



Departamento de Geología

1992: AÑO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

Abril 05, 1994.

C. Exactas  
No. lista: 1451

DR. GULLERMO A. SALAS PIZA  
Jefe de Departamento de Geología  
Universidad de Sonora  
P r e s e n t e

BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

DE MIS HIJOS  
A GRANDEZA

D.S = 1091

Por este conducto y de la manera más atenta, me permito someter a su consideración el siguiente tema de tesis para su aprobación:

GEOLOGIA DEL AREA DE  
CUMURIPA, SONORA

por el alumno: ROLANDO FRANCO MARTINEZ

Biblioteca Depto.  
de Geología

En espera de su respuesta, quedo de Usted.

A T E N T A M E N T E

GEOL. JUAN JOSE PALAFOX REYES  
Asesor de Tesis

*Juan José Palafox*  
*PH*

C.c.p. Interesado

# 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



Departamento de Geología

1992: AÑO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

Abril 10, 1994.

GEOL. JUAN JOSE PALAFOX REYES

Asesor de Tesis

Universidad de Sonora

P r e s e n t e

**Biblioteca Depto.  
de Geología**

Por este conducto le comunico a que ha sido aprobado el tema de tesis propuesto por usted, intitulado:

**GEOLOGIA DEL AREA DE  
CUMURIPA, SONORA**

Esto es con el fin de que el alumno **ROLANDO FRANCO MARTINEZ**, pueda presentar su examen profesional.

A T E N T A M E N T E

  
DR. GUILLERMO A. SALAS PIZA  
Jefe de Departamento

C.c.p. Interesado



Departamento de Geología

1992: AÑO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

NOMBRE DE LA TESIS:

**"GEOLOGIA DEL AREA DE CUMURIPA,  
SONORA"**

**Biblioteca Depto.  
de Geología**

NOMBRE DEL SUSTENTANTE:

**ROLANDO FRANCO MARTINEZ**

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.

*Juan José Palafox*  
GEOL. JUAN JOSE PALAFOX REYES

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.

*G. Salas Piza*  
DR. GUILLERMO A. SALAS PIZA

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.

*Rafael Rodríguez Torres*  
M.C. RAFAEL RODRIGUEZ TORRES

ATENTAMENTE  
"EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA"

*G. Salas Piza*  
DR. GUILLERMO A. SALAS PIZA  
Jefe de Departamento

# **AGRADECIMIENTOS**

*A las personas que me alentaron a seguir adelante y me apoyaron para alcanzar esta meta.*

**Biblioteca Depto.  
de Geología**

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN	
I.- GENERALIDADES . . . . .	1
1.1.- Localización y Ubicación . . . . .	1
1.2.- Vías de Comunicación y Acceso . . . . .	1
1.3.- Clima y Vegetación . . . . .	1
1.4.- Objetivos del Trabajo . . . . .	2
1.5.- Estudios Previos . . . . .	2
II.- FISIOGRAFIA . . . . .	4
2.1.- Provincias Fisiográficas . . . . .	4
2.2.- Geomorfología . . . . .	4
2.3.- Hidrografía . . . . .	5
III.-ESTRATIGRAFIA . . . . .	5
3.1.- Eratema mesozoico . . . . .	5
3.1.1.- Sistema Triásico . . . . .	5
3.1.1.1.- Grupo Barranca . . . . .	5
3.1.2.- Sistema Cretácico . . . . .	9
3.1.2.1.- "Cretácico Inferior Volcanico", Formación Tarahumara (Kivt) . . . . .	9
3.1.2.2.- Miembro Superior, Formación Tarahumara (Kivt) . . . . .	14
3.1.2.3.- "Cretácico Superior-Terciario Inferior- Complejo Batolítico de Sonora" (K-TCBS) y (Tigr) . . . . .	20
3.1.2.4.- ROCAS METAMORFICAS . . . . .	23
3.2.- Eratema cenozoico . . . . .	24
3.2.1.- Formación Báucarit (Tsb) . . . . .	24
3.2.2.- "Terciario Volcánico Superior" Formación Lista Blanca (Tslb) . . . . .	30
3.2.3.- "Terciario Volcánico Superior", "Basaltos y Andesitas-Basálticas" (Tsba) . . . . .	34
3.2.4.- "Cenozoico Continental Indiferenciado" (Cci) . . . . .	35
3.2.5.- Aluvión (Qal) . . . . .	37
IV.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y TECTONICA . . . . .	37
4.1.- Geología estructural . . . . .	37
4.1.1.- Características Regionales . . . . .	37
4.1.2.- Características Locales . . . . .	40
4.1.3.- Descripción de Estructuras . . . . .	41
4.2.- Tectónica . . . . .	42
V.- GEOLOGIA HISTORICA . . . . .	46
VI.- GEOLOGIA ECONOMICA . . . . .	52
6.1.- Yacimientos minerales . . . . .	52
VII.-CONCLUSIONES . . . . .	54
BIBLIOGRAFIA . . . . .	55

**RESUMEN**

En la región centro-oriental del estado de Sonora y en particular en el área de Cumuripa, afloran rocas pertenecientes a la era Mesozoica y Cenozoica.

Las rocas mas antiguas del área que corresponden al Triasico están constituidas por areniscas, areniscas conglomeráticas y limolitas. Esta secuencia recibe el nombre de Formación Arrayanes (¿?) la cual forma parte del Grupo Barranca.

El Cretácico esta representado por una secuencia volcánica, la cual consiste principalmente de andesitas, dacitas, en forma de flujos, brechas y aglomerados, esto para el miembro inferior.

A esta secuencia se le da el nombre de Formación Tarahumara, la cual en este trabajo se divide en miembro inferior y miembro superior. El miembro superior se caracteriza por ser volcano - sedimentario con calizas a la cima conteniendo madera fósil.

A esta Formación se le interpreta como parte de un arco magmatico.

Un intrusivo granitico a cuarzodioritico, así como diques de diferente composición de probable edad Cretacico superior - Terciario inferior, afectan a las rocas mas antiguas en el área.

El Cenozoico esta representado por una secuencia sedimentaria formada por conglomerados, areniscas y ocasionales horizontes volcanicos. A esta secuencia se le llama Formación Báucarit la cual sobreyace discordantemente a las rocas mas antiguas.

Del Terciario superior aflora la Formación Lista Blanca, la cual esta constituida por andesitas y riolitas, sobreyaciendo a la Báucarit.

**Biblioteca Depto.  
de Geologia**

a) Distensión post-permiana - pre-triásica tardía. Con esta se originaron cuencas de carácter endorréico.

b) Compresión post-triásica tardía - cretácico temprano. La cual desarrollo fallas inversas y pliegues.

c) Evento tectónico del cretácico temprano. Intensa actividad volcánica causada por la evolución de un arco volcánico.

d) Evento tectónico del cretácico tardío - terciario temprano. intensa actividad magmática generada por la orogenia Laramide.

e) Distensión del terciario medio - tardío. Se desarrollo una gran cantidad de fallas normales de considerable longitud definiendo la provincia de sierras y valles paralelos.

I.- GENERALIDADES:

LOCALIZACION:

El área de estudio se localiza 120 km. al sureste de la Ciudad de Hermosillo, Sonora y queda delimitada por las siguientes coordenadas:

	Latitud Norte	Longitud Oeste
VERTICE A :	28° 15'	110° 00'
B :	28° 15'	109° 40'
C :	28° 00'	109° 40'
D :	28° 00'	110° 00'

La ubicación regional del área se define por las siguientes referencias: Al sur del poblado de Suaqui Grande, en los alrededores de el poblado de Cumuripa, al sureste de Onavas. (figura 1).

VIAS DE COMUNICACION Y ACCESO

El área de estudio está comunicada por la carretera interestatal No. 16, pavimentada en su totalidad, la cual inicia en Hermosillo, conectando con Tecoripa, Tónichi y Yécora, llegando hasta la ciudad de Chihuahua. En el kilómetro 118, poblado de Tecoripa, se aparta hacia el sur otra carretera pavimentada que termina en el poblado de Suaqui Grande. De ahí por un camino de terracería, en buenas condiciones gran parte del año, que se aparta de esta carretera, lo cual facilita el acceso a el área (figura 2).

Otro acceso alternativo para llegar al área es aquel que saliendo de Hermosillo, a través de camino de terracería, comunica con los poblados y rancherías: Estación Torres, La Misa, Agua Fría, Los Gachupines, Suaqui Grande y Cumuripa.

CLIMA Y VEGETACION:

El clima predominante en la región estudiada, cae dentro de la clasificación de cálido-templado, característicamente seco a semiseco, pero con períodos extremos, sobre todo durante el verano e invierno, con temperaturas de 35° c a 45° c para el primero y de 0° c a 10° c para el segundo. En algunas partes del área estudiada, sobre todo en las partes topográficamente bajas, la temperatura rebasa los 48° c.

El régimen de lluvias se presenta regularmente durante el verano, con una media anual de 350 a 380 mm, principiando en Julio y finalizando en Octubre. Al igual que en otras partes de Sonora, es frecuente que durante los meses de Diciembre a Marzo se tengan lluvias ligeras y que son conocidas con el nombre de "equipatas".

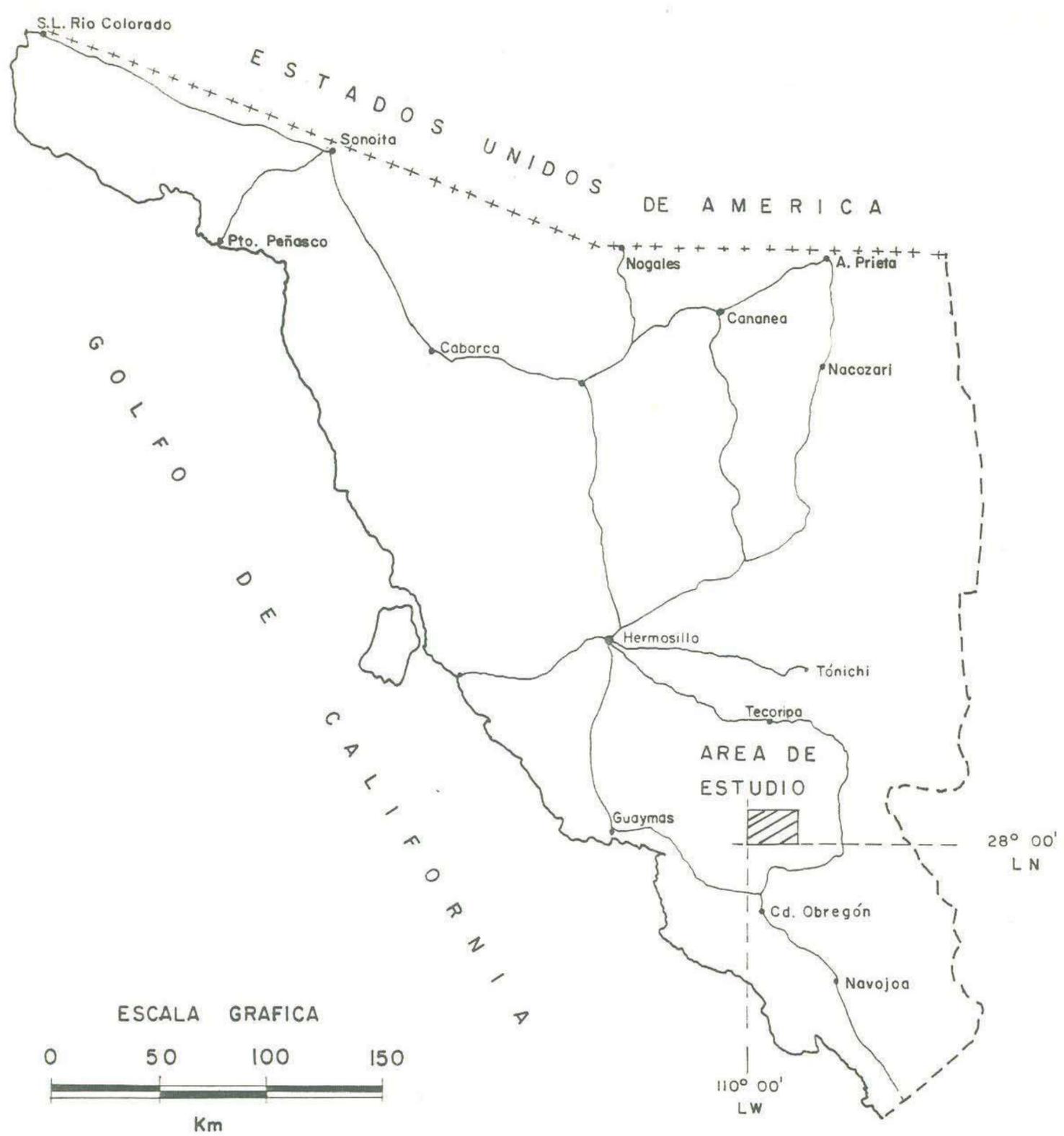
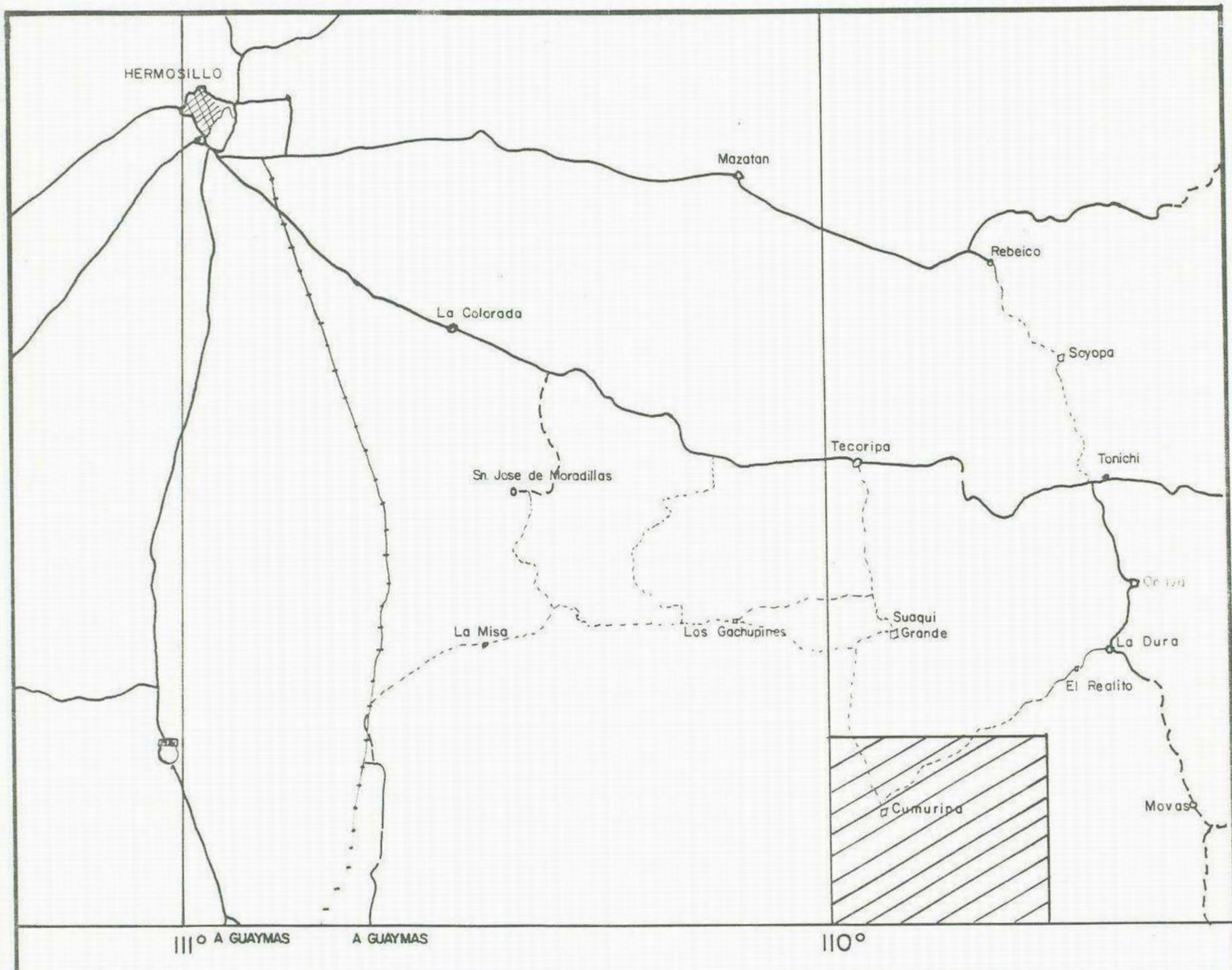


FIGURA I. PLANO DE LOCALIZACION



ESCALA 1:1 000 000

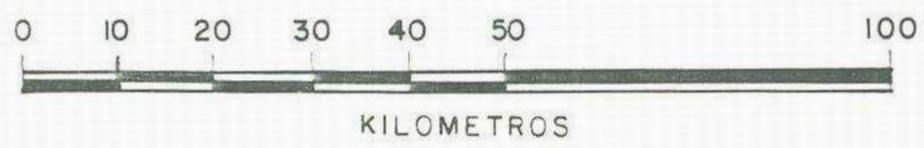


FIGURA 2. VIAS DE COMUNICACION Y ACCESO

Durante la temporada de lluvias es muy difícil y a veces imposible el tener acceso al área de estudio.

La vegetación característica de esta región, está representada por un buen número de árboles, arbustos y matorrales que son típicos de los climas cálidos y semidesérticos. Dentro de estos predomina una gran variedad de xerófitas, cuya distribución y abundancia está controlada por la topografía.

#### OBJETIVOS DEL TRABAJO:

Dentro de los objetivos se consideraron los siguientes:

a).- Establecer la edad y distribución de las rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, ubicándolas en una columna estratigráfica general del área.

b).- Definir y detallar las características litológicas y estratigráficas de las rocas que afloran dentro del área de estudio, así como también el establecer y precisar su relación, espesor y ambiente de depositación de cada una de ellas.

c).- Situar el depósito dentro del correspondiente marco paleogeográfico y tectónico, desde el Triásico hasta el Cenozoico.

d).- Definir el sistema estructural predominante, así como su evolución tectónica en un contexto regional.

#### ESTUDIOS PREVIOS:

Dentro del área de estudio, pero en mayor número en los alrededores de la misma, se han efectuado una serie de trabajos, que van desde una sencilla cartografía para uso en la prospección minera, hasta investigaciones especializadas y científicas, usando las técnicas y metodologías más actualizadas, mediante las cuales se han estudiado en particular, alguna de las características estratigráficas, estructurales o económicas del área.

DUMBLE, E.T. (1900).- Realizó un reconocimiento geológico regional, describe y asigna el nombre de División Barranca a un grupo de rocas de edad triásica superior, dividiéndola en tres miembros: Inferior, Medio y Superior. Considera además este autor que la serie de rocas volcánicas que afloran en la sierra Lista Blanca, son igualmente de edad Triásico y la asigna el nombre de Formación Lista Blanca. En esa época, estimó que esta serie de rocas, conjuntamente con las rocas subyacentes de la División Barranca, formaban parte de un sistema único y por consiguiente, una misma edad para ambas. Sin embargo, deja abierta la posibilidad de que las rocas volcánicas sean más jóvenes que el Triásico. En este mismo estudio, le asigna el nombre de División Báucari a un conjunto de conglomerados y areniscas del Terciario superior; posteriormente se modifica el nombre de Báucari por el de

Báucarit, tal como se le conoce actualmente. Este mismo autor reporta una secuencia de rocas volcanoclásticas que afloran en la localidad denominada Cañón El Obispo, localizado al suroeste de Onavas y noreste de Suaqui Grande y le asigna una edad cretácica, sin especificar si es inferior o superior, de acuerdo con la presencia de fósiles en unos estratos de calizas.

KING, R.E. (1939).- Efectúa estudios a nivel regional en la porción norte de la Sierra Madre Occidental y eleva al rango de Formación a la División Barranca de Dumble. Considera además como poco probable que las rocas volcánicas de la Formación Lista Blanca sean de edad Triásico; por el contrario, argumenta la presencia de una discordancia angular entre las rocas de la Formación Barranca y las volcánicas de la sierra Lista Blanca, considerando a estas últimas como de edad terciaria.

WILSON, I.F. y ROCHA, V.S. (1946).- Efectúan un estudio geológico y económico en los yacimientos de carbón entre la región de Santa Clara y el poblado La Barranca y le asignan el nombre de Formación Tarahumara a un conjunto de rocas volcánicas de composición predominantemente andesítica - dacítica, manifestándose en forma de coladas, aglomerados y brechas, asignándole una edad cretácica, aunque no dan mucha información en relación a su ubicación en la columna litológica.

ALENCASTER, de C.G. (1961).- Realiza un estudio detallado de la flora y fauna fósil contenida en las rocas de la Formación Barranca, a la que además de elevarla al rango de Grupo y asignarle una edad del Cárnico ( Triásico Tardío ), la dividió en tres formaciones, de la base a la cima: Arrayanes, Santa Clara y Coyotes.

WEBER, R. y otros (1980 y 1985).- Como resultado de investigaciones paleobotánicas en la Formación Santa Clara, realizados entre Hermosillo y Tónichi, reportan el descubrimiento de 25 nuevas localidades fosilíferas y corroboran la edad cárnica para esta formación, tal como lo estableció Alencaster.

POTTER, E.P. y otros (1980).- Además de confirmar las tres divisiones formacionales del Grupo Barranca, detallan las características de estructuras primarias y datos de paleocorrientes; diferenciando además dos tipos de conglomerados dentro del Grupo Barranca: Uno de río o de arroyo y otro de flujos de lodos.

VASALLO, L.P (1985).- Relaciona la evolución geológica de la parte central de Sonora, con la génesis de los depósitos de grafito, considerando las diferentes fases tectono - magmáticas; así como su influencia en la transformación del

carbón a antracita-grafito. Establece que tres fases orogénicas post-triásicas intervienen en la grafitización del carbón.

BARRERA, M.E. y otros (1986).- Elaboran la cartografía a semidetalle de las hojas Tecoripa, Tónichi y Rebeico que conforman el Convenio Huásabas ( Pemex-UniSon ). Descubren varias localidades de rocas lutíticas carbonosas conteniendo una amplia y variada presencia de fósiles del tipo graptolitos, siendo este un fundamento para modificar, reduciendo grandemente, la extensión de aquellos afloramientos que anteriormente estuvieron considerados como de edad Triásico-Jurásico y por lo mismo, asignados al Grupo Barranca. Mediante esta modificación, estas rocas son reclasificadas como de edad ordovícica y devónica.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD (1988).- Realiza estudios de detalle y muestreo de los mantos de carbón en la Formación Santa Clara. Mediante una fotointerpretación, elaboran la cartografía regional y de semidetalle, esta última a escala 1:50,000, de la región carbonífera. Informe interno

## II.- FISIOGRAFIA :

### PROVINCIAS FISIOGRAFICAS:

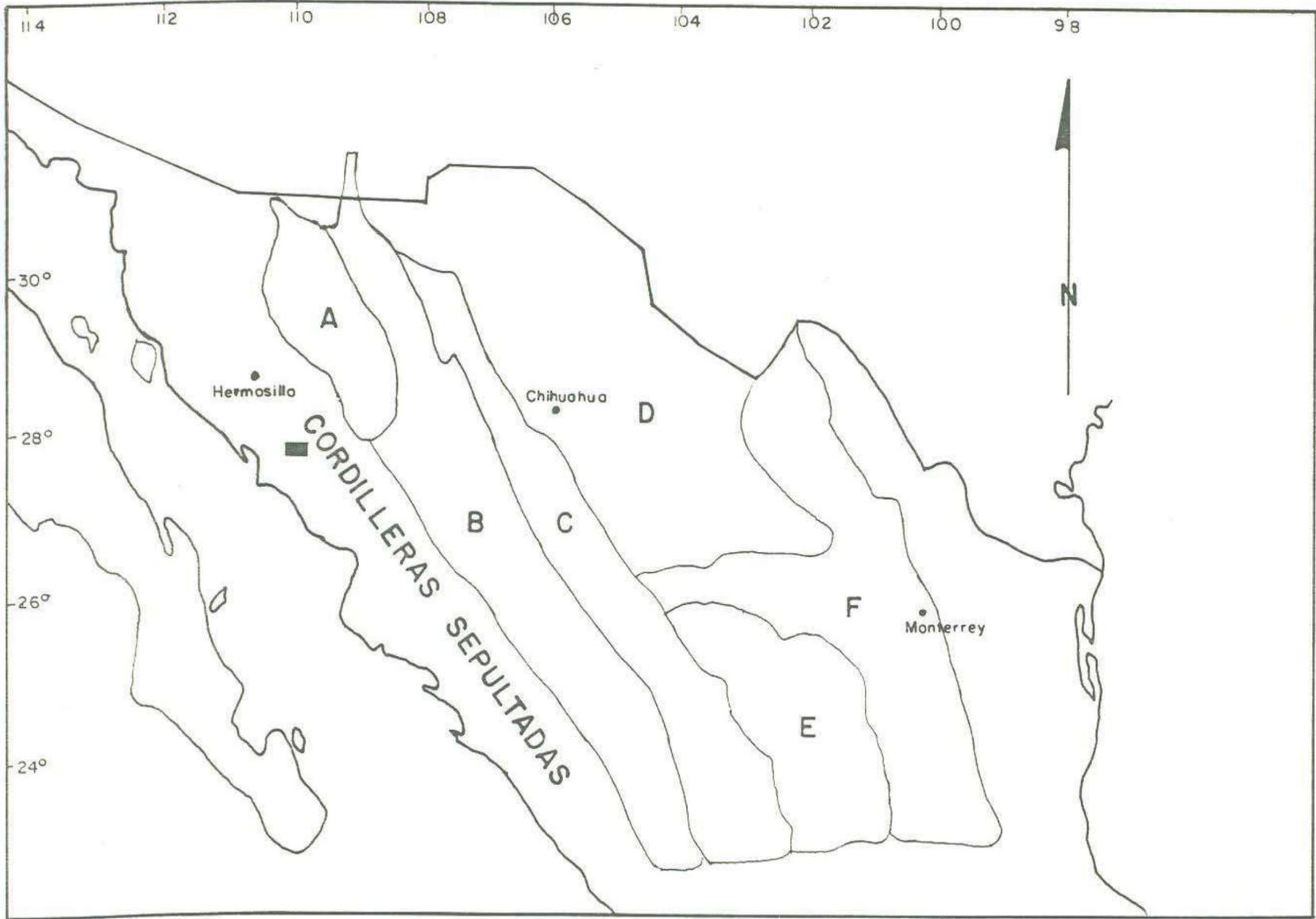
El área comprendida dentro del presente estudio se ubica regionalmente dentro de la provincia fisiográfica de Cordilleras Sepultadas (subprovincia del Desierto Sonorense). Una porción del área estudiada, extremo oriental, corresponde con la provincia de la Sierra Madre Occidental, específicamente con la subprovincia de Sierras Alargadas. Raisz, 1964 ( figura 3).

En términos generales se considera a la provincia de Cordilleras Sepultadas como la prolongación, hacia el oeste, de la subprovincia de Sierras Alargadas, a la cual también se le denomina como Sierras y Valles Paralelos o Basin and Range, que se desarrolla típicamente en esta región durante el Terciario medio-superior y en donde una de las características más notorias es la existencia de numerosas y amplias cadenas montañosas que presentan una orientación preferencial NNW-SSE, limitadas por grandes fallas normales y extensos valles intermontanos.

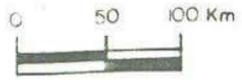
La subprovincia de Sierras Alargadas tiende a desaparecer antes de llegar a la frontera con los Estados Unidos y hacia el sur limita con la Mesa Central y la Meseta Neovolcánica.

### GEOMORFOLOGIA:

Los rasgos geomorfológicos predominantes en el área estudiada, son producto y consecuencia de procesos tectónicos distensivos, los cuales produjeron movimiento de grandes bloques (horsts y grabens) a lo largo de un fallamiento normal y que representan actualmente



SUBPROVINCIAS DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL  
(SEGUN RAISZ 1964)



■ AREA DE ESTUDIO

- A · CORDILLERAS ALTAS SONORENSES
- B · MESETAS DE LAVA (RIOLITICAS)
- C · SIERRA MADRE OCCIDENTAL
- D · SIERRAS Y VALLES PARALELOS
- E · MESETA CENTRAL
- F · SIERRA MADRE ORIENTAL

FIGURA 3 · PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

una etapa de madurez dentro del ciclo geomorfológico.

Al igual que en otras áreas vecinas, los amplios y extendidos valles intermontanos desarrollados durante la fase distensiva, han sido y están siendo rellenados por sedimentos, semiconsolidados, representados por conglomerados, areniscas, gravas y aluvión, en ocasiones con intercalaciones, en varios niveles, de flujos de basaltos, andesitas e ignimbritas. En conjunto, esta asociación de sedimentos y productos volcánicos definen a la Formación Báucarit (TsB) por una parte y al Cenozoico continental indiferenciado (Cci) por el otro.

#### **HIDROGRAFIA:**

El tipo de drenaje principal que se manifiesta en el área, es una consecuencia de las características geomorfológicas existentes. Como resultado, sobresale predominantemente un sistema dendrítico rectangular, con volúmenes de escurrimiento muy variable y en donde las corrientes permanentes e intermitentes fluyen hacia los valles y partes bajas. En las serranías y partes altas topográficas, el drenaje es del tipo dendrítico angular, que es tributario del drenaje principal.

La red hidrográfica principal, del área, está constituida por los ríos Yaqui y Suaqui; siendo el primero de ellos el de mayor importancia en la región y en el Estado de Sonora.

### **III.- ESTRATIGRAFIA**

#### **ERATEMA MESOZOICO**

#### **SISTEMA TRIASICO**

#### **GRUPO BARRANCA**

#### **DEFINICION Y GENERALIDADES :**

Las rocas sedimentarias que definen al Grupo Barranca, con una edad del Triásico Superior, afloran en la región de San Javier, La Barranca y Tecoripa, porción centro-oriental de Sonora, con un espesor en el rango de 3000 m Stewart (1991).

En el noroeste de México y porción suroeste de E.U.A. se reportan localidades donde existen afloramientos de estas rocas.

Dumble (1900), describe en los alrededores de San Javier y Tónichi, un conjunto de rocas sedimentarias, representadas por lutitas, areniscas y conglomerados, a las que denomina como División

Barranca, misma que divide en tres miembros: Inferior, medio y superior. King (1939), en su reconocimiento regional modifica el rango, de División a Formación Barranca, y de acuerdo con la presencia de plantas fósiles, le asigna una edad del Triásico Tardío.

Años más tarde, Wilson y Rocha (1946), al estudiar los yacimientos de carbón de la región de Santa Clara, Mpio. de San Javier, concuerdan en que la Formación Barranca está conformada por tres miembros y que particularmente los mantos de carbón, están genéticamente asociados con el miembro medio, al cual se le conoce actualmente como Santa Clara.

Finalmente, Alencaster (1961), al estudiar y correlacionar las rocas triásicas de Sonora, propone modificar el rango, de Formación a Grupo Barranca, como se le define actualmente. Considera justificable denominar a cada uno de los miembros, a los que eleva al rango de formación, de la base a la cima: Formación Arrayanes, Formación Santa Clara y Formación Coyotes.

#### CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS Y ESPESOR.

La parte inferior y media de esta secuencia de rocas triásicas, formaciones Arrayanes y Santa Clara, están constituidas por depósitos fluviales y deltáicos marinos, representados en la mayoría de los casos, por areniscas cuarzosas y arcóscicas, conglomerados, lutitas y lodolitas. mientras que la parte superior, Formación Coyotes, está constituida por depósitos de abanicos aluviales, que se caracterizan por la presencia de conglomerados de guijarros y cantos de cuarzo (derivados de cuarcitas), pedernal y calizas, con intercalaciones de estratos de areniscas y horizontes delgados de lutitas.

Dentro de la secuencia y particularmente asociados con la parte media, Formación Santa Clara, existe una cantidad variable, en número, tamaño y dimensión, de mantos de carbón y que en mayor o menor grado han sido transformados a grafito, Arriaga y Obregón (1991). Esta fase extrema de transformación del carbón, variedad antracítica, a grafito, se atribuye a un factor térmico que se generó a consecuencia del emplazamiento de cuerpos intrusivos, batolitos y apófisis, graníticos y facies porfídicas de menor magnitud, durante el Cretácico tardío-Terciario temprano, Vasallo (1985).

A pesar de que estas rocas han sido estudiadas por varios investigadores en años recientes, no existe un claro y definido entendimiento en relación con los espesores de las unidades que conforman a cada una de las formaciones, así como tampoco en cuanto a la posición de los tipos litológicos dentro de la columna estratigráfica del área. Por este motivo, en muchas ocasiones estas características son mostradas diagramáticamente y en consecuencia, algunos aspectos lito-estratigráficos pueden mostrar una discrepancia bien evidente. Las particularidades relacionadas con estas rocas en la porción centro-oriental, han sido descritas en forma detallada por Stewart y Roldán, (1991) y Cojan y Potter, (1991).

#### RELACIONES ESTRATIGRAFICAS :

En la Sierra de San Javier, las rocas del Grupo Barranca sobreyacen discordantemente a una secuencia de rocas paleozoicas, de ambiente eugeosinclinal, constituidas por lutitas carbonosas, areniscas, lodolitas, rocas carbonatadas y pedernal. Están a su vez, cubiertas discordantemente por las rocas volcánicas cretácicas, que constituyen a la Formación Tarahumara, cuya edad no es muy precisa, aunque se considera que es post-Triásico-Cenozoico temprano.

La Formación Santa Clara, en términos generales, sobreyace mediante un contacto, aparentemente gradacional, a la Formación Arrayanes y es cubierta discordantemente por las rocas que constituyen a la Formación Coyotes.

#### EDAD Y CORRELACION DEL GRUPO BARRANCA :

La edad del Grupo Barranca, en conjunto, es desconocida y difícil de establecer, sobre todo para la parte inferior y superior, Formaciones Arrayanes y Coyotes. La Formación Santa Clara ha sido fechada paleontológicamente como Triásico tardío (Cárnico), de acuerdo con una abundante y variada presencia de plantas fósiles, Silva (1961), Weber (1985), Weber y otros (1980). Esta edad sería posteriormente ratificada mediante la presencia de fósiles marinos: pelecípodos, braquiópodos y una única localidad con amonita, Alencaster (1961).

Tomando en consideración que no se han encontrado fósiles preservados e identificables en las formaciones Arrayanes y Coyotes,

se considera que la primera debe de tener también una edad de al menos Triásico tardío, debido al aparente contacto gradacional con las rocas de la Santa Clara y que la segunda, debe de ser más joven o significativamente más joven que el Triásico tardío, ya que está depositada discordantemente sobre la Santa Clara, pero más antigua que la edad establecida para las rocas intrusivas graníticas, la cual es entre 62 y 53 m.a. Damon y otros (1983).

Las reconstrucciones paleogeográficas establecen la existencia de una cuenca sedimentaria, Cuenca de San Marcial, que existió durante el Triásico tardío y sobre la cual se depositaron los sedimentos del Grupo Barranca. Se considera que esta cuenca de alguna manera estuvo comunicada con la paleobahía de El Antimonio, sobre la cual se depositaron rocas de ambiente marino, que definen a la Formación antimonio, al Oeste de Caborca.

Las rocas del Grupo Barranca que afloran en la región de Tecoripa, San Javier, La Barranca, etc., son correlacionables a escala regional, con el miembro inferior de la Formación Antimonio, González (1980); con la secuencia de el Triásico superior aflorante en la sierra La Flojera, al noreste de Hermosillo, González y Roldán (1985) y con las rocas del Triásico tardío de la región de San Marcial, al sureste de San José de Moradillas, Alencaster (1961); así como también con algunas localidades en Cumuripa, en donde los afloramientos cartografiados representan remanentes y bloques fragmentados, a consecuencia de los eventos tectónicos, intrusivos y volcánicos, que se desarrollaron en el área.

## S I S T E M A C R E T A C I C O

### "CRETACICO INFERIOR VOLCANICO"

#### FORMACION TARAHUMARA (KivT)

#### DEFINICION :

Wilson y Rocha (1964), utilizan este término para describir una secuencia de rocas volcánicas, con una composición variable de andesítica a dacítica, representadas por flujos, brechas y aglomerados. La localidad tipo en donde estos autores le asignaron el nombre a esta formación, se ubica en el Arroyo Tarahumara, que se localiza en los alrededores del rancho del mismo nombre y en las

cercanías de los yacimientos de carbón de Santa Clara, en la región de Tónichi.

#### DISTRIBUCION :

Este conjunto de rocas volcánicas se encuentra ampliamente distribuido en la mayor parte del área aledaña. En la mayoría de los casos, los afloramientos se manifiestan formando grandes sierras alargadas, con una orientación preferente NW - SE, o bien cerros y promontorios aislados; ( ver mapa geológico ).

Estas rocas volcánicas afloran en el área de Cumuripa, sobre una franja orientada este - oeste, en las porciones centro y norte de la hoja. Las localidades más conocidas son: El Alamito, Agua del Zacate, Agua Salada y en los cerros Colorado, El Mezquite y El Embarcadero.

#### PETROGRAFIA :

La información obtenida mediante el trabajo de campo, complementada con las particularidades observadas en caminamientos , nos permite establecer que el conjunto de rocas volcánicas (tobas, brechas, derrames y aglomerados) que caracterizan y definen típicamente a la Formación Tarahumara, muestra un cambio litológico, aparentemente gradual y transicional, a un conjunto de rocas volcanosedimentarias. Por este motivo, se consideró conveniente dividir a la Formación Tarahumara en dos miembros o unidades: uno inferior, representado por las volcánicas andesíticas y dacíticas, comúnmente alteradas por soluciones hidrotermales, y uno superior, con características litológicas indicativas de ambientes volcanosedimentarios, en donde existen estratos, con espesores variables, constituidos por areniscas tobáceas, tobas arenosas, areniscas - lutitas y estratos lenticulares de calizas.

## MIEMBRO INFERIOR :

Se utiliza este nombre para designar a un conjunto de rocas volcánicas, con una composición mineralógica de andesítica a dacítica, que se manifiestan en forma de derrames, brechas, aglomerados y tobas en menor proporción. Por esta razón, presentan regularmente una textura muy variada, de afanítica - vítrea a porfídica y aglomerática; de igual manera, los colores son muy diversos, desde los tonos grisáceos hasta los verde oscuros.

Una característica que particulariza e identifica a estas rocas, diferenciándolas al mismo tiempo de las rocas volcánicas terciarias, es un fuerte fracturamiento-fallamiento y una alteración hidrotermal, cuya intensidad y desarrollo es muy variable, dependiendo de varios factores: uno de los cuales es la cercanía y efecto del emplazamiento de los cuerpos intrusivos ("Complejo Batolítico de Sonora") y otro es en relación con la facilidad de circulación de las soluciones hidrotermales.

La generación de estos fluidos hidrotermales, durante o ligeramente posterior a las intrusiones graníticas, permearon y alteraron a las rocas pre-batolíticas: Grupo Barranca y Formación Tarahumara. En estas últimas, la actividad hidrotermal desarrolló una asociación de minerales secundarios (calcita, clorita, epidota, biotita, cuarzo, sulfuros y óxidos de fierro, etc.), que en conjunto definen a una alteración hidrotermal del tipo "propilítico", de acuerdo con el modelo de Lowell y Gilbert (1970).

En lámina delgada estas rocas presentan, por lo general, textura porfídica, combinada con una matriz afanítica-vítrea, en donde los fenocristales de plagioclasas sodico-cálcicas, biotita y hornblenda, además de mostrar una orientación preferencial, están irregularmente reemplazados por epidota, calcita, sericita,

cuarzo y biotita secundarios, óxidos de fierro, minerales arcillosos y clorita. En varias de las muestras, es frecuente encontrar cristales de cuarzo, con un aspecto amiboide muy particular y golfos de corrosión, lo cual es característico de rocas formadas en ambientes volcánicos. En algunas otras, los rasgos texturales indican un carácter tobáceo y aglomerático, a consecuencia de la presencia, abundancia y tamaño de los fragmentos de rocas, la mayoría correspondiendo a volcánicas cretácicas y en menor proporción a sedimentarias del Grupo Barranca.

Por lo general, los afloramientos de estas rocas volcánicas son masivos y compactos.

El espesor estimado para este conjunto de rocas volcánicas, en el área, es en el rango de 500 m; sin embargo, King (1939) y Wilson y Rocha (1946), establecen la posibilidad de que al sur de la sierra de San Javier, las rocas volcánicas de la Formación Tarahumara, tengan un espesor superior a los 900 m.

#### RELACIONES CON LAS ROCAS ENCAJONANTES :

Dentro del área estudiada, las rocas que conforman al miembro inferior de la Formación Tarahumara, cubren discordantemente a las rocas sedimentarias triásicas del Grupo Barranca. En las cercanías del área de estudio, región de San Javier y Tónichi, se reporta la depositación discordante de la formación Tarahumara sobre rocas mesozoicas y paleozoicas, Barrera y otros (1986); sin embargo, en el trabajo de campo no se cartografiaron rocas de esta última edad, a pesar de que en la región referida estas tienen espesores de varios cientos de metros.

Se considera que el miembro inferior de la formación

Tarahumara, cambia gradual y concordantemente a una secuencia volcanosedimentaria, a la que se le ha asignado, tentativamente, una edad que cubre del Cretácico superior a posiblemente Terciario inferior. Por este motivo y tomando en consideración la similitud litológica, además de la información de edades radiométricas, de las rocas volcánicas en las cercanías del área (en las localidades del Cañón El Obispo y al oriente de Onavas), se considera que este conjunto de rocas volcanosedimentarias, miembro superior de la Formación Tarahumara, pueden y deberían estar cubiertas discordantemente por las rocas oligocénicas, (McDowell y otros (1991)); así como por las rocas de las Formaciones Báucarit y Lista Blanca, además del "Cenozoico continental indeferenciado" y del aluvión.

Por otra parte, el conjunto de rocas volcánicas fueron intrusionadas y afectadas por el emplazamiento de cuerpos graníticos y cuarzodioríticos, en forma de batolitos, apófisis y diques, que se manifiestan en áreas vecinas (San Javier, San Antonio de la Huerta, Tecoripa, Rebeico, etc.), así como en Suaquí grande (Mina La Verde), con edades que fluctúan entre  $67.3 \pm 1.4$  m a y  $49.3 \pm 1.2$  m a, Damon y otros (1983).

#### EDAD Y CORRELACION :

En un reconocimiento regional, Dumble (1901), reporta la presencia de estratos de calizas, con espesores de 25 m, en la localidad conocida como Cañón El Obispo, que se ubica al occidente del poblado de Onavas. Este autor establece que estas rocas calcáreas "están depositadas sobre rocas volcánicas aglomeráticas y cubiertas por las rocas verdes de la región". En esta localidad reporta la presencia de fósiles (pseudomorfos(?)) silicificados de ostreas mal preservadas, gasterópodos, una cypremaría y una pequeña Gryphaea, los cuales consideró que representaban una fauna del Cretácico.

Anteriores investigaciones efectuadas por algunos autores, entre ellos King (1939) y Rangin (1982 y 1986), han considerado que los sedimentos del Cretácico se depositaron en una variedad de ambientes: marino hacia la parte oriental del Estado y continental-marino transicional hacia la parte centro-oriental de Sonora. En este último ambiente, fue donde se depositaron potentes derrames de lava con delgadas intercalaciones y estratos lenticulares de calizas y sedimentos detríticos.

Barrera y Otros (1986) consideran que en la región de San Marcial y La Barranca, la Formación Tarahumara presenta características volcanosedimentarias y que la Formación Potrero, nombrada por King (1939), además de tener un carácter sedimentario, representa las facies de transición entre la Tarahumara y la Cuenca Chihuahuense del Albiano - Aptiano. Por su parte Rangin (1982) considera que la Formación Alisitos define a una secuencia de rocas volcanosedimentarias del Cretácico inferior y su origen lo relaciona con la evolución de un arco magmático-volcánico, definido como " Alisitos ", del Jurásico superior-Cretácico inferior y que las Formaciones Alisitos y Tarahumara, presentan algunas similitudes y por consiguiente, un mecanismo de origen parecido. Sin embargo, cuando se comparan en detalle estas formaciones, si bien es cierto que presentan similitudes litológicas, muestran contrastes bien marcados en cuanto a su ambiente de depositación, claramente marino para la primera y característicamente continental para la segunda.

La edad del miembro inferior de la Tarahumara, se considera que es post-jurásico, ya que en áreas vecinas (región de San Javier y Tónichi), las rocas volcánicas están depositadas discordantemente sobre las rocas de la Formación Coyotes, parte superior del Grupo Barranca, a la cual se le considera una posible edad Jurásico, (Barrera y otros (1986), Stewart y Roldán (1991)).

En resumen, a la parte inferior de la unidad Tarahumara se le asigna una edad tentativa del Cretácico temprano, de acuerdo con los siguientes argumentos:

- a) Por su posición estratigráfica
- b) Por su aparente correlación con una secuencia de rocas también volcanoclásticas, localizadas en el área oriental del poblado de Alamos, a unos 30 km al sureste de Cumuripa y en las cuales han sido identificados fósiles del tipo Colomiella recta y otros organismos que indican una edad del Cretácico temprano.
- c) Por estar intrusionadas y afectadas por cuerpos graníticos y cuarzodioríticos, con edades radiométricas que varían del Cretácico tardío al Terciario temprano.

#### ORIGEN :

El origen de estas rocas es típico de los límites de placas convergentes, donde se forman arcos volcánicos de afinidad calcoalcalina, (McDowell y Clabaugh, 1979). Por lo tanto, se considera que el origen es una consecuencia y producto de la subducción de la Placa Farallón debajo de la Placa Norteamericana.

#### FORMACION TARAHUMARA (Kiv T)

##### MIEMBRO SUPERIOR (PALOS QUEMADOS)

##### SECUENCIA VOLCANOSEDIMENTARIA

#### DEFINICION:

Dumble (1900) describe una secuencia de rocas volcanoclásticas que afloran en el Cañón El Obispo, localizado

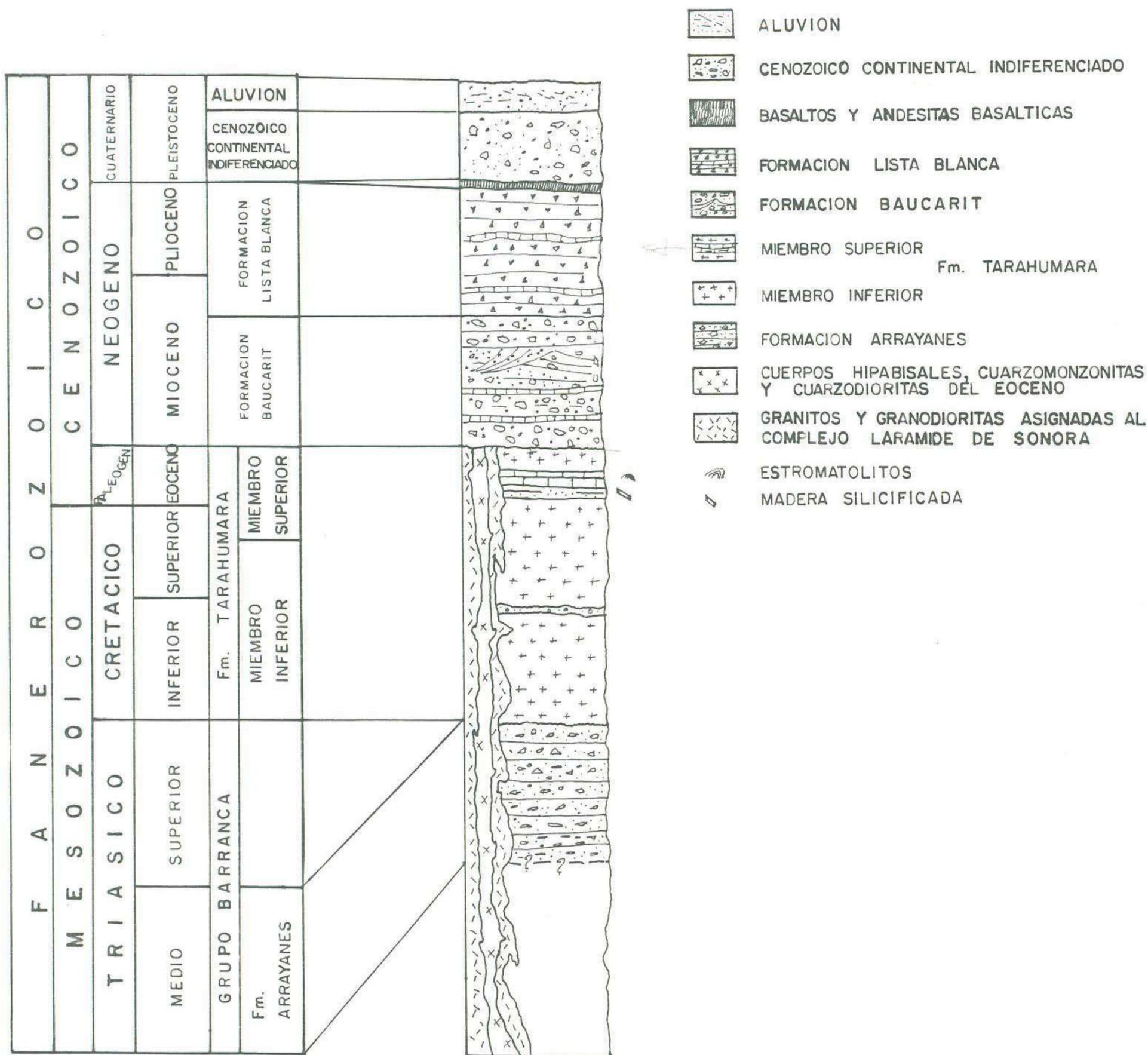


FIGURA 4. COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL AREA (SIN ESCALA)

y El Mezquite).

LITOLOGIA Y ESPESOR:

Biblioteca Depto.  
de Geologia

al noroeste del poblado de Onavas y a unos 30 km al noreste del área de Cumuripa. Interestratificadas dentro de esta secuencia, reporta la presencia de estratos de caliza, con espesores de hasta 25 m, las cuales contienen fósiles mal preservados (pseudomorfos?) y silicificados, a los cuales identifica como gasterópodos, ostreas, una variedad de Cipremaría y una pequeña Gryphaea, considerando que en conjunto constituían una fauna del Cretácico. Sin embargo, no establece mayor detalle en cuanto al rango preciso de edad, ambiente de depósito, espesor y magnitud de la secuencia volcanoclástica.

En este trabajo y como resultado de los trabajos de campo, se define y establece la presencia de una secuencia de rocas que presentan características de ambientes volcanosedimentarios y a la cual se considera que constituye la parte superior de la Formación Tarahumara.

#### DISTRIBUCION:

En el Estado de Sonora existen varias localidades en donde se reporta la presencia de rocas volcánicas cretácicas, principalmente de composición andesítica, conteniendo intercalaciones de estratos de calizas de espesores muy variables; ( ver mapa geológico ).

El conjunto de rocas volcánicas - volcanosedimentarias se presentan como afloramientos muy localizados y reducidos en la hoja Cumuripa, extremo oriental y occidental (Palos Quemados y El Mezquite).

#### LITOLOGIA Y ESPESOR:

**Biblioteca Depto.  
de Geología**

De acuerdo con las características litológicas

observadas en los afloramientos considerados como volcanosedimentarios, se establece que están constituidos por areniscas tobáceas o tobas arenosas, con intercalaciones de calizas, frecuentemente con una tendencia lenticular y que hacia la parte superior cambia gradualmente hacia una alternancia de areniscas, lutitas y calizas, con esporádicos lentes conglomeráticos; (ver figura 5).

En Cerro El Mezquite, las lutitas y calizas, con colores de gris oscuro a rojizo, contienen delgadas bandas de pedernal. En la localidad de Palos Quemados, se colectaron muestras de troncos y madera silicificada, así como una gran abundancia de estructuras estromatolíticas y restos de tallos y ramas (?). Esta secuencia se encuentra generalmente fallada y basculada, con inclinaciones de  $10^{\circ}$  a  $30^{\circ}$ , hacia el E y NE. Únicamente en el extremo oriental de la localidad de Palos Quemados se observaron algunos pliegues, siendo estos muy cerrados y probablemente producto del efecto y movimiento de fallas.

A causa de la irregularidad y discontinuidad de los afloramientos que definen a esta secuencia volcanosedimentaria, no es posible establecer un espesor total de la misma. Sin embargo y de acuerdo con información de estudios efectuados en años anteriores, en los alrededores del área se estima un espesor total en el rango de 500 m para la secuencia volcánica. Por otra parte, King (1939) considera la posibilidad de que al sur de la sierra de San Javier, que se localiza al norte del área, las rocas volcánicas andesíticas de esta formación tengan un espesor superior a los 900 m.

El espesor de las rocas sedimentarias, dentro de la secuencia volcanoclástica, tiende a aumentar hacia el este y sur del área delimitada por el Prospecto Onavas. En la localidad El Taráis se comporta en forma lenticular, con estratos de 1 a 2 m de espesor; en el arroyo El Pilar es de 15 a 25 m; en el Cañón El Obispo de 25 a 75 y en Palos Quemados y El Mezquite, es de 154

m. En conclusión, se puede considerar que el espesor de ésta secuencia sedimentaria, varía de fracciones de metro, en su extremo oeste, hasta más de 200 mts. en su extremo oriental.

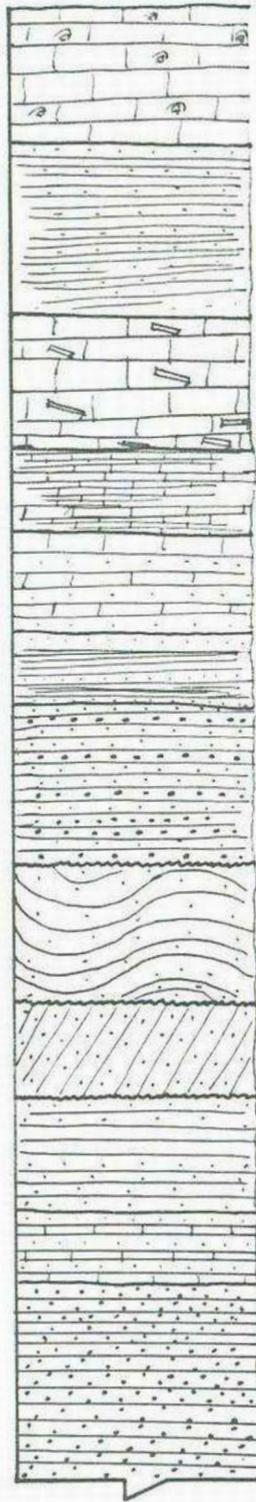
En la localidad denominada Palos Quemados, extremo oriental de la hoja topográfica Cumuripa, se midió la columna estratigráfica C-1, con un espesor de 154 m y sobre la cual se obtuvieron 7 muestras (figura 5). La columna está constituida por una alternancia de lutita y areniscas de color café rojizo y gris; hacia la parte superior se intercalan estratos de calizas de color café amarillento, en los cuales se observaron y colectaron muestras de madera fósil y estromatolitos, mismos que fueron enviados a especialistas para su estudio e identificación; sin embargo, a la fecha no se ha recibido ninguna información.

#### RELACIONES ESTRATIGRAFICAS:

Hacia la parte inferior de la secuencia volcanosedimentaria, se observa un cambio gradual con las rocas volcánicas andesíticas, que constituyen el miembro inferior de la Formación Tarahumara, por lo que se considera que la depositación de la secuencia sedimentaria es concordante. El contacto superior no está bien definido y por lo mismo es difícil observarlo; sin embargo, pudiera estar cubierto discordantemente por las rocas de edad oligocena, en caso de que afloren éstas dentro del área. De igual manera, pueden estar cubiertas, también discordantemente, por rocas de las Formaciones Báucarit y Lista Blanca.

#### EDAD Y CORRELACION:

Algunos autores, entre ellos King (1939) y Rangin (1982), han cartografiado y descrito, en áreas vecinas, secuencias litológicas similares a estas volcanosedimentarias o



ESCALA 1 : 1000

CALIZA COLOR ROJO CON ESTROMATOLITOS

LUTITAS CALCAREAS COLOR OSCURO

CALIZA COLOR CAFE CON MADERA SILICIFICADA

CALIZAS COLOR ROJIZO

ALTERNANCIA DE CALIZAS Y LUTITAS

LUTITAS GRISES

ALTERNANCIA DE LUTITAS Y ARENISCAS

LUTITAS PLEGADAS

LUTITAS VERTICALES

LUTITAS

LUTITAS Y CALIZAS

ARENISCAS CAFE

FIGURA 5. SECCION MEDIDA PALOS QUEMADOS

miembro Palos Quemados de la Formación Tarahumara; sin embargo, las consideran como parte de un todo dentro de las rocas volcánicas, sin establecer ninguna separación y por lo mismo, la edad asignada a estas rocas volcánicas, Cretácico temprano, la hacen extensiva a la secuencia volcanoclástica. Esta edad asignada es con fundamento en su relación estratigráfica, mediante la cual sobreyacen a rocas sedimentarias de edad Paleozoico y Triásico.

Los resultados de investigaciones más recientes, parecen sugerir que la mayor parte de las secuencias volcánicas y volcanoclásticas, anteriormente consideradas como del Cretácico temprano, corresponden más bien al Cretácico tardío- Terciario temprano, González (1989).

Las dataciones isotópicas, usando el método K/Ar, que se han efectuado sobre rocas aflorantes en las áreas de Arivechi, Sahuaripa y Presa El Novillo, las cuales se consideraban anteriormente de edad Cretácico inferior, indican que en realidad las edades fluctúan entre  $83 \pm 4.0$  y  $47.5 \pm 2.3$  m a, lo cual las ubicaría entre el Campaniano - Eoceno, Pubellier (1987).

En las localidades de Lampazos y Cerro de Oro, regiones de Moctezuma y Rayón, se han cartografiado secuencias litológicas que presentan características muy similares y a las cuales se les considera una edad del Terciario, González (En preparación).

En la región de Alamos, localizada al sureste del área de estudio, recientemente se ha reportado la presencia de estratos de calizas, interestratificados dentro de un conjunto de rocas volcánicas, de composición andesítica y alteradas por hidrotermalismo. Asociados a estas calizas, se tiene la presencia de Colomiella recta, microcalamoides, ostrácodos, Hedbergella sp y restos de equinodermos, que además de indicar un ambiente de mar abierto, establecen una edad de Albiano temprano.

En algunas muestras de rocas sedimentarias, colectadas en la localidad del arroyo El Pilar, extremo sureste-oriental de la Hoja Suaqui Grande y que corresponden a wackestone-packstone recristalizadas, se determinó la presencia de cortes de algas dascycladaceas ?, las cuales parecen haberse depositado en un ambiente de intermarea e indicarían una edad del Cretácico temprano.

En resumen y considerando las referencias anteriores, en este estudio se opta por asignarle tentativamente una edad que correspondería al Cretácico temprano, sin descartar la posibilidad de que pudiera ser considerada una edad del Cretácico tardío y aún del Terciario temprano. En consecuencia, es necesario enfatizar la importancia de realizar estudios detallados de las características litológicas y estratigráficas, así como trabajos de campo que permitan determinar con exactitud la magnitud y comportamiento de los afloramientos de estas rocas volcanosedimentarias. Mientras no se efectúen estos estudios y se complementen con dataciones radiométricas, cualquier intento de asignarle una edad a estas rocas, será siempre cuestionable.

MEDIO AMBIENTE DE DEPOSITO:

**Biblioteca Depto.  
de Geología**

Las características litológicas de esta secuencia, la ubicación actual y tendencia de los afloramientos de estas rocas volcanosedimentarias y analizadas en un contexto regional, parece posible considerar una relación con el depósito de sedimentos clásticos y material volcánico, asociados a facies proximales y distales, dentro de un modelo de antiguos estratovolcanes y que actualmente, a consecuencia de levantamientos y procesos erosivos, se manifiestan con una expresión de estructuras circulares, tipo caldera. Esta consideración es apoyada con la información hasta hoy obtenida y por la tendencia de algunos afloramientos de estas rocas, que se manifiestan alineados o bordeando a grandes fallas circulares, particularmente en el área centro oriental de la Hoja topográfica Suaqui Grande.

Por otra parte, la presencia y significado de madera fósil, restos de vegetales silicificados y estructuras estromatolíticas, es probable que nos estén representando una etapa de transición de un ambiente volcánico a uno de características deltaicas o lagunares, relacionados y afectados por procesos transgresivos y regresivos, en donde la invasión de aguas marinas o el efecto de intermareas interactuaron durante la depositación de algunos de los niveles de los sedimentos, conjuntamente con los materiales volcánicos.

**CRETACICO SUPERIOR - TERCIARIO INFERIOR**  
**"COMPLEJO BATOLITICO DE SONORA K-TCBS" (Tigr)**

DEFINICION :

En este trabajo se propone este termino para describir a un conjunto de rocas intrusivas félsico-intermedias de textura hipidiomórfica-porfídica, con una composición que varía de granito a cuarzodiorita, debido a esta variación, estas rocas intrusivas presentan diferencias en sus características texturales, de color y asociación mineralógica.

Además de este conjunto de rocas intrusivas, se incluye a un grupo de rocas, también intrusivas, que presentan un carácter químico más intermedio, en las que existe una mayor abundancia de fenocristales de ferromagnesianos: biotita, hornblenda y piroxenos, que están incluidos en una matriz de grano fino a medio, constituida por plagioclasas y cantidades variables de cuarzo y feldespató potásico. En varias localidades, se pudo observar que estas rocas se emplazan y afectan a las rocas graníticas, mismas que son conocidas y referidas como "rocas laramídicas" y a las que actualmente se prefiere denominarlas como "Complejo Batolítico de Sonora", debido precisamente a su variada composición. Es obvio y se puede establecer que existe un leve desfaseamiento en las edades de emplazamiento de estas rocas intrusivas félsicas e intermedias.

Estos conjuntos de rocas intrusivas se han emplazado y alteran a las rocas sedimentarias triásicas del Grupo Barranca y a las volcánicas cretácicas de la Formación Tarahumara, llegando en ocasiones a formar y desarrollar yacimientos minerales de una magnitud y tipología variada: metasomatismo, metamorfismo de contacto e hidrotermalismo, siendo este último el más extenso y notorio, pues se asocia con zonas de anomalías de color que están acompañadas por determinadas alteraciones: silicificación, caolinización, propilitización y turmalinización; la mayoría de ellas relacionadas con cuerpos brechoides (breccia pipes).

#### DISTRIBUCION :

Los cuerpos de rocas ígneas intrusivas están aflorando de muy variada forma y extensión, desde masas batolíticas hasta apófisis y diques, formando lomeríos de poca altura y grandes planicies, en donde están cubiertos por una capa delgada de material arenoso, producto de una erosión residual in situ, o por espesores variables de material poco consolidado, gravas, arenas y arcillas, que definen al "Cenozoico continental indeferenciado" y al Aluvión; ( ver mapa geológico ).

En el mapa geológico se pueden observar afloramientos en el extremo suroeste (cerros El Fortín, La Volanta y El Tordillo; sierra La Finaleza y en el extremo sureste (Agua Escondida, Pilarcito y cerro La Mina).

#### CARACTERISTICAS LITOLOGICAS :

Las variaciones de color, textura y mineralogía son muy distintivas. La textura es frecuentemente fanerítica de grano medio a grueso y un color de crema y gris claro a verde grisáceo. Las principales fases minerales que se observan al microscopio son: cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita, hornblenda y ocasionalmente piroxeno y turmalina. Estas variaciones son el resultado de los procesos de diferenciación magmática y en otros, consecuencia de los niveles actuales de erosión. La alteración más visible y frecuente es el

intemperismo; sin embargo, en algunos afloramientos se han desarrollado zonas de alteración hidrotermal, producto del ascenso y reacción de los fluidos hipogénicos, con las rocas encajonantes, sobre las cuales se han formado minerales secundarios que definen a una zona de alteración hidrotermal del tipo argílica-propilítica, con evidencias de procesos pneumatolíticos, responsables de la formación de turmalina.

#### RELACIONES CON ROCAS ADYACENTES :

Estas rocas se presentan intrusionando a las rocas del Grupo Barranca y a las de la Formación Tarahumara. Son cubiertas discordantemente por los sedimentos clásticos de la Formación Báucarit y volcánicas terciarias de la Formación Lista Blanca y muy frecuentemente por los materiales poco consolidados que representan al Cenozoico continental indeferenciado y Aluvión. Por efecto de un fallamiento normal, estas rocas intrusivas pueden estar en contacto con cualquiera de las unidades litológicas que afloran dentro del área .

#### EDAD Y CORRELACION :

De acuerdo con la información de edades radiométricas que se han efectuado sobre rocas intrusivas, aflorantes en las cercanías , se pueden establecer los siguientes rangos de edades: de  $64.7 \pm 2.0$  a  $64.1 \pm 1.3$  m a para muestras correspondientes a granitos y cuarzomonzonitas, (Gastil y otros 1977 1) y de  $67.3 \pm 1.4$  a  $49.3 \pm 1.3$  m a, para cuerpos intrusivos de grandes dimensiones, (Damon y otros 1983). Por lo mismo, la edad de estas rocas intrusivas se ubica desde el Cretácico tardío al Terciario temprano.

#### ORIGEN :

El proceso de subducción, que se desarrollaba en la margen del Pacífico, desde el Cretácico temprano, es el generador de los cuerpos graníticos que se manifiestan a lo largo de Baja California y Sonora, (Gastil y otros 1978). Algunos otros investigadores consideran que el origen de estos cuerpos intrusivos es atribuible a la Orogenia Larámide, misma que se

**Biblioteca Depto.  
de Geología**

inicia a consecuencia de la subducción de la Placa Farallón bajo la Placa de Norteamérica, (Damon y otros 1983).

### ROCAS METAMORFICAS

#### DEFINICION:

Se incluye dentro de este término, a un conjunto de rocas sedimentarias y volcánicas, representativas del Grupo Barranca y de la Formación Tarahumara, que han sido afectadas por un proceso de incremento térmico, asociado con el emplazamiento de cuerpos batolíticos, teniendo una composición desde granito hasta cuarzodioritas, definen en conjunto al "Complejo Batolítico de Sonora", cuya generación se inicia a fines del Cretácico tardío y finaliza en el Terciario temprano.

Los cuerpos intrusivos, además de causar un metamorfismo térmico, aportaron una cantidad importante de soluciones hidrotermales, las que combinadas con el mayor o menor grado de reacción de las rocas, en función de su composición original, desarrollaron zonas metamorfismo de contacto, en las que se depositaron asociaciones mineralógicas que caracterizan a estos tipos de ambientes.

Dentro de la secuencia litológica del Grupo Barranca, existen dos variedades de rocas en donde las transformaciones y reacciones se han desarrollado con una mayor intensidad; una de ellas se relaciona con la presencia de lutitas y lodolitas, con un alto contenido de carbón - materia orgánica y la otra en donde predominan rocas carbonatadas: calizas y areniscas calcáreas.

Estudios realizados en áreas cercanas, en donde existe la presencia de mantos de carbón y grafito, se establece la presencia de aureolas de metamorfismo, con espesores en el rango de 500 a 1000 m.

La magnitud de estas aureolas está en función de varios factores: el espesor de las rocas sedimentarias, su composición química - mineralógica y la cercanía, forma y dimensión de los cuerpos intrusivos laramídicos.

En la localidad de San Francisco y sus alrededores, porción norte y noreste de la Hoja topográfica La Misa (H12D72), se observa con claridad los efectos de un metasomatismo de contacto en estratos originalmente calcáreos, calizas con areniscas, en donde la adición de sílice, aportada durante y posterior al emplazamiento, produjeron cantidades variables de wollastonita, diopsida, sillimanita, epidota, clorita, cuarzo, granate y óxido de fierro. A medida que la distancia del contacto intrusivo se incrementa, las rocas arcillo - carbonosas tienden a desarrollar grandes cristales de andalusita, variedad quiaistolita, acompañada por biotita y grafito, (Vasallo 1985).

El emplazamiento de los cuerpos intrusivos graníticos y su consecuente efecto de alteración sobre las rocas volcánicas de la Formación Tarahumara producen y es considerado más bien como alteración hidrotermal, de tipo propilítico, con una característica asociación mineral consistente en epidota, clorita, calcita, cuarzo, biotita, hornblenda, turmalina, óxido y sulfuro de fierro.

Estas aureolas, tanto en rocas sedimentarias como volcánicas pre-batolíticas, tienen un gran atractivo para las compañías mineras y pequeños mineros que realizan exploraciones, en esta región de Sonora, con la finalidad de localizar mantos de carbón - grafito y en otros casos, cuerpos minerales vetiformes.

En conclusión, las rocas sedimentarias triásicas y volcánicas-volcanosedimentarias del Cretácico, han sido afectadas por una serie de procesos que pueden, en algunos casos, cambiar totalmente las características texturales y mineralógicas originales de estas rocas pre-batolíticas.

E R A T E M A C E N O Z O I C O  
FORMACION BAUCARIT ( TsB )

## DEFINICION:

Dumble (1900), propuso por primera vez el nombre de División Báucari, para describir una secuencia de sedimentos clásticos, cuya localidad tipo la ubica en la porción sur del Estado de Sonora, específicamente en el poblado Báucarit, localizado en la margen oeste del río Cedros, Municipio de Quiriego, al noroeste de Alamos, Son.

Posteriormente King (1939), redefine el nombre, además de cambiar su rango, quedando como Formación Báucarit tal como se le conoce y refiere actualmente.

En esta area, se le asigna el nombre de Formación Báucarit, a una secuencia de sedimentos clásticos, bien consolidados y que está constituida por una alternancia de conglomerados polimícticos, con intercalaciones de lentes y estratos de areniscas y agregados de materiales arcillosos. En algunas localidades, esta alternancia de conglomerados y areniscas está acompañada por flujos-derrames de andesita y basalto, así como también mantos de tobas riolíticas, intercalados en diferentes niveles de la secuencia.

## DISTRIBUCION:

Una característica que particulariza al Estado de Sonora, además de la presencia de grandes extensiones y volúmenes de rocas ígneas intrusivas, que definen al Complejo Batolítico de Sonora, es el gran número de localidades en donde actualmente están aflorando los sedimentos clásticos que definen a la Formación Báucarit.

Esta secuencia sedimentaria se asocia y está íntimamente relacionada con la provincia fisiográfica denominada Sierras y Valles Paralelos (Basin and Range) en esta porción del Estado de Sonora. Por lo mismo, su distribución y ocurrencia es bastante amplia. Los sedimentos están rellenando a las cuencas

y valles intermontanos, con espesores variables de decenas a centenas de metros y que habiendo sido depositados en superficies en la mayoría de los casos horizontales, han sido posteriormente basculados mostrando echados con intensidades de 5° a 20°, tanto hacia el oriente como al occidente, llegando en algunas ocasiones a presentar una inclinación casi vertical.

Los sedimentos clásticos afloran en áreas muy amplias, en parte cubiertos por las rocas volcánicas de la Formación Lista Blanca y por sedimentos no consolidados del "Cenozoico continental indiferenciado" y aluvión, motivo por el cual, la magnitud así como también la continuidad de los afloramientos, se vean reducidos en gran medida en el plano geológico que acompaña a este trabajo. Las áreas de mejor exposición de la Formación Báucarit se localizan en los valles y particularmente en los grandes cauces, antiguos y actuales, de los ríos y arroyos principales: Yaqui, Suaqui, etc. y algunos otros tributarios.

Las sierras Lista Blanca y El Bacatete, ambas localizadas en la hoja topográfica la Misa, son dos localidades importantes en donde, además de aflorar la Formación Báucarit, es posible observar su relación con las rocas sobreyacientes.

Otras localidades típicas, donde la Formación Báucarit se manifiesta con mayor claridad y magnitud, es a lo largo de las márgenes del río Yaqui: en los alrededores de los poblados de Tónichi, Onavas, La Dura, Cumuripa, Presa Alvaro Obregón, etc.

#### LITOLOGIA Y ESPESOR:

Las características litológicas generales de la Formación Báucarit, observadas durante el trabajo de campo, son muy similares a las previamente reportadas en otros estudios realizados en los alrededores y dentro de la misma área estudiada. Las diferencias se relacionan con variaciones en cuanto a la composición, tamaño y redondez de los fragmentos que constituyen a los conglomerados, así como en lo referente a los espesores de las areniscas y la cantidad del material arcilloso.

La Formación Báucarit, como se menciona al principio, es una secuencia de sedimentos clásticos, constituida principalmente por una alternancia de conglomerados, intercalados con una secuencia de estratos de areniscas y ocasionalmente con rocas volcánicas intermedias y máficas. Los conglomerados son polimícticos, mal clasificados, de color variable de gris claro a café amarillento y que intemperizan a tonalidades gris oscuro. Los fragmentos tienen formas subredondeadas y subangulosas, con tamaños que varían desde 1 hasta 50 cm y aún mayores. En su gran mayoría, estos fragmentos corresponden con rocas volcánicas (tobas, flujos y aglomerados) pertenecientes a la Formación Tarahumara, a la cual se le asigna una edad tentativa del Cretácico temprano (?), y a otros posiblemente se les puede atribuir una edad oligocénica. A pesar de que en la literatura tradicional, se menciona que la Formación Báucarit está constituida por un porcentaje variable de fragmentos de rocas volcánicas, asociados con fragmentos de intrusivas, sedimentarias y metamórficas, fueron escasas las localidades en donde se pudo apreciar la presencia de estos tres últimos tipos de rocas.

En síntesis, se puede considerar que tanto la composición, como el tamaño, porcentaje y grado de redondez de los fragmentos que constituyen a los conglomerados, está relacionado en parte con el entorno geológico predominante en esta región, durante el Mioceno, así como también por la distancia de la fuente de origen, transporte y ambiente de depósito. Es decir, que aunque las características actuales del entorno geológico, en las localidades en donde existen afloramientos de la Formación Báucarit, muestren una abundancia notoria de algún tipo específico de roca, pueden no estar constituyendo parte de los sedimentos clásticos.

Las intercalaciones de areniscas, menos compactas y duras que los conglomerados, son de una composición arcósica-subarcósica, con una granulometría de media a gruesa, en partes con un desarrollo de estratificación cruzada y que en superficie fresca tienen un color gris claro a pardo amarillento, intemperizando a gris oscuro y café rojizo.

En áreas vecinas, en las regiones de Onavas, Rebeico y Arivechi, se ha establecido y detallado la presencia de rocas volcánicas, intercaladas en los niveles inferior y medio de la Formación Báucarit, representadas por derrames de andesitas y basaltos, de color gris verdoso y negro, con una textura microcristalina, en parte vesicular-amigdaloidal y vitrofídica, en donde la persistencia de orientación de los cristales de plagioclasas es una consecuencia de la dirección del flujo o derrame al extruirse la lava. Las vesículas, algunas parcialmente transformadas a amígdalas, están rellenas de calcita, cuarzo y material silíceo amorfo. En estas mismas localidades se reporta la presencia de tobas, principalmente de composición riolítica, que se ubican hacia la parte media y superior de los conglomerados y areniscas de la Formación Báucarit, Barrera y otros (1986).

El espesor máximo reportado para esta secuencia sedimentaria, en el rango de los 150 m, es estimativo ya que no fue posible observar el contacto inferior de la misma; por lo que el espesor considerado, es de acuerdo con la información obtenida en los caminamientos, así como por las referencias de estudios anteriores.

#### RELACIONES ESTRATIGRAFICAS:

Cercano a el área de estudio se hicieron dos caminamientos, uno en la sierra Lista Blanca y el otro en la sierra El Bacatete, en las cuales se observa con bastante claridad, que las rocas clásticas de la Formación Báucarit, subyacen concordantemente a las rocas volcánicas de la Formación Lista Blanca y ambas presentando inclinaciones o basculamientos similares.

Por su posición estratigráfica, la Formación Báucarit se debe de encontrar sobreyaciendo discordantemente a las rocas triásicas-jurásicas del Grupo Barranca, a las cretácicas de la Tarahumara y a las que conforman parte del Complejo Batolítico Larámide de Sonora. Sin embargo, durante la verificación de campo, fueron pocas las localidades donde se logró observar estas relaciones. Por el contrario, son más frecuentes los contactos

por falla, entre la Formación Báucarit y las rocas más antiguas. Dentro del área es muy común que estos sedimentos clásticos, en muchas localidades y grandes extensiones, estén cubiertos discordantemente por los materiales que definen al "Cenozoico continental indiferenciado" y al aluvión.

#### EDAD Y CORRELACION:

En la información geológica regional, es común el ubicar a la Formación Báucarit en la parte superior de las columnas y tablas de correlación estratigráfica. La información obtenida durante la verificación de campo, los reportes de la presencia de fósiles (King, 1939; Menicucci, 1975; Roldán, 1979), estudios palinológicos (Martínez, 1984) y dataciones isotópicas (Damon y Bikerman, 1964; Damon, 1975 y 1983; Morales y Otros, 1990 y 1991; McDowell y Roldán, 1991; Cocheme y Demant, 1991), se le asigna a la Formación Báucarit una edad, cuyo límite inferior es de aproximadamente 27.6 m a, que corresponde con rocas oligocénicas en la región de Onavas y sobre las cuales descansa discordantemente la Formación Báucarit) y un límite superior indicando una edad de 10.4 y 12.5 m a obtenidas sobre un derrame de andesita - traquiandesita, hacia la parte inferior de la Formación Lista Blanca y que sobreyace concordantemente a la Formación Báucarit. En un marco estratigráfico regional, los sedimentos clásticos de esta formación, son correlacionables con el Conglomerado Gila, que aflora en varias localidades de los Estados de Arizona, Nevada y Utah, E.U.A.

#### ORIGEN Y AMBIENTE DE DEPOSITO:

De acuerdo con las relaciones estratigráficas, entre las Formaciones Báucarit y Lista Blanca, observadas en las sierras Lista Blanca y Bacatete, se considera fundamentado el proponer, por una parte, una reinterpretación de la Formación Báucarit en la columna estratigráfica (al menos en estas dos localidades) y por la otra, pensar en proponer alternativas en cuanto al origen de estos sedimentos clásticos, a los que tradicionalmente se les considera: rellenando las cuencas y valles intermontanos, producto de una fase distensiva y en donde la continuidad y

extensión de los afloramientos debe de ser muy restringida y delimitada.

Si consideramos que el evento volcánico, bimodal y asociado con una fase distensiva, fue de gran magnitud y extensión, entonces podría ser válido ( siempre y cuando se determine que estas relaciones estratigráficas presentan una distribución regional uniforme ), el pensar que otro u otros tipos de Báucarit se han generado en el período comprendido entre el Oligoceno tardío y el Mioceno tardío y que en este caso su origen, transporte y medio ambiente de depositación pudieran estar asociados y controlados por otros factores: abundantes lluvias, con grandes avenidas sobre los ríos y arroyos principales, materiales transportados por distancias variables y depositados sobre amplias llanuras de inundación y/o partes bajas de la región, de tal manera que este otro tipo de Báucarit, tenderá a mostrar una mayor continuidad y distribución, pero en donde su ubicación, de acuerdo con las relaciones estratigráficas observadas y dataciones radiométricas, debe de ser subyaciendo a las rocas volcánicas de la Formación Lista Blanca.

**TERCIARIO VOLCANICO SUPERIOR**  
**FORMACION LISTA BLANCA (Ts LB)**

DEFINICION:

Dumble (1900), utiliza este nombre para describir a un conjunto de rocas volcánicas, con una composición variable de andesitas a riolitas, a las cuales le asigna el nombre de División Lista Blanca y debido a que considera que sobreyacen, mediante un contacto concordante y gradual, a las rocas de la División Barranca (actualmente Grupo Barranca), las considera también como de edad triásica. La localidad tipo se ubica en la sierra Lista Blanca, localizada a 6 km del poblado de San Marcial y en la esquina noreste de la carta La Mis.

Posteriormente King (1939), considera como poco probable que estas rocas volcánicas sean triásicas y establece

que en realidad existe una discordancia angular entre éstas y las rocas de la Barranca, motivo por el cual les asigna una edad del Terciario.

## Biblioteca Dento. de Geología

### DISTRIBUCION:

A nivel regional estas rocas cubren grandes extensiones en la mayor parte del Estado.

En el área de estudio, la distribución es bastante amplia, llegando a constituir sierras completas y en otras ocasiones, afloramientos aislados (sierras El Albino y Cabresto; cerros El Pedregoso y Peñasco).

### PETROGRAFIA:

De acuerdo con la información obtenida en el trabajo de campo, se establece que este grupo de rocas volcánicas, presentan variaciones en su composición mineralógica y textural; sin embargo, se puede considerar que definen en conjunto a un volcanismo bimodal, en el cual la composición química varía de intermedia (andesitas y traquiandesitas) a félsica (riolitas y cuarzolitas). Las características texturales, en la mayoría de las rocas, son vitrofídicas y glomerofídicas (con características de flujos y aglomeráticas), con una matriz típicamente afanítica y vitrofídica. Los colores de los afloramientos en superficie fresca, varían desde los tonos de crema y gris claro hasta pardo oscuro.

El estudio microscópico indica que las principales fases minerales son fenocristales de plagioclasas sódicas e intermedias, cuarzo, feldespatos potásicos (en su variedad de sanidina), biotita, hornblenda y piroxeno, incluidos en una matriz afanítica y vitrofídica, con evidencias de procesos de desvitricación.

Estas rocas de edad terciaria, a diferencia de las rocas volcánicas cretácicas, no presentan los efectos de alteración hidrotermal ni de fracturamiento - fallamiento, lo cual permite diferenciarlas. En algunos afloramientos se

observaron alteraciones en las rocas y que son atribuibles a la acción de fases acuosas y gaseosas, producto de la actividad volcánica misma, mediante la cual se rellenaron de material silíceo las fracturas - diaclasas y las vesículas originales, parcialmente transformadas a amígdalas.

En otras ocasiones, las rocas terciarias presentan los efectos de una alteración asociada con procesos de intemperismo, por medio de la cual, las plagioclasas, feldespatos, ferromagnesianos y parte o la totalidad de la matriz han sido transformados a un conjunto de minerales arcillosos y cloríticos. Frecuentemente los rasgos originales de textura, color y composición de estas rocas, son modificados de acuerdo con la intensidad en que estos procesos de alteración se han efectuado.

A pesar de que no se midieron secciones de estas rocas, se estima que los espesores en las localidades de las sierras Lista Blanca y Bacatete, sobretodo en ésta última, son mayores a los 500 m. Hacia la parte más occidental, flanco oeste de la Sierra Madre Occidental, a las rocas volcánicas bimodales del Grupo Volcánico Superior, muy similares a las aquí descritas, se le estima espesores que sobrepasan los 1000 m, (McDowell y Keiser, 1977).

#### RELACIONES CON LAS ROCAS ADYACENTES:

Estas rocas volcánicas, al menos en las localidades Lista Blanca y Bacatete, cubren concordantemente a la secuencia de conglomerados y areniscas de la Formación Báucarit. Al igual que este, las rocas de la Lista Blanca presentan un basculamiento, tanto al este como hacia el oeste, con valores en la inclinación de  $10^{\circ}$  a  $45^{\circ}$ . Además de esta depositación concordante, que es más obvia y clara en la sierra El Bacatete, es posible observar un cambio gradual y transicional entre la Báucarit y Lista Blanca, en donde los porcentajes de fragmentos de rocas, así como su tamaño y redondez, y la cantidad de matriz arenosa versus matriz afanítica - vitrofídica están en función de la cercanía con el contacto entre ambas.

En parte estas relaciones han sido modificadas por un amplio efecto de fallamiento normal; sin embargo, en años anteriores se ha discutido mucho en cuanto a la relación de la Báucarit con la Lista Blanca e incluso algunos autores consideran e involucran la presencia de grandes fallas inversas y que las relaciones actualmente observadas, son producto y consecuencia de estas. Complementándose con dataciones radiométricas, se establece que, la Formación Lista Blanca sobreyace concordantemente, mediante un contacto gradual y transicional, a la Formación Báucarit.

#### EDAD Y CORRELACION:

Estas rocas volcánicas terciarias, que tradicionalmente se les ubica subyaciendo a los conglomerados y areniscas de la Báucarit y en consecuencia, una edad pre - Mioceno, se determina que es válido el reubicarlas en la columna estratigráfica generalizada. Los argumentos y criterios que nos permiten establecer esta reubicación, son:

- a) El depósito en forma concordante, en las sierras Lista Blanca y El Bacatete, de las rocas de la Lista Blanca sobre las de la Báucarit.
- b) Información de dataciones radiométricas en dos localidades: Una en la Sierra Lista Blanca, en donde los derrames de andesita - traquiandesita de la parte superior de la sierra y que mediante el método potasio - argón, indican una edad de  $13.4 \pm 3.04$  m a (Morales y otros 1990). La otra, en afloramientos de riolitas - ignimbritas, a la base de la Formación Lista Blanca, que se ubican a 1.3 km al suroeste del rancho San Francisco, 10 km al sureste de San José de Pimas, en donde se obtuvo una edad de  $12.8 \pm 3.03$  m a (Morales y otros 1991).
- c) En el area de La Misa se colectó una muestra de roca volcánica, localizada en la porción oriental del campamento minero San Francisco o Las Minitas. Esta muestra corresponde petrográficamente con una andesita de augita y fue procesada radiométricamente, mediante el método K-Ar,

dando una edad de  $13 \pm 3.1$  m a, comparativamente muy similar a las edades arriba mencionadas.

Este conjunto de rocas volcánicas descrito, se correlaciona en un contexto regional, con un gran número de localidades de la porción centro - oriental y otras áreas del Estado de Sonora, en donde a estas rocas, algunas con una posición horizontal y otras basculadas, se les asigna una edad del Terciario inferior (Neógeno) y al cual se considera que representa uno de los últimos eventos volcánicos de gran magnitud.

Rocas volcánicas, con aparentes similitudes litológicas y mineralógicas, han sido estudiadas y fechadas radiométricamente, utilizando el método K / Ar, en varias localidades de los estados de Durango y Sinaloa, obteniéndose edades entre 21 y 29 m a, que corresponden con el Mioceno temprano-Oligoceno tardío, (McDowell y Clabaugh 1979).

En estudios recientes, recolección de muestras y fechamiento, efectuados por este mismo autor en las cercanías de Cumuripa y áreas vecinas, parecería que se comprueba la presencia de rocas volcánicas oligocénicas. McDowell (Publicación en preparación).

#### ORIGEN:

Las características litológicas de las rocas de Lista Blanca así como sus relaciones con otras rocas, indican que la extrusión y depositación de las mismas fue en un medio ambiente continental.

Por lo tanto, el origen está relacionado con una intensa actividad magmática - volcánica generada a consecuencia de la subducción de la Placa Farallón, debajo de la Placa de Norteamérica, antes del término o consumo de la misma y además por el efecto de un cambio a un régimen distensivo, (Damon y Bikerman 1964). Otros autores atribuyen el origen a la progresión y regresión del Arco Cordillerano, (Coney y Reynolds 1977).

**Biblioteca Depto.  
de Geología**

**TERCIARIO VOLCANICO SUPERIOR**  
**"BASALTOS Y ANDESITAS BASALTICAS" (Ts ba)**

Se utiliza este nombre, para mencionar y describir las características que presentan una secuencia de derrames y flujos volcánicos, de composición andesítica - basáltica, que afloran en áreas muy restringidas y están sobreyaciendo a la Formación Lista Blanca. Por las características ya establecidas, se considera que estos flujos y derrames fueron extruidos a lo largo de grandes estructuras regionales, fallas normales, orientadas sensiblemente unas norte - sur y otras oriente-poniente.

Estas rocas volcánicas presentan un color gris oscuro y negro en superficie fresca y que intemperiza a tonos rojizos. Su textura es porfídica, notoriamente microlítica, fluidal - vitrofídico, vesicular - amigdaloidal, con presencia de fenocristales de plagioclasa, piroxeno y hornblenda (variedad oxyhornblenda).

**DISTRIBUCION:**

Estos afloramientos de rocas volcánicas se pueden observar en la porción sureste del área de estudio. En un análisis más regional, estas rocas se manifiestan con mayor magnitud de afloramiento en la región de Guaymas.

**EDAD:**

No existe información de edades radiométricas obtenidas en estas rocas; sin embargo, debido a que sobreyacen y están coronando a las rocas de la Lista Blanca, se considera que su edad debe de estar en el rango entre 10 y 6 millones de años y posiblemente más jóvenes.

**"CENOZOICO CONTINENTAL INDIFERENCIADO" (Cci)**

**DEFINICION:**

Este término se aplica para designar el depósito de un conjunto de materiales clásticos, gravas y arenas, rellenando a

los grandes valles, depresiones y partes bajas.

DISTRIBUCION :

Esta unidad litológica, aflora en un gran número de localidades .Su dimensión y espesor son muy variados, dependiendo de donde se hayan depositado estos sedimentos: flancos de montañas, abanicos aluviales, depósitos de talud y planicies de inundación.

LITOLOGIA Y ESPESOR:

Estos sedimentos clásticos están constituidos por gravas escasamente consolidadas, con fragmentos de unos cuantos cm, hasta más de 20 y 30 cm, contornos subangulosos, con una variedad de color, desde un gris claro a café grisáceo y pardo rojizo, dependiendo de la cantidad y composición de los fragmentos de roca; así como también, la presencia y característica del material arcilloso. Los componentes, que varían en tamaño desde arcillas hasta arenas y fragmentos, son muy variados, existiendo un factor controlador: el entorno geológico y la distancia de la fuente de origen.

De esta manera, es muy frecuente observar la presencia y predominio de fragmentos de Tarahumara, Báucarit, Barranca y Lista Blanca, incluidos en una matriz areno - arcillosa. En algunas localidades se tiene la presencia de estratos más arenosos, con una compactación mayor y en donde los fragmentos presentan una redondez más desarrollada.

El espesor es muy variable, desde unos cuantos decímetros hasta superior a los 120 m, en donde se presenta rellendo cuencas y depresiones topográficas, producto de un fallamiento normal asociado a una fase distensiva y que característicamente observa una orientación norte-sur y NW-SE.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS:

Cubre en discordancia angular a todas las unidades

existentes en el area y es sobreyacido, también discordantemente, por aluviones de origen fluvial.

#### EDAD Y CORRELACION:

Por su posición dentro de la columna estratigráfica, estos sedimentos son considerados de edad cuaternaria, específicamente pleistocena.

#### ORIGEN Y AMBIENTE DE DEPOSITO:

Este conjunto de sedimentos se considera que son de un origen en ambiente continental, formados por procesos erosivos de las partes altas, que generalmente delimitan a la cuenca o parte baja donde se depositaron.

#### ALUVION (Qal)

Agrupar y definir a los sedimentos recientes, no consolidados, constituidos por arenas y sedimentos muy finos, que varían de composición, tamaño y color, en función de las particularidades de la fuente de origen.

Se ubican generalmente a lo largo de los grandes cauces o ríos que drenan el área y su espesor es desde unos decímetros, hasta varios metros.

Cubre discordantemente a todas las unidades litológicas en el área.

#### IV.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y TECTONICA

##### GEOLOGIA ESTRUCTURAL

##### CARACTERISTICAS REGIONALES

Las investigaciones geológicas efectuadas en la porción centro-oriental de Sonora, además de ser escasas, han sido

invariablemente enfocadas al aspecto económico o al análisis de alguna característica litológica o estratigráfica de un conjunto o secuencia particular de rocas. Por lo mismo, el análisis estructural y tectónico no ha sido efectuado en detalle y en consecuencia no existe un modelo estructural-tectónico que pueda ser aplicado en determinada área en particular.

Por otra parte, la mayoría de estos rasgos estructurales y tectónicos, han sido afectados y modificados por el emplazamiento de cuerpos batolíticos y actividad volcánica del Cretácico tardío - Terciario temprano y así mismo, están enmascarados y cubiertos por un conjunto de rasgos geomorfológicos, actualmente representados por sierras y valles intermontanos, orientados NW-SE y que son el resultado de un evento tectónico distensivo, del Terciario medio - tardío. La combinación y resultado de estos dos procesos, define un complejo esquema estructural y tectónico, en donde los grandes afloramientos de rocas paleozoicas y mesozoicas, han sido fracturadas y plegadas a tal grado, que actualmente en algunas localidades, constituyen bloques aislados, fragmentados y posiblemente transportados y por consiguiente, es difícil el establecer y reconstruir el modelo o sistema estructural original.

Por tal motivo, el análisis estructural a nivel regional que a continuación se describe y detalla, es el resultado de las características observadas en imágenes de satélite y planos geológicos escalas 1:250 000 y 1:1 000 000, complementadas con la información y resultados de la verificación de campo dentro del área y tomando en consideración los resultados de estudios efectuados en esta porción centro-oriental de sonora.

Estos rasgos estructurales, clara evidencia de importantes procesos tectónicos, están representados por pliegues, fallas normales, fallas inversas y cabalgaduras, éstas dos últimas sobre todo en la parte norte del área de estudio. (Barrera y otros, 1986).

Los sistemas de fallas y fracturas están representados por tres grupos principales, cada uno de ellos con una orientación definida y longitudes de varios kilómetros, aunque

la edad asignada, es aun tema de discusión. La mayoría de estas fallas, a pesar de sus dimensiones, no tienen un nombre asignado. En este trabajo se utilizan los términos de fallas Hermosillo y Tecoripa para dos de ellas.

a).- Un sistema estructural de fallamiento orientado oriente-poniente y que delimita a las rocas paleozoicas, hacia el norte, de las rocas mesozoicas, hacia el sur. Estas estructuras, relacionadas genéticamente con el desarrollo y evolución de cuencas tipo rift o "pull-apart", son producto de un evento distensivo, de una edad pre-triásica tardía y sobre las que se depositaron los sedimentos que definen a las rocas del Grupo Barranca, (Stewart y Roldan, 1991). La posición y delimitación actual de estas grandes estructuras en superficie, pudieran corresponder o constituir las evidencias de estructuras muy antiguas que originalmente condicionaron y regularon la depositación de los materiales que fueron acarreados del norte.

b).- Un sistema estructural característico de fallamiento, con orientación NE 40 a 50 SW, que afecta a rocas sedimentarias paleozoicas y volcánicas mesozoicas y terciarias. Algunos investigadores consideran una edad post-terciaria temprana, dejando abierta la posibilidad de una edad aún más joven. Una de estas fallas es conocida como "Falla de Hermosillo".

c).- Un sistema de fallas normales con una orientación preferencial norte-sur, producto del proceso distensivo y por lo tanto de una edad del terciario medio-tardío. Otras fallas, dentro de este sistema, tienen un rumbo NNW-SSE y son las que están relacionadas con el desarrollo de rasgos geomorfológicos definidos como sierras y valles paralelos ( Basin & Range ). Sobre estos valles o cuencas intermontanos, se depositan los sedimentos continentales que definen a la Formación Báucarit. Sin embargo, en este trabajo y como consecuencia de las características y relaciones estratigráficas, tanto de la Formación Báucarit como de la Lista Blanca, se propone una reinterpretación de la Formación Báucarit, y en consecuencia, la posibilidad de considerar otros mecanismos o procesos relacionados con la génesis y mecanismos de depositación de estos sedimentos.

Los trazos de otras estructuras, afectadas por la tectónica distensiva y cubiertas en parte por las volcánicas terciarias de la Formación Lista Blanca, se relacionan con fallas que presentan una actitud curvilínea, definiendo formas circulares o elípticas y en su mayoría asociadas con las rocas volcánicas cretácicas de la Formación Tarahumara. En algunas localidades al norte de Cumuripa, se observa la presencia de procesos combinados de una alteración hidrotermal, con un desarrollo de zonas de intenso brechamiento, y una abundante presencia de turmalina y en ocasiones sulfuros de fierro. Es probable que en un contexto regional, estas estructuras circulares estén relacionadas con calderas, mismas que han sido cartografiadas por Cocheme y otros (1991) en la región de Yécora, localizada al sureste del área, o bien que representen la expresión superficial de la presencia y cercanía de cuerpos intrusivos emplazados a cierta profundidad.

Las rocas sedimentarias paleozoicas y mesozoicas, por efectos de varias fases tectónicas distensivas, han desarrollado pliegues de una variada dimensión y morfología, que constituyen anticlinales y sinclinales, en ocasiones buzantes y en donde por lo irregular del proceso compresivo y en parte por la constitución misma de las rocas, se tienen estructuras muy amplias y otras muy cerradas. Esta característica estructural se manifiesta con mayor frecuencia en las rocas de la Formación Santa Clara, específicamente en aquellos niveles en donde abunda el material carbonoso, en parte transformado a grafito. (Abadie, 1981) y (Vasallo, 1985).

En la porción norte de esta región centro-oriental de Sonora, los procesos compresivos combinados con el desarrollo de fallas inversas de bajo ángulo, han propiciado el cabalgamiento de grandes bloques de rocas del Ordovícico sobre rocas del Pérmico, tal como se observa en la sierra Martínez, al NW de Llano Colorado, (Menicucci, 1975; Barrera y otros, 1986).

#### CARACTERÍSTICAS LOCALES

Las características estructurales locales indican una notoria y predominante presencia de un sistema principal

estructural, orientado norte-sur, generado a consecuencia del evento tectónico distensivo del Terciario medio-superior.

Estas estructuras, además de afectar a estructuras mas antiguas, se han desarrollado sobre las rocas triásicas, cretácicas y terciarias tempranas. Por este motivo, en muchas localidades del área, las relaciones estratigráficas y litológicas entre las unidades o secuencias de rocas, están representadas por contactos de fallas.

A esta misma escala, es posible delimitar fallas y fracturas que definen estructuras circulares, o fracciones de las mismas, al noroeste y norte de Cumuripa. Debido a que estas estructuras se localizan y afectan principalmente a las rocas volcánicas de la formación Tarahumara, se considera factible asignarle una edad que abarcaría del Cretácico tardío al Terciario temprano y por consiguiente, relacionarlas con el emplazamiento de cuerpos intrusivos, generados durante y a consecuencia del evento magmático de la orogenia larámide, los cuales levantaron y fracturaron a estas rocas, preparando el terreno para que se desarrollara el evento de alteración hidrotermal.

Existe además un sistema secundario de fallas y fracturas, con una orientación preferencial NE-SW y NW-SE, asociadas a las rocas volcánicas y sedimentos clásticos terciarios. Determinaciones radiométricas en algunas de las rocas volcánicas indican edades de 10 a 12 m a; por lo tanto, la edad de estas fracturas y fallas deben de estar asociadas a los procesos posteriores a la etapa distensiva del Terciario medio-tardío y en consecuencia podrían representar un sistema secundario asociado a las estructuras que definen y dieron lugar a la formación de la Provincia de Sierras y Valles Paralelos.

#### DESCRIPCION DE ESTRUCTURAS

Durante el trabajo de campo, se obtuvieron datos estructurales de fallas y fracturas, sobre las rocas sedimentarias del Grupo Barranca y de la Formación Báucarit; en las volcánicas cretácicas y terciarias de las Formaciones

Tarahumara y Lista Blanca; así como también de las rocas intrusivas que forman parte del "Complejo Batolítico Laramídico de Sonora".

El análisis y representación de estos datos estructurales, se describe de la siguiente manera:

Un sistema de fracturas con orientación predominante Norte-Sur y NE-SW, con un sistema secundario orientado E-W. El cual está relacionado con la fase compresiva del evento tectónico de edad post-triásica tardía. Se considera que algunas de estas estructuras pudieron haberse generado a consecuencia del emplazamiento de cuerpos intrusivos. Este sistema es factible observarse en las rocas del Grupo Barranca.

Un sistema de intenso fracturamiento con orientación preferencial Norte-Sur con considerables variaciones tanto al NW como al NE y una orientación secundaria E-W. Este fracturamiento es más notorio en las cercanías de los cuerpos intrusivos. Se relaciona a este fracturamiento con el desarrollo de la orogenia laramide. Este sistema se puede observar sobre todo en las rocas de la Formación Tarahumara.

Un sistema estructural con orientación NE-SW con sistemas secundarios orientados NW-SE. Se asocian estas estructuras a el evento distensivo del terciario medio-tardío y a movimientos posteriores como los responsables de un sistema secundario paralelo. Este sistema se presenta en las rocas de la Formación Lista Blanca.

#### TECTONICA

**Biblioteca Depto.  
de Geología**

Con la información obtenida mediante el trabajo de campo y el análisis de los elementos y características estructurales dentro del área, complementadas con las referencias y estudios anteriores en áreas vecinas, es posible establecer una secuencia de procesos o eventos tectónicos, de alguna manera relacionados directamente con las principales etapas de deformación y distensión que han afectado a las rocas que afloran dentro del área y cuyas edades comprenden desde el Triásico tardío hasta el Terciario tardío.

A).- EPISODIO TECTONICO DISTENSIVO POST-PERMICO - PRE-TRIASICO  
TARDIO

Mediante este evento tectónico, se originaron cuencas, siendo estas de un carácter endorreico, sobre las cuales se depositaron las rocas del Grupo Barranca; (Rangin 1982).

Stewart y Roldan (1991), consideran que este evento distensivo, con el consecuente desarrollo de las cuencas, es responsable de la distribución de los afloramientos de las rocas del Grupo Barranca.

Además, consideran que es atribuible a este evento la formación de una cuenca intracontinental, dentro de un sistema transformante sinestral, asociado a la apertura del Golfo de México. Postulan la teoría de cuencas tipo rift o pull apart.

Por su parte Rangin, (1982), considera a este evento distensivo asociado con componentes de desplazamiento a rumbo, posiblemente relacionado con el Mohave-Sonora Megashear.

B).- DEFORMACION COMPRESIVA POST-TRIASICO TARDIO - CRETACICO  
TEMPRANO

Este evento tectónico es el causante de la deformación de las rocas del Grupo Barranca, con el desarrollo de fallas inversas y pliegues, algunos de dimensiones regionales y formando anticlinales y sinclinales simétricos y buzantes hacia el NE. Sus efectos son mas notorios y espectaculares en donde existen mantos de carbón o grafito, ya que los rasgos estructurales son mas reconocibles y de dimensiones suficientemente grandes para ser cartografiables.

Este evento tectónico causante de este plegamiento produjo además un metamorfismo de bajo grado en las rocas del Grupo Barranca; sin embargo, algunos otros autores consideran que este metamorfismo observable en estas rocas, bien pudiera estar relacionado con el emplazamiento de los cuerpos intrusivos y un desarrollo de metamorfismo hidrotermal y en otros casos, un metamorfismo de contacto.

De cualquier manera, se considera que los factores que promovieron este evento deformacional, no interactuaron de manera uniforme sobre las rocas del Grupo Barranca y como consecuencia, los pliegues formados presentan variación, en su forma, con el desarrollo de anticlinales y sinclinales muy cerrados hacia la parte occidental, región de San José de Moradillas-San Francisco y mas abiertos hacia la parte oriente, región de La Barranca.

Esta diferencia en la intensidad de los pliegues, así como también el mayor o menor efecto del metamorfismo, es una consecuencia probable de factores paleogeográficos, pero principalmente debido a los cambios en las características litológicas que se presentan en la secuencia del Grupo Barranca.

La insuficiente información no permite establecer una edad limite superior, por lo cual es factible el considerar dos alternativas:

a).- Una fase de deformación, desarrollada inmediatamente a la depositación de las rocas del Grupo Barranca, pero finalizando antes del evento magmático-volcanico que origino a las rocas cretácicas de la Formación Tarahumara.

Rangin, (1982), considera para la porción NE del Estado de Sonora, una fase tectónica que se desarrolla a partir de fines del Jurásico, hasta principios del Cretácico. La cual define con el nombre de fase fini-jurásica y la identifica con la Orogenia Nevadiana.

b).- Una fase compresiva posterior a la Formación Tarahumara y por consiguiente, afectando tanto a las rocas de ésta, como a las de La Barranca. Sin embargo y debido a que estas rocas no presentan evidencias de eventos compresivos y por lo mismo, muestran ausencia de plegamiento, es poco probable que haya interactuado un proceso de este tipo. Existe por otra parte, un consenso de que el intenso fracturamiento y basculamiento que se observa en estas rocas, esta relacionado con el efecto de intrusión y levantamiento producido durante el emplazamiento de los cuerpos graníticos.

## C).- EVENTO TECTONICO DEL CRETACICO TEMPRANO

En el Cretácico temprano se desarrolla en el noroeste de México una actividad volcánica, importante por su magnitud, extensión y volumen, generada por efecto y evolución de un arco volcánico, originado por la subducción de la Placa Farallón debajo de la Placa de Norteamérica. (Rangin, 1977).

Durante este tiempo, en Sonora existían varios dominios paleogeográficos, dentro de los cuales sobresalen dos en particular: uno al occidente, representado por un arco volcánico y otro al oriente, representado por una cuenca donde se depositaban grandes espesores de rocas sedimentarias en ambientes de plataforma, interpretada como la continuación de la cuenca de Chihuahua. (Rangin, 1982).

Este arco volcánico, produjo una secuencia de rocas de composición andesítica - dacítica, que se extruyeron en formas de derrames, brechas, aglomerados y materiales piroclásticos y que en conjunto definen a un volcanismo calcoalcalino. Estas rocas volcánicas constituyen a la Formación Tarahumara.

En un contexto tectónico regional, se considera que esta Formación Tarahumara constituye parte o puede ser correlacionable con el Arco Volcanosedimentario Alisitos de Baja California. (Rangin, 1982).

Las rocas volcánicas de la Formación Tarahumara no presentan evidencias de efectos compresivos, únicamente un intenso fracturamiento que es producto del empuje y levantamiento a consecuencia del emplazamiento de los cuerpos intrusivos del Cretácico tardío - Terciario temprano.

## D).- EVENTO TECTONICO DEL CRETACICO TARDIO - TERCIARIO TEMPRANO

Este evento tectónico se considera y asigna tradicionalmente a la orogenia larámide, que se manifiesta y caracteriza por una intensa actividad magmática, generadora de volúmenes importantes de rocas de composición variable de granito a cuarzodiorita, que fueron emplazadas en rocas sedimentarias y volcánicas del Mesozoico y Terciario temprano.

El origen de estas rocas intrusivas se asocia a un movimiento de convergencia entre las Placas Farallón y Norteamericana. Algunos autores consideran que la orogenia larámide está relacionada, y se manifiesta en algunas partes de Sonora, con el desarrollo de una etapa compresiva mediante la cual se generaron pliegues de dimensiones regionales y de gran radio de curvatura y en ocasiones un fallamiento inverso. (Rangin, 1982; Minjarez y Torres, 1987).

A excepción de los efectos de fracturamiento, metamorfismo y alteración hidrotermal, las rocas del Grupo Barranca y de la Tarahumara no muestran evidencias de rasgos estructurales característicos que puedan ser atribuibles a eventos tectónicos de esta edad.

#### E).- EVENTO DISTENSIVO DEL TERCIARIO MEDIO - TARDIO

Durante este evento tectónico y como consecuencia del movimiento de grandes bloques, se desarrollaron una gran cantidad de fallas normales que se caracterizan por: su longitud de varios kilómetros, su orientación preferencial y porque en conjunto definen a la provincia fisiográfica denominada Sierras y Valles Paralelos o Basin & Range.

La mayoría de estas fallas normales presentan un característico rumbo norte - sur, con variaciones de  $10^{\circ}$  a  $20^{\circ}$ , tanto al NW como al NE. La información de estilos y sistemas estructurales obtenidos en áreas vecinas, ponen de manifiesto la existencia de otros sistemas de fallas asociados con esta fase tectónica y es posible que las fallas que presentan una orientación al Nw, se desarrollaron en una etapa pre-Basin & Range, siendo las responsables de la formación de sierras y valles intermontanos donde se depositaron los sedimentos de la Formación Báucarit.

Consideran que las fallas orientadas N, NE y con componentes a rumbo, están ligadas a la apertura y desarrollo del Golfo de California. (Chaulot-Talmon, 1984). Se considera que esta etapa tectónica distensiva continúa desarrollándose en la actualidad.

## V.- GEOLOGIA HISTORICA

La reconstrucción de la evolución geológica del área puede ser elaborada desde dos puntos de vista principales, cada uno de ellos con características estratigráficas y tectónicas muy particulares, que muestran una relación directa a la complejidad estructural, producto de los eventos tectónicos que han afectado a las rocas existentes, en un contexto regional y local.

Si el análisis y reconstrucción de la evolución geológica se lleva a un plano regional, se debe de considerar en éste la presencia y origen de las rocas sedimentarias paleozoicas, así como también los efectos y transformaciones que sobre ellas se han dado, a consecuencia de los eventos tectónicos.

Por el contrario, si la reconstrucción se visualiza desde un punto de vista local, esto de alguna manera simplifica el análisis y discusión, ya que en este caso se empezaría con las rocas sedimentarias del Mesozoico, Triásico tardío, representadas por el Grupo Barranca.

MESOZOICO .- El depósito de sedimentos clásticos, en ambientes pàlustrés-deltàicos, dieron lugar a la secuencia de rocas que representan a la formaciones, de la base a la cima: Arrayanes, Santa Clara y Coyotes, a las que actualmente se les asigna una edad del Triásico tardío.

Las rocas de las formaciones Arrayanes y Santa Clara están constituidas por sedimentos arenosos y finos, representados por lutitas carbonosas, lodolitas, argilitas, areniscas y ocasionalmente calizas, que se depositaron en ambientes de prodelta o frente de delta, en donde periódicamente se combinaban con abanicos aluviales, canales y barras distributarias, con la consecuente depositación de areniscas y conglomerados, que caracterizan en parte a la Arrayanes y particularmente a la Formación Coyotes, en donde además existen sedimentos que por su granulometría se considera que se depositaron en ambientes de abanicos aluviales. (Barrera y otros, 1986).

El aporte de estos sedimentos, tomando en cuenta la gran abundancia de cuarzo detrítico, se considera relacionado con bloques de basamento levantados, en las márgenes de una cuenca intracontinental del tipo rift o "pull apart", que se generaron a consecuencia de un evento distensivo de edad considerada post-Pérmico - pre-Triásico tardío. (Stewart y Roldan, 1991). Anteriormente otros autores han considerado que estas tierras o bloques levantados, representan los estados iniciales del desarrollo del arco volcánico del Jurásico. (Abadie, 1981). Por su parte, Barrera y otros (1986), consideran que la depositación de estas rocas sedimentarias debió darse en una cuenca tras-arco volcánico que se ubicaba al occidente de esta región y que correlativamente, la Formación Antimonio de la región de Caborca, debió también haberse depositado sobre una cuenca de este tipo.

El espesor del Grupo Barranca aumenta hacia el noroeste, a través de la cuenca de San Marcial, lo cual pudiera significar que el origen y la proveniencia de los sedimentos se ubicaría al noreste de la cuenca y por lo tanto, en dirección del arco volcánico. (Abadie, 1981).

De acuerdo con las características litológicas del Grupo Barranca y considerando que las rocas se depositaron sobre superficies cercanas al nivel del mar, además por no contener materiales volcánicos primarios, se determina que no representa una secuencia eugeosinclinal.

Para el Jurásico temprano-medio, sufrió algunos cambios a consecuencia del desarrollo del cinturón de rocas volcánicas, volcanoclásticas e intrusivas, que cubrieron parte del suroeste de Arizona y la porción noroeste de Sonora. El origen de este arco volcánico, se atribuye a la convergencia de placas en el Mesozoico y que cesó a consecuencia de un cambio del movimiento de convergencia a uno transcurrente lateral izquierdo, que dio lugar al Mohave-Sonora Megashear, el cual se interpreta relacionado con la apertura del Golfo de México.

Un desplazamiento sobre la zona de falla transformante, estimado en el rango de 700 a 800 km, afectó y desplazó al arco volcánico coexistente y al mismo tiempo trunco el basamento Precámbrico de esta porción de Sonora, (Anderson y Silver, 1979).

Se considera además, que el Mojave Sonora Megashear estuvo activo hasta el Jurásico tardío; sin embargo problemas relacionados con la edad, duración y trazo de esta megacizalladura, no han sido totalmente aceptados por algunos autores y por lo mismo cuestionan algunos aspectos: consideran por ejemplo, que la similitud de litología entre rocas del estado de Nevada, U.S.A. y Sonora; además de la diferencia de edades en las rocas a los lados del megashear pueden no necesariamente ser producto de un movimiento sobre una falla transforme sino a causa de colisión de bloques.

Estas características paleogeográficas continuaron, con algunas variantes y particularidades locales, hasta el Jurásico tardío, cuando se originó y desarrolló la Orogenia Nevadiana. (Rangin, 1982).

Para el Cretácico temprano, un evento tectónico de movimiento convergente sustituyó al transformante, originándose una intensa actividad magmática, que se caracteriza por una gran generación de rocas volcánicas andesíticas y que en el área y áreas vecinas constituyen lo que se define como Formación Tarahumara, que se relaciona, de acuerdo con algunos autores, con el arco volcánico Alisitos, activo durante el Aptiano-Albiano.

Durante este período, existían en la porción noroeste de México, dos dominios principales: uno al occidente, representado por la actividad del arco volcánico y otro hacia el oriente, representando a la cuenca de Chihuahua, sobre la que se depositaron potentes secuencias de rocas carbonatadas y detríticas, con variaciones en su espesor y con desarrollo de zonas intermedias, en donde se interdigitan las rocas del arco volcánico con las sedimentarias de la cuenca.

A consecuencia del evento tectónico compresivo del Cretácico medio - tardío, estos dos dominios se pusieron en contacto y propició que las rocas del arco volcánico cabalgaran a las rocas sedimentarias carbonatadas y detríticas de cuenca. La deformación y cabalgamientos de estas rocas están representadas en las porciones centrales y orientales de Sonora se le denomina con el nombre de Orogenia Meso-cretácica u Orogenia Sevier, (Rangin, 1982).

Minjárez y Torres, (1987), por su parte mencionan que en Arivechi, al noreste del área, la actividad y efectos de esta orogenia, produce un plegamiento cerrado y el cabalgamiento de las rocas volcánicas del Jurásico-Cretácico, junto con parte del basamento paleozoico, sobre las rocas sedimentarias del Cretácico temprano.

CRETACICO TARDIO - TERCIARIO TEMPRANO.- En este período y como consecuencia del evento tectónico de la orogenia larámide, se generaron emplazamientos múltiples de rocas intrusivas, cuya composición varía desde granito hasta cuarzodiorita, que se emplazaron, levantaron, fracturaron y alteraron-metamorfizaron a las rocas sedimentarias y volcánicas del Grupo Barranca y Formación Tarahumara. Los efectos combinados de estos intrusivos, son los responsables, en parte, de la transformación de carbón a grafito y también del depósito de minerales de plomo, plata, zinc, cobre y oro, que rellenan vetas y/o zonas de metasomatismo de contacto en las rocas pre-batolíticas.

Como resultado del trabajo de campo, a nivel de semidetalle, se propone la posibilidad de una transición, hacia la parte superior de la Formación Tarahumara, a rocas volcanosedimentarias representadas por areniscas, tobas-areniscas, lutitas y calizas, a las que se les ha asignado una edad del Cretácico tardio-Terciario temprano, aunque debe de establecerse que a la fecha no se ha podido determinar la edad de algunos microfósiles encontrados en determinadas localidades donde afloran estas rocas: Rancho Palos Quemados y Cerro El Mezquite, que se ubican al este de Cumuripa. Consideramos que la realización de caminamientos y muestreo de detalle sobre estos afloramientos deben de aportar una mayor información que permita determinar la edad y por lo mismo ubicar con mayor precisión a estas rocas, dentro de la columna estratigráfica del área.

En la porción noreste de Sonora, se reportan efectos de la orogenia larámide, además de los efectos del emplazamiento descritos, se caracteriza por producir fallamientos inversos y plegamientos, con estructuras de gran radio de curvatura. (Rangin, 1977). Dentro del área no se encontraron evidencias de esta deformación, únicamente un intenso fracturamiento, particularmente en las cercanías del contacto del emplazamiento

de las rocas intrusivas con las sedimentarias del Triásico y Cretácico.

TERCIARIO MEDIO.- Durante el Oligoceno se desarrolla una intensa actividad volcánica a consecuencia de la subducción de la Placa Farallón bajo la Placa Norteamericana, que produjo un inmenso volumen de rocas volcánicas, y que definen globalmente un volcanismo clasificado como bimodal, el cual se caracteriza por la presencia de tobas ignimbríticas, andesitas y riolitas y que en conjunto conforman la parte inferior y superior de la Sierra Madre Occidental. (Coney y Reynolds, 1977; McDowell y Keiser, 1977; McDowell y Clabaugh, 1979).

La Formación Lista Blanca, constituida por andesitas, traquiandesitas, tobas ignimbríticas y riolitas, fue considerada por mucho tiempo como de edad cretácica y posteriormente como terciaria temprana, todo esto de acuerdo únicamente con relaciones litológicas y comparaciones regionales. Actualmente se considera, fundamentado por dataciones radiométricas, que la edad de estas rocas es muy joven, en el rango de 10 a 13 m a, (Morales y otros, 1990 y 1991).

A este evento magmático de grandes dimensiones, se le asigna el nombre de Orogenia del Terciario medio. (Damon y otros, 1983).

TERCIARIO MEDIO - TARDIO.- Durante este tiempo se desarrolla un evento distensivo que genera una gran cantidad de fallas normales, sobre las cuales se mueven enormes bloques, horst y grabens, para desarrollar el rasgo fisiográfico de Sierras y Valles paralelos, también conocido como Basin & Range, que caracteriza a esta región y a una gran parte de Sonora.

Como resultado de este mecanismo, se generaron una infinidad de valles intermontanos, que han sido y están siendo rellenados por partículas minerales y fragmentos de rocas, derivados de las partes altas. De acuerdo con lo tradicionalmente establecido, los sedimentos de la Formación Báucarit se han depositado en estos valles; sin embargo y al igual que lo que se dijo anteriormente para la Formación Lista Blanca aquí se propone una reubicación en la columna estratigráfica.

Este fallamiento normal, de gran desarrollo extensional, es uno de los rasgos tectónicos superficiales dentro del área y regiones circunvecinas. Puede asegurarse sin lugar a dudas, que los resultados de este evento distensivo enmascaran, en gran medida, a los efectos producidos por eventos anteriores, lo cual dificulta el estudio estructural y tectónico de alguna área en particular.

El origen de este evento distensivo se relaciona con la subducción de la cresta, que separa a la Placa Farallón y la Placa del Pacífico, debajo de la Placa de Norteamérica. Este mecanismo finaliza en el Plioceno, con la separación de la península de Baja California. (Coney y Reynolds, 1977; Damon y otros, 1983).

## **VI.- GEOLOGIA ECONOMICA**

La región centro oriental de Sonora es un área que muestra una combinación de factores y características geológicas, litológicas y estructurales-tectónicas, que la ubican como potencialmente positiva para la prospección de yacimientos minerales. Dada la cercanía, así como por la similitud en varias de las características mencionadas, dentro del área estudiada existen localidades, en las que se observan manifestaciones superficiales de mineralización y alteración que pueden llegar a constituir depósitos minerales.

La información existente en relación a la presencia de yacimientos es muy variada, tanto en su magnitud como en su tipología. De esta manera se han explotado y otros se siguen trabajando, yacimientos en zonas de placer, cuerpos vetiformes, metasomáticos de contacto, entre otros.

### **YACIMIENTOS MINERALES**

Durante el trabajo de campo, se visitaron algunas localidades en donde los mineros y gambusinos han extraído alguna cantidad variable de minerales.

Los yacimientos minerales contenidos en vetas, en su gran mayoría, están alojados dentro de las rocas volcánicas de la Formación Tarahumara. No se puede establecer un rumbo preferencial sobre el cual las soluciones hidrotermales depositaron la carga mineral y esto es debido a que en muchas ocasiones, estas rocas volcánicas, fueron intensamente fracturadas, en una fase anterior al proceso de mineralización.

Algunas vetas tienen rumbo NW-SE, con echados al NE y otras se orientan NE-SW, con echados al SE.

En localidades cercanas, El Batamote, San Martín, La Bonancita, la mineralización observada consiste en sulfuros de fierro, cobre y valores de plata, zinc y contenidos muy variables de oro, desde trazas, hasta leyes de 5 y 10 gr.

Los yacimientos clasificados como pórfidos cupríferos están relacionados también con las rocas volcánicas de la Formación Tarahumara, aunque ya la cercanía y evidencia de los cuerpos intrusivos son bastante obvias. Generalmente sobre éstas localidades, los yacimientos o prospectos se asocian a zonas de intenso brechamiento, con una fuerte alteración hidrotermal, conteniendo sulfuros de fierro y cobre y una gran cantidad de turmalina. en un esquema idealizado, estos yacimientos se clasifican como "Breccia Pipe" y corresponderían a las zonas centrales del modelo de Lowell y Gilbert (1970) y con características similares a los prospectos estudiados en áreas de cercanas a Tónichi, (Berlanga, 1972).

Existen numerosas localidades en donde periódicamente se han extraído cantidades variables de oro de placer. Los lugares idóneos para la prospección de este metal son los cauces actuales y antiguos de los principales ríos y arroyos que drenan el área; así como también, las terrazas y taludes de sierras y promontorios de poca inclinación. En épocas recientes, grandes compañías mineras han dragado gran parte de los cauces de los ríos, usando equipo pesado para mover volúmenes considerables del material de relleno.

**Biblioteca Depto.  
de Geología**

**VII.- CONCLUSIONES**

- 1.- Aflora en el área una secuencia sedimentaria del Triásico.
- 2.- Se observó una secuencia volcano sedimentaria de probable edad cretácica, con características típicas de un ambiente de arco magmático.
- 3.- Se caracterizó un período de intrusión atribuyéndosele una edad cretácica tardía - terciaria temprana.
- 4.- Se caracterizaron dos eventos volcánicos distintos:  
El primero, de composición andesítica a riolítica, de edad terciaria tardía sobreyaciendo discordantemente a la Formación Báucarit. El segundo, de composición basáltica-andesita basáltica, también del Terciario tardío.
- 5.- El área de estudio fue afectada principalmente por el evento tectónico distensivo del Terciario medio - tardío, predominando un sistema principal estructural orientado N - S.

**BIBLIOGRAFIA:**

- ABADIE, V.H, 1981. Geology of part of the Sierra de Moradillas, Sonora, Mexico. M.S. Thesis: Stanford University, 87 p.,
- ALENCASTER, G. 1961. Paleontología del Triásico Superior de Sonora, Univ. Nac. Aut. de Mex., Inst. Geol., Paleontología Mexicana No. 11, p. 18-83.
- ANDERSON, T.H. AND SILVER, L.T., 1979. The role of the Mojave-Sonora Megashear in the tectonic evolution of northern Sonora. in T.H. Anderson and J.Roldan eds. Geology of northern Sonora: GSA annual meeting in San Diego, Cal. p 59-68.,
- BARRERA, M.E. Y OTROS, 1986. Estudio de Geología Superficial de Semidetalle del Prospecto Huásabas, Sonora. NEM-2131, Departamento de Geología, UNISON. 102 P. inedito.
- BERLANGA, G.E., 1971. Geología del Proyecto Aurora: En Memoria de la IX Convención Nacional AIMMGM, Hermosillo, Son. p. 435-448.
- BILODEAU, W.L. AND LINDBERG, F.A., 1983. Early Cretaceous Tectonics and Sedimentation in Southern Arizona, South-western New Mexico and Northern Sonora, Mexico. SEPM, pp. 173-188.
- COCHEME, J.J. AND DEMANT, A., 1991. Geology of the Yecora area, Northern Sierra Madre Occidental, Mexico, in Perez Segura, E. and Jacques Ayala, C., eds., Studies of Sonoran Geology: Geological Society of America Special paper 254, p. 81-94.
- COJAN, I., AND POTTER, P.E., 1991. Depositional Environment, Petrology and Provenance of the Santa Clara Formation, Upper Triassic Barranca Group, Eastern Sonora, Mexico, in Perez, S.E., and Jacques, A.C., eds., Studies of Sonoran Geology; Geological Society of America Special Paper 254.
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, 1988. Estudio Fotogeológico Regional de la Región Carbonífera en Sonora Central. Informe Interno.
- CONEY, P.J. AND REYNOLDS, S.J., 1977. Cordilleran Benioff zones nature, 270 p. 403-406.
- CRUZ, F.P., 1990. Reconocimiento Geológico de la Hoja La Dura H12D75 en el sureste de Sonora, México: Tesis de Licenciatura, Instituto Politécnico Nacional 60 p.
- CHAULOT-TALMON, 1984. Etude Geologique et structurale des ignimbrites de tertiari de la Sierra Madre Occidentale, entre Hermosillo et Chihuahua, Mexique. These du Doctorat. Univ. de Paris-Sud. 259 p.

- DAMON, P.E., AND BIKERMAN, 1964. Potassium Argon dating post-Laramide plutonic and volcanic 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 within the Republic of Mexico (1965) Laboratory of Isotope Geochemistry Department of geosciences, U. of Arizona and the Consejo de Recursos Naturales No Renovables, Archivo C.R.N.N.R.; Dirección General.
- DAMON, P.E., AND OTHERS, 1983, El Batolito Laramide (90 - 40 m. a.) de Sonora: en Memoria de la XV Convención Nacional AIMMMG Guadalajara, Jal., p. 63-95.
- DUMBLE, E.T., 1900, Notes on the Geology of Sonora, Mexico: American Institute of Mining Engineers Transactions, v. 29, p. 122-152.
- DUMBLE, E.T., 1901, Cretaceous of Obispo Canyon, Sonora, Mexico: Texas Academy of Science Transactions, v. 4, p. 81.
- GASTIL, R.G. AND KRUMMENACHER, D. 1977. Reconnaissance Geology of Coastal Sonora between Puerto Lobos and Bahia Kino, G.S.A., Bull. v. 88, p. 189-198.
- GASTIL AND OTHERS, 1978. Mesozoic history of Peninsular California and related areas east of the Gulf of California. In "Mesozoic paleogeography of the western United States, Pacific coast Paleogeography Symposium". D. G. Howell and K.A. McDougall eds., SEPM, Pacific Sect., p. 107-116.
- GONZALEZ, L.C., 1980. La Formación Antimonio ( Triásico Superior- Jurásico Inferior) en la Sierra El Alamo, Estado de Sonora: UNAM, Instituto de Geología, Revista, v. d., p. 13-18.
- GONZALEZ, L.C. Y ROLDAN Q. J., 1985. Notas sobre el Triásico Superior de la sierra La Flojera, Sonora: en Weber R., Ed., Congreso Latinoamericano de Paleontología, Simposio sobre flora del Triásico Tardío, su fitogeografía y paleoecología: U.N.A.M., Instituto de Geología, Memorias, p. 83-85.
- GONZALEZ, L.C., 1989. Evolución de terrenos Mesozoicos en el Noroeste de México, Bol. Depto. de Geol. UNI-SON., 1989, Vol. 6, No. 1 Y 2, p. 39-54.
- INEGI., 1975, Planos geológicos de las Hojas Sierra Libre (H12-11), y Tecoripa (H12-12), Escala 1 : 250 000,
- INEGI., 1989, Plano geológico Hoja Tijuana, Escala 1 : 1 000 000.,

- KING, R.E., 1939, Geological Reconnaissance in Northern Sierra Madre Occidental of Mexico: Geol. Soc. Am, Bull., v. 50, p. 1625-1722.
- LOWELL & GUILBERT, J.M., 1970. Lateral and vertical alteration mineralization zoning in porphyry copper deposits Econ. Geol. vol. 65. pp. 373-408.
- MARTINEZ H. E. 1984. Palinoestratigrafía de sedimentos en el Estado de Sonora, México, en Célis-Gutiérrez, Malpica-Cruz, y Ortlieb, L., eds., Symposium on Neotectonics and sea level variations in the Gulf of California area, Abstracts volume, p. 43-44.
- McDOWELL AND KEISER, 1977. Timing of Mid-Tertiary volcanism, in the Sierra Madre Occidental Between Durango City and Mazatlan, Mex., G.S.A. Bull. v. 88. p. 1479-1487.
- McDOWELL AND CLABAUGH, 1979. The Igneous History of the Sierra Madre Occidental and its Relations to the Tectonic evolution of western Mexico. U.N.A.M. Instituto de Geología. Revista. Vol. 5, No. 2. pp. 195-206.
- McDOWELL Y ROLDAN, 1991. Timing of late Tertiary extension in central Sonora, Mexico: Geological Society of America, Abstracts with Programs, v. 23. No. 5, p. A-247.
- MENICUCCI, S., 1975. Reconnaissance géologique et minière de la région entre Hermosillo et le Rio Yaqui. (Sonora Central Mexique). Thèse de Doctorat, Université Scientifique et Medicale de Grenoble, Francia.
- MINJAREZ, I. Y TORRES, Y., 1987. Geología del área de Bacanora, Arivechi. Hacia un esquema de evolución geológica Jurásico-Cretácico de Sonora. Tesis profesional, UNI-SON.
- MORALES, M.M. Y OTROS, 1990 K-Ar age dating, Stratigraphy and extensional deformation of Sierra Lista Blanca, Central Sonora, Mexico, G.S.A., Annual Meeting Sesion, 149, Stratigraphy II.
- MORALES, M.M., Y OTROS, 1991. Geology and Geochronology of the Sierra Lista Blanca, Central Sonora, Mexico: A progress report, Bol. Depto. Geol. UNI-SON, 1991. V. 8., No. 1, p.1-5.
- OBREGON, A.L., AND ARRIAGA, A.F., 1991. Coal in Sonora, Mexico in Perez, S.E., and Jacques, A.C., eds., Studies of Sonoran Geology: Geological Society of America Special Paper 354.,
- PEREZ, S.E., 1985. Carta Metalogenética de Sonora 1: 250,000. Una interpretación de la metalogenia de Sonora. Dirección de

Minería, Geología y Energéticos. Gobierno del Estado de Sonora y Universidad de Sonora. 64 p.

PESQUERA, V.R. Y CARBONELL, C.M., 1960. Geología y Exploración de los Depósitos de Carbón de la Región de San Marcial, Estado de Sonora: CRNNR, Boletín 59, 39 p.

POTTER, E.P. Y OTROS, 1980. Estudio de la Formación Barranca del Centro de Sonora. C.F.E. y DIMIGEE; Hermosillo, Sonora. Reporte Interno.

PUBELLIER, M., 1987. Relations entre Domaines Cordillerain et Mesogene au Nord du Mexique; Etude Geologique del Valle de Sahuaripa, Sonora Central. these Univ.

RAISZ, E., 1964. Landforms of Mexico: Geography Branch of the Office of Naval Research, mapa escala 1:3,000,000.

RANGIN, C., 1977. Tectónicas sobrepuestas en Sonora septentrional. U.N.A.M. Instituto de Geología, Revista, Vol. 1, No. 1, p. 44-47.

RANGIN, C., 1982. Contribution á l'étude geologique du systéme cordillerain du nord-ouest du Mexique. Thése de doctorat d'état en sciences. Acad. Paris. Univ. Pierre et Marie Curie, 588 p.

ROLDAN, J.Q., 1979. Geología y Yacimientos del Distrito San Felipe, Sonora: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, Vol. 3, No. 2 p. 97-115.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), 1984. Geología de la República Mexicana, 88 p.

SILVA, A., 1961. Flora fósil de la Formación Santa Clara (Cárnico) del Estado de Sonora. In: Paleontología del Triásico Superior de Sonora. Parte II. U.N.A.M., Inst. de Geología. Paleontología Mexicana. p. 1-36.

STEWART, J.H., 1988. Latest Proterozoic and Paleozoic southern margin of North America and the accretion of Mexico. Geology, V. 16, p. 186 - 189.

STEWART, J.H. Y ROLDAN, Q.J., 1991. Upper Triassic Barranca Group; Nonmarine and Shallow-marine rift-basin deposit northwestern Mexico, in Perez, S.E. and Jacques, A.C., eds. Studies of Sonoran Geology: Geological Society of America Special Paper 254.

- VASALLO, L.F., 1985. Sobre la Evolución Geológica de la parte central del Estado de Sonora, México; y su relación con los depósitos de grafito: en Weber, R., ed., 3rd. Congreso Latinoamericano de Paleontología, México. Memorias, p. 87-100.
- WEBER, R., Y OTROS, 1980. Nuevas Contribuciones al conocimiento de la flora de la Formación Santa Clara (Triásico Tardío) de Sonora; U.N.A.M. Instituto de Geología, v. 4, No. 2, p. 125-137.
- WEBER, R., 1985. Las plantas fósiles de la Formación Santa Clara (Triásico Tardío, Sonora, México); Estado actual de las investigaciones, en Weber, R., ed., 3rd. Congreso Latinoamericano de Paleontología, U.N.A.M., Instituto de Geología, Memorias, p. 107-124.
- WILLIAMS, H., AND MCBIRNEY, A.R., 1979. Volcanology, San Francisco: Freeman, Cooper and Co., 397 p.
- WILSON, I.F., Y ROCHA, V.S., 1946. Los yacimientos de carbón de la región de Santa Clara, Municipio de San Javier, Estado de Sonora: Comité Directivo para la Investigación de los recursos minerales de México. Boletín 9, 108 p.

Biblioteca Depto.  
de Geología