contacto es una discordancia angular, sobre la Unidad El Sauz. La cima se encuentra cubierta en discordancia por rocas volcánicas terciarias, terrazas y aluvión, y se deduce que es intrusionada por granito del Terciario inferior, por mostrarse afectado por alteración hidrotermal, que produce silicificación y minerales de metamorfismo retrógrado como epidota.

EDAD Y CORRELACION:

Por relaciones de campo a esta secuencia se le asigna una edad del Cretácico superior - Terciario inferior, ya que se encuentra sobreyaciendo discordantemente a la secuencia atribuida al Cretácico inferior y es afectada por las intrusiones de edad Terciario inferior.

La secuencia se puede correlacionar, en base a sus características litológicas y relación estratigráfica, con la parte inferior del Lower Volcanic Complex, de edad Cretácico Superior - Terciario inferior, descrita por McDowell F.W y Keizer R.P (1977).

AMBIENTE DE DEPOSITO:

Estas rocas volcánicas están asociadas al plutonismo que se produjo a lo largo de una margen continental que estuvo sujeta a una convergencia, en el Cretácico y Terciario inferior (McDowell F.W y Clabaugh S.E, 1981), durante la subducción de la Placa Farallón bajo la Norteamericana.

4.3.0 CENOZOICO

4.3.1 BATOLITO LARAMIDICO (Tib)

DEFINICION:

Se ha incluido dentro de este término a un conjunto de rocas plutónicas de composición félsica con textura granítica, que varían en composición de granito a granodiorita y que es cortado por diques que pueden ser aplíticos, pegmatíticos y en ocasiones andesíticos.

DISTRIBUCION:

Se distribuye ampliamente en el centro y suroeste del área de estudio, en forma de estructuras dómicas de una elevación de 850 m. de pendiente suave y con un marcado drenaje radial, reflejando una etapa de madurez en el ciclo geomorfológico; en el cerro La Bandera presenta un relieve más escarpado.

LITOLOGIA:

Este conjunto de rocas intrusivas tienen un color blanco - rosado, textura hipidiomorfa granular, representado principalmente por un granito de biotita con variaciones a granodiorita en los bordes de emplazamiento. En lámina delgada se observan cristales de cuarzo, microclina, ortoclasa, oligoclasa, albita, biotita, zircón, esfena y muscovita. Presenta alteración hidrotermal y zonas de oxidación.

Los diques pegmatíticos y aplíticos se presentan en los cerros La Bandera, El Rincón y El Cornelio. Los minerales que presentan las pegmatitas son cuarzo, ortoclasa, microclina, plagioclasa y muscovita.

Diques de composición andesítica con una alineación NW-SE, se presentan en la base del Cerro Blanco cortando al intrusivo.

RELACION CON ROCAS ADYACENTES:

Está intrusionando a las rocas del Complejo Metamórfico Bámori, a la Unidad Meta-riolita, a la secuencia sedimentaria de la Unidad El Sauz y al Cretácico superior volcánico.

Es cubierto en discordancia por rocas volcánicas terciarias, la Unidad La Leontina, terrazas aluviales y sedimentos recientes.

EDAD Y CORRELACION:

Dado que no existen dataciones reportadas de esta rocas en el área se ha correlacionado con rocas de características similares que han sido datadas cerca del área, en la carta La Poza, en la mina El Crestón por Damon P.E. y otros (1983) en un granito donde obtuvieron una edad de 53.5 ± 1.1 m.a. por el método K-Ar, es decir una edad de Eoceno.

ORIGEN:

Este tipo de rocas se generaron durante la subducción de la Placa Farallón bajo la Norteamericana, que dió como resultado el emplazamiento de grandes batolitos en la porción noroccidental de México.

4.3.2 TERCIARIO INFERIOR VOLCANICO (Tvi)

DEFINICION:

Se designa con este nombre a un conjunto de rocas de tipo andesítico con texturas que varían de afanítica a porfídica. Este conjunto está formado litológicamente por andesitas y dacitas porfídicas, tobas dacíticas y pórfidos dacíticos.

DISTRIBUCION:

Los afloramientos de este conjunto de rocas volcánicas se localizan en el centro y sur del área de estudio. En los cerros Loma La Leontina, Los Juliones, La Mina, El Lobo, Loma Baja y alrededores del represo La Palmita. Presentándose en lomeríos de altura media y lomeríos suaves redondeados con erosión de moderada a avanzada.

LITOLOGIA:

Este conjunto de rocas presenta una coloración de gris a crema, la textura varía de afanítica a porfídica, localmente tiene zonas brechoides. Petrográficamente consiste de plagioclasas sódico cálcica (oligoclasa y andesina), sanidino y cuarzo como minerales esenciales, en cristales euhedrales y subhedrales, de tamaño fino a medio. Como accesorios, existe biotita, hornblenda y como minerales secundarios, producto de alteración sericita, epidota, hematita y calcita. La matriz de la roca es criptocristalina o vítrea, dependiendo de que su origen sea como intrusión de poca profundidad o coladas. Se presentan frecuentemente alteradas, silicificadas y argilitizadas, por encontrarse intrusionadas por un pórfido cuarzomonzonítico a riolítico de edad Terciario medio.

RELACION CON ROCAS ADYACENTES:

Este conjunto de rocas volcánicas se encuentran en discordancia sobre el intrusivo granítico reportado en el cerro los Juliones por Pacheco R.(1978), y se encuentra intrusionado por stocks terciarios constituido por un pórfido cuarzomonzonítico y riolítico.

EDAD Y CORRELACION:

Este conjunto de rocas volcánicas puede correlacionarse, por sus características geológicas, petrológicas y petrográfica, con rocas volcánicas de la base del Terciario, de la región de Cananea por Valentine (1936)., con la parte superior del Lower Volcanic Complex, definido por Mc Dowell y Keizer (1977). De acuerdo con dataciones hechas por Damon (1975) se ha establecido una edad de Eoceno ($50,47 \pm 1.06$ m.a. K-Ar) en Nacozeni, Son.

ORIGEN:

La textura de este conjunto de rocas volcánicas permite suponer que las rocas pertenecen a un cuerpo intrusivo hipabisal o subvolcánico, generado a consecuencia de la subducción de la placa Farallón bajo la Norteamericana, Coney (1976).

4.3.3 PORFIDO CUARZOMONZONITICO (Tpc)

DEFINICION:

Se le asigna el nombre pórfido cuarzomonzonítico a una roca ígnea intrusiva hipabisal de composición félsica cuyos componentes son: fenocristales de cuarzo y feldespato principalmente, con matriz microcristalina y textura porfídica.

DISTRIBUCION:

Los afloramientos de esta roca se presentan en los cerros Los Juliones y El Picacho.

LITOLOGIA:

Esta unidad consiste de una roca de color crema a verde grisáceo, estructura masiva y textura porfídica, con matriz microcristalina. Presenta abundantes fenocristales de cuarzo, microclina y escasos de plagioclasas euhedrales a subhedrales de color rosa y hasta de 0.5 cm de largo. Una característica de éste pórfido es la presencia de cuarzo redondeado a subhedral, biotita y ocasionalmente hornblenda.

Estas rocas presentan superficialmente cambios de facies notables, tanto texturales como mineralógicos; en ocasiones los feldespatos potásicos constituyen casi toda la roca, con escasa matriz afanítica de color verde oscuro y cuarzo redondeado cristalino. Por otra parte, en otros afloramientos varía a un pórfido monzodiorítico, con muy poco cuarzo.

RELACION CON ROCAS ADYACENTES:

El pórfido cuarzomonzonítico afecta a todas las secuencias que le anteceden, tanto granitos

como rocas volcánicas del Terciario inferior, así como a las unidades sedimentarias.

EDAD Y CORRELACION:

La edad tentativa de este cuerpo intrusivo hipabisal se puede inferir en base a relaciones de campo, de acuerdo con lo cual se puede decir que su emplazamiento es durante el Terciario medio, debido a que corta las rocas volcánicas del Terciario inferior.

Esta relación fue observada en el cerro Los Juliones por Pacheco Rodríguez(1978).

ORIGEN:

Su origen es el resultado de la debilidad producida por fallas, con orientación NW-SE desarrolladas antes del Oligoceno medio. Estas fallas facilitarón el emplazamiento de algunos troncos félsicos.

4.3.4 Terciario Volcánico Superior (Tvs)

DEFINICION:

Este conjunto de rocas está conformado por tobas riolíticas esferulíticas, vitrófidos, tobas ignimbríticas y andesitas.

DISTRIBUCION:

Se encuentran afloramientos tanto en el centro - norte y la esquina suroeste del área, en los cerros El Carrizo, La Pedrera, Cerro Prieto, Las Albercas, Loma La Cuchilla, La Bandera; en los alrededores del rancho El Arpa y represo Tizado, presentándose en lomeríos de altura media, alineados norte - sur.

LITOLOGIA:

Este conjunto de rocas volcánicas está formado de la base a la cima por: Andesita de hornblenda de color violeta con textura porfidotraquítica, con fenocristales de hornblenda férrica, plagioclasas (andesina), con zoneamientos y bordes de reacción. Las tobas esferulíticas son de color gris oscuro, de textura amigdaloides, rellenas de feldespato y sílice. Están cubiertas por intercalaciones de derrames de vitrófido de color negro, los cuáles son sobreyacidos por tobas ignimbríticas de color rosa oscuro, de textura vitrofídica, con fenocristales de cuarzo y feldespatos que presentan golfos de corrosión.

RELACION CON ROCAS ADYACENTES:

Estas rocas cubren discordantemente al Complejo Metamórfico Bámori, a las secuencias volcanosedimentarias del Cretácico y rocas ígneas del Terciario inferior-medio.

Están cubiertas en discordancia por rocas basálticas y por sedimentos del Cenozoico.

EDAD Y CORRELACION:

Rocas similares a esta etapa de volcanismo son reportadas en el oeste de Sonora por Gastil R.G.(1974) asignándole una edad por el método K-Ar.. de 22 m.a. En Durango y Sinaloa McDowell F.W. (1979) obtuvo por el mismo método edades entre 21 y 29 m.a. por lo que se les asigna una edad Oligoceno.

ORIGEN:

Se le atribuye al magmatismo producido por la subducción de la placa Farallón bajo la placa Norteamericana antes del término de la misma y el cambio a un régimen distensivo. Damon and Bikerman, (1964). Coney y Reynolds. (1977) lo atribuyen a la progresión y regresión del Arco Cordillerano.

5.3.5 BASALTOS DE PIROXENOS (Tb)

DEFINICION:

Se utiliza este término para nombrar a rocas ígneas máficas de origen fisural que afloran esporádicamente en la región estudiada.

DISTRIBUCION:

Estas rocas basálticas afloran en la carta Los Chinos en una franja que sigue una alineación aproximada norte-sur desde el oeste del Cerro Blanco hasta el flanco sur del cerro El Lobo de donde cambian su rumbo hacia el sureste hasta los alrededores del represo La Palmita.

LITOLOGIA:

Las rocas que conforman la unidad son basaltos afaníticos de color negro a café oscuro, que intemperizan a color morado. Presentan característicamente vesículas rellenas a veces de zeolitas de color blanco. Estos basaltos se presentan en forma de coladas que siguen una alineación NW-SE o N-S, lo cual nos indica su relación genética con fallas normales de edad Terciaria. En lámina delgada se observa que está constituida por plagioclasas calcosódicas en una matriz vítrea y criptocristales del mismo mineral, con cristales aislados de piroxeno verde (augita) en una textura traquítica. El espesor de la unidad es reducido, estimándose en 30 m.

RELACION CON ROCAS ADYACENTES:

Los basaltos cubren en discordancia angular a rocas de la Unidad La Leontina y es cubierta a su

vez por terrazas y aluviones recientes.

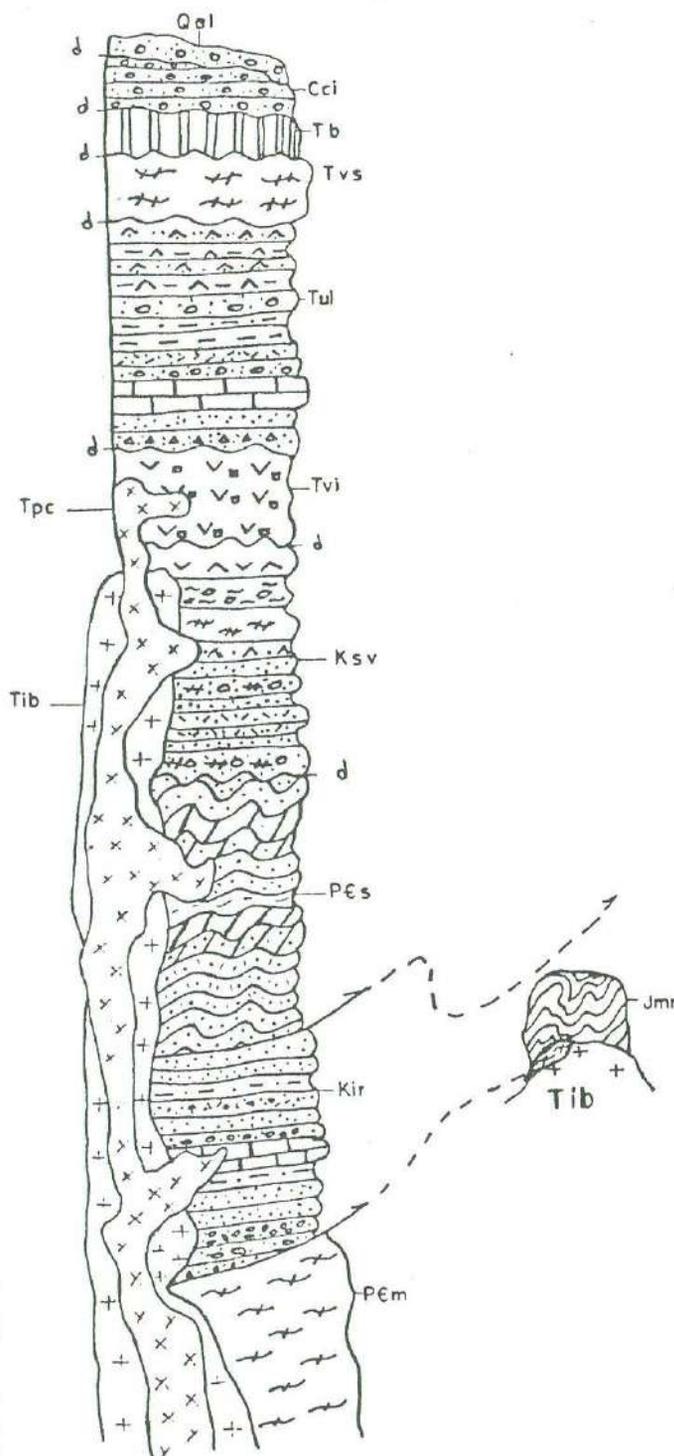
EDAD Y CORRELACION:

Estas rocas son correlacionables con conjuntos litológicos del mismo tipo que han sido mencionados aflorando en numerosas localidades del Estado, tales como las regiones de Moctezuma, El Pinacate y Santa Ana entre otras. Fueron agrupados en esta última región bajo el término de Formación Comedores por Salas P.(1968) y a las que se les ha asignado una edad Plioceno superior-Cuaternario.

ORIGEN:

Los basaltos fueron extrusionados a través de las profundas fallas producto del evento distensivo terciario, que conformó la provincia fisiográfica de Sierras y Valles Paralelos (Basin and Range). Señalan el establecimiento de una tectónica netamente distensiva, posterior al cese de la subducción y que prosigue actualmente en la región.

COLUMNA GEOLOGICA GENERAL DE LA HOJA LOS CHINOS



Qal	ALUVION
Cci	TERRAZAS ALUVIALES
Ib	BASALTOS
Tvs	TERCIARIO VOLCANICO SUPERIOR
Tui	UNIDAD LA LEONTINA
Tpc	PORFIDO CUARZOMONZONITICO
Tvi	TERCIARIO VOLCANICO INFERIOR
Tib	BATOLITO LARAMIDICO
Ksv	CRETACICO SUPERIOR VOLCANICO
Kir	UNIDAD EL SAUZ
Jmr	UNIDAD META-RIOLITA
PEs	FORMACION GAMUZA
PEm	COMPLEJO METAMORFICO BAMORI
FALLA DE CABALGADURA	
DISCORDANCIA	

UNI-SON	
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA	
COLUMNA GEOLOGICA DEL AREA DE ESTUDIO	
TESIS PROFESIONAL: M.CH.M	FIG. 7

Los afloramientos del área de la Carta Los Chinos son el reflejo de los diferentes episodios de deformacionales, que se manifestaron a través del tiempo, los cuales han dejado su huella en forma de estructuras siendo las más notables las de cabalgamiento.

A continuación se hace mención de las principales características estructurales encontradas en la región.

5.1.0 FALLAS INVERSAS (CABALGAMIENTOS)

Estas estructuras se localizan principalmente en la parte norte-centro del área de estudio.

Se han detectado dos fallas inversas importantes las cuales ponen en contacto tres unidades: a) Cabalgamiento de la Formación Gamuza sobre la Unidad El Sauz y la Unidad Meta-riolita. b) Cabalgamiento de la Unidad El Sauz y Meta-riolita sobre El Complejo Metamórfico Bámori.

Los contactos entre estas unidades están representados por una intensa zona de cizalla con espesor de centímetros a varios metros, acompañados de estructuras miloníticas y brechas cataclásticas.

Los planos de las fallas de cabalgadura se presentan con actitudes entre 35-60 al SW. Se puede apreciar en el cerro La Pedrera, a 1km. al oeste de la mina La Colorada, cerro La Argentina y Cerro Blanco, (Figs. 8 y 9).

El echado de las capas y la inclinación de los planos de cabalgadura indican una vergencia NE de los esfuerzos principales, observándose en los estratos lodolíticos foliados,

SECCION ESQUEMATICA DEL CERRO LA ARGENTINA

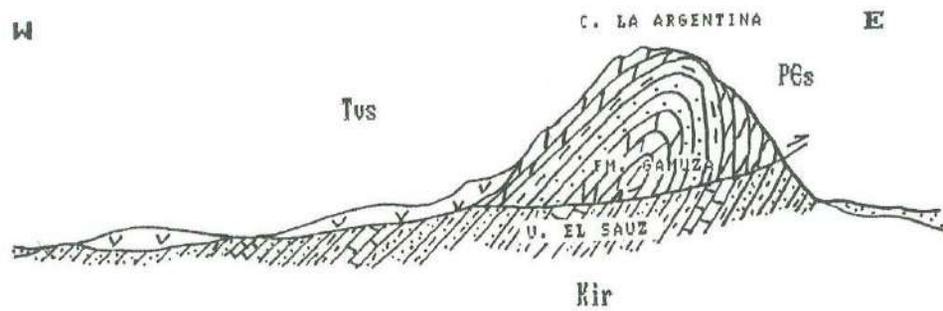


FIG.8 Exposicion del klippe tectónico del precámbrico sedimentario sobre La Unidad El Sauz .

SECCION ESQUEMATICA DEL CERRO BLANCO

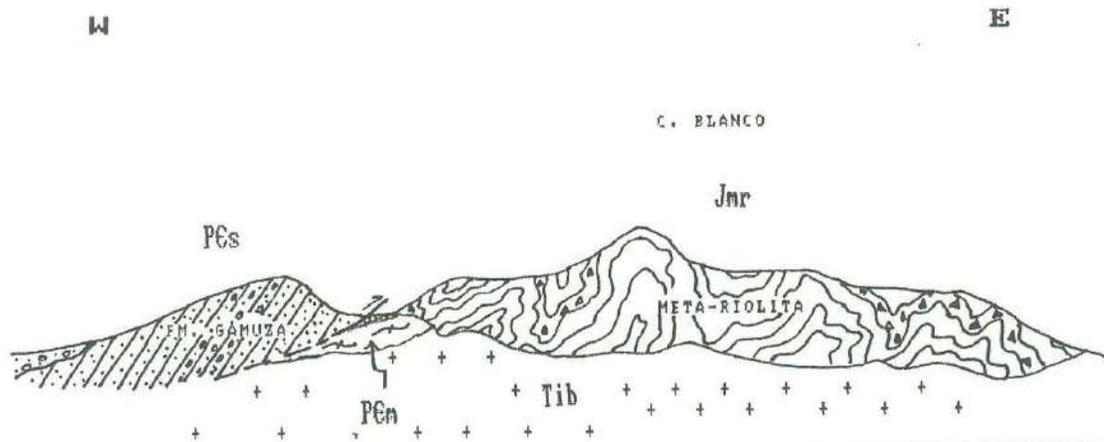


Fig. 9 Localidad de exposicion de la zona de cabalgadura entre La Fm. Gamuza sobre la Unidad Meta-Riolita.

UNI-SON

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

SECCIONES ESTRUCTURALES

TESIS PROFESIONAL: M.CH.M

FIG. 8,9

donde se presentan fragmentos de estas rocas en forma de astillas con una alineación de 40 grados al NE.

5.1.1 FALLAS NORMALES

El rumbo preferencial de este fallamiento es NW-SE, presentándose ocasionalmente N-S y NE-SW, afectando a rocas anteriores al Terciario superior. Este fallamiento es parte de ese evento que produjo la provincia de Sierras y Valles Paralelos. Estas fallas son difíciles de observar en el campo pero se infieren por los rasgos fotogeológicos y los cambios litológicos que se presentan en sus márgenes.

5.1.2 FALLAS DE RUMBO

Este tipo de estructura se presenta en la parte centro suroeste del área, con rumbo NW 15 SE con echado 70 al SW, donde se observan involucradas rocas volcánicas porfídicas, granito, Unidad La Leontina y basaltos. Estas rocas presentan un diaclasamiento paralelo a la falla, lo cual fotogeológicamente le da un aspecto de estratificación.

En los planos de falla se tiene la presencia de pliegues de arrastre, estrias y astillas de rocas alineadas a rumbo en posición horizontal, así como brechas compuestas de rocas volcánicas porfídicas.

5.1.3 FOLIACION DEL COMPLEJO METAMORFICO BAMORI

En estas rocas del Precámbrico metamórfico se observó una foliación con un rumbo general de suroeste - noreste con echado SE o vertical, con una dirección de los esfuerzos principales NW - SE.(Fig. 10).

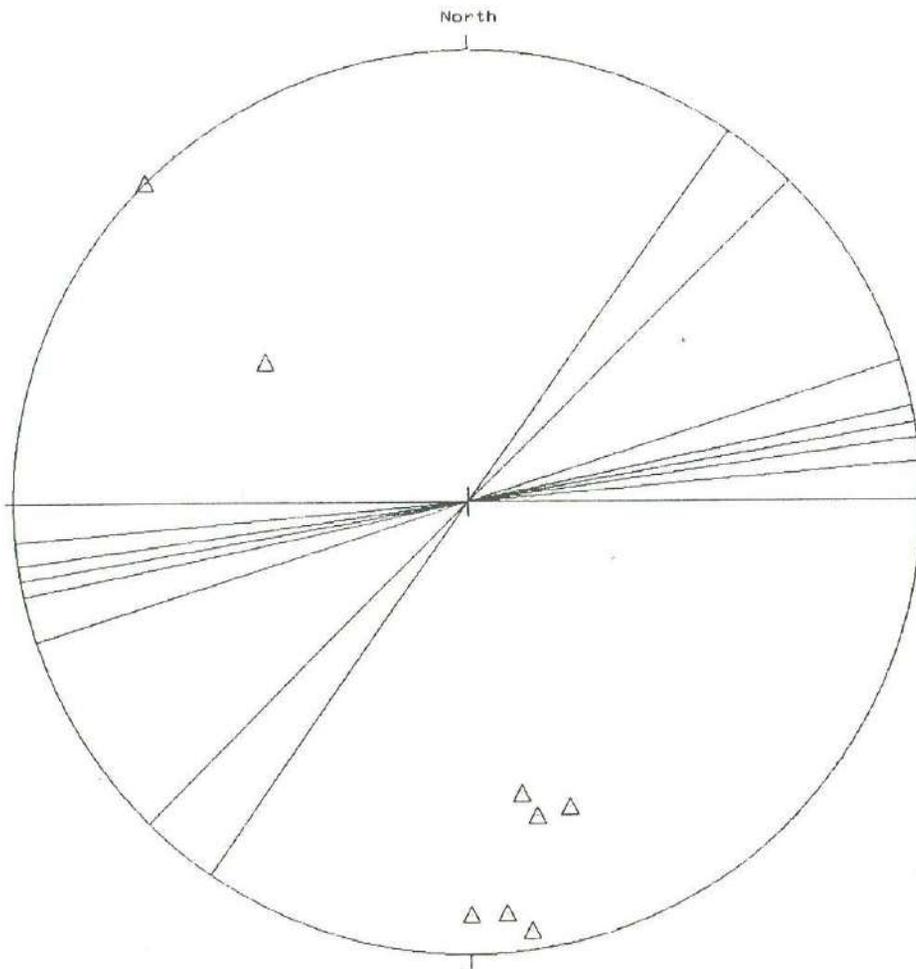


Fig.10 DIAGRAMA DE CONCENTRACION DE POLOS DE FOLIACION,
 PARA EL COMPLEJO METAMORFICO BAMORI, DONDE SE
 OBSERVA VARIACION DEL BUZAMIENTO TANTO AL NW
 COMO AL SE, INDICANDO UN POSIBLE PLEGAMIENTO CON
 EJE NE - SW PRODUCIDO POR UN ESFUERZO PRINCIPAL
 NW - SE.

5.1.4 PLIEGUES

En el área de estudio se detectaron tres variedades de pliegues, observándose en la Unidad Meta-riolita y Formación Gamuza.

La primera variedad está representada por un plegamiento isoclinal con vergencia NW-N, apreciable en la Unidad Meta-riolita, mostrando características de deformación dúctil. Estos pliegues son asimétricos y de dimensiones decimétricas.

La segunda variedad se caracteriza por un plegamiento isoclinal con vergencia al este, estos pliegues son de dimensiones decimétricas a métricas.

La tercer variedad de pliegues se observa afectando tanto a rocas de la Formación Gamuza como a la Unidad Meta-riolita, el plegamiento observado es de tipo recostado con vergencia al NE, de una dimensión decamétrica.

Los pliegues observado en el área de estudio se presenta en las siguientes localidades:

En el cerro La Argentina es un klippe tectónico, observándose un pliegue recostado con vergencia al NE y plano axial con rumbo NW 25 SE con echado 57 al SW; en la parte norte del cerro El Picacho, se encuentra un pliegue asimétrico recostado con vergencia al NE con un plano axial NW 50 SE con un echado 25 al SW (Fig. 8).

Se han observado en el Cerro Blanco pliegues en la Meta-riolita como son: pliegues con echado 65 al SE, con vergencia al NW y otros con vergencia E-W y NE.

5.1.5 ESTRATIFICACION

Se realizaron diagramas de concentración de polos para la estratificación de las unidades sedimentarias en las cuales se observó una afinidad tanto en el buzamiento como en el rumbo de la estratificación con una resultante que oscila entre NW30 a NE 12 .La dirección de los esfuerzos principales es en general E-W con pequeñas variaciones tanto hacia al NW como al SW y el basculamiento es hacia NW - SW. (Figs.11,12 y 13).



EL SABER DE LOS ANDES
HACE SU GRANDEZA
Facultad de Ingeniería
Depto. Geología
BIBLIOTECA



EL SABER DE MIS NIJOS
HARÁ MI GRANDEZA
Faculta de Ingeniería
Dpto. Geología
BIBLIOTECA

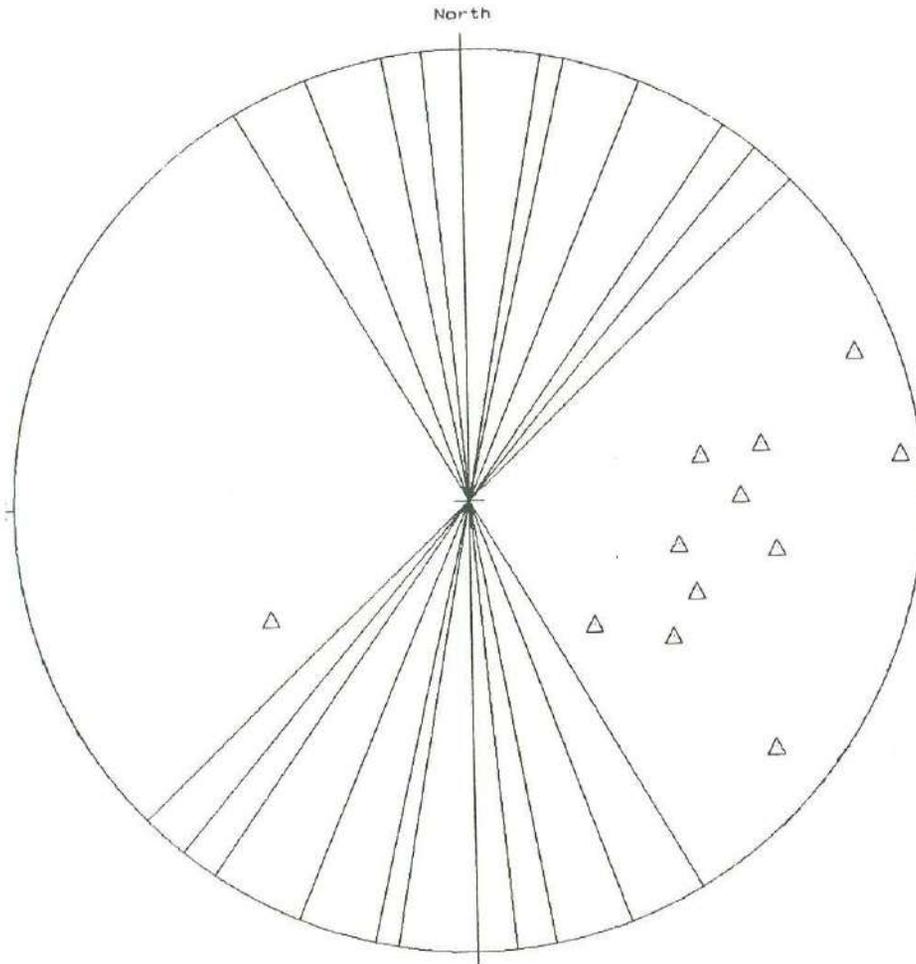


Fig.11 DIAGRAMA DE CONCENTRACION DE POLOS DE ESTRATIFICACION Y, RUMBO DE ESTRATO PARA LA FORMACION GAMUZA, DONDE SE OBSERVA LA DIRECCION DE ESFUERZO PRINCIPAL E-SE Y EL BUZAMIENTO DE LOS ESTRATOS AL SUROESTE.



EL SABER DE NUESTROS DIJOS
HARA SU GRANDEZA
Escuela de Ingenieria
Depto Geologia
BIBLIOTECA

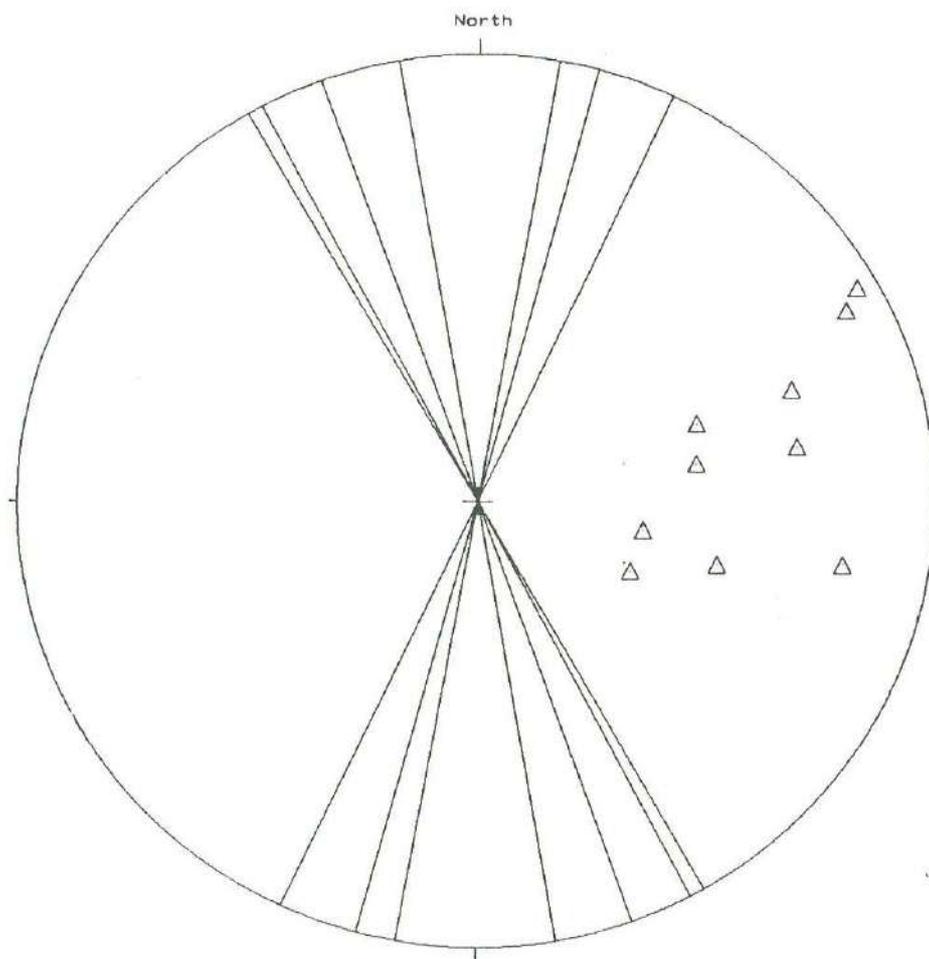


Fig. 12 DIAGRAMA DE CONCENTRACION DE POLOS DE ESTRATIFICACION,
PARA LA UNIDAD EL SAUZ, DONDE SE PUEDE APRECIAR LA DI-
RECCION DE LOS ESFUERZOS DE DEFORMACION NE Y EL BUZA-
MIENTO AL SUROESTE DE LOS ESTRATOS.

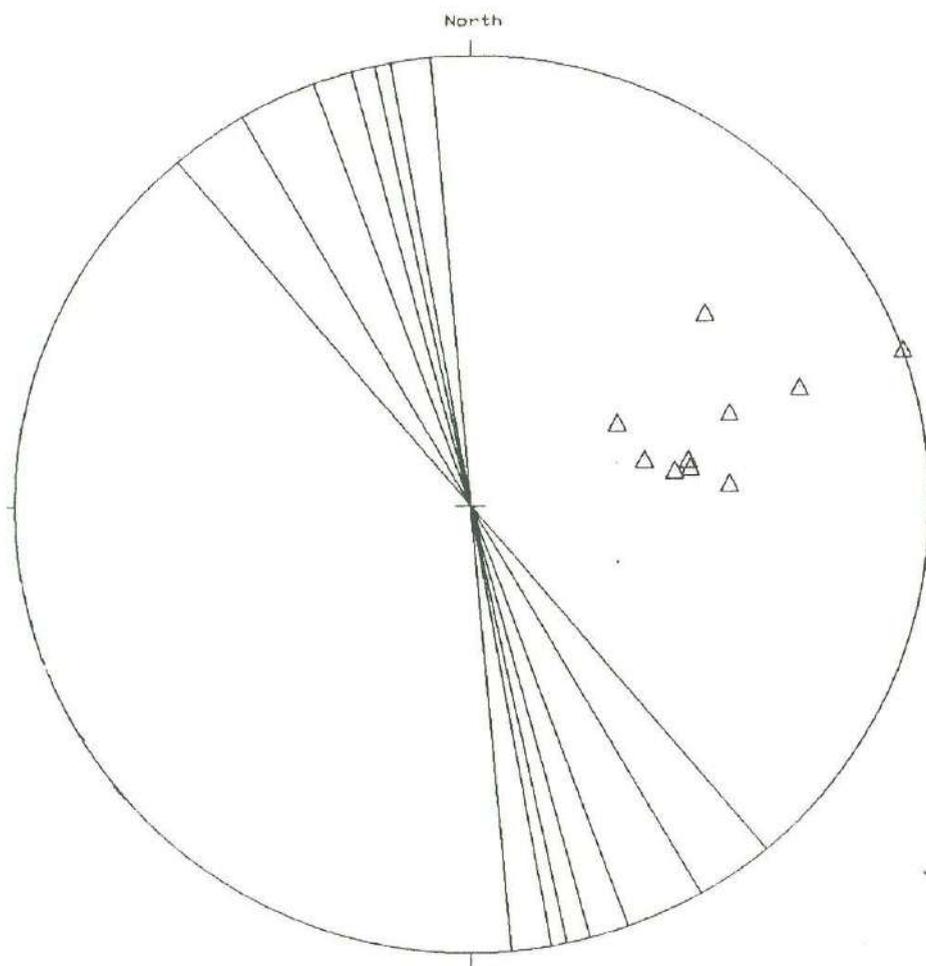


Fig.13 DIAGRAMA DE CONCENTRACION DE POLOS DE ESTRATIFICACION Y RUMBO DE LOS ESTRATOS DE LA UNIDAD LA LEONTINA, SE MANTIENEN NW 5 A 40 GRADOS, CONSTANTE EL BUZAMIENTO AL SW ENTRE 30 Y 60 GRADOS Y EL ESFUERZO PRINCIPAL ES HACIA EL NORESTE.

6.1.0 PRECAMBRICO MEDIO

Durante el Precámbrico medio se llevó a cabo el término de la formación del Complejo Metamórfico Bámori cuya litología da evidencia de procesos de metamorfismo regional de medio a alto grado, reflejando una tectónica compresiva.

6.1.1 PRECAMBRICO TARDIO

Durante este tiempo reinó un medio ambiente marino, somero de baja energía, como lo demuestra la litología de la Formación Gamuza. Los depósitos de esta secuencia son parte del Cinturón Cordillerano, una secuencia miogeosinclinal que se extendió en la parte oeste del Cratón Norteamericano (Stewart, et al 1984), cubriendo desde el Precámbrico Tardío hasta el Paleozoico Temprano.

6.1.2 JURASICO MEDIO - SUPERIOR

Para este período en el noroeste de México se encontraba en proceso el inicio de la subducción de una placa oceánica y la cuenca marginal bajo el continente Norteamericano, provocando la formación de un arco magmático sobre basamento (Complejo San Andrés - Cedros), según Rangin (1982), desarrollándose una fase tectónica tangencial (Orogenia Nevadiana) producto de la colisión de un microcontinente con el arco (San Andrés - Cedros), dando como resultado un plegamiento hacia el oeste en Baja California y plegamiento cerrado con vergencia al noreste en Sonora, (Rangin 1982).

Los rasgos geológicos observados en el área de estudio, como son: plegamiento en la Unidad Meta-riolita cuyos ejes principales se orientan NW-SE y N-S, así como el metamorfismo regional de bajo grado de la Unidad Meta-riolita son similares a los rasgos presentes en el área de Santa Ana, descritos por Morales M. (1984), que los asigna al ciclo Orogénico Nevadiano.

6.1.3 CRETACICO INFERIOR

Este período, está representado por la depositación de un conglomerado polimictico con fragmentos de rocas precámbricas sedimentarias y rocas volcánicas de composición félsica - intermedia; el origen de este conglomerado se pudo dar al término de la orogenia Nevadiana o por movimientos diferenciales verticales del proceso de rifting que se extiende hasta el Cretácico inferior (Bilodeau, et. al., 1983). y da lugar a la cuenca de Chuihuahua, la cual se extiende hasta el área y posiblemente un poco mas al oeste, donde la sedimentación presenta mayor contenido de rocas volcanodetríticas que las del este y los espesores carbonatados son mas escasos y delgados.

6.1.4 FASE MESOCRETACICA

Rangin, (1977) describe la Orogenia Mesocretácica con plegamiento isoclinal con vergencia al NE y cabalgamiento de las rocas antes mencionadas con una edad de inicio Aptiano - Albiano y finalizando para el Pre-Maestritchiano. Esta fase orogénica además es marcada por los depósitos de molasas continentales (Magdalena y Grupo Cabullona en Agua Prieta). (Fig. 14).

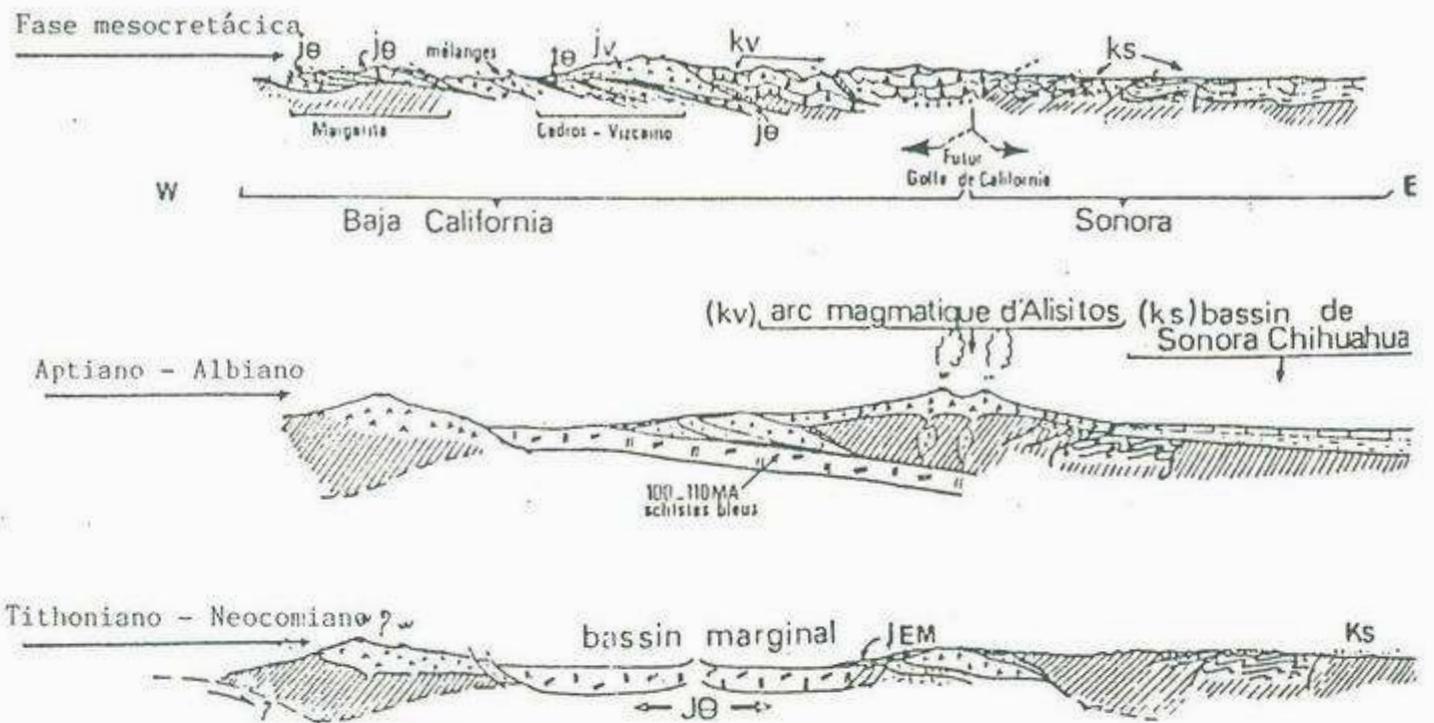


Fig. 14 Modelo de evolucion desde el Tithoniano - Neocomiano al Albiano medio, segun Rangin (1982).

UNI - SON	
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA	
MODELO DE LA EVOLUCION TECTONICA	
Rangin(1982)	
TESIS PROFESIONAL: M.CH.M	FIG. 14

En el área de estudio los rasgos geológicos que se atribuyen a la orogenia Mesocretácica son los cabalgamientos del Precámbrico sedimentario sobre las secuencia del Cretácico inferior y ambos cabalgando al Complejo Metamórfico Bámori. así mismo se le puede atribuir el plegamiento con vergencia al NE de las secuencias del Precámbrico sedimentario.

6.1.5 CRETACICO SUPERIOR - TERCIARIO INFERIOR

Durante este tiempo se tiene inicialmente la presencia de un volcanismo predominantemente andesítico con intercalaciones de horizontes detríticos en su parte inferior, descansando en discordancia sobre las rocas sedimentarias del Cretácico inferior. Posteriormente las secuencias anteriormente descritas fueron afectadas por rocas intrusivas del Batolito Laramidico de edad Eoceno.

Prosiguendo al evento magmático, del Batolito Laramidico sobreviene un evento magmático, representado por la secuencia del Terciario inferior volcánico que posteriormente serían afectadas por intrusiones porfídicas del Eoceno medio.

6.1.6 TERCIARIO INFERIOR - OLIGOCENO

Posterior a los eventos igneos del Cretácico superior - Terciario inferior, se produjo un evento sedimentario, representado por la secuencia de La Leontina, dentro de la cual se presentan estratos conglomeráticos conteniendo clastos de rocas intrusivas y volcánicas. Esta secuencia por su relación estratigráfica es anterior al volcanismo del Terciario medio - superior. La actitud de la estratificación de los estratos de la

unidad de La Leontina, que varían de 40-60 grados, indican que fueron basculados por fenómenos tectónicos, probablemente relacionados al evento Orogénico Laramídico, siendo entonces una secuencia sintectónica, probablemente formada en los últimos estadios de la Orogenia Laramide.

6.1.7 OLIGOCENO - RECIENTE

Durante este lapso se tiene en primer término un magmatismo félsico, constituido principalmente por riolitas, vitrófido e ignimbritas, agrupadas bajo la denominación del Terciario Volcánico Superior.

Concluida la formación de la secuencia del Terciario Volcánico, el área se vio sometida a un principal fallamiento normal con una lineación dominante NNW-SSE. Mas tarde este fallamiento normal se relacionó con uno de movimiento lateral. Ambos fallamientos los cuales permitieron el paso de magma de composición basáltica, que son compatibles a las descritas por Colleta (1981) y señalan claramente la presencia de una etapa orogénica distensiva.

Al finalizar el fallamiento se acentúan los proceso erosivos que dan lugar a las terrazas aluviales y el aluvi6n.



EL SABER ES LA FUERZA
PARA LA GRANDEZA
Faculta de Ingenieria
Depar. Geologia
BIBLIOTECA

VII GEOLOGIA ECONOMICA

Los depósitos minerales observados en el área de estudio son de tipo filoniano controlado por estructuras de fallas normales de rumbo NW-SE con buzamiento al NE y ocasionalmente con fallas E-W con buzamiento al Norte, las cuales fueron rellenadas por emplazamiento de soluciones hidrotermales mineralizantes con sulfuros y óxidos, causadas por las intrusiones porfídicas que afectaron a rocas graníticas y volcánicas.

MINA NOCHEBUENA

La mina Nochebuena se encuentra localizada al sur del camino de terracería, que comunica los ranchos El Cornelio y Los Chirriones, actualmente está abandonada; sin embargo, en 1926 fue explotada por sus contenidos de plata, plomo, cobre y oro.

Gran parte de su mineralización se encuentra como relleno de fracturas en rocas graníticas. La estructura principal está alineada E-W con echado de 35 grados al norte, con una longitud aproximada de 500 m.

Genéticamente es un depósito hidrotermal rico en sulfuros de plata y plomo, causado por los últimos eventos magmáticos del Terciario.

En 1978 Pacheco Rodríguez, realizó un estudio de minerales radiactivos, donde encontró que asociado a la mineralización anteriormente descrita existen minerales de uranio, habiendo determinando dentro del área dos localidades anómalas, una en la mina Nochebuena y otra en el flanco noroeste del cerro Los Juliones, en rocas volcánicas porfídicas, donde la mineralización está en forma diseminada.



AL SABER DE MIS RIZOS
HAYO MI GRANDES
Instituto de Investigaciones
Geológicas
Depto. Geología
BIBLIOTECA

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

1) En el presente estudio fueron identificados varios conjuntos litológicos; algunos de ellos muy antiguos y correlacionables a sus similares de la región de Caborca, como son:

Rocas de metamorfismo regional las cuales se han agrupado dentro del término Complejo Metamórfico Bámori, el cual es considerado como el basamento de la región y parte del Cratón Norteamericano.

Rocas sedimentarias del Precámbrico superior de la Fm. Gamuza de origen marino de ambiente de plataforma somera y formadora de la secuencia miogeoclinal del Precámbrico al Paleozoico, las cuales que bordearon la parte sur del Cratón Norteamericano. Esta secuencia se presenta cabalgando al Cretácico inferior y ambas al basamento.

2) Se nombra Unidad Meta-riolita a una roca de incipiente metamorfismo regional, que presenta evidencias de haber sido afectada por distintos eventos compresivos tangenciales, evidenciado por la vergencia de sus plegamientos. Dos de ellos se asocian a la Fase Nevadiana, que presentan vergencia tanto NE y al E. y un último a la Fase Mesocretácica con pliegues isoclinales con vergencia al NE y de mayor dimensión. Estas características nos permite correlacionarla con rocas metamórficas del Jurásico medio a Jurásico superior reportadas en Sonora.

3) Se reportan dos afloramientos de edad Cretácica, con nombres informales que son las siguientes Unidad El Sauz y Cretácico Superior Volcánico.



Para la primera es una secuencia marina de plataforma somera de alta energía con aporte detrítico, con horizontes calcáreos con microfósiles, como Globigerinelloides aff. ferreolexis de edad Aptiano - Cenomaniano por M. en C. Gloria Rozo y Globigerinelloides aff. blowi de Berriansiano - Aptiano por Bio. Claudio Salinas H. Esta secuencia se considera parte de la prolongación de la Cuenca Chihuahuense hacia el oeste.

La segunda secuencia constituida por rocas de origen detrítico y volcánico no deformado, marca la pauta del término de la fase Mesocretácica y el inicio de una actividad ígnea asociada a los eventos Laramídicos.

4) El evento tectónico representado por el cabalgamiento de la Fm. Gamuza sobre la Unidad El Sauz y ambas sobre el Complejo Metamórfico Bámori, el plegamiento con vergencia al noreste, las astillas de cizalla alineadas al NE en los estratos lodolíticos. El Cretácico Superior Volcánico por no presentar evidencias de deformación de este tipo, se considera discordante y nos marca la pauta para la finalización del evento tectónico. Estos rasgos son característicos de las Fase Mesocretácica.

5) Rocas sedimentarias de edad Terciario inferior a medio de la unidad La Leontina, que fueron reconocidas al noroeste de las Lomas Leontina, de origen lacustre con leve volcanismo del tipo piroclástico hacia la cima de la secuencia. El ambiente lo indican la fauna de ostrácodos (Cypris) y la Oogonia Chara de ambiente lacustre.



EL SERVIDOR DE MIS NIJOS
HA HECHO MI GRANDEZA
Facultad de Ingeniería
Dpto. Geología
BIBLIOTECA

6) Se describen rocas volcánicas asignadas al Oligoceno - Mioceno y la tectónica distensiva del Basin & Range del Terciario medio y el volcanismo básico asociado de tipo fisural.

7) La mineralización de interés económico en el área es de tipo filoniano, asociado al pórfido cuarzomonzonítico y diques emplazados durante el Eoceno medio.

Recomendaciones

1) Hacer un estudio estratigráfico y paleontológico mas detallado, con el fin de confirmar las edades y correlaciones.

2) Realizar un estudio estructural mas detallado de las secuencias tanto Precámbricas, como del Jurásico medio al Cretácico inferior, que permitan definir mejor las características de los eventos de deformación en el área de estudio de la Orogenia Nevadiana y Mesocretácica.

3) Efectuar estudios radiométricos para definir con precisión la edad de las rocas ígneas del Cretácico superior y Terciario inferior y Terciario medio.



EL SABER DE MIS NIJOS
HARA MI GRANDEZA
Escuela de Ingeniería
Depto. Geología
BIBLIOTECA

XI BIBLIOGRAFIA

- Anderson, T.H. and Silver, L.T. (1971). Preliminary history for Precambrian rocks, Bamori region. Sonora México. Abs. Geol. Soc. America. No. 3, p. 484.
- Anderson, T.H. and Silver, L.T. (1981). An overview of precambrian rocks in Sonora. Univ. Nal. Auton. México. Instituto de Geología, Revista, Vol. 5, No. 2, p. 131-139.
- Arriaga H., Peña L., (1983) Resultados de evaluación del Depósito de Boratos del Area Tubutama. Consejo de Recursos Minerales, Gerencia de Estudios Especiales.
- Atwater, T. (1970). Implications of plate tectonics for the Cenozoic Tectonics evolutions of Western North America. Geol. Soc. Amer. Bull., 81, p. 3513-3536.
- Bilodeau, W. L. and Lindbergh, P. A. (1983). Early Cretaceous Tectonics and sedimentation in southern Arizona, southwestern New Mexico, and northern Sonora. México. S.E.P.M., p. 173-188.
- Castro, R.A. y Morfin V.S. (1988). Geología de la carta Ravón, con énfasis en el área Cerro de Oro, Sonora Central. Tesis Profesional, UNISON.
- Caudillo S.G. y Oviedo L.L., (1990) Geología del Area Quitovac Mpio. de Puerto Peñasco, Sonora. Tesis Profesional, Universidad de Sonora.
- Cevallos Ferriz S. (1981) Observaciones sobre los Estromatolitos del Precámbrico Tardío de la capa Gamuza de la Región de Caborca, Edo. de Son. Tesis (UNAM).
- Cirett, G. y Aguilar, R.A. (1989). Características geológicas e Hidrogeológicas del Valle de Ures, Sonora, México. Tesis Profesional, UNISON.
- Colleta B., Angelier J. (1981) Faulting evolution of the Santa Rosalia Basin, Baja California Sur, Mexico. In Orliab L., Roldan Q. J. eds. Geology of Northwestern Mexico and Southern Arizona, Inst. Geol. U.N.A.M., Son. Mexico, pp.265-274.
- Coney, P.J., 1976 Plate tectonic and the Laramide Orogeny: New Mexico Geological Society. Spec. Publ. 6, pp. 5-10.



- Coney, P., y Reynolds, S.J., (1977). Cordillera Benioff Zones, Dept. of Geosciences, University of Arizona, Tucson, Arizona.
- Corona, F.V.. 1980. Reconnaissance geology of Sierra La Gloria and Cerro Basura, northwestern Sonora, México, University of Pittsburgh. Thesis (Master of Science).
- Damon, P.E. and Bikerman, M. (1964). Potassium- Argon dating post laramide Plutonics and Volcanics rocks Within the Basin and Range Province of Southeastern Arizona and adjacent areas: XXIII Inst. Geol. Congr. New Delhi
- Damon, P.E. (1975). Dating of Mesozoic - Cenozoic metallogenetic provinces reserva project between Laboratory of Isotope Geochemistry Department de Recursos Naturales no Renovables, Archivo C.R.N.N.R.; Dirección General.
- Damon, P.E., Shafiqullah, M., Roldan, Q. and Cocheme J.J. (1983). El Batolito Laramide de Sonora. Dpto. de Geociencias, Universidad de Arizona, Instituto de Geología de la UNAM, Estación Regional del Noroeste.
- Dumble, E.T., 1900 Notas on the Geology of Sonora, Mexico, Amer. Inst. Min. Eng. Trans., v. 29, 122 - 152.
- Eberly, L.D. and Stanley, T. B. (1978) Cenozoic Stratigraphy and Geologic History of Southwestern Arizona Geological Society of America Bulletin. v.89, p. 921-940.
- Flores, T. (1929). Reconocimiento Geológico en la región Central del Estado de Sonora. Instituto Geológico de México, Bol. No. 49.
- Gamper M.A. y Longoria J.F. (1978) Sobre la ocurrencia de Estromatolitos en la Secuencia Precámbrica del Cuadrangulo Pitiquito-La Primavera, NW de Sonora. Bol. Dpto. Geol. Uni-son. Vol.1 No.2 pp.95-104.
- Gastil, R. G. and Krummenacher, D. (1974). Geology of the Tiburón island and Sonora Coast between Punta Lobos and Bahía Kino (abs.); Geol. Soc. American Abstract within programs v.6 No. 3, P. 180-181.
- Hardy, L.R. (1981). Geology of the Central Sierra Santa Rosa, Sonora, México. In: Geology of Northwestern and Southern Arizona Field Guides and Papers. Ed. by L. Orlied and J. Roldan Q.
- Longoria, J.F. (1975). Estratigrafía de la Serie Comancheana del Norte de México. Bol. Soc. Geol. Mexicana XXXVI, pp. 31-59.

- Longoria, J.F. y Perez, V.A. (1978). Bosquejo geológico de los Cerros Chinos y Rajón cuadrángulo Pitiquito-Primavera (NW de Sonora). Bol. Dpto. Geol. Uni-Son. Vol. 1 No. 2, p. 119-144.
- Martinez B.A. y Palafox R.J.J., (1985) Geología del Area de Arivechi, Sonora. Tesis Profesional, Universidad de Sonora.
- Mc Dowell, F.W. and Keizer, R.P. (1977). Timing of Mid Tertiary Volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango City and Mazatlan. México. Geol. Soc. Amer. Bull. V. 88. p. 1479-1487.
- Mc Dowell, F.W. and Clabaugh, S.E. (1981). The igneous history of the Sierra Madre Occidental and its relations to the evolutions of western Mexico. UNAM. Inst. de Geol. Rev., Vol.5, No.2, p. 195-206.
- Morales, M.M. (1984). Bosquejo Geológico del Cuadrángulo Estación LLano - Imuris. Boletín del Departamento de Geología, UNISON. Vol.1, No.1, p.25-49.
- Pacheco, Rdz. R. (1978). Método de Exploración Geológico - radiométrica empleado en la porción Central del Estado de Sonora. Tesis Profesional, U.N.A.M.
- Pubellier, M. (1987). Relations entre Domaines Cordillerain et Mesogéen au Nord ou Mexique: Etude Geologique de la Valle de Sahuaripa, Sonora Central. Tesis. Universidad de Paris.
- Raisz, E. (1964). Landforms of México. Morphological Map prepared for the Geography Branch of the Office of Naval Research. Cambridge, Mass.. U.S.A.
- Rangin, C. (1977). Tectónicas sobrepuestas de Sonora Septentrional. UNAM. Inst. Geol., Rev. Vol. 1, p. 44-47.
- Rangin, C. (1978). Consideraciones sobre la evolución geologica de la parte septentrional del Estado de Sonora. Primer simposio sobre Geología y Potencial Minero en el Estado de Sonora (Libreto Guia) Instituto de Geología, UNAM Hermosillo, Sonora, México.

- Rangin, C. (1982). contribution 'a l'etude Geologique du système Cordillerain du Nord-ouest du Mexique. Thèse de Doctorat d'Etat 'e Sciencies Naturalles, Université Paris VI, France.
- Salas, G.A., (1968) Areal Geology and Petrology of the Igneous Rocks of the Santa Ana, Quadrangle, Sonora, México: M.S. Thesis. The University of Oklahoma.
- Stewart, J.H., McMenamin, M.A.S. and Morales-Ramirez, J.M. (1984). Upper Proterozoic and Cambrian rocks in the Caborca region, Sonora, Mexico. Physical, Stratigraphy, Biostratigraphy, Paleocurrent studies, and regional relations. U.S. Geological Survey Professional Paper 1309.
- Valentine, W. G. (1936). Geology of the Cananea Mountain. Sonora. México: Geol. Soc. Americana Bull., v. 47. p. 53-86.