



UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



"GEOLOGIA DE LA CARTA TONICHI (H12D65) CON ENFASIS EN EL
PALEOZOICO PORCION CENTRAL DEL ESTADO DE SONORA"

T E S I S

Que para obtener el Titulo de

G E O L O G O

P R E S E N T A N

Edgardo Barrera Moreno
José Esteban Domínguez Perla



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

HERMOSILLO, SONORA

ABRIL DE 1987

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

"GEOLOGIA DE LA CARTA TONICHI (H12D65)
CON ENFASIS EN EL PALEOZOICO
PORCION CENTRAL DEL ESTADO DE SONORA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

G E O L O G O

PRESENTAN

EDGARDO BARRERA MORENO
JOSE ESTEBAN DOMINGUEZ PERLA



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

HERMOSILLO, SONORA

ABRIL DE 1987

Hermosillo, Sonora, enero 6, 1987

ING. EFREN PEREZ SEGURA
Coordinador Ejecutivo
Depto. de Geología
Universidad de Sonora
P r e s e n t e

Por este conducto y de la manera más atenta, nos permitimos presentar a usted para su aprobación, el tema "GEOLOGIA DE LA CARTA TONICHI (H12D65) CON ENFASIS EN EL PALEOZOICO, PORCION CENTRAL DEL ESTADO DE SONORA", la cual presentaremos como tesis para examen profesional.

El tema a desarrollar tendrá el siguiente contenido:

RESUMEN
INTRODUCCION
GEOLOGIA REGIONAL
ESTRATIGRAFIA LOCAL
GEOLOGIA ESTRUCTURAL
TECTONICA Y GEOLOGIA HISTORICA
GEOLOGIA ECONOMICA
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
BIBLIOGRAFIA



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

Agradeciendo de antemano la atención que se sirva prestar, quedamos de usted.

A T E N T A M E N T E

EDGARDO BARRERA M.
EDGARDO BARRERA MORENO

J. ESTEBAN DOMINGUEZ PERLA
JOSE ESTEBAN DOMINGUEZ PERLA

Hermosillo, Sonora, enero 6, 1987

ING. EFREN PEREZ SEGURA
Coordinador Ejecutivo
Depto. de Geología.
Universidad de Sonora.
P r e s e n t e

Por este conducto nos permitimos proponer el tema de tesis: "GEOLOGIA DE LA CARTA TONICHI (H12D65) CON ENFASIS EN EL PALEOZOICO, PORCION CENTRAL DEL ESTADO DE SONORA"; el cual será desarrollado por los pasantes de geólogos EDGARDO BARRERA MORENO y JOSE ESTEBAN DOMINGUEZ PERLA, como requisito necesario para la obtención del título profesional de esta Universidad.

A T E N T A M E N T E



ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ



DR. THIERRY CALMUS



Biblioteca Depto. de Geología

Febrero 3, 1987

PASANTES DE GEOLOGO
EDGARDO BARRERA MORENO
JOSE ESTEBAN DOMINGUEZ PERLA
P r e s e n t e

Por medio de la presente hacemos de su conocimiento que ha sido aprobado el Tema de Tesis Profesional propuesto intitulado:

"GEOLOGIA DE LA CARTA TONICHI (H12D65) CON ENFASIS EN EL PALEOZOICO, PORCION CENTRAL DEL ESTADO DE SONORA".

Sin otro particular, nos suscribimos a sus apreciables órdenes.

ATENTAMENTE

ING. EFREN PEREZ SEGURA
COORDINADOR EJECUTIVO

EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPTO. DE GEOLOGIA



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

NOMBRE DE LA TESIS: "GEOLOGIA DE LA CARTA TONICHI (H12D65) CON ENFASIS
EN EL PALEOZOICO, PORCION CENTRAL DEL ESTADO DE
SONORA".

NOMBRE DEL SUSTENTANTE: EDGARDO BARRERA MORENO

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


ING. RICARDO AMAYA MARTÍNEZ

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


DR. THIERRY CALMUS

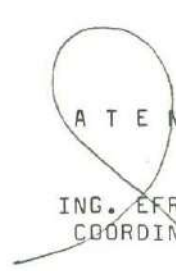
El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.

DR. LUIGI RADELLI



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

ATENTAMENTE


ING. EFREN PEREZ SEGURA
COORDINADOR EJECUTIVO

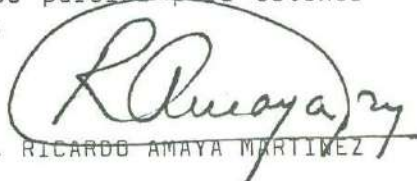



**Biblioteca Depto.
de Geología**

NOMBRE DE LA TESIS: "GEOLOGIA DE LA CARTA TONICHI (H12D65) CON ENFASIS
EN EL PALEOZOICO, PORCION CENTRAL DEL ESTADO DE
SONORA".

NOMBRE DEL SUSTENTANTE: JOSE ESTEBAN DOMINGUEZ PERLA

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


ING. RICARDO AMAYA MARTÍNEZ

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

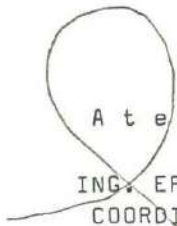

DR. THIERRY CALMUS

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.

DR. LUIGI RADELLI



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


A t e n t a m e n t e

ING. EFREN PEREZ SEGURA
COORDINADOR EJECUTIVO



Biblioteca Depto. de Geología

I. INTRODUCCION	
1.1. Presentación	4
1.2. Objetivos del estudio	4
1.3. Trabajos previos	4
1.4. Métodos y duración del trabajo	6
1.5. Localización	7
1.6. Vías de comunicación	7
1.7. Clima	8
1.8. Flora y fauna	8
1.9. Fisiografía	9
1.9.1. Provincias fisiográficas	9
1.9.2. Geomorfología	10
1.10. Hidrografía	
II. GEOLOGIA REGIONAL	12
III. ESTRATIGRAFIA LOCAL	16
3.1. Rocas sedimentarias	16
3.1.1. Paleozoico	16
3.1.1.1. Unidad Soyopa	16
3.1.1.2. Unidad San Antonio	17
3.1.1.3. Unidad Pérmico Martínez	21
3.1.2. Mesozoico	22
3.1.2.1. Triásico	22
3.1.3. Cenozoico	25

3.2.1. Mesozoico	27
3.2.1.1. Cretácico inferior volcánico.	
Formación Tarahumara	27
3.2.1.2. Intrusivos Laramídicos	29
3.2.1.3. Terciario superior volcánico	
Toba ácida, riolita, ignimbrita	31
3.3. Rocas metamórficas	33
IV. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	
4.1. Estructuras paleozoicas	35
4.1.1. Unidad Soyopa	35
4.1.2. Unidad San Antonio	36
4.1.3. Unidad Pérmico Martínez	37
4.2. Estructuras triásicas	38
4.3. Estructuras post-Cretácico inferior	39
4.4. Estructuras del Terciario medio - superior	39
V. TECTONICA Y GEOLOGIA HISTORICA	
5.1. Paleozoico	40
5.2. Mesozoico	41
5.3. Cretácico superior - Terciario inferior	42
5.4. Oligoceno - Mioceno	43
5.5. Plioceno - Reciente	43
VI. GEOLOGIA ECONOMICA	
6.1. Mineralización	45
6.1.1. Depósitos de oro	45
6.1.2. Yacimientos no metálicos	46

VII. CONCLUSIONES
BIBLIOGRAFIA
APENDICE PETROGRAFICO

Biblioteca Depto. de Geologia



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

fig. 1	Plano de localización	7 - 8
fig. 2	Plano de vías de comunicación	7 - 8
fig. 3	Provincias fisiográficas	10 - 11
fig. 4	Plano hidrográfico	11 - 12
fig. 5 y 6	Columna estratigráfica esquemática del Paleozoico inferior. Cañada Caparroz y rancho Nuevo. Miembro inferior Unidad Soyopa	17 - 18
fig. 7 y 8	Columnas estratigráficas esquemáticas del Paleozoico inferior. Arroyo El Garzal y rancho Cendraditas. Miembro inferior Unidad San Antonio	19 - 20
fig. 9 y 10	Graptolitos del Ordovícico medio superior y plano de localidades fosilíferas	19 - 20
fig. 11	Plano de localidades ordovícicas y pérmicas en el Estado	20 - 21
fig. 12	Columna estratigráfica. Formación Arrayanes	23 - 24
fig. 13	Columna estratigráfica. Formación Sta. Clara	24 - 25
fig. 13a	Columna estratigráfica. Formación Sta. Clara	24 - 25
fig. 14	Columna estratigráfica. Formación Coyotes	24 - 25
fig. 15	Plano de localidades triásicas en Sonora	24 - 25
fig. 16	Correlación estratigráfica en el Estado	25 - 26
fig. 17	Relaciones estratigráficas del Triásico en Sonora	25 - 26
fig. 18	Columna estratigráfica. Conglomerado Báucarit	25 - 26
Tabla 1	Edades K-Ar del batolito Laramide en Sonora	29 - 30

Columna estratigráfica esquemática de la carta Tónichi (H12D64)	29 - 30
fig. 20 Deformación del miembro inferior. Unidad Soyopa	35 - 36
fig. 21 Plegamiento métrico isópaco de la Formación Santa Clara	36 - 37
fig. 22 Plegamiento con fallamiento inverso asociado, de la Unidad Soyopa	36 - 37
fig. 23 Roseta de fracturamiento y fallamiento del Grupo Barranca	38 - 39
fig. 24 Roseta de fracturamiento y fallamiento de la Formación Tarahumara	38 - 39
fig. 25 Roseta de fracturamiento y fallamiento de la Formación Báucarit	39 - 40
fig. 26 Esquema paleogeográfico de la porción noroeste de México durante el Mesozoico Rangin, 1978	42 - 43



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

**Biblioteca Depto.
de Geología**

Los autores de la presente tesis desean expresar su agradecimiento a la Dirección de Petróleos Mexicanos, que por medio de la Universidad de Sonora otorgó el financiamiento para llevar a cabo este trabajo.

Al Departamento de Geología de la Universidad de Sonora y al coordinador de éste, Ing. Efrén Pérez Segura, por la ayuda prestada durante el desarrollo de este trabajo.

Así también, en especial al Ing. Ricardo Amaya Martínez y al Dr. Thierry Calmus por su asesoría y colaboración. Así como al Dr. Luigi Radelli por sus consejos y observaciones en la elaboración de la misma.

A la Dra. Claire Carter quien a través del Dr. John H. Stewart, ambos investigadores de U.S Geological Survey, colaboraron en la determinación de especies fósiles.

Al Consejo de Recursos Minerales, a su director Ing. Jaime Islas López por la colaboración brindada a este trabajo.

A nuestros compañeros y amigos Ramón Angel Duarte, Mario Castellanos y Roberto Morales por su gran ayuda en la elaboración de planos y columnas estratigráficas.

Así también, agradecemos a Luis Ignacio Ruiz y Filiberto López por su ayuda en la elaboración de láminas delgadas.

A Ismael Minjarez por su ayuda en la realización de éste trabajo.

A los rancheros y habitantes de ésta porción de Sonora, por su hospitalidad y ayuda desinteresada, y en especial a Don Jesús Navarro.

Alfonso Soto Conteras nuestro más sincero agradecimiento por su compañerismo y voluntad expresada en todo momento.

A todas aquellas personas que nos acompañaron en las visitas al campo compartiendo todo lo que ello implica, y aquellas que de alguna u otra manera colaboraron en la realización de éste trabajo, nuestro más sincero agradecimiento.

A nuestros padres...

Por su amor y cariño que en nuestras vidas

han sido la base elemental para alcanzar nuestros fines.

Nuestro gran amor por siempre.

A nuestros hermanos...

Por su apoyo moral y comprensión en todo en todo momento.

A nuestros compañeros y amigos...

Nuestra admiración y gratitud.

R E S U M E N

El objetivo del presente trabajo fué el realizar la cartografía geológica de una superficie de 900 Km², enmarcada en una carta topográfica a escala 1 : 50,000. Esta superficie se ubica dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, subprovincia de Sierras y Valles. Dicha subprovincia esta constituida por cordilleras con una orientación NNW - SSE limitadas por fallas normales y valles intermontanos que las separan.

Se reconocieron rocas sedimentarias del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico; rocas ígneas del Mesozoico y Cenozoico, y rocas de metamorfismo de contacto.

Las secuencias sedimentarias paleozoicas, están restringidas a rocas de facies de cuenca y ambientes de plataforma..

La secuencia de facies de cuenca, está constituida en general, por una alternancia de areniscas calcareas, calizas con pedernal, lutitas calcareas y carbonosas con graptolitos, y areniscas de cuarzo. Dentro del área está representada por la Unidad Soyopa, sobreyacida en contacto tectónico por la Unidad San Antonio (nombradas informalmente). Ambas en conjunto forman una napa, que sobreyacen por falla a rocas pérmicas de plataforma llamada Unidad Caliza Martínez.

La fase de deformación paleozoica de la secuencia ordovícica y su cabalgamiento sobre el Pérmico, pudiera corresponder a la orogenia Allegheniana de la región de Marathon en Texas.

Dentro de estas unidades se localizaron cuatro localidades

le asignaron una edad del Ordovícico medio al superior (Claire Carter, 1986; com. esc.)

El bloque de piso de ésta cabalgadura está representado por la Unidad Caliza Martinez, constituida por una secuencia de calizas grises con pedernal, con escasos horizontes arcillosos intercalados, y no contiene fósiles.

Discordante sobre el Paleozoico se encuentra una secuencia sedimentaria detrítica, representada en el área por el Grupo Barranca (Alencaster, 1961), el cual está dividido en tres formaciones que de la base a la cima son: Arrayanes, Santa Clara y Coyotes.

La Formación Arrayanes está constituida a la base por conglomerados con fragmentos de areniscas bien redondeados, intercalados con areniscas de cuarzo y lutitas hacia arriba.

Sobreyaciendo transicionalmente se encuentra la Formación Santa Clara, que en general, está constituida por una secuencia de lutitas claras y oscuras, con horizontes de areniscas de cuarzo, intercalados con estratos de lutitas carbonosas con gran cantidad de materia orgánica y restos de plantas fósiles. En estos estratos se encuentran mantos de carbón y grafito.

Discordantemente se encuentra sobreyacida por la Formación Coyotes, constituida principalmente por conglomerados con fragmentos semiredondeados de areniscas, rocas volcánicas, etc., intercalados con areniscas de cuarzo.

Este grupo es deformado por la orogenia Nevadiana del Jurásico superior, y posteriormente cubierto por una serie de

área por la Formación Tarahumara y constituida por derrames de andesitas, brechas y aglomerados de composición intermedia.

A su vez se encuentran afectados por los intrusivos del Cretácico superior y Terciario inferior, que varían de granito granodiorita a diorita, los que al emplazarse en la roca encajonante forman zonas de alteración y mineralización.

En ocasiones dan lugar a rocas de metamorfismo de contacto, principalmente en lugares en donde existen en mayor proporción secuencias carbonatadas.

Cubriendo en discordancia se encuentran rocas volcánicas ácidas del Terciario medio, formadas por tobas, riolitas e ignimbritas.

Así, la orogenia distensiva del Terciario medio da origen a la formación de Horst y Semigraben (sierras y valles), y a la posterior depositación en los valles del Conglomerado Báucarit como producto de la erosión de los grandes bloques levantados.

Como resultado de la erosión actual, se encuentran cubriendo en discordancia material de relleno como son aluviones y sedimentos mal consolidados.

1.1. Presentación.

El presente trabajo es el resultado de una tercera parte de un estudio superficial a semidetalle, de un convenio de ayuda mutua, celebrado entre la Dirección de Petróleos Mexicanos y la Universidad de Sonora.

1.2. Objetivos del estudio.

El objetivo básico de éste trabajo en la región de referencia, fué el de efectuar la cartografía geológica a escala 1:50,000 a semidetalle. Su fin es de:

- Definir las distintas unidades litoestratigráficas.
- Establecer las características estratigráficas del área, relación, espesor y ambiente de depósito de las diferentes unidades.
- Controlar los sistemas estructurales imperantes, así como su evolución tectónica.
- Controlar la cronología y distribución de las rocas.
- Evaluar las posibilidades económicas del área de acuerdo al reconocimiento geológico.

1.3. Trabajos previos.

Se han desarrollado varios trabajos geológicos en la parte centro - oriental del Estado de Sonora, algunos de ellos de carácter científico y otros predominantemente mineros. Dentro de la zona de estudio son escasos los trabajos que se han realizado.

Dumble (1900) realizó un reconocimiento geológico regional y en el área describe la División Barranca del Triásico superior

Describe también la División Lista Blanca para una serie de rocas volcánicas del Cretácico inferior y la División Baucari del Terciario superior, para un conjunto de conglomerados y areniscas.

Flores (1929) considera que intrusivos de andesitas metamorfosearon al carbón, convirtiéndolo en grafito.

Weber (1980) realiza trabajos de exploración paleobotánica en la Formación Santa Clara, describiendo 25 nuevas localidades. De acuerdo a la taoflora se corrobora la edad Cárnica de las plantas fósiles del Triásico superior.

Potter (1980) confirma las tres divisiones del Grupo Barranca. Pone énfasis en estructuras primarias y paleocorrientes, además diferencia dos tipos de conglomerados:

a). Conglomerados normales de ríos o arroyos con clastos bien empacados.

b). Conglomerados de flujos de lodo que indican estrecha proximidad a un frente de montaña. Presenta clastos dispersos aislados, pobremente clasificados y redondeados en una matriz arenosa.

Córdova y Montijo (1983) realizaron un estudio geológico económico en el área de Cobachi y a las rocas del Paleozoico para su estudio las dividen en: Miembro 1, miembro 2 (Caliza Picacho Colorado) y miembro 3.

Vassallo (1983) realiza un estudio sobre la evolución tectónica en Sonora central y su relación con los depósitos de grafito, y en 1985 continúa sobre los depósitos del Grupo Barranca en la región de San Marcial y Santa Clara.

gráficas, identificación y fechación de especies fósiles. Estas últimas llevadas a cabo con la colaboración de la Dra. Claire Carter a través del Dr. Jhon Stewart, que pertenecen a Geological Survey of America; y el análisis petrográfico.

- Redacción de informe final.

1.4. Métodos y duración del trabajo.

Este trabajo se llevó a cabo en varias etapas, a partir del mes de Marzo de 1986 a Marzo de 1987, de la siguiente manera:

- Recopilación y análisis de información bibliográfica.
- Reconocimiento preliminar de campo.
- Fotointerpretación geológica.

Para esto se utilizaron fotos aéreas verticales en blanco y negro a escala 1: 50,000 que pertenecen a la zona 60A en los vuelos F20(11 - 21), F21(15 - 22), F22(10 - 17), F23(12 - 20) y F24(9 - 17), siendo un total de 45 fotos que cubren en forma estereoscópica el área de estudio.

- Restitución fotogeológica.

Se elaboró en planos topográficos escala 1: 50,000 editados por la Secretaría de Programación y Presupuesto.

- Verificación de campo.

Se llevaron a cabo caminamientos en los cuales se realizó un muestreo sistemático de rocas ígneas y particularmente en lugares donde existían en mayor proporción rocas sedimentarias, así como la recolección y ubicación de fósiles, datos estructurales y levantamiento de secciones estratigráficas medidas con cinta.

- Trabajo de gabinete.

Este consistió en la reinterpretación fotogeológica, elaboración de secciones estructurales y columnas estratigráficas, identificación y fechación de especies fósiles. Estas últimas llevadas a cabo con la colaboración de la Dra. Claire Carter a través del Dr. Jhon Stewart, que pertenecen a Geological Survey of America; y el análisis petrográfico.

- Redacción de informe final.

1.5. Localización.

El área de estudio se encuentra ubicada en la porción centro oriental del Estado de Sonora y se encuentra enmarcada dentro de las siguientes coordenadas geográficas:

28 30' - 28 45' de latitud Norte, y

109 20' - 109 40' de longitud Oeste.

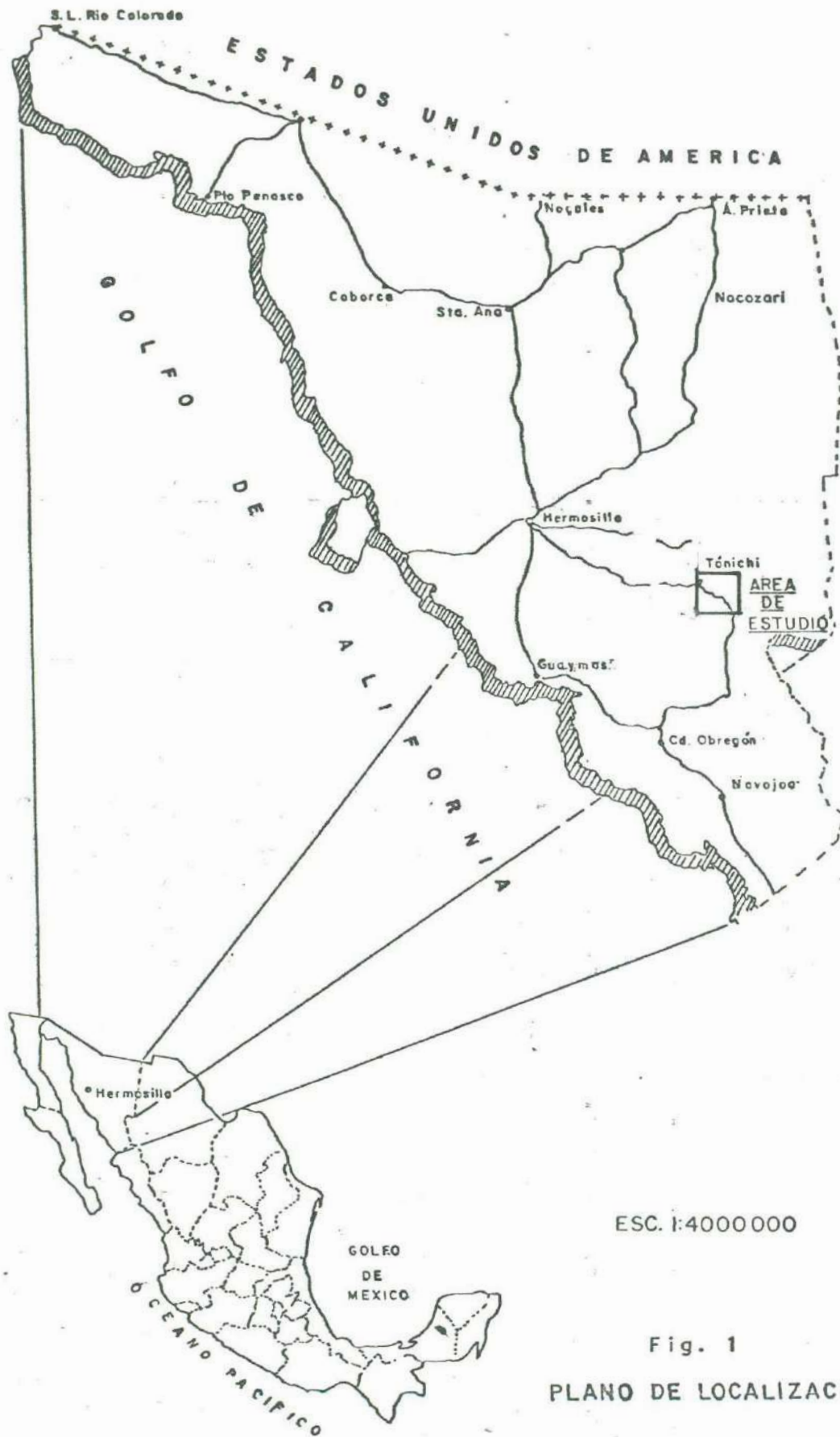
El área comprende una superficie de 900 Km² y se encuentra aproximadamente a 160 Km hacia el SE en línea recta de la ciudad de Hermosillo. (fig. 1).

1.6. Vías de comunicación.

El área de estudio se encuentra comunicada por la carretera pavimentada estatal No. 16, la cual cruza por la parte sur del área y que une a Hermosillo con Ciudad Obregón, pasando por las poblaciones de la Colorada, San José de Pimas, Tecoripa, San Javier, La Barranca, Tepoca, San Nicolás, siguiendo hacia el sur hasta Cd. Obregón. (fig. 2)

De esta carretera se derivan importantes caminos de terracería, como lo es el que comunica a los pueblos de San Antonio de la Huerta, Soyopa y Rebeico, y que es transitable todo el año. Otro camino importante a partir de la carretera, es el que comunica a la población de Tónichi y que antiguamente unía con el poblado de Bacanora, de éste se derivan caminos vecinales que unen a varias rancherías. También se deriva otro camino a partir de la carretera, y que une a la población de El Encinal así como a varias rancherías y pequeñas minas de grafito.

Cabe mencionar, que estos últimos solo son transitables en



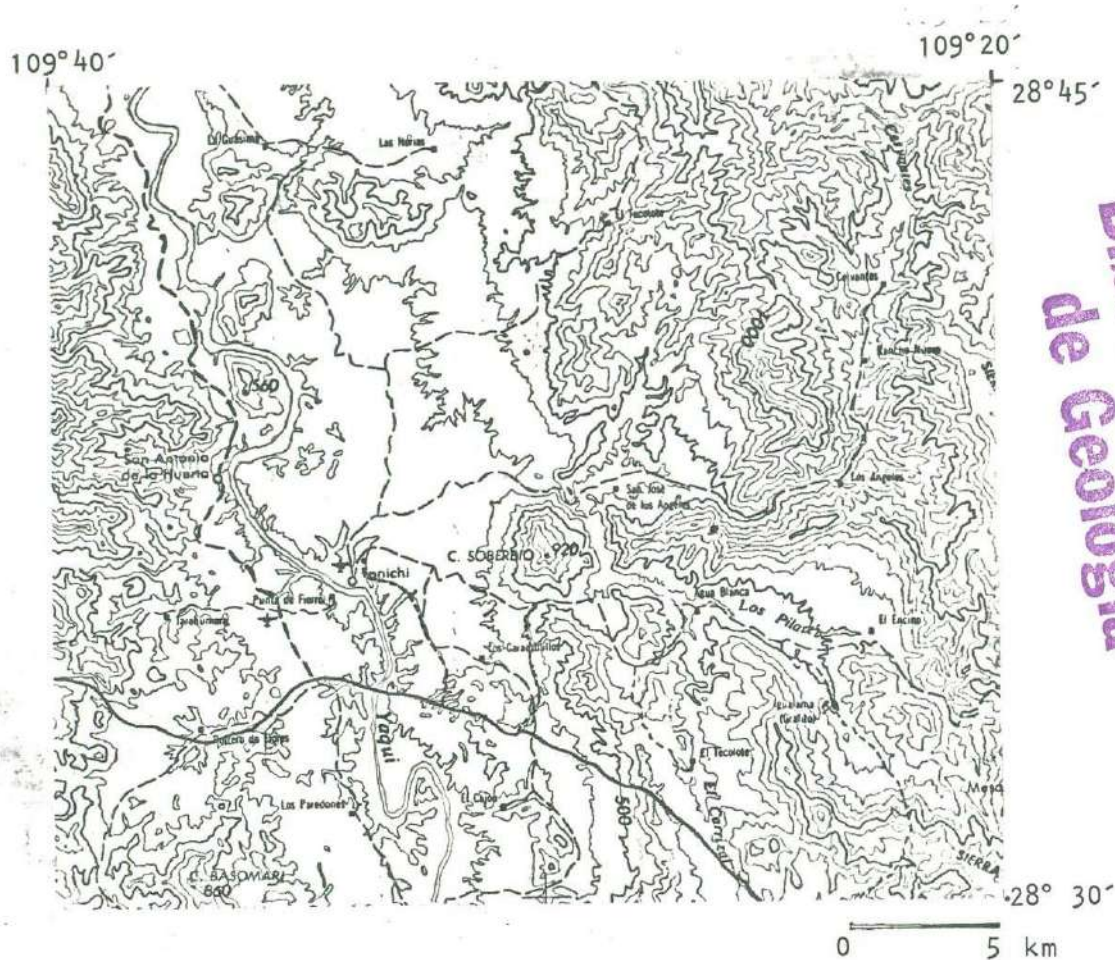


FIG. 2 .- Plano que muestra las principales vías de acceso en el área de estudio.

CARRETERA PAVIMENTADA
CAMINO DE TERRACERIA
BRECHA



temporadas de secas. Existe además una pequeña pista de aterrizaje aéreo en la población de Tónichi, y que solo es utilizada en forma esporádica para vuelos locales.

1.7. Clima.

El clima en la región es cálido y del tipo aproximadamente seco o desértico, aunque de vez en cuando los inviernos son rigurosos alcanzando temperaturas muy bajas entre los 0 y 25 grados centígrados, en las partes topográficamente altas, y durante el verano entre los 35 y 52 grados centígrados, y alcanzando temperaturas hasta los 47 grados a la sombra. En el valle del río Yaqui, así como en las partes topográficamente bajas, se experimenta un calor excesivo.

El régimen de lluvias en verano tiene una media anual de 380 mm. Las lluvias principian a fines de Junio, siendo lluvias de carácter torrencial cediendo hasta fines de Octubre. En los meses de Diciembre a Marzo, perduran las lloviznas de escasa intensidad, siendo éstas las de invierno o las localmente llamadas equipatas. En general el clima en el área es de carácter cálido - seco y templado semiseco de acuerdo con las estaciones del año. El mes más cálido es Julio y el mas frío es Enero.

1.8. Flora y fauna.

En el área de estudio, la vegetación en su mayoría está controlada por la altura. En las partes topográficamente bajas es típica de climas cálidos y semidesérticos, siendo los predominantes los matorrales del tipo xerófitas. En las partes topográficamente altas se desarrollan bosques de encinos y

pináceas. Algunas de las especies más abundantes son:

- Mezquite: *Prosopis Juliflora*
- Choya: *Opuntia Choya*
- Nopal: *Opuntia sp.*
- Uña de gato: *Prosopis Greggii*
- Garambullo: *Lepidocereus Schottii*
- Palo Verde: *Cercidium Microphyllum*
- Pochote: *Ceiba Acuminata*
- Ocotillo: *Fouquieria Splendes*
- Maguey: *Agave Lophanta*
- Palma: *Uccia sp.*
- Encino: *Quercus Crassifolia*
- Pino: *Pinus sp.*

Existen además otra especies muy comunes como son : Arrayanes, chalate, brasil, amapa, mauto, torote blanco y prieto, tescalama, uvalama, hierba de la flecha, sibíri, chicura, peyote, etc.

La fauna del área esta constituida principalmente por venado cola blanca, jabalí, coyote, gato montés, zorrillo, liebre, conejos, víbora de cascabel, coralillo, gávilán, zopilote, aguililla y varias clases de roedores e insectos.

1.9. Fisiografía.

1.9.1. Provincias Fisiográficas.

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, subprovincia fisiográfica de Sierras y Valles (según Raiz, 1964). Esta provincia está limitada hacia el poniente con la

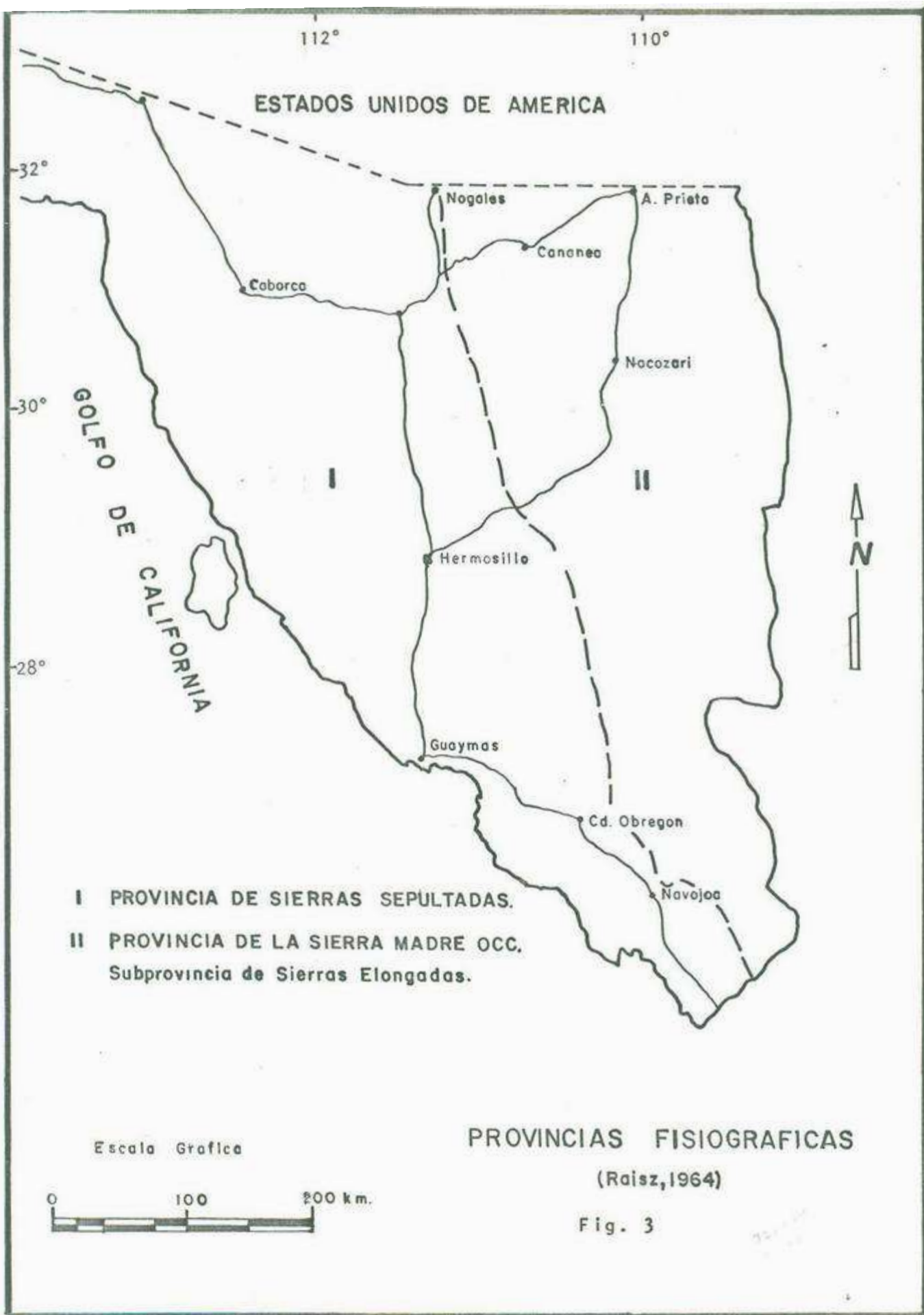
provincia del Desierto Sonorense. Al norte desaparece antes de llegar a la frontera con Estados Unidos y hacia el sur con la meseta central y el eje neovolcánico. (fig. 3)

La subprovincia de Sierras y Valles se caracteriza por ser una región de sierras alargadas y angostas. A éstas pertenecen las sierras de El Aliso y El Encinal. Son sierras dispuestas paralelamente con una orientación NW 15 SE, separadas por amplios valles intermontanos.

En general se tienen elevaciones montañosas de entre los 850 y 1300 m.s.n.m. y en los valles de 200 a 400 m.s.n.m.

1.9.2. Geomorfología.

La geomorfología de las sierras se acusa con una tectónica distensiva, que se encuentra en una etapa joven de madurez dentro de su ciclo geomorfológico. Algunas elevaciones montañosas dentro del área presentan escarpes pronunciados o abruptos en sus flancos occidentales y pendientes más suaves hacia sus flancos orientales. Estos grandes bloques están formados por rocas sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico y por rocas cristalinas del Mesozoico. También existen relieves topográficos escarpados formados por rocas volcánicas del Mesozoico y Cenozoico en una etapa joven de erosión. En los valles se tienen sedimentos de relleno como son conglomerados y gravas con flujos de basaltos intercalados, que se denomina Formación Báucarit del Terciario superior. Esta formación presenta bloques ligeramente basculados hacia el NE con echados no mayores de 25 grados.



1.10. Hidrografía.

El drenaje en la región está controlado por las características geomorfológicas presentes. La principal red hidrográfica en el área está constituida por el río Yaqui y sus afluentes, siendo el más importante en el Estado. Cruza la región de estudio a lo largo de la porción oeste drenando hacia el sur.

En su valle se asientan entre otros los poblados de Soyopa, San Antonio de la Huerta y Tónichi. Desemboca en el Golfo de California.

A este río se unen una serie de arroyos que drenan hacia el oriente, desde el parteaguas de la sierra El Aliso, entre ellos se encuentran La Pietrita, Cendraditas, El Garzal, Arroyo Hondo, Los Garrotes, Los Arrayanes, El Tarahumara y La Barranca.

Otra serie de arroyos fluyen hacia el SW partiendo desde la sierra de La Campanería, la cual limita al norte del área. Entre ellos se encuentra el arroyo El Carrizo.

En la sierra El Encinal drenan los arroyos hacia el este y oeste en forma angular dendrítica, para después unirse en un solo cauce y drenar hacia el suroeste, siendo los más importantes el arroyo Cervantes, El Tarango, Los Pilares, La Igualama y el Agua Caliente. (fig. 4)

Algunos arroyos son del tipo intermitente mientras que el resto son perennes al igual que el río Yaqui.

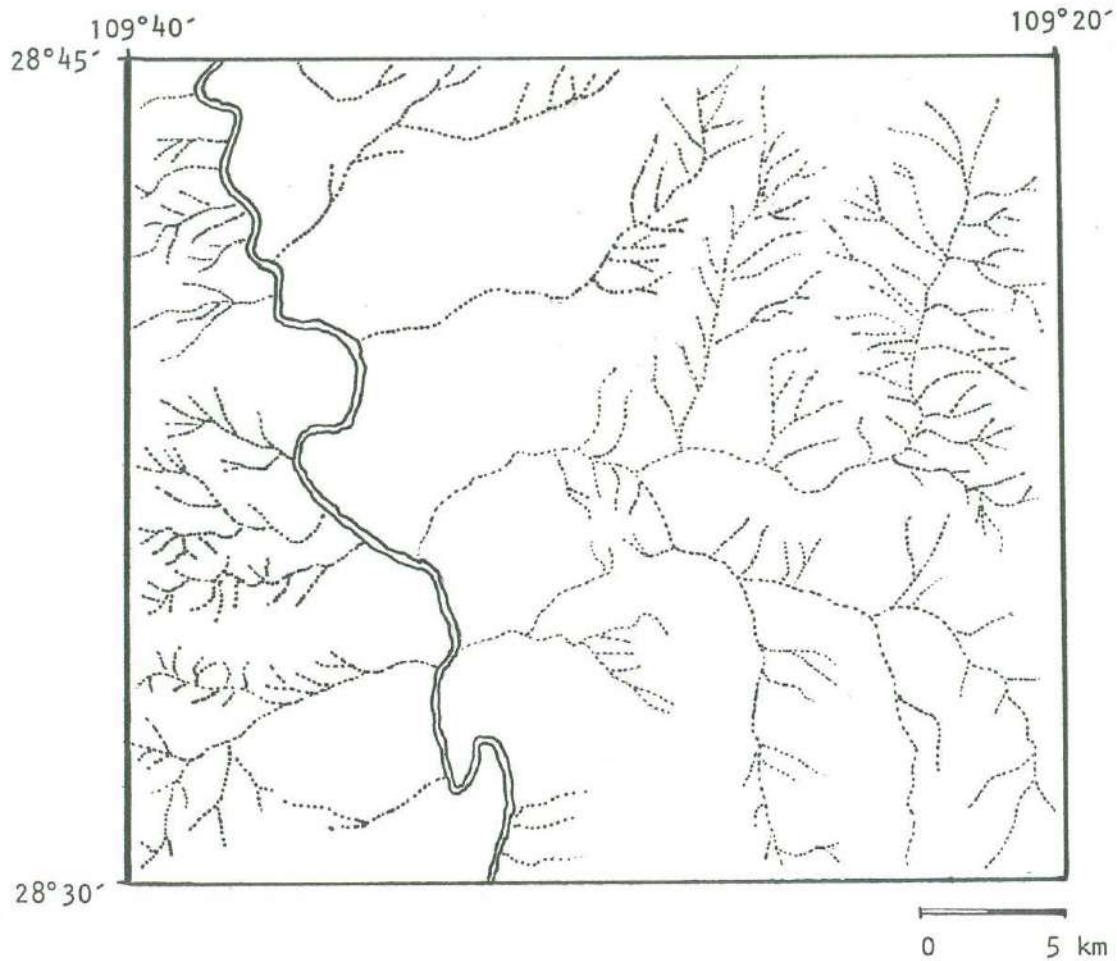


FIG. 4 .- Plano que muestra los principales rasgos hidrográficos en el área de estudio.

RIO YAQUI
ARROYOS



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

II. GEOLOGIA REGIONAL.

Rocas que se consideran como precámbricas (Menicucci, 1975) afloran en la sierra de Mazatán, hacia el noroeste del poblado del mismo nombre. En esta sierra la litología consiste de rocas intrusivas que han sufrido un metamorfismo regional posterior.

Rocas sedimentarias que corresponden al Paleozoico inferior y superior, afloran hacia las porciones norte y noroeste, y dentro del área de estudio.

Las rocas del Paleozoico inferior afloran en la sierra de Cobachi y en el área de La Casita - Los Chinos al sur de Mazatán. En estos lugares King (1939) describe una litología constituida por calizas grises masivas con lentes de pedernal negro, con abundante fauna coralina de edad Richmondiana (Ordovícico superior). Se encuentran sobreyaciendo a una secuencia de calizas grises a negras con concreciones y estratos de pedernal, lutitas silíceas y calizas arcillosas. No reporta fósiles dentro de esta secuencia, pero basado en su posición estratigráfica King la consideró del Ordovícico inferior.

Así también, Peiffer - Rangin (1979) en la sierra de Cobachi describe una secuencia silícea con pedernal y argilitas, sobreyacida por areniscas de cuarzo. En los niveles argiláceos reporta abundante fauna de graptolitos, que indican una edad del Ordovícico superior.

En la misma área Noll (1981) describe afloramientos constituidos por argilitas silíceas con graptolitos, que indican una edad del Ordovícico medio - superior.

Biblioteca Depto.
de Geología

En la sierras El Aliso y El Encinal los sedimentos del Paleozoico inferior (Ordovícico) son en su mayoría una alternancia de lutitas con restos de graptolitos, areniscas calcareas, calizas con bandas de pedernal y en mayor proporción areniscas.

Noll (1981) describe en base a restos de braquiópodos, una edad del Devónico superior, en una secuencia constituida principalmente de pedernal, barita estratiforme, clastos silíceos y calizas.

Por otro lado, Noll et al (1984) reportan los mismos restos de braquiópodos para el área La Casita - Los Chinos.

Las rocas del Paleozoico superior afloran en la parte norte de la sierra de Cobachi al sur de Mazatán. La litología en este lugar está constituida de calizas masivas que gradúan lateralmente a calizas granulares con estratificación delgada, con abundantes fragmentos de crinoides y fusulínidos, de un ambiente somero de plataforma de edad Pérmica (King, 1939).

Menuccucci (1975) en la sierra Martínez al noreste de Mazatán, describe una litología que consiste de calizas masivas fosilíferas, arcillosas y arenosas del Pérmico inferior (Leonardiano - Wolfcampiano).

Así también, Hewett y Schmidt (1978) en el cerro La Zacatera al norte de la sierra El Encinal, describen una litología constituida principalmente de calizas masivas fosilíferas de edad Pérmico inferior (Leonardiano - Wolfcampiano). Además describen una secuencia constituida de argilitas, areniscas, calizas con bandas de pedernal de una edad Permo-Triásico (Formación Mina

México).

En la sierra La Campanería al suroeste de Bacanora, Araux y Vega (1985) describen una litología constituida principalmente de calizas masivas grises, con lentes de pedernal y areniscas de la Formación El Venado del Pérmico inferior (Leonardiano - Wolfcampiano).

Más jóvenes que las rocas anteriores son los afloramientos de rocas sedimentarias del Triásico superior - Jurásico inferior (?), las cuales se encuentran expuestas al sur de la sierra El Aliso en la región de San Javier. En este lugar Alencaster (1961) reporta las rocas sedimentarias del Grupo Barranca constituidas en general por conglomerados, areniscas, lutitas claras y carbonosas con restos de plantas, y con mantos de carbón hacia la parte media.

Define una edad del Triásico superior en base a fauna marina contenida en estratos calcareos hacia la parte superior de la Formación Santa Clara.

Cubriendo en discordancia a las rocas de este grupo al sur de la sierra El Aliso, Wilson y Rocha (1946) reportan a las rocas de la Formación Volcánica Tarahumara, constituida por derrames, aglomerados y brechas de composición intermedia.

Las rocas del Paleozoico y Mesozoico de la región se encuentran afectadas por una serie de intrusivos laramídicos, de composición ácida a intermedia.

Este evento magmático es el responsable del emplazamiento de grandes plutones en gran parte del Estado de Sonora.

Se extiende desde el Cretácico superior, al Terciario inferior y en base a datos radiométricos, todos estos

Biblioteca Depto.
de Geología

intrusivos tienen un rango de edad entre los 80 y 40 m.a. (Anderson, 1977; Rangin, 1977; Damon et al, 1982).

Ampliamente distribuidas en la región se encuentran rocas volcánicas ácidas, y del tipo intermedias en menor proporción. A éstas rocas se les asigna un rango de edad del Terciario inferior a medio, y forman parte de la secuencia volcánica de la Sierra Madre Occidental.

En los valles de la región se encuentran sedimentos detríticos continentales de la Formación Báucarit del Terciario medio - superior.

Afloramientos de esta formación se observan en los valles de Rebeico, Tecoripa y Tónichi, así como en el valle del río Yaqui al este y sur del poblado El Novillo.

En el valle del río Yaqui consiste de conglomerados estratificados con matriz arenosa, y horizontes areno-arcillosos intercalados mal consolidados.

Cubriendo en discordancia se encuentran sedimentos de relleno como gravas y aluviones mal consolidados.

III. ESTRATIGRAFIA LOCAL.

Se presentarán de manera separada las rocas sedimentarias y las rocas ígneas, cronológicamente.

3.1. Rocas sedimentarias.

3.1.1. Paleozoico.

3.1.1.1. Unidad Soyopa.

Esta unidad para su estudio ha sido separada en dos miembros distintos en cuanto a su litología y relaciones estratigráficas, identificables en campo y en fotografías aéreas.

a). Miembro inferior.

Aflora hacia la parte oriental del área, en la sierra El Encinal y en los cerros El Vaquero y Santana, ubicados al NE del poblado San Antonio de la Huerta.

Está constituido hacia la parte inferior por una secuencia de pedernal de aspecto masivo y de color blanco en superficie fresca o intemperizada. Hacia arriba la sigue una alternancia de calizas grises, lutitas calcareas con graptolitos y areniscas de cuarzo. Las calizas son de un color gris en fractura fresca y amarillento al intemperismo. Se presentan en estratos que miden 10 a 50 cm de espesor. En estos estratos al sur de rancho Nuevo se encontraron restos de crinoides, que no han sido determinados.

Las lutitas calcareas son de un color amarillo claro a ocre al intemperismo y gris claro en superficie fresca. Se presentan en estratos delgados de 5 a 30 cm de espesor. En ocasiones se observan flujos de lodo. Contienen graptolitos. Las areniscas son de color pardo al intemperismo y gris claro en superficie fresca, su textura es de grano medio, bien clasificada, y se presenta en

estratos de espesor variable que miden de 10 a 30 cm. (fig. 5, 6)

b). Miembro superior.

Sobreyace de manera transicional al miembro inferior. Aflora en el cerro Hidalgo, al norte de la sierra El Aliso.

Está constituido por areniscas con estratificación bien definida intercaladas con lutitas calcareas con graptolitos. Las areniscas son de color blanco en superficie fresca y amarillo rojizo al intemperismo. Son de grano fino, bien clasificadas. Los estratos alcanzan espesores de 1 a 3 m.

Las lutitas son de un color amarillo claro en superficie intemperizada y gris claro en superficie fresca. Se presentan en estratos delgados de 5 a 10 cm de espesor, son fisiles, contienen graptolitos. El espesor del miembro superior se estima a 50 m.

El rumbo general de la Unidad Soyopa es NW 40 SE con echados variables.

3.1.1.2. Unidad San Antonio.

Esta unidad ha sido dividida en dos miembros distintos en cuanto a su litología y relaciones estratigráficas.

a). Miembro inferior.

Aflora hacia la parte occidental del área, en la porción que ocupan la sierra El Aliso, y los cerros La Zorra y El Capulín, al oeste y norte de San Antonio de la Huerta.

Está constituido hacia la parte inferior de estratos de calizas con bandas de pedernal negro. Estas calizas son de un color gris oscuro en superficie fresca y amarillo claro al intemperismo. Se presentan en estratos de 10 a 40 cm de espesor.

Les sigue una alternancia de lutitas calcareas con

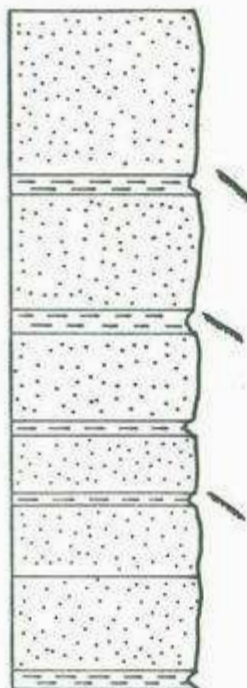
Biblioteca Depto.
de Geología

COLUMNA ESTRATIGRAFICA ESQUEMATICA
DEL PALEOZOICO INFERIOR
CAÑADA CAPARROZ



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

MIEMBRO INFERIOR UNIDAD SOYOPA



Areniscas de Cuarzo de color rojo al intemperismo, en muestra fresca de color gris claro, de grano medio. SE presenta en estratos masivos >2m. Están intercalados con lutitas de color gris claro, de estratificación laminar ≤ 1.5 cm. Estas lutitas contienen graptolitos.

Biblioteca Depto.
de Geología

SECCION ESQUEMATICA
VISANDO AL NW
CAÑADA CAPARROZ

SW A B C D NE



- A.- N25W50NE
- B.- N40W45NE
- C.- N80W50NE
- D.- N65W35NE

Areniscas - lutitas

Lutitas

Areniscas - calizas

Areniscas, areniscas calcáreas, lutitas y calizas.

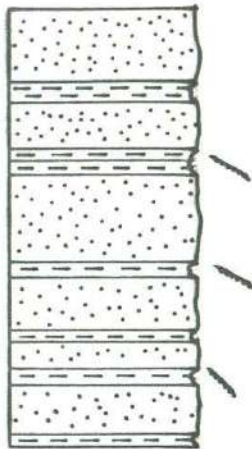
La sección esquemática muestra que esta serie de rocas (unidad soyopa), gradúan a una secuencia calcárea hacia la cima. Los estratos de areniscas de cuarzo, se tornan masivas hacia el contacto con esta secuencia calcárea, sin embargo, las intercalaciones de lutitas y calizas en estratificación delgada, indican un contacto normal.

Fig. 5

COLUMNA ESTRATIGRAFICA ESQUEMATICA DEL PALEOZOICO INFERIOR

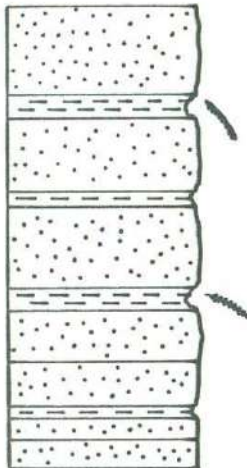
RANCHO NUEVO

MIEMBRO INFERIOR-UNIDAD SOYOPA



Lutitas de color gris, con alto contenido de materia orgánica de estratificación delgada con ~~estratos~~ ≤ 20 cm, estas rocas contienen graptolitos y se encuentran intercalados con areniscas de cuarzo de color gris, de grano medio a grueso, de estratificación masiva con estratos que varían de 10-100 cm.

RANCHO CERVANTES



Areniscas de cuarzo que intemperizan a color rojo, en muestra fresca de color gris oscuro, este color es indicativo del alto contenido de materia orgánica, de grano medio a fino y de estratificación masiva con espesores que varían de .10 m a 2.0 m. Estas areniscas están intercaladas con lutitas de color gris oscuro de estratificación delgada con espesores de ≤ 30 cm, además contienen graptolitos.

Fig. 6

graptolitos, areniscas calcareas, lutitas carbonosas con graptolitos y areniscas de cuarzo.

Las lutitas calcareas son de un color rosa a amarillo claro en superficie fresca e intemperizada. Se presentan en estratos que tienen un espesor centimétrico hasta de 10 cm y contienen graptolitos. Las areniscas son de un color gris claro en superficie fresca y café pardo al intemperismo. Su textura es de grano fino a medio, y se presentan en estratos que miden de 10 a 60 cm de espesor. Las lutitas carbonosas son de un color negro en fractura fresca y gris al intemperismo.

Son fisiles y se presentan en estratos centimétricos de hasta 10 cm., la presencia de graptolitos es común. Las areniscas de cuarzo son de un color rosado en fractura fresca y café al intemperismo, su textura es de grano fino y se presentan en estratos centimétricos de hasta 60 cm. (fig. 7 y 8)

b). Miembro superior.

Sobreyace de manera transicional al miembro inferior. Aflora en la sierra El Aliso, ubicada en la porción occidental del área.

Está constituido principalmente por areniscas de cuarzo con escasos horizontes de lutitas carbonosas con graptolitos.

Las areniscas son masivas de grano medio, bien clasificadas, con clastos redondeados, constituidos en más del 90 % de cuarzo; se clasifica entonces como una ortocuarcita. Contiene cristales de pirita diagenética. Es de color blanco rosado en fractura fresca y amarillo a rojo claro al intemperismo. Se presentan en estratos que miden de 1 a 5 m, o mas. Las lutitas, que se encuentran intercaladas esporádicamente, son de un color gris

claro a oscuro en superficie fresca y de tonos rojizos al intemperismo. Son fisiles, se presentan en estratificación centimétrica de hasta 5 cm de espesor, y contienen graptolitos. El espesor de este miembro se estima de 130 m. El rumbo general de la Unidad San Antonio es NE - SW con echados al SE.

Estas unidades se formaron en un ambiente cercano a la margen continental en zonas de alta energía, caracterizada por la gran cantidad de areniscas de grano bien clasificado y redondeado, con cambios en la velocidad del aporte y en el contenido de oxígeno en las aguas, lo que da lugar al depósito de lutitas con materia orgánica y la posterior formación de pirita diagenética en las areniscas.

Así también, en estas dos unidades se tienen ubicadas cuatro localidades fosilíferas, con graptolitos biseriales ya determinados, y que indican una edad del Ordovícico medio a tardío (Claire Carter, com. esc. 1986) (fig. 9 y 10).

A continuación se indica una relación de las especies determinadas en el área de estudio:

Localidad 1. Arroyo Cervantes.

Argilitas claras - oscuras con planos de estratificación cubiertas por fragmentos de graptolitos.

Dicellograptus sp.

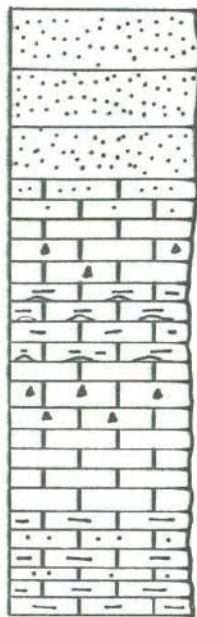
Dicanograptus sp.

Cryptograptus sp.

Reteograptus cf. *R. geinitzianus* Hall

Edad: Aproximadamente de Ordovícico medio, zona de *Nemagraptus gracili*

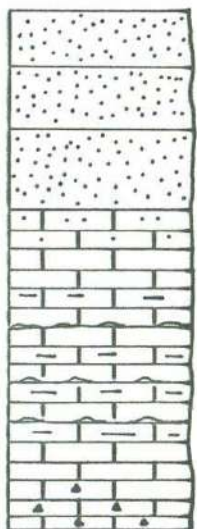
MIEMBRO INFERIOR UNIDAD SAN ANTONIO



Areniscas de Cuazo, intemperizan a rosa, en muestra fresca, es de color blanco. De grano medio, presenta textura sacaroides, además contiene óxidos de Hierro, estratificación masiva (1m).

Calizas arcillosas de color amarillo al intemperismo, en muestra fresca de color gris claro. Se encuentra recrystalizada y silicificada. Contiene fragmentos de pedernal redondeado. Fósiles: Graptolitos. Estratificación delgada.

Alternancia de calizas arcillosas de color gris, calizas amarillas y arenosas. Presenta estratificación delgada con estratos 3cm y en ocasiones .5cm



Areniscas de Cuarzo de color rojo al intemperismo, en muestra fresca de color blanco, del grano medio a fino. Estratificación masiva.

Sedimentos calcáreos con espesores de 10 - 50 cm, intercalados con estos estratos se tienen pequeños horizontes de lutitas calcáreas de color gris en muestra fresca, al intemperismo de color gris claro. Estas contienen graptolitos. Hacia la base de esta secuencia aumenta el contenido de pedernal y las calizas presentan estratificación delgada

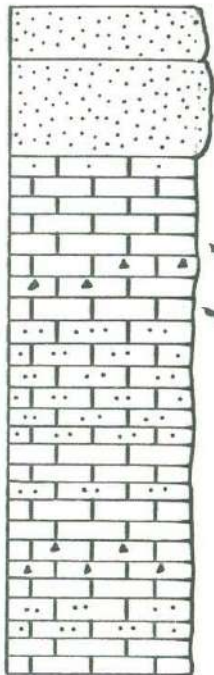
Fig.



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

COLUMNA ESTRATIGRAFICA ESQUEMATICA DEL PALEOZOICO INFERIOR
RANCHO CENDRADITAS

MIEMBRO INFERIOR UNIDAD SAN ANTONIO



Areniscas de cuarzo de color rosa-rojo al intemperismo, en muestra fresca de color blanco, de grano medio a fino y de estratificación masiva.

Calizas arcillosas de color amarillo, contiene nódulos y bandas de pedernal, de estratificación delgada, además tienen graptolitos.

Caliza arenosa de color gris, en ocasiones presenta estratificación delgada con estratos ≤ 10 cms.

Calizas grises de estratificación delgada con estratos ≤ 10 cms.

Fig. 8

Localidad 2. Rancho Cervantes.

Litología: Lutitas negras.

Climacograptus bicornis tridentatus Lapworth.

Orthograptus? aff. *O. amplexicaulis* (Hall)

Edad: Ordovícico medio, zona de *Climacograptus bicornis*.

Localidad 3. Rancho Nuevo.

Litología: Lutitas negras.

Climacograptus bicornis bicornis (Hall)

C. bicornis tridentatus Lapworth.

Orthograptus calcaratus. Subespecie indeterminada.

Dicanograptus contortus Ruedemann.

Dicanograptus sp.

Edad: Zona de *C. bicornis*.

Localidad 4. Cerro El Capulín. (Arroyo el Carrizo)

Litología: Argilitas de color oscuro.

Dicellograptus sp., posiblemente una nueva especie.

Edad: Ordovícico medio al tardío.

Así, ésta secuencia es correlacionable con el Ordovícico del área La Casita - Los Chinos al SE de Mazatán, en donde se tienen graptolitos similares a los descritos por Noll (1981) en la sierra de Cobachi. Este autor encontró en capas de lutitas de la parte inferior del Grupo Guayacán, graptolitos del género *Orthograptus* sp. o *Climacograptus* sp. (fig. 11)

También es correlacionable en edad y facies con la Unidad 1 de la Formación Plomosas, de Bridges (1966) en el Estado de

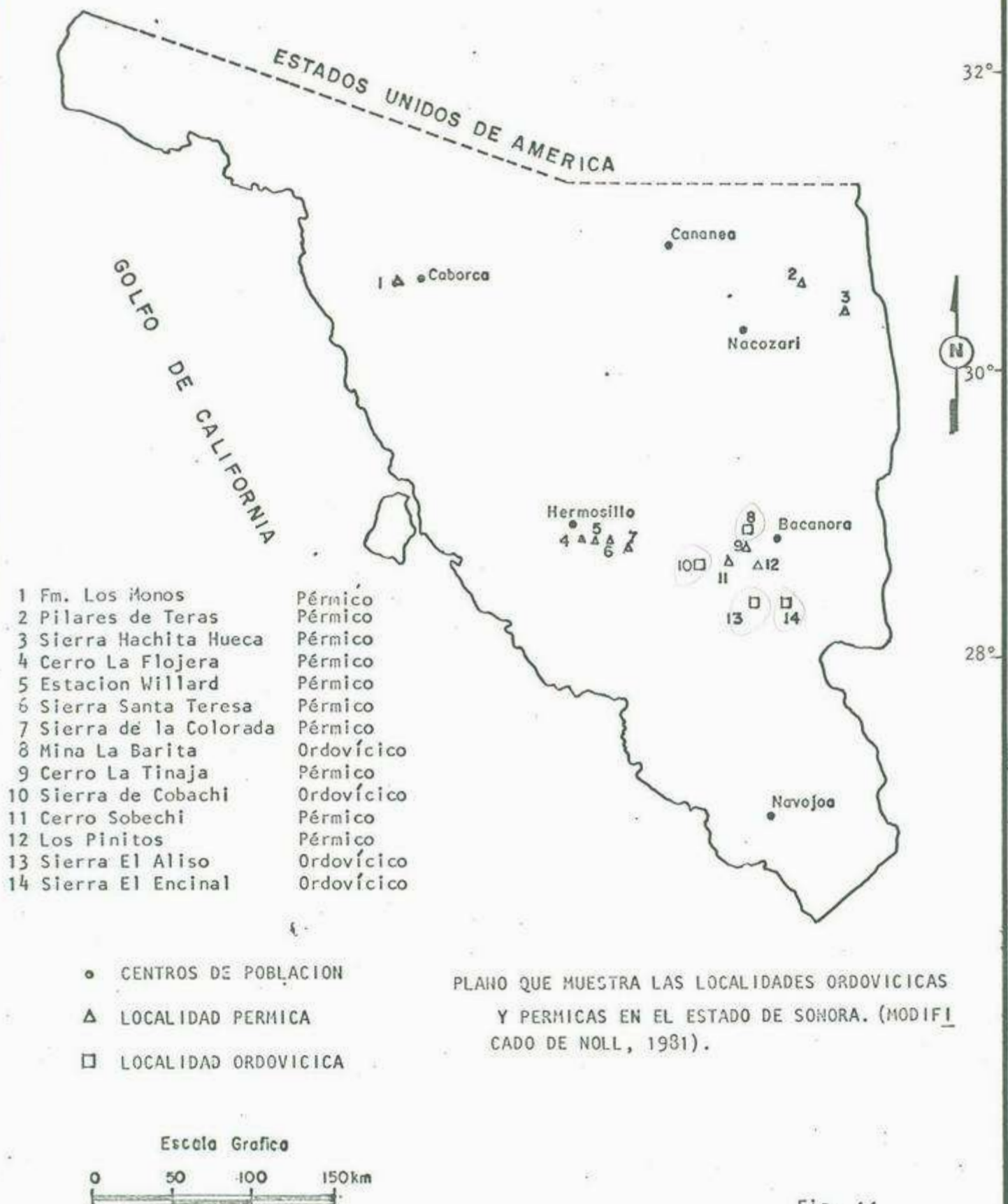


Fig. 11

3.1.1.3. Unidad Pérmico Martínez.

Aflora en la parte central norte del área, en la sierra La Campanería en las inmediaciones del rancho El Tecolote.

Está constituido por una secuencia de calizas grises con pedernal, con escasos horizontes arcillosos. Las calizas son de un color gris en fractura fresca y gris claro a oscuro al intemperismo; en los niveles arcillosos intemperizan a amarillo claro. Contienen bandas de pedernal negro intercalado y no contienen fósiles.

La edad de estas rocas no se determinó; sin embargo, Araux y Vega (1985) en calizas de la Formación El Venado en la sierra La Campanería, determinan una edad Leonardiano (Pérmico) en base a fusilínidos del género Parafusilina sp., asociados con crinodes y briozoarios, en una litología similar a las rocas encontradas en el área.

En las cercanías de rocas intrusivas, se encuentran localmente metamorfizadas, y forman una zona de alteración de granate - epidota, silicificación, etc., como sucede en la mina Lucero al norte del rancho El Tecolote.

En ocasiones, éstas rocas afloran a manera de pequeños techos colgantes sobre el intrusivo.

Estas rocas son correlacionables en edad con secuencias carbonatadas pérmicas, descritas por Menicucci (1975), en la sierra Martínez; con el miembro El Torreón de la Formación El Tigre, descrito por Hewett y Schmidt (1978) al norte de la sierra El Encinal.

El espesor de ésta unidad dentro del área se desconoce, aunque Araux y Vega (1985) proponen un espesor de 150 m en las calizas pérmicas de la Formación El Venado. (fig. 11)

3.1.2. Mesozoico.

3.1.2.1. Triásico.

El Mesozoico está representado por un conjunto de rocas sedimentarias, a las que Dumble (1900) las describe bajo el nombre de División Barranca y la divide en tres miembros que son: Inferior, Medio y Superior. Posteriormente King (1934) le da el nombre de Formación Barranca, y finalmente Alencaster (1961) la eleva al rango de grupo y lo divide en tres formaciones: Arrayanes, Santa Clara y Coyotes, según las tres divisiones de Dumble.

Fueron nombradas en la región entre La Barranca y San Antonio de la Huerta.

En rocas de la Formación Santa Clara, Alencaster (1961), define una edad Cárnica en base a restos de varias especies de pelecípodos (*Myophoria mexicana* sp. Alencaster). Así también estas rocas contienen restos de plantas fósiles.

a). Formación Arrayanes.

Aflora en la parte suroeste del área de estudio, hacia la porción sur de la sierra El Aliso en el arroyo Los Arrayanes.

Está constituida por una alternancia de conglomerados, areniscas de cuarzo y lutitas. Los conglomerados contienen fragmentos de areniscas de cuarzo semiredondeados, de 1 a 5 cm de

diámetro en una matriz fina de cuarzo de color rojizo, con horizontes arenosos intercalados en estratificación paralela gruesa.

También contiene horizontes arcillosos deleznales de un color rosa a rojo, con estratificación fina.

En ésta formación se midió una sección de 228 m, sobre el arroyo Los Arrayanes. El espesor de ésta formación no se determinó, Stewart et. al. (art. en preparación), habla de un espesor de 1150 m. No se descarta la posibilidad de un espesor menor debido al fallamiento existente. (fig. 12)

Esta formación sobreyace discordantemente a rocas del Paleozoico, al sur de la sierra El Aliso.

b). Formación Santa Clara.

Aflora en las porciones sur de las sierras El Aliso y El Encinal. Está constituida por una secuencia de lutitas claras y oscuras intercaladas con horizontes de areniscas de cuarzo. Las lutitas se presentan en capas laminares delgadas; en ocasiones presentan horizontes areno-arcillosos con impresiones de plantas. Su color varía de gris a rojizo claro. Se encuentran intercalados estratos de lutitas carbonosas con gran cantidad de materia orgánica, a veces parcialmente silicificadas; son de color gris a negro y contienen restos de plantas fósiles.

Intercaladas con las lutitas se encuentran horizontes de areniscas de cuarzo de grano medio a grueso, en estratos delgados a masivos de 10 a 40 cm. de espesor; presentan estructuras de paleocorrientes y estratificación cruzada. Dentro de ésta formación se encuentran depósitos de grafito y carbón antracítico

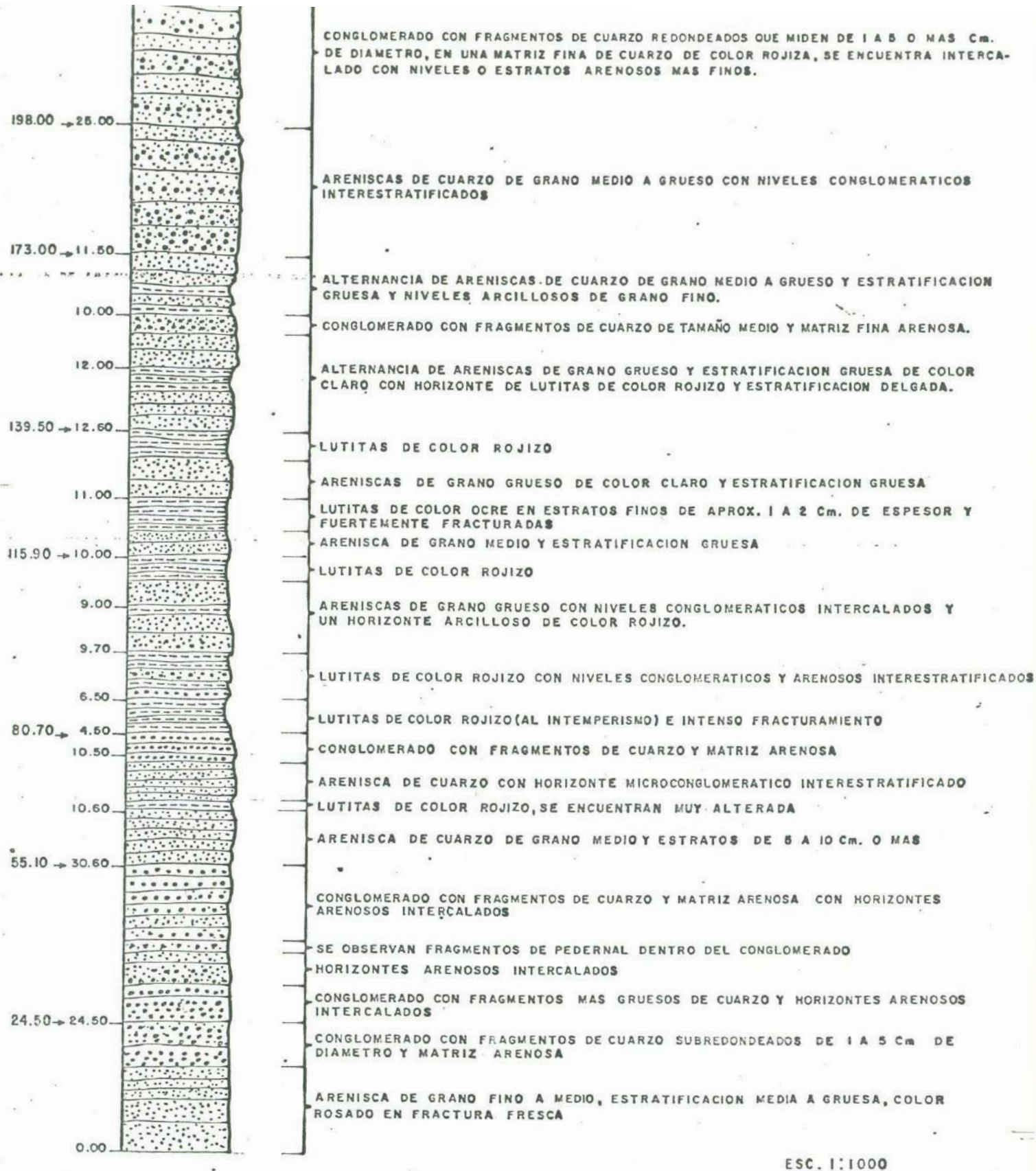


Fig. 12 Columna estratigráfica medida con cinta.

Formación Arrayanes.

Punto de localización C V

Arroyo Los Arrayanes.

(Wilson y Rocha, 1946) a manera de mantos concordantes con la estratificación.

En ésta formación se midió una sección de 406.4 m. sobre los cortes de la carretera Hermosillo- San Nicolás en las inmediaciones del poblado de La Barranca. El espesor de esta formación no se determinó, Stewart et. al. (art. en preparación) señala un espesor de 1400 m.; sin embargo, debido a características estructurales el espesor puede ser menor. (figs. 13 y 13a)

Esta formación sobreyace transicionalmente a rocas de la Formación Arrayanes. El límite inferior se define por estratos de lutitas de color oscuro con impresiones de plantas, intercaladas con horizontes de areniscas de cuarzo de grano medio, como se observa en el arroyo Los Arrayanes, al sur del cerro El Carrizo fuera del área de estudio.

c). Formación Coyotes.

Aflora sobre los cortes de la desviación que conduce a la población de San Javier, fuera del área de estudio.

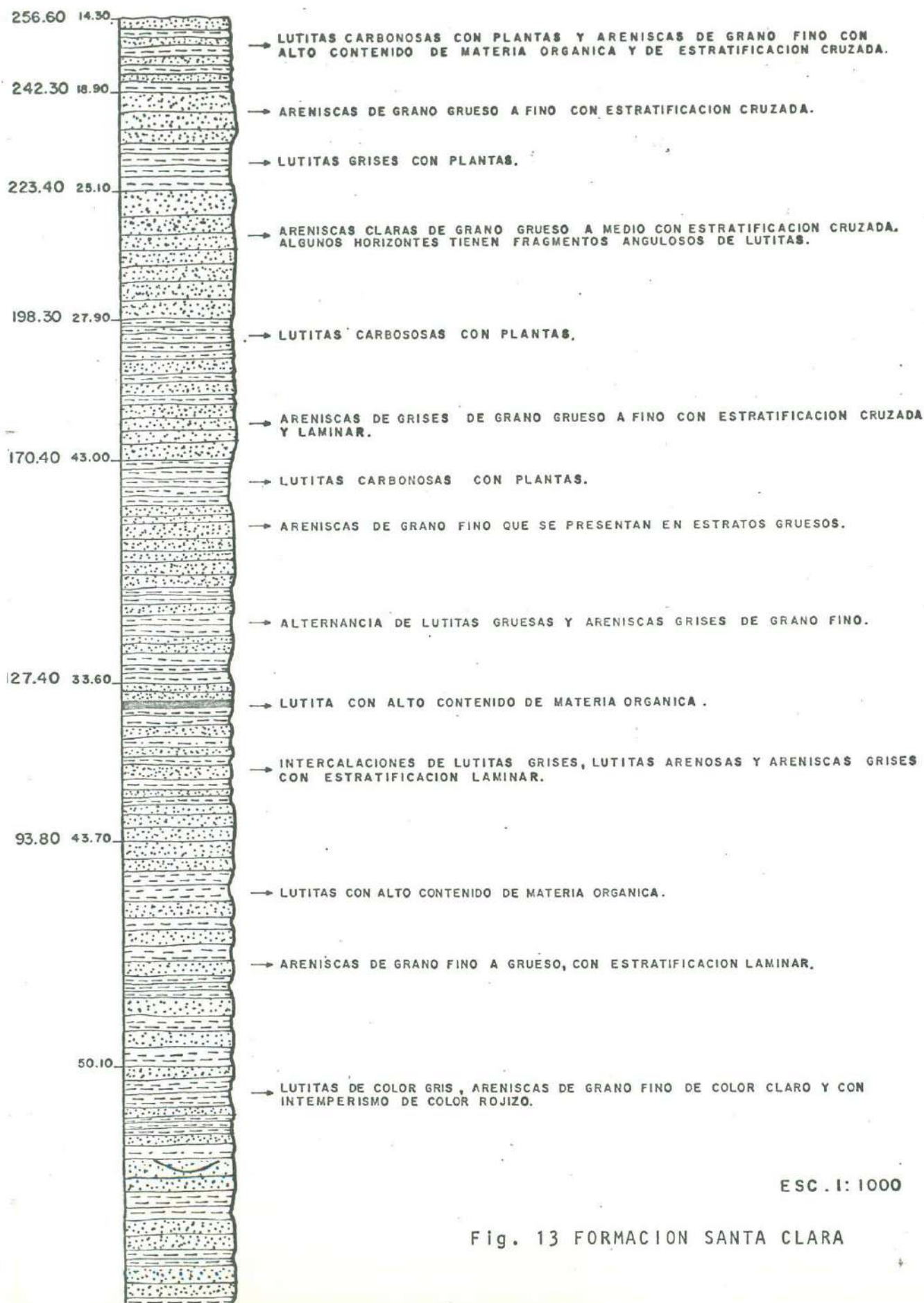
Está constituida principalmente por conglomerados intercalados con horizontes de areniscas y esporádicas capas de lutitas.

Cabe señalar, que en ésta formación se midió una sección de 143 m. sobre la carretera. Stewart et. al. (art. en preparación) propone un espesor de 600 m. para esta formación. (fig. 14)

Esta formación cubre discordantemente a la Formación Santa Clara. La fig. 15 y 16 muestran las localidades correlacionables con el Triásico superior en el Estado.

LA BARRANCA SONORA (256.60m.)

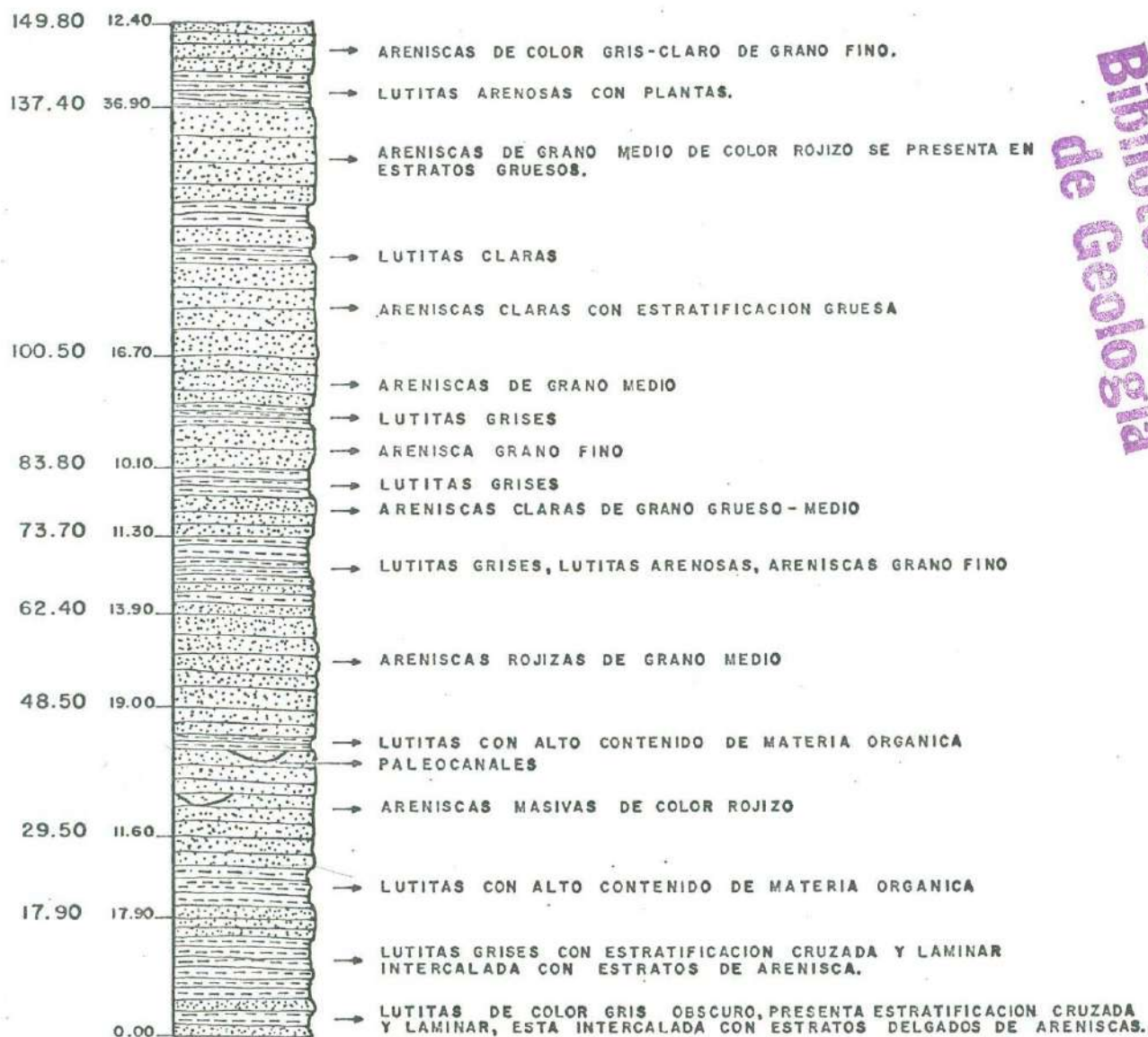
Biblioteca Depto.
de Geología



ESC. 1: 1000

Fig. 13 FORMACION SANTA CLARA

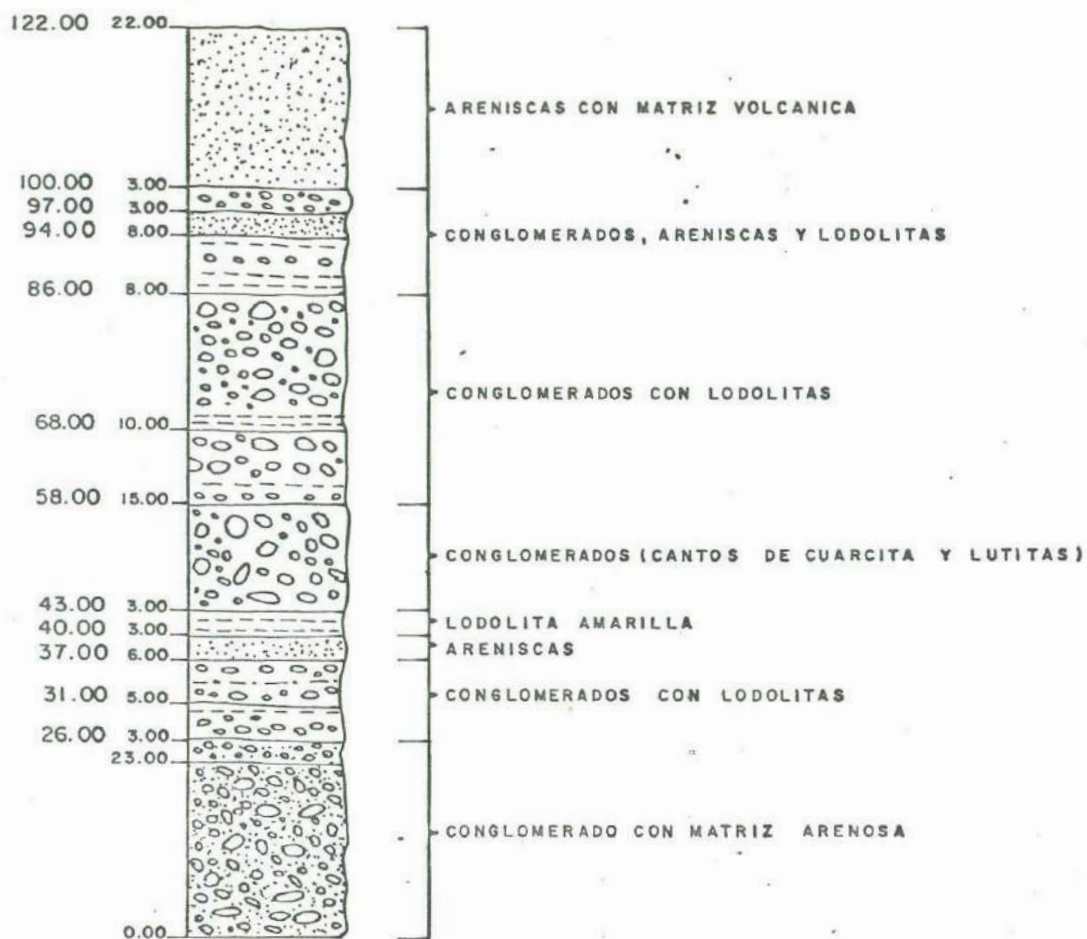
COLUMNA ESTRATIGRAFICA MEDIDA CON CINTA PUNTO DE LOCALIZACION CI LA BARRANCA SONORA (149.80m.)



Biblioteca Depto.
de Geología

Fig. 13a FORMACION SANTA CLARA

ESC. 1:1000



ESC. 1:1000

Fig. 14 Columna estratigráfica medida con cinta.

Formación Coyotes.

Punto de localización C IX

San Javier, Son.

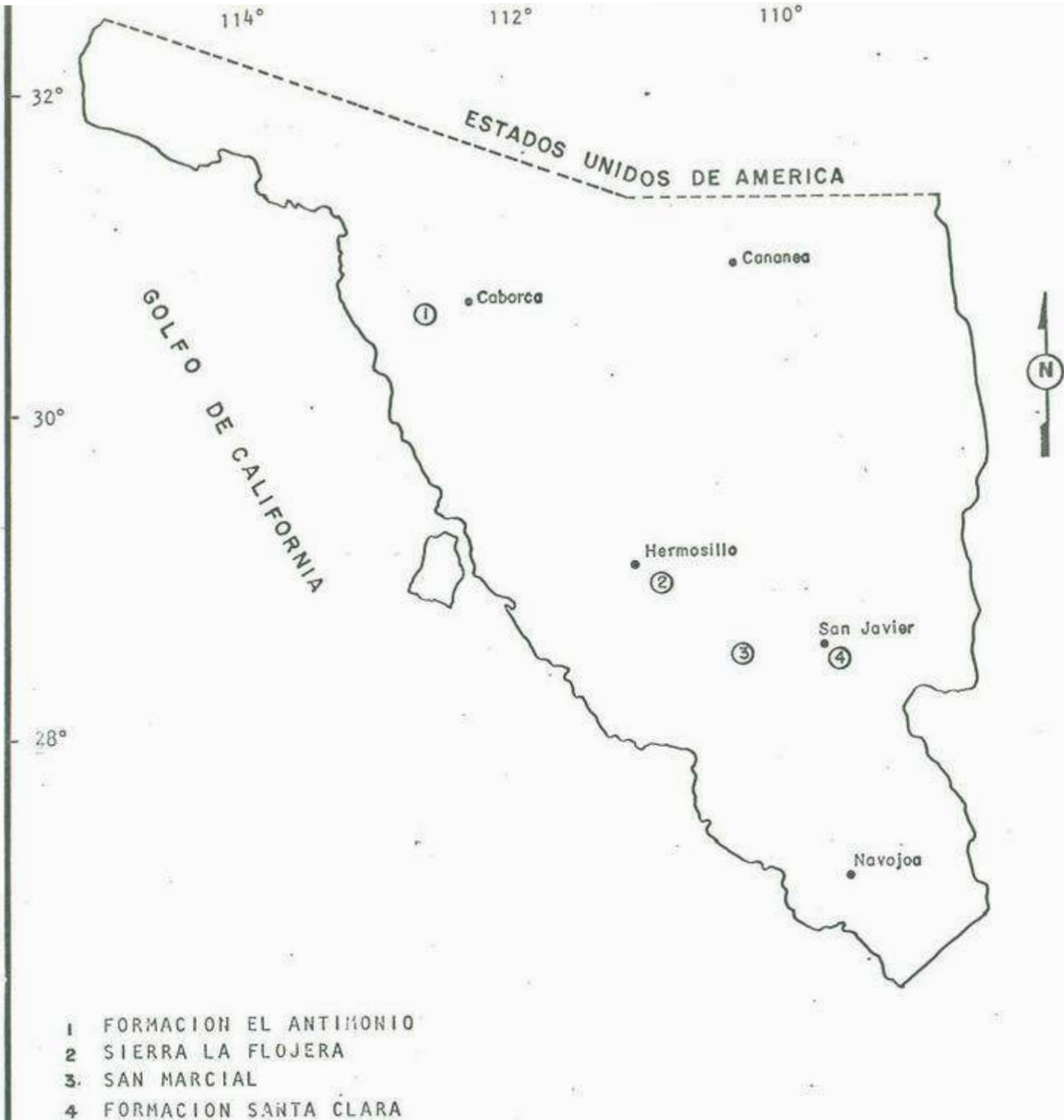


FIG.15 - PLANO QUE MUESTRA LAS LOCALIDADES TRIASICAS EN EL ESTADO DE SONORA.



El medio ambiente de depósito para el Grupo Barranca, sugiere, debido a la presencia de sedimentos clásticos como areniscas y conglomerados, y de materia orgánica que pertenecen a zonas de transición palustre-deltaico, cercana a la margen continental o zona emergida. (fig. 17)

3.1.3. Cenozoico.

a). Formación Báucarit. Tsb(Cg)

Nombre utilizado para una secuencia de conglomerados, areniscas y estratos arcillosos.

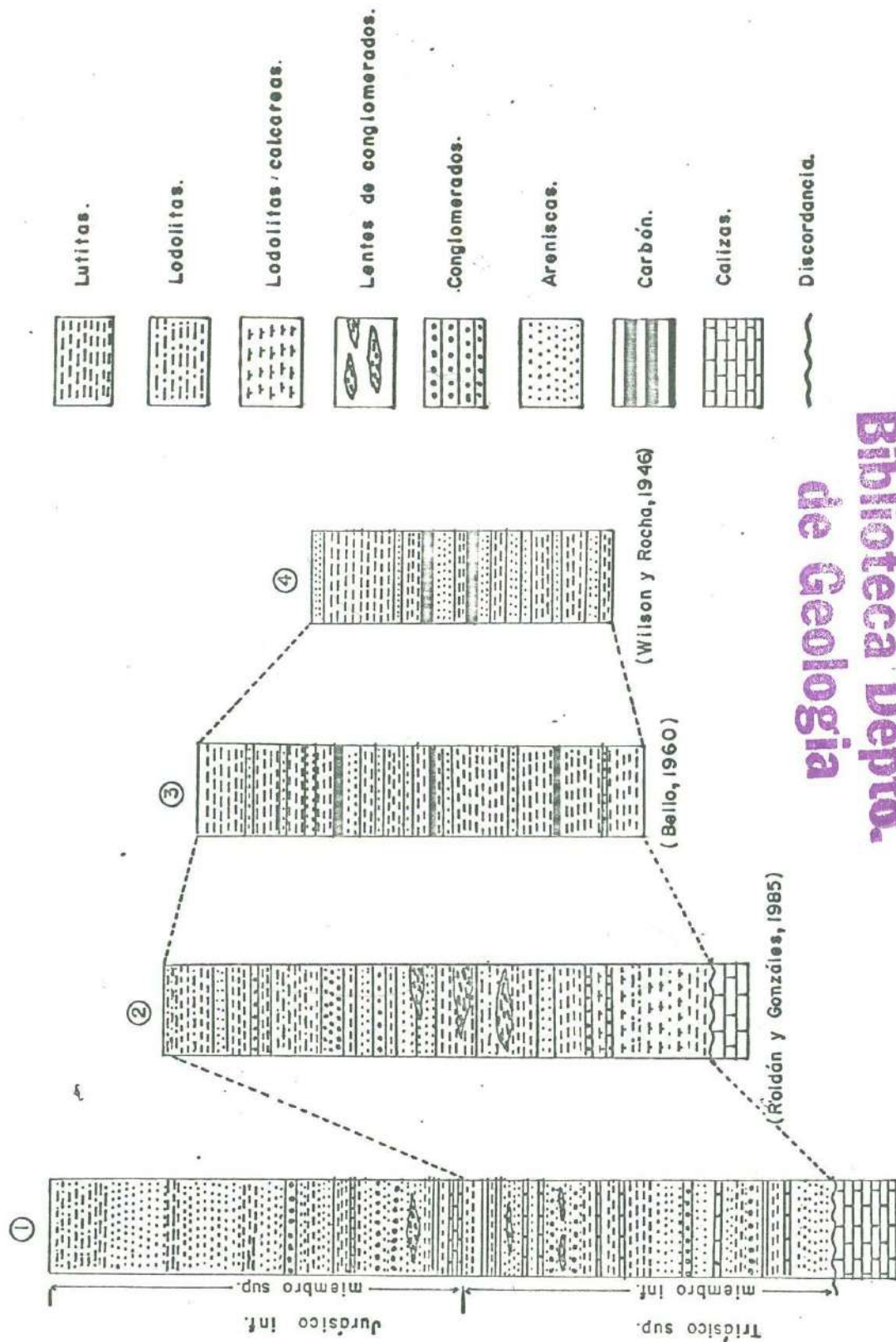
Originalmente Dumble (1900) lo asigna como División Baucari, posteriormente King (1939) lo redefine y lo eleva al rango de formación, como se le conoce actualmente.

Aflora en el valle de Tónichi a lo largo de la cuenca del río Yaqui. Tiende a formar mesetas alargadas con una orientación NNW, los estratos presentan basculamientos de 15 a 25 grados hacia el este.

Litológicamente está compuesto por conglomerados polimícticos con fragmentos angulosos a subangulosos de rocas intrusivas, volcánicas, areniscas y pedernal. En general los fragmentos tienen diámetros de 1 a 50 cm. La matriz es arenosa, cuarzofeldespática y en ocasiones algo calcárea. La dominancia de algún tipo de roca depende directamente de la cercanía y la naturaleza de la fuente.

El espesor total de esta formación no fué medido, solo se midió una sección de 150 m. al sur de Tónichi. Posiblemente el espesor total sea de varios cientos de metros. (fig. 18)

Esta formación cubre en discordancia a todas las rocas del

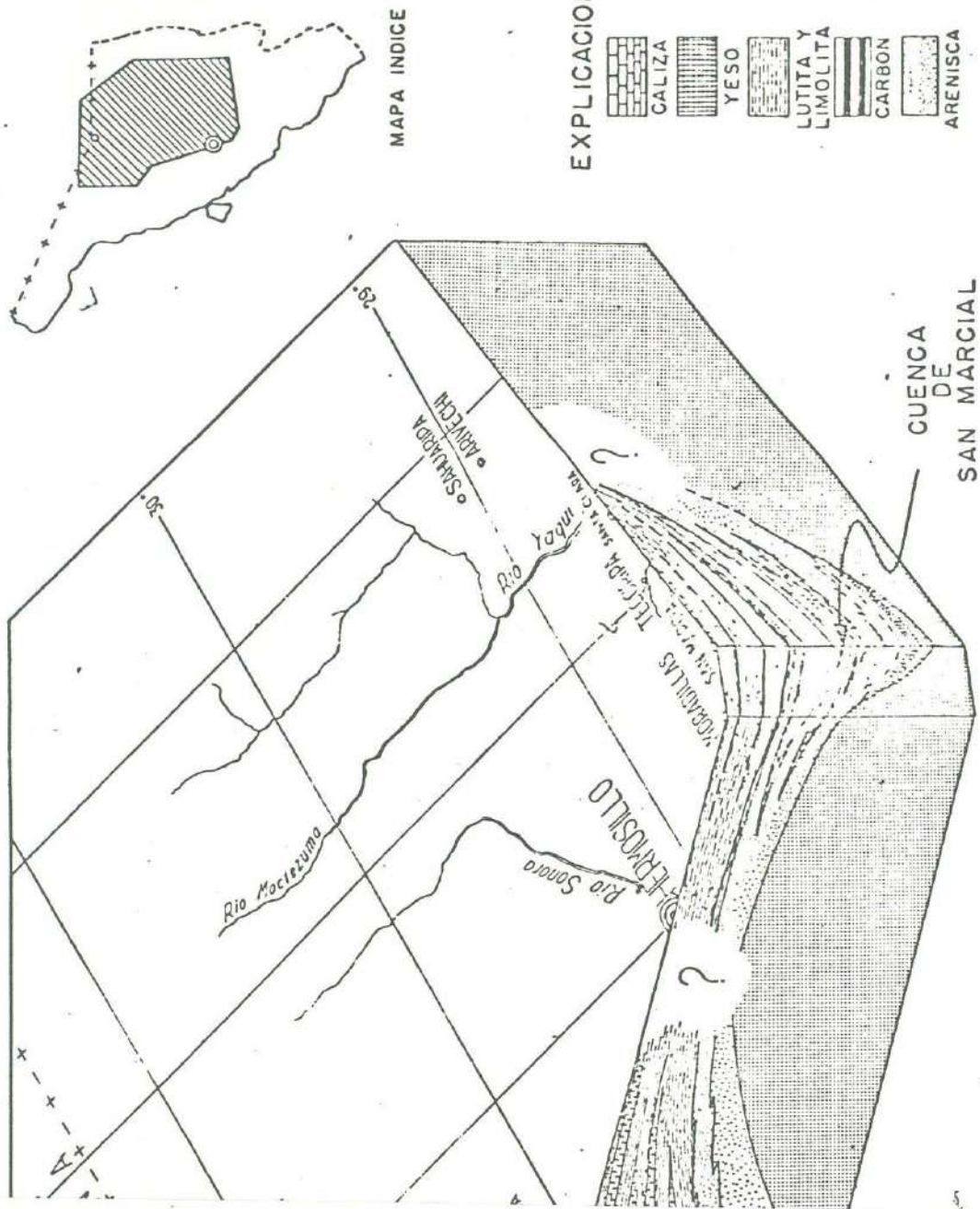


Biblioteca Depto. de Geología

(González, L. C., 1980)

FIG.16.-

CORRELACION CRONOESTRATIGRAFICA TENTATIVA DE LAS
LOCALIDADES TRIASICAS EN EL ESTADO DE SONORA. -
(MODIFICADO DE ALENCASER, 1961).



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



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

ITOS MESOZOICOS EN EL ESTADO DE SONORA (CASTER, 1961).

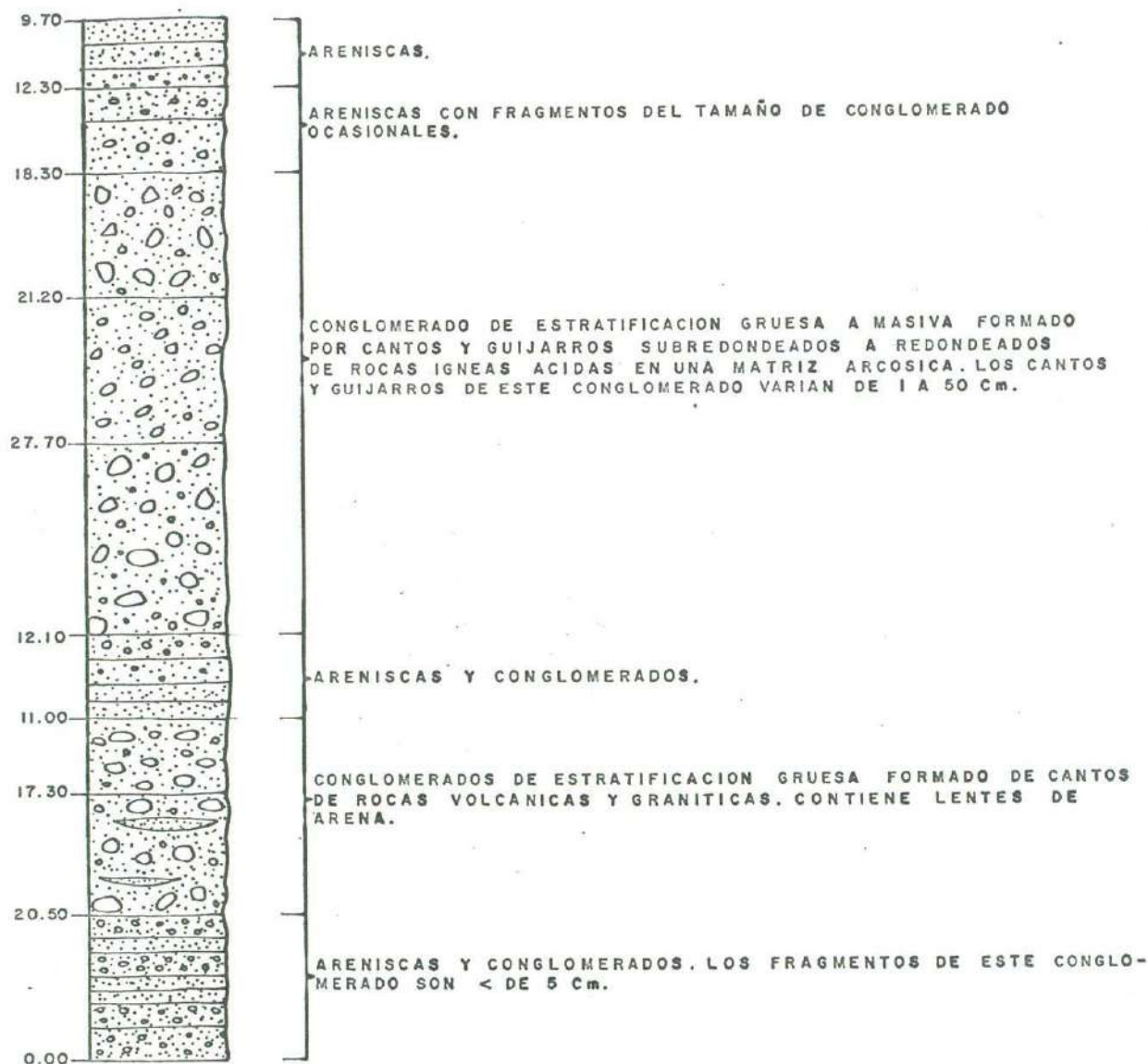
COLUMNA ESTRATIGRAFICA MEDIDA CON CINTA

PUNTO DE LOCALIZACION CIII

PUENTE TONICHI (150.30 m.)



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



ESCALA 1:1000

Fig. 18 CONGLOMERADO BAUCARIT

Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico anteriores a esta.

El depósito de esta formación está asociado a cuencas continentales, formadas a partir del evento distensivo del Terciario medio responsable de la disposición actual de las sierras y valles.

Damon (1975) fecha una andesita basáltica hacia la base de esta formación, dando una edad de 21.7 ± 0.4 m. a. correspondiendo al Mioceno temprano.

Menicucci (1975) menciona fauna de vertebrados encontrados en Arizona, en un conglomerado similar dando una edad del Plioceno.

King (1939) reporta osamentas de Provocídeos al oeste de Tecoripa y les asigna una edad de fines del Terciario.

Por todo lo anterior, se puede decir que el conglomerado Báucarit tiene una edad que va del Mioceno temprano al Plioceno.

Esta formación es correlacionable con el Conglomerado Gila de Arizona, Pye (1959).

b). Cuaternario. Aluvión.

Se encuentra cubriendo en discordancia a todas las formaciones anteriormente descritas, tiene gran variedad de composición y tamaño de sus clastos, dentro de sus componentes se encuentran rocas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas.

El drenaje meándrico del río Yaqui forma terrazas que pueden llegar a ser de importancia económica, ya que contienen placeres de oro, como es el caso de el lugar conocido como El Aguila, al sur de Tónichi.

3.2. Rocas ígneas.

3.2.1. Mesozoico.

3.2.1.1. Cretácico Inferior Volcánico. Formación Tarahumara. Kt(A).

Fue nombrada formalmente por Wilson y Rocha (1946) para designar a una secuencia de rocas efusivas que consiste de coladas andesíticas con intercalaciones de tobas y brechas volcánicas de la misma composición.

Se encuentran distribuidas a lo largo de la mayor parte del valle del río Yaqui, también en el cerro El Rayo ubicado hacia el sureste del cerro El Soberbio y en el arroyo El Tarahumara en donde fué definida por los autores antes mencionados.

Esta secuencia forma relieves topográficos fuertes y escarpados y a veces lomeríos suaves, produce suelos de color pardo rojizos a violáceos.

La Formación Tarahumara está constituida por rocas efusivas muy alteradas, cuya naturaleza es variable entre andesitas y latitas.

En lámina delgada (muestra To -64) la roca presenta una textura porfídica con pasta microcristalina, cuyos fenocristales están representados por plagioclasas de composición intermedia (andesina - oligoclasa), en una proporción estimada del 65%, en menor proporción minerales ferromagnesianos consistentes en parte de hornblenda - augita (25%). Estas rocas han experimentado diferentes grados de alteración hidrotermal. Como minerales secundarios tiene arcillas, epidota, calcita, clorita, óxidos de

fierro, pirita y hematita, correspondiendo ésta asociación a una alteración propilítica.

Los fragmentos que forman los derrames de brechas y aglomerados son angulosos a subangulosos y su composición varía de andesita a latita en una matriz que presenta una fuerte alteración a clorita.

Esta serie de rocas cubren discordantemente a las secuencias sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico, hacia los flancos oriental y sur de la sierra El Aliso.

Así también se encuentran afectadas por los intrusivos laramídicos. La Formación Báucarit y los aluviones cuaternarios, en forma general descansan en discordancia sobre ésta formación.

Las rocas de ésta formación deben corresponder a un período Cretácico inferior, basado en algunas consideraciones como son:

- La Formación Tarahumara descansa discordantemente sobre el Grupo Barranca.

- Los intrusivos laramídicos afectan a dicha formación.

- Dumble (1901) reporta fósiles en capas de calizas de 25 mts. de espesor, en el arroyo El Obispo, localizado al sur de la mesa El Saltito. (cabe señalar que en el presente estudio no fué posible la verificación de éste afloramiento). Entre los fósiles reportados que consisten casi todos de formas pseudomórficas silíceas y mal conservadas, corresponden a ostreas, gasterópodos, placas de equinodermos de la clase Cidaridae y una Griphaea, argumentos que Dumble considera suficientes para establecer la edad de la Formación Tarahumara, al igual que King (1934).

El origen de la Formación volcánica Tarahumara es incierto,

sin embargo en algunos lugares presenta características vulcanosedimentarias como ocurre en el arroyo El Carrizal ubicado al sureste del cerro El Rayo.

Su origen podría estar asociado al Arco Alisitos (Rangin, 1982), el cual está representado por una secuencia de rocas vulcanosedimentarias del Cretácico inferior, atribuido al vulcanismo calcoalcalino de este arco del Jurásico superior - Cretácico inferior, como una consecuencia de la subducción de la placa paleopacífica bajo la norteamericana.

3.2.1.2. Intrusivos Laramídicos.

Se han incluido dentro de estos términos a un conjunto de rocas de textura granítica, cuya composición varía de granito - granodiorita - diorita. La variación y la naturaleza de los intrusivos, es decir, las distintas composiciones y texturas que estas rocas presentan, se consideran a partir de fenómenos de diferenciación magmática, por efecto de contacto con las rocas encajonantes.

Esta serie de rocas intrusivas se generaron durante el evento responsable del emplazamiento de los grandes plutones en el Estado (Damon et. al., 1964).

Las edades radiométricas en el área de estudio y alrededor de ésta, tienen un rango de 67.3 ± 1.4 a 49.3 ± 1.3 m.a. (Cretácico superior - Eoceno medio). Estos datos incluyen rocas graníticas o cuerpos intrusivos de grandes dimensiones. En la tabla 1 y figura 19 se muestran edades radiométricas de varias localidades de cuerpos plutónicos en el Estado de Sonora.

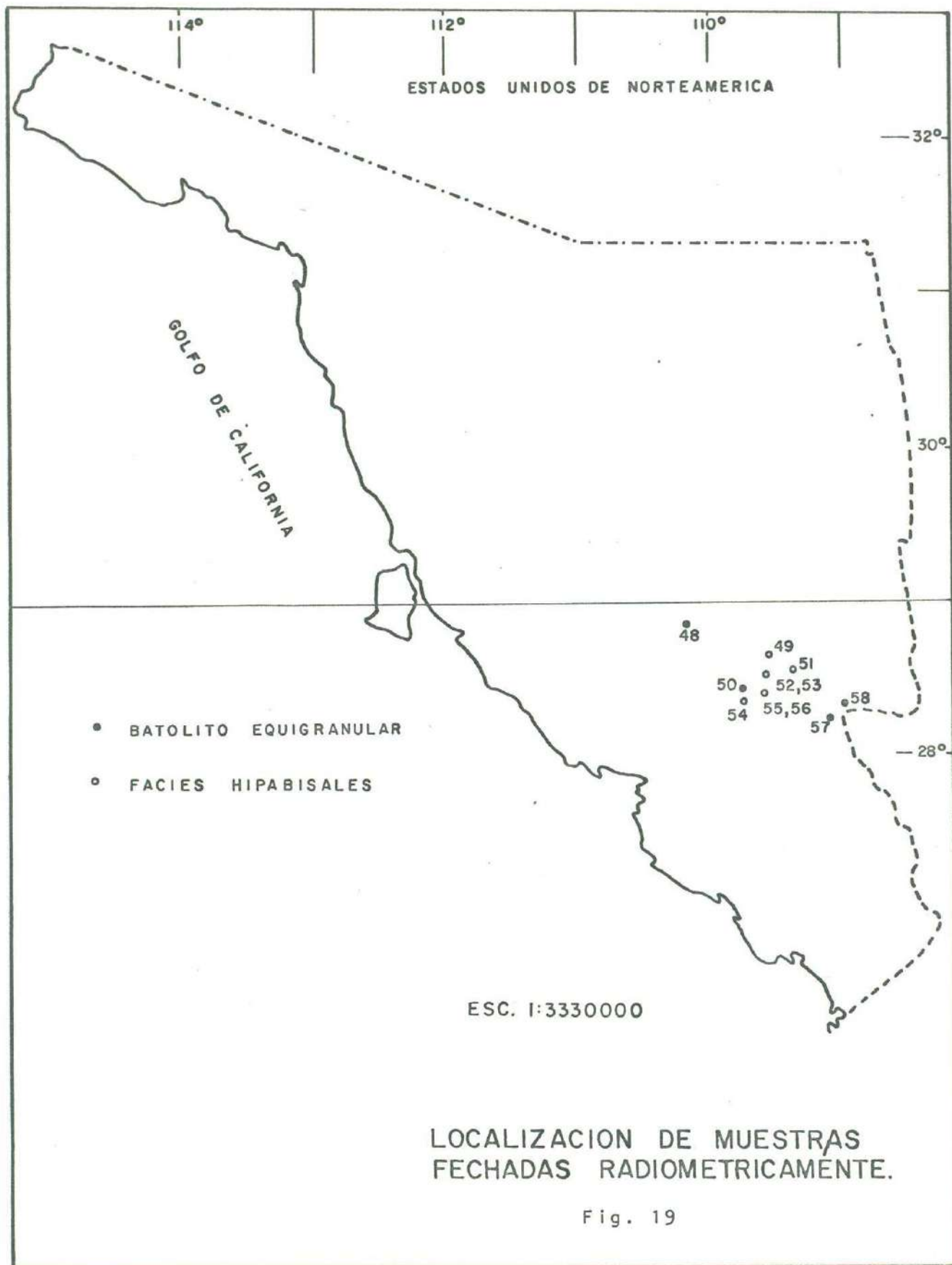
Sin embargo, se pueden establecer edades relativas dentro de

Localización	Coordenadas	Tipo de roca y Referencia	Mineral o material fechado	Edad m.a.	Muestra No.
48. Cobachi	28° 50' 32" N 110° 12' 20" W	Granodiorita (1)	Biotita	66.7 ± 1.6 65.9 ± 1.6	UAKA 80-20
49. Rebeico	28° 53' 06" N 109° 48' 54" W	Monzonita (1)	Matriz	61.2 ± 1.4	UAKA 81-01
50. San Javier; Tecoripa	28° 37' N 109° 53' 18" W	Granodiorita (1)	Biotita Hornblenda	61.2 ± 1.3 62.0 ± 1.7	UAKA 80-07
51. San Antonio de la Huerta	28° 36' 03" N 109° 36' 04" W	Microdiorita (4)	Matriz	57.4 ± 1.4	UAKA 81-02
52. Aurora	28° 33' 43" N 109° 36' 51" W	Cuarzomonzonita (4)	Biotita	55.8 ± 1.8	PED 3-70
53. Aurora	28° 33' 08" N 109° 36' 29" W	Cuarzomonzonita (4)	Sericita	53.6 ± 1.6	PED 4-70
54. Lucía	28° 25' 32" N 109° 51' 53" W	Tonalita (4)	Sericita	56.9 ± 1.2	UAKA 77-126
55. Suaqui La Verde	28° 24' 41" N 109° 48' 11" W	Cuarzodiorita (4)	Sericita	56.7 ± 1.1	UAKA 77-128
56. Suaqui La Verde	28° 25' 12" N 109° 49' 01" W	Granodiorita (4)	Biotita Hornblenda	56.4 ± 1.2 58.8 ± 1.3	UAKA 77-127
57. San Nicolás	28° 24' 36" N 109° 14' 12" W	Granodiorita (1)	Biotita	49.6 ± 1.2	UAKA 80-11
58. Santa Rosa	28° 24' 30" N 109° 10' 54" W	Granodiorita (1)	Biotita Hornblenda	49.3 ± 1.2 49.5 ± 1.0	UAKA 80-12
59. Santa Ana	27° 45' N 109° 43' W	Granodiorita (1)	Biotita Hornblenda	67.3 ± 1.4 66.1 ± 1.4	UAKA 80-18

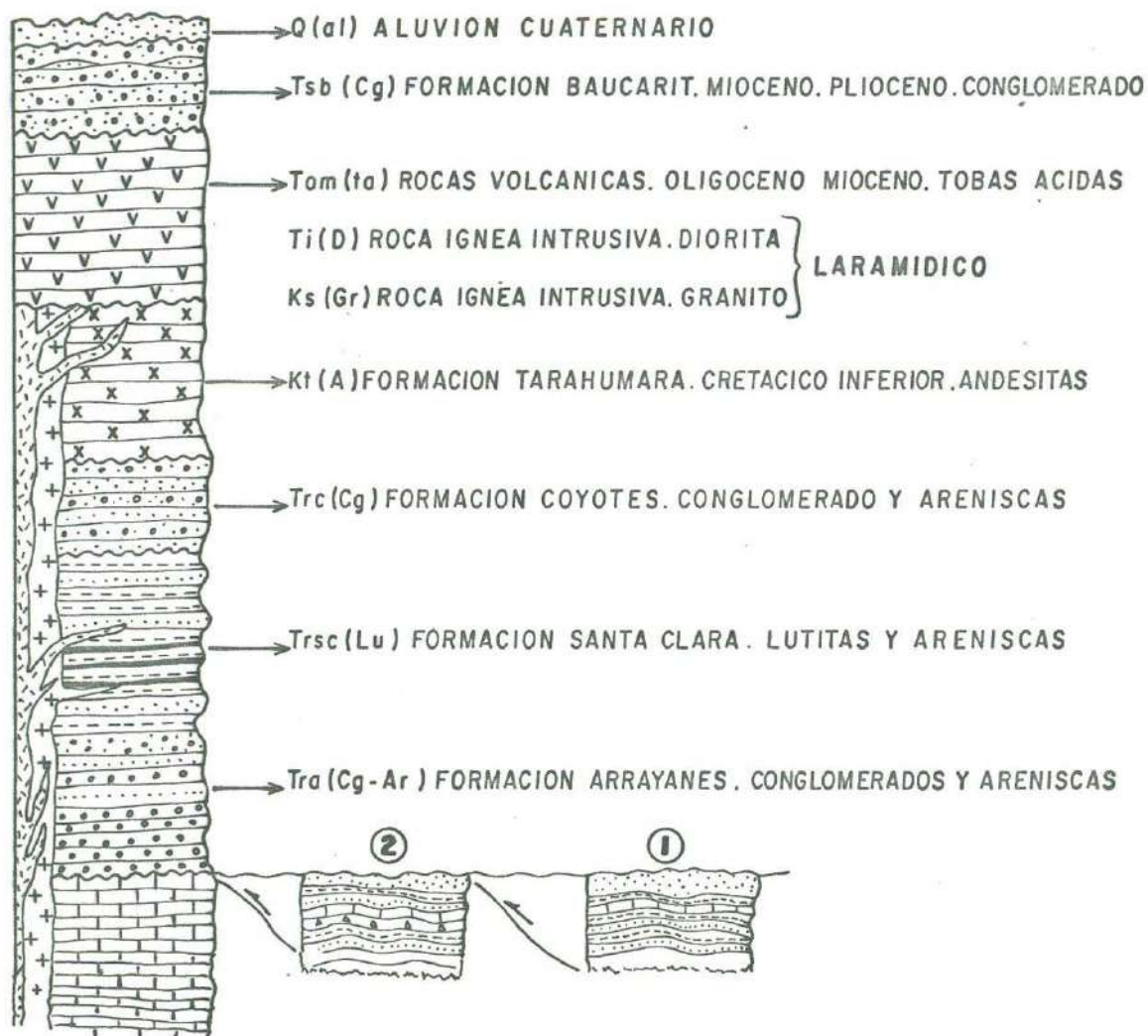
EDADES DE K-Ar de Rocas del Batolito Laramide de Sonora. (Damon, Et al, 1983)

Biblioteca Depto. de Geología

Tabla 1



COLUMNA ESTRATIGRAFICA ESQUEMATICA DE LA CARTA TONICHI(H12 D65)



estos intrusivos, las rocas graníticas ácidas son más antiguas que las rocas de composición intermedia y de grano mas fino, ya que en relaciones de campo, estas últimas cortan a los intrusivos graníticos a manera de pequeños stocks. Esto se observa en el arroyo El Carrizo al norte de Tónichi.

En general, estas rocas se distribuyen a lo largo de la porción central del área, y hacia los flancos norte y occidental de las sierras El Encinal y El Dátil, respectivamente.

A continuación una descripción de las rocas por separado, de acuerdo a la composición:

a). Granito. Ks(Gr)

Estas rocas graníticas presentan una textura fanerítica equigranular. En lámina delgada (muestra To - 9) el feldespato potásico (ortoclasa - microclina) se presenta tanto en fenocristales como en la matriz en una proporción estimada del 50%. Los cristales subhedrales de plagioclasas (30%) de la variedad oligoclasa - andesina, junto con el cuarzo (-10%), conforman la matriz con el feldespato potásico.

Como minerales accesorios se observa biotita (5%) y hornblenda (-5%). Los minerales secundarios generalmente están representados por arcillas, clorita y óxidos de fierro.

Estas rocas también han sido afectadas en forma variable por procesos hidrotermales que se reflejan en cuanto a la cantidad y tipo de minerales secundarios desarrollados, sin embargo el carácter textural relictos se conserva.

b). Diorita. Ti(D)

Estas rocas muestran textura hipidiomórfica equigranular con variaciones en cuanto al tamaño del grano, variando de medio a fino. En la muestra To 20 y 23 la asociación mineral observada al microscopio, está constituida en un 50% por plagioclasas del tipo andesinas, la mayoría de las cuales son cristales subhedrales con zoneamiento característico, el feldespato potásico está representado por ortoclasa (20%); en algunos casos dependiendo de los efectos de alteración hidrotermal sus bordes están corroidos por el desarrollo de cuarzo y feldespato potásico en proporción mínima de 5%, asociados a estos minerales se tiene cuarzo anhedral en proporción mínima del 10%.

Como minerales accesorios se observan cristales tabulares de biotita (10%) y hornblenda (-5%) con diferentes grados de alteración a clorita y calcita, que junto con la esfena y apatito representan los minerales secundarios. La abundancia de estos minerales secundarios está en función del tipo e intensidad de los efectos de alteración.

3.2.1.3. Terciario superior volcánico. Toba ácida, Riolita, Ignimbrita. Tom(Ta).

Con este término se agrupa a una serie de rocas volcánicas de carácter explosivo. Este paquete de rocas incluye ignimbritas y derrames riolíticos.

Cubren en discordancia a rocas del Paleozoico, Mesozoico y a los intrusivos laramídicos; y fuera de nuestra área a andesitas del Terciario.

Afloran en el flanco este de la sierra El Encinal, y lo que

- VASSALLO L. F. (1983) . Geología y génesis de los depósitos de grafito del Estado de Sonora. Informe de actividades inédito. Instituto de Geología U.N.A.M. .
- VASSALLO L.F. (1985). Sobre la evolución geológica de la parte central de Estado de Sonora-México y su relación con los depósitos de grafito. Universidad Nacional Autónoma de México. Inst. de Geología.
- VASSOEVICH N.B. (1967). Genetiches Kaya prioda nefiti V svetie dannikn organicheskoi geokhimii. In: Genezis nexti i gaza. Nauka, Moskua: 25-53.
- WEBER R. ET AL (1980). Nuevas contribuciones al conocimiento de la Tafoflora de la Formación Santa Clara (Triásico Tardío) de Sonora. Inst. de Geol. U.N.A.M. , Revista, Vol. 4, No. 2 , p. 125 - 137 .
- 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. Com. Direct. Invest. Rec. Miner. (México) Bol. 9, 108 p., 8 lam.

APENDICE PETROGRAFICO

Departamento de Geología
Universidad de Sonora

Petrografía de Rocas Sedimentarias

Muestra To-43A

Localidad. Rancho El Guamúchil (Hoja Tónichi).

Clasificación. Ortocuarcita.

Descripción megascópica:

Roca de color gris, de grano fino, compacta. Se encuentra en estratos delgados. Por intemperismo presenta coloración pardo.

Descripción microscópica:

Roca de textura clástica-psamítica. Presenta inversión textural, constituida por partículas angulosas a subangulosas mezcladas con partículas redondeadas, existe una mezcla de ambientes.

Presenta cementante de óxido de fierro 18%, sericita 2%, cuarzo 80%. Existen algunos cristales de cuarzo con extinción ondulante.

Muestra To-43B

Localidad. Rancho El Guamúchil (Hoja Tónichi).

Clasificación. Cuarcita.

Descripción megascópica:

Roca de color blanco rosado, de grano fino, masiva. Debido al intemperismo se observa una coloración café parduzco.

Descripción microscópica:

Roca de textura granoblástica en parte clástica-psamítica, compuesta de granos de cuarzo angulosos a subangulosos, crenulados, fracturados, con bordes saturados. El cuarzo presenta extinción ondulante, se observan escasos óxidos de hematita.

Muestra To-43

Localidad. Rancho El Guamúchil (Hoja Tónichi).

Clasificación. Lutita carbonosa calcárea.

Descripción megascópica:

Roca de color gris oscuro, de grano fino, compacta. Se encuentra en estratificación delgada. Debido al intemperismo se observa una coloración gris.

Descripción microscópica:

Roca de textura fina constituida de las siguientes partículas: cuarzo (microcristalino) 40%, materia carbonosa 40%, calcita 15%, calcita (vetillas) 5%. El cuarzo se debe a una silicificación.

Muestra To-57

Localidad. Arroyo Cervantes al noreste de Tónichi (Hoja Tónichi).

Clasificación. Packestone

Descripción megascópica:

Roca de color gris claro que intemperiza a amarillento, de grano fino, de aspecto masivo, con fragmentos de fósiles.

Descripción microscópica:

Roca constituida principalmente de calcita 95%, cuarzo 5%, con abundantes fragmentos biogénicos. Los fósiles que contiene son crinoides y briozoarios.

Muestra To-56

Localidad. Sur de Rancho Nuevo (Hoja Tónichi).

Clasificación. Cuarcita

Descripción megascópica:

Roca de color gris claro que intemperiza a café claro. Presenta textura de grano fino, compacta.

Descripción microscópica:

Roca de textura clástica-psamítica. Constituida básicamente de cuarzo. Los granos se presentan subredondeados, alta esfericidad y moderadamente clasificada. El cuarzo se presenta con extinción ondulante.

Muestra To-46

Localidad. Sureste del Rancho El Encinal (Hoja Tónichi).

Clasificación. Ortocuarcita de grano fino.

Descripción megascópica:

Roca de color gris claro que intemperiza a amarillo claro. Presenta textura clástica, masiva.

Descripción microscópica:

Roca de textura de grano fino. Constituida básicamente de cuarzo. Los granos se encuentran mal clasificados, subangulosos, con baja esfericidad.

Biblioteca Depto.
de Geología

Departamento de Geología
Universidad de Sonora

Petrografía de Rocas Igneas

Muestra No. To 20

Localidad. Cañada El Potrerito (Hoja Tónichi).

A. Descripción Megascópica.

La roca está compuesta por plagioclasas sódicas (65%); biotita (20%), hornblenda (10%); clorita (5%), sulfuros de fierro (5%).

Color.- Gris

Textura.- Equigranular

B. Descripción Microscópica.

Mineralogía:

Esenciales.- Labradorita (50%), feldespato potásico de la variedad ortoclasa (25%).

Accesorios.- Biotita (10%), hornblenda (-5%)

Secundarios.- Sulfuros de fierro (-1%), clorita y calcita.

Características y relaciones mineralógicas

Las plagioclasas, del tipo andesina - labradorita, se encuentran en cristales subhedrales, los cuales en ocasiones presentan zoneamiento, indicativo de un enfriamiento superficial.

La biotita se encuentra alterada a clorita y calcita, mientras que la hornblenda a clorita.

Textura.- Holocristalina, hipidiomórfica, de grano fino.

Clasificación.- Diorita de grano fino.

Origen.- Igneo intrusivo.

Biblioteca Depto.
de Geología

Departamento de Geología
Universidad de Sonora

Petrografía de Rocas Igneas.

Muestra No. To 9

Localidad. Cañada Jacobito (Hoja Tónichi).

A. Descripción Megascópica.

La roca está compuesta por fenocristales de plagioclasas sódicas (40%), cristales de feldespato potásico (40%), el contenido de cuarzo es mayor al 10%; como minerales accesorios se tiene hornblenda (-10%) alterada a clorita que junto con minerales de sulfuros de fierro y arcillas constituyen los minerales secundarios.

Color.- Blanco

Textura.- Fanerítica

B. Descripción Microscópica

Mineralogía:

Esenciales.- Fenocristales subhedrales de plagioclase sódica zonada del tipo andesina - labradotita (30%), cristales de feldespato potásico anhedral de la variedad ortoclase - microclina (50%); el contenido de cuarzo es mayor al 10%.

Accesorios.- Biotita (5%).

Secundarios.- Sulfuros de fierro (-3%), esfena (-2%), clorita, calcita (-5%) y arcillas.

Características y relaciones mineralógicas.

Los cristales de plagioclase y feldespato potásico se encuentran alterados a arcillas; las plagioclasas presentan zoneamiento lo que indica diferencias en la temperatura de formación. El alto contenido de cuarzo junto con feldespato potásico en mayor proporción que plagioclasas sitúan a la roca en el rango de un granito calcoalcalino. La biotita se encuentra alterada a clorita y calcita.

Textura.- Hipidiomórfica, holocristalina de grano grueso.

Clasificación.- Granito calcoalcalino.

Origen.- Igneo intrusivo.

**Biblioteca Depto.
de Geología**



EL SABER DE MIS HIJOS
HAKA MI GRANDES
BIBLIOTECA DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Departamento de Geología
Universidad de Sonora

Petrografía de Rocas Igneas

Muestra No. To 23

Localidad. Sur del Cerro Divisadero (Hoja Tónichi).

A. Descripción Megascópica.

La roca esta constituida de plagioclasas sódicas de grano grueso en una proporción de 40%, feldespato potásico 30%. El contenido de cuarzo es mayor al 10%; en cuanto a accesorios existe biotita (40%) y hornblenda (-10%) alteradas a clorita y calcita; que junto con los sulfuros de fierro (-2%) constituyen los minerales secundarios.

Color.- Blanco - rosado

Textura.- Fanerítica equigranular

B. Descripción Microscópica.

Mineralogía :

Esenciales.- Cristales de oligoclasa - andesina subhedrales (40%), cristales anhedrales de feldespato potásico del tipo microclina (30%). El contenido de cuarzo es mayor de 10%.

Accesorios.- Cristales tabulares de biotita (5%), hornblenda (-2%).

Secundarios.- Sulfuros de fierro (-2%), esfena (-2%), clorita y calcita.

Características y relaciones mineralógicas.

Los cristales de plagioclasa (labradorita) y feldespato potásico (microclina), se encuentran alterados a sericita. Los cristales de biotita y hornblenda están alterados a clorita y calcita; la esfena constituye también un mineral de alteración a partir de feldespatos alcalinos. Todo éste conjunto mineralógico y proporción de plagioclasas y feldespato potásico, sugieren un origen ígneo intrusivo.

Textura.- Hipidiomórfica, holocristalina, de grano grueso.

Clasificación.- Cuarzomonzonita - granodiorita.

Origen.- Igneo intrusivo.

Biblioteca Depto.
de Geología

Departamento de Geología
Universidad de Sonora

Petrografía de Rocas Igneas

Muestra No. To 51 A

Localidad. Cañada La Higuera (Hoja Tónichi).

A. Descripción Megascópica.

La roca esta constituida de fenocristales de plagioclasa sódica (30%), feldespato potásico (40%); biotita en cristales alargados (-5%).

Color.- Rosado

Textura.- Fluidal - bandeada.

B. Descripción Microscópica.

Mineralogía:

La roca está constituida principalmente por fenocristales de plagioclasa sódica del tipo oligoclasa - andesina (20%), feldespato potásico, sanidina, en la matriz (40%), cuarzo (10%). Material vítreo, en parte desvitrificado, (20); fenocristales de biotita (-10%). Minerales de calcita y arcillas en conjunto con sulfuros de fierro representan alrededor de 10%.

Características y relaciones mineralógicas.

La roca presenta fenocristales de andesina alterados a arcillas. Los feldespatos potásicos junto con la biotita, vidrio volcánico, calcita y óxidos de fierro conforman la matriz. Estos cristales muestran una orientación preferencial cementados por vidrio y la presencia de éste sugiere un carácter piroclástico.

Textura.- Vitrofídica (Eutaxítica)

Clasificación.- Toba riolítica.

Origen.- Igneo extrusivo (Explosivo).

Biblioteca Depto.
de Geología

Departamento de Geología
Universidad de Sonora

Petrografía de Rocas Igneas

Muestra No. To 51 B

Localidad. Cañada La Higuera (Hoja Tónichi).

A. Descripción Megascópica.

La roca esta compuesta por fenocristales de plagioclasas sódicas (40%), feldespatos potasicos (40%); cristales de biotita (10%), hornblenda (-5%); sulfuros de fierro (-1%) y minerales arcillosos (-5%).

Color.- Gris claro.

Textura.- Porfídica.

B. Descripción Microscópica.

Mineralogía:

Esenciales.- Fenocristales de plagioclase sódicas del tipo oligoclase - andesina (50%), feldespato potásico de la variedad sanidina (30%).

Accesorios.- Biotita (-5%), hornblenda (10%). El contenido de cuarzo se estima menor al 10%.

Secundarios.- Sulfuros de fierro, óxidos de fierro, arcilla y calcita.

Características y relaciones mineralógicas.

Las plagioclasas se presentan en cristales subhedrales y presentan leve variación de oligoclase - andesina, donde la predominancia es andesina, se encuentran alterados a arcilla. Los feldespatos potásicos son del tipo sanidina alteradas a arcillas. El cuarzo se presenta en cristales anhedral; tanto la hornblenda como la biotita estan alteradas a clorita y calcita. Todos estos minerales constituyen la matriz excepto los fenocristales de plagioclase.

Textura.- Holocristalina, porfídica sobre matriz traquítica.

Clasificación.- Latita (Traquiandesita).

Origen.- Igneo extrusivo.

conforma la sierra El Dátil.

Esta serie incluye a rocas piroclásticas, ignimbritas y algunos derrames de composición ácida.

La muestra To - 51 contiene fenocristales de plagioclasas sódicas del tipo andesina (20%), feldespato potásico (sanidina) en la matriz en una proporción estimada del 50%; como accesorios biotita -10% y vidrio volcánico (20%); los sulfuros de fierro (-5%), calcita (-5%) y arcillas constituyen los minerales secundarios.

El color de estas rocas es muy variable siendo estos desde rojo, rosado a café claro con variedades verdosas.

En muestra de mano (muestra To 70 y 71) la roca presenta textura piroclástica con minerales primarios de cuarzo, plagioclasa sódica, feldespato potásico, vidrio, biotita y cenizas volcánicas; como minerales secundarios se tiene hematita, limonita y arcillas.

Los derrames ocurren ocasionalmente. En muestra de mano presentan estructura eutaxítica con textura afanítica, sin embargo es posible observar fenocristales de cuarzo y feldespatos alcalinos.

Esta serie de rocas cubren en discordancia a las rocas del Paleozoico y Mesozoico. Por otro lado, están cubiertas por sedimentos de la Formación Báucarit.

Representan el grupo de rocas más abundantes de la provincia de la Sierra Madre Occidental. La edad de estas rocas ha sido determinada en los Estados de Durango y Sinaloa por Mc Dowell et. al. (1972), quienes obtuvieron fechas por el método K-Ar dentro del intervalo 21 - 29 m.a. (Oligoceno - Mioceno temprano).

Gastil (1974), en las costas de Sonora reporta rocas de esta edad. Damon (1964) por métodos radiométricos demuestra que la actividad ígnea más intensa se desarrolló durante el Oligoceno - Mioceno, presentando un gran desarrollo hacia la porción oriental del Estado y dentro de la provincia de Barrancas en la Sierra Madre Occidental.

El origen de estas rocas extrusivas se debe a la subducción de la placa paleopacífica bajo la placa norteamericana, está en el límite del cierre de la subducción y el cambio a un régimen que se vuelve distensivo. Coney y Reynolds (1977) proponen que el origen de estas rocas es el resultado de la progresión y regresión del arco cordillerano.

**Biblioteca Depto.
de Geología**

3.3. Rocas metamórficas.

Este tipo de rocas dentro del área, se restringen a zonas de metamorfismo de contacto o térmico, en lugares donde el intrusivo se encuentra en contacto con rocas sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico, y por lo menos efectos hidrotermales en rocas volcánicas del Mesozoico y Cenozoico.

En estos lugares, ocurren cambios fisicoquímicos y un profundo cambio de calizas a rocas marmolizadas, silicatadas y recrystalizadas como producto de recalentamiento y adición de sílice originado por el emplazamiento de estos cuerpos intrusivos.

Esto ocurre al norte del rancho El Tecolote, en donde se observa una zona de alteración sobre calizas que se encuentran en ocasiones a manera de bloques colgantes sobre el intrusivo y localmente muy recrystalizadas y marmolizadas.

Otro aspecto importante es la grafitización del carbón que ocurre en la Formación Santa Clara del Grupo Barranca.

Existen varios procesos en la grafitización del carbón, sin embargo, uno de los principales es el provocado por las intrusiones de carácter granítico.

En afloramientos de la Formación Santa Clara, en la parte sureste del área se observa que las rocas intrusivas cortan a la secuencia en forma de diques, y en algunos casos se emplazan a través de los planos de estratificación (en forma de lacplitos) afectando a la roca, en donde ocurre alteración del tipo turmalinización, silicificación y recristalización.

Autores como Flores (1929), Hess (1909), Pesquera y Carbonel (1960), consideraron que los intrusivos graníticos provocaron que el carbón se grafitizara.

Vassallo (1985) propone que existen varios procesos tanto tectónicos como magmáticos sobreimpuestos que provocaron la grafitización del carbón.

Así entonces, el metamorfismo del Grupo Barranca pudiera considerarse como térmico - regional, esto como resultado de las intrusiones graníticas. Estas rocas pudieron haber sido calentadas a 350 grados centígrados; Vassoevich (1967) y Halloway (1984) opinan que entre los 250 y 350 grados el grafito y la vitrinita coexisten, es decir que el grafito empieza a formarse a los 250 grados centígrados.

Sin embargo no todo el carbón se grafitizó, esto se debe a que algunos bloques más altos estructuralmente, la temperatura no rebasó los 250 grados centígrados.

IV. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Las estructuras regionales antelaramídicas han sido en parte dañadas por los intrusivos del Cretácico superior, del Terciario inferior y por la fase distensiva del Terciario medio - superior.

4.1. Estructuras Paleozoicas.

La deformación observada en la Unidad Soyopa y la Unidad San Antonio, se caracteriza por presentar plegamiento y fallamiento inverso asociado.

A continuación se analizarán las dos unidades por separado ya que existen diferencias estructurales que las definen.

4.1.1. Unidad Soyopa.

La actitud de la secuencia es muy variable y está en función de la deformación. En el cerro Hidalgo, la actitud de la secuencia tiene un rumbo NW - SE y echados al NE. En la sierra El Encinal al norte del rancho Cervantes, las actitudes se presentan con rumbo NW - SE y echados al NE. Esto se observa en el cerro La Aguja, en las cañadas El Caparroz y El Potrerito.

Pliegues.

Esta secuencia presenta pliegues decamétricos a gran escala y pliegues métricos. Al sur del rancho Cervantes en el arroyo del mismo nombre se observan pliegues métricos recostados hacia el NE. Los pliegues presentan una dirección axial al NE y otros orientados con un rumbo NW y horizontales. También existen pliegues de arrastre ligados a fallas inversas en el mismo sentido de la secuencia. (fig. 20)

Al norte del rancho El Tarango sobre el arroyo Cervantes, se observa un gran anticlinal con dirección de eje NE 80. Esta



SECCION A - A'
VISANDO AL NE
ARROYO CERVANTES

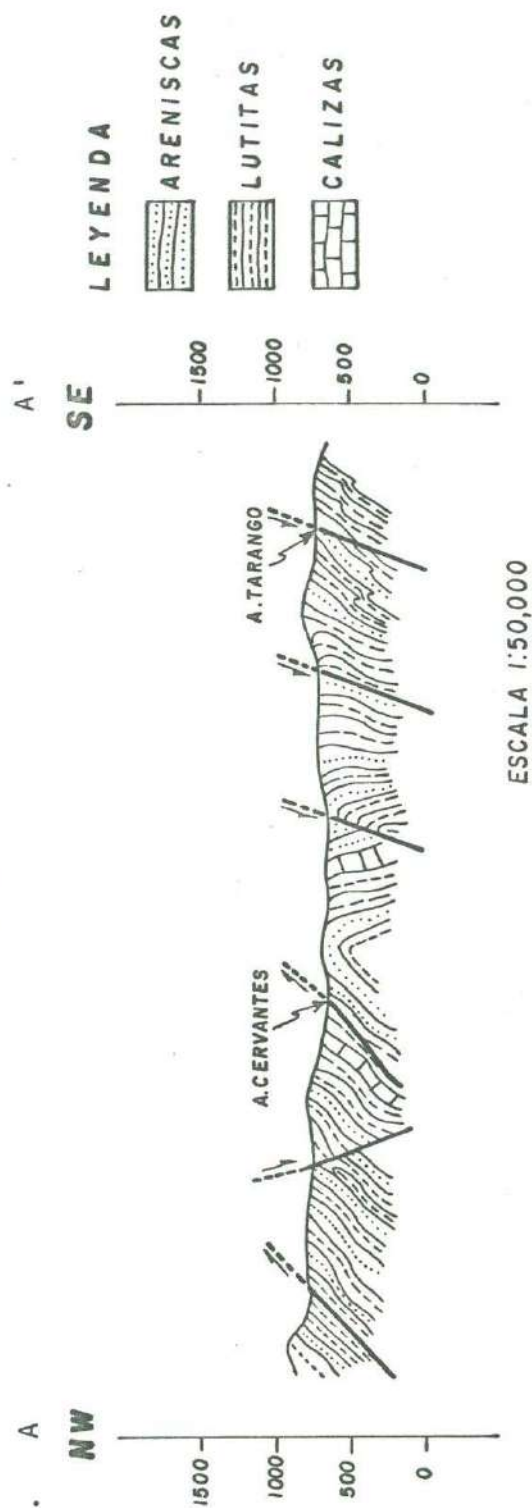


Fig. 20 MUESTRA LA DEFORMACION DEL MIEMBRO
INFERIOR DE LA UNIDAD SOYOPA

deformación pudiera ser contemporánea al cabalgamiento de la secuencia ordovícica sobre el Pérmico.

Fallas.

La Unidad Soyopa presenta una serie de fallas inversas y normales que sobreponen y basculan a estas rocas.

En general se observan una serie de fallas inversas con pliegues de arrastre asociados con un rumbo NW - SE y echados variables al NE. (fig. 22)

También existen una serie de fallas normales que basculan a ésta serie de rocas; algunas de ellas son observables en afloramientos locales en el campo. Los datos obtenidos son: rumbo NW 30 y echado 70 al SW.

Existe otra serie de fallas normales con rumbo NE - SW y echados al SE y en ocasiones casi verticales. Algunas fallas fueron reconocidas en fotografías aéreas, observándose a manera regional que en ocasiones presentan componentes de desplazamiento a rumbo.

Esta secuencia presenta un fracturamiento en varias direcciones, como un reflejo de los diferentes episodios que han actuado.

4.1.2. Unidad San Antonio.

Esta unidad presenta en general una actitud de rumbo NE - SW y echados variables al SE.

Pliegues.

Presenta pliegues decamétricos con una orientación general de los planos axiales hacia el NE y echados al SE. Así también, estos pliegues se encuentran cortados por fallas normales que

tienen un rumbo NW - SE y echados al SW.

Las rocas de ésta unidad se encuentran cabalgando a rocas de la Unidad Soyopa al norte de la sierra El Aliso, en donde se observa la sobreposición.

Las rocas de la Unidad Soyopa sobreyacen tectónicamente a rocas de la Unidad Pérmico Martínez en la sierra La Campanería. No ha sido posible establecer esta superposición en campo, sin embargo se reconoce en fotografía aérea.

Esta relación también puede observarse en la parte oriental de la sierra Martínez al noreste de Mazatán, en la sierra La Campanería al SW de Bacanora y al norte de Soyopa.

4.1.3. Unidad Pérmico Martínez.

Las rocas de esta unidad presentan una actitud general de rumbo NW - SE y echado general al NE.

Estos afloramientos ocurren en gran parte de la región y en los alrededores de ésta, como lo es en la sierra La Campanería, en el cerro La Zacatera al norte de la sierra El Encinal, en la sierra Martínez al noreste de Mazatán y en el flanco norte del cerro Cobachi.

Son rocas de un ambiente de plataforma nerítica y se encuentran en general cortadas por fallas normales. Se extienden hacia el norte, en cambio a la altura de la sierra La Campanería se van debajo de la secuencia ordovícica. Cabe hacer notar, que esta secuencia no presenta la deformación que caracteriza a las unidades ordovícicas en el área.

Ahora bien, las Unidades Soyopa y San Antonio forman un conjunto alóctono que cabalga a las calizas pérmicas de

plataforma.

4.2. Estructuras Triásicas.

La actitud del Grupo Barranca es variable y está en función de la deformación. Sin embargo en forma general este grupo muestra un rumbo general NW - SE y echados variables al NE. En el arroyo Arrayanes, al norte del poblado de La Barranca la actitud de la Formación Arrayanes es NW - SE con echados al NE. La Formación Santa Clara y Coyotes también presentan estas actitudes como se observa al sur de San Javier.

Pliegues.

En el arroyo Arrayanes se observan pliegues métricos isópacos abiertos, con ejes de rumbo NW 10 echados 50 al SE y planos axiales con rumbo NW 10 echados 30 al SW. Esta deformación indica que la secuencia triásica estuvo sujeta a eventos compresivos. (fig. 21)

En estratos de lutitas de la Formación Santa Clara, sobre los cortes de la carretera pavimentada se observa un micropliegue con eje de rumbo N - S y vergencia al este.

Fallas.

Las rocas del Grupo Barranca presentan dos familias de fallas normales principales. Una con rumbo NW -SE y otra posterior con rumbo NE - SW. Estas fallas están asociadas al evento distensivo del Terciario. Sin embargo, existe otra familia de fallas con dirección E - W, las que posiblemente están asociadas a la formación de la cuenca en la que se depósito Barranca. (fig. 23)

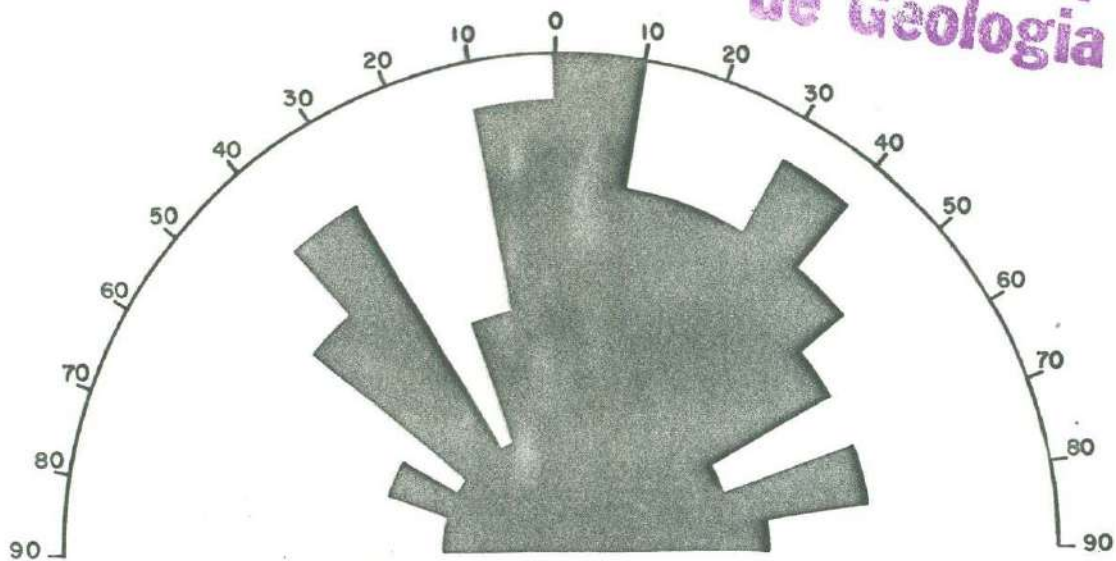


Fig. 23 Roseta de Fracturamiento y Fallamiento del Grupo Barranca.

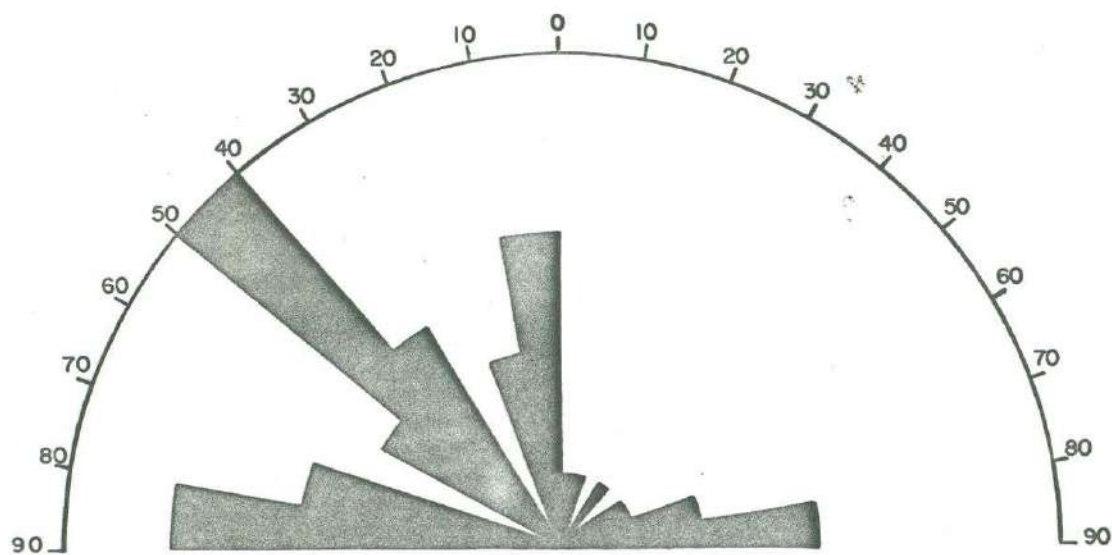


Fig. 24 Roseta de Fracturamiento y Fallamiento de la Formación Tarahumara.

4.3. Estructuras post-Cretácico inferior.

La Formación Tarahumara presenta evidencias de deformación compresiva. El rumbo predominante de la secuencia es al NW y echados hacia el NE y SW lo cual sugiere un plegamiento mas o menos NW - SE. Esta deformación se asocia a la fase Mesocretácica propuesta por Rangin (1982) en el norte del Estado. Corresponde en edad a la deformación que presentan las secuencias sedimentarias del Cretácico inferior en la sierras Los Chinos y Lampazos al norte y noroeste de Sahuaripa.

4.4. Estructuras del Terciario medio - superior.

Existen dos familias de fallas ocurridas durante la distensión del Terciario. Una familia es con dirección NW - SE y se extienden en toda el área, son del tipo normales y se encuentran en general basculando al NE a las rocas presentes. Es cortada por otra serie de fallas con dirección NE-SW. (fig. 25)

Estas estructuras son las responsables de la formación de las sierras y valles, característica hacia el suroeste de Estados Unidos y noroeste de México.

Así también se observaron en el campo fallas normales y fracturas de distensión en varias direcciones, lo que sugiere que ésta deformación se ha llevado a cabo en varias fases distensivas desde el Terciario medio.

También existe otra serie de fallas en dirección E - W, las cuales pueden corresponder a una reactivación de las fallas que originaron la formación de la cuenca en la que se depositó el Grupo Barranca.

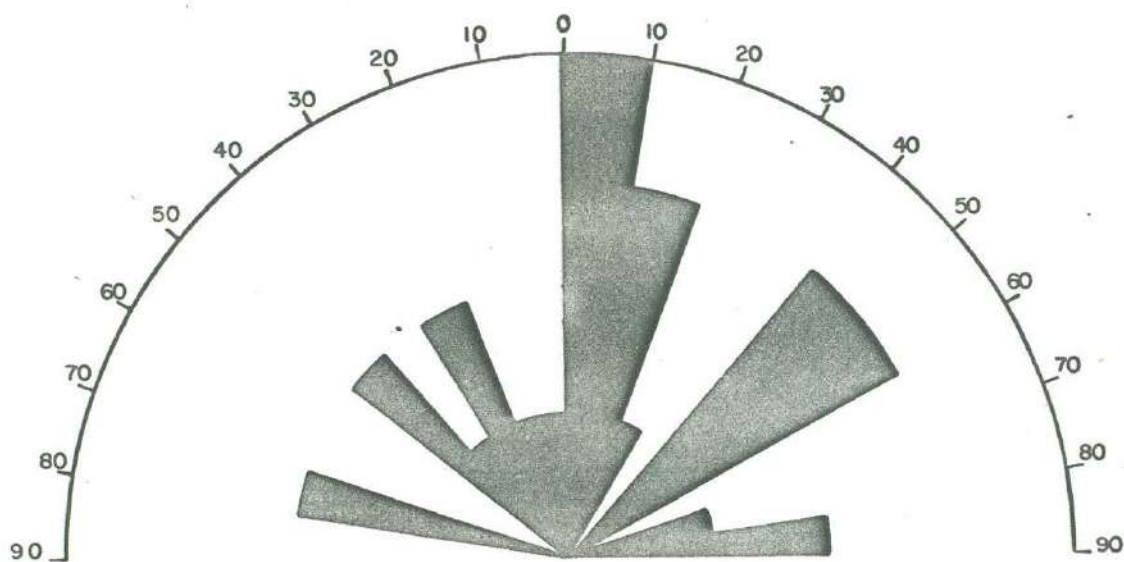


Fig. 25

Roseta de Fracturamiento y Fallamiento de la Formación Baucarit.

5.1. Paleozoico.

Las secuencias paleozoicas ordovícicas dentro del área, fueron sujetas a una o varias fases de deformación compresiva antes del Pérmico superior.

La deformación o superposición de la secuencia ordovícica sobre rocas del Pérmico, ocurrió después del Leonardiano y antes del Triásico temprano.

El bloque de piso de ésta cabalgadura, está representado por las calizas pérmicas de la sierra La Campanería en el límite central norte del área de estudio.

Estas calizas pérmicas forman parte entonces del Paleozoico autóctono. Así las unidades Soyopa y San Antonio son consideradas un conjunto alóctono. Además, las facies de este conjunto son muy distintas al Paleozoico inferior del resto de Sonora, que es netamente de plataforma (Stewart, 1981).

Como ya se dijo, ésta secuencia ordovícica es correlacionable en facies y edad con la Unidad 1 de la Formación Plomosas de Bridges (1966), en el área del Placer de Guadalupe y mina Plomosas en el Estado de Chihuahua, como una posible continuación hacia el suroeste del Cinturón Orogénico Ouachita.

En la cuenca Marathon en Texas, la deformación terminó al principio del Wolfcampiano, mientras que en Chihuahua se inicia probablemente en el Wolfcampiano medio, continuando hasta el Leonardiano y tal vez hasta el Guadalupiano (Bridges, 1966).

Esta diferencia en edad de deformación, quizás se deba a un cierre progresivo de la cuenca desde el noreste hacia el oeste, a partir del área del Placer de Guadalupe y de la Cuenca Marathon.

La fase de deformación paleozoica de la secuencia ordovícica y su cabalgamiento sobre el Pérmico en el área, pudiera corresponder a la Orogenia Allegheniana de la región de Marathon en Texas.

Biblioteca Depto. de Geología

5.2. Mesozoico.

Esta era inicia con eventos distensivos que traen consigo la apertura de la cuenca y el posterior depósito de la secuencia del Grupo Barranca como producto de la erosión de las rocas paleozoicas.

Se considera que el límite norte de la cuenca de Barranca estaba en la falla E - W del Puerto Colorado.

La secuencia de Barranca muestra un nivel conglomerático hacia la base (Formación Arrayanes) que varia hacia arriba a una sedimentación detrítica más fina (Formación Santa Clara).

Esto como un reflejo al inicio de un período tectónico inestable a un régimen más tranquilo.

Una posterior reactivación en la tectónica distensiva es marcada hacia la parte superior de la secuencia por una fase conglomerática (Formación Coyotes) discordante.

Por otro lado los afloramientos del Grupo Barranca dentro del área de estudio se encuentran preferentemente al sur en una línea E - W, tal es el caso de la mina Lourdes, San José de Moradillas, San Marcial, cerro Guayabillal y rancho San Francisco al sur de Tecoripa, y en las porciones sur de las sierras El Aliso y El Encinal.

Es evidente que el depósito del Grupo Barranca se debió



EL SABER DE MI
HARA MI GRAN
BIBLIOTECA DE C
EXACTAS Y NATU

principalmente a una etapa distensiva triásica orientada E - W, probablemente acompañada por un fallamiento NW 10.

Este grupo presenta evidencias de deformación compresiva, que pudo ocurrir en el Jurásico superior, pre-Formación Tarahumara, asignable a la orogenia Nevadiana propuesta por Rangin (1982) en el noroeste de Sonora. Esto es argumentable si se considera que la Formación Tarahumara del Cretácico inferior descansa en discordancia sobre el Grupo Barranca, indistintamente sobre sus tres formaciones.

Durante el Cretácico inferior se reconocen dos dominios geológicos en el noroeste de México; uno en la parte occidental caracterizado por un arco volcánico y otro más hacia el oriente por una cuenca sedimentaria. (fig. 26)

En el área la Formación volcánica Tarahumara formaría parte del arco volcánico del dominio occidental, que Rangin (1982) considera parte del arco Alisitos.

A la deformación de esta formación se podría asociar a la orogenia Mesocretácica propuesta por Rangin (1982), en el norte del Estado. Esta misma deformación ocurre en las sierras de Los Chinos y Lampazos al norte de Sahuaripa.

5.3. Cretácico superior - Terciario inferior.

En este período ocurre un gran evento geológico caracterizado por plutones laramídicos, los cuales se manifiestan en la zona de estudio en forma de intrusivos de dimensiones batolíticas durante el Cretácico superior, y en forma de stocks de composición intermedia junto con derrames volcánicos. Estos cuerpos afectan y en ocasiones mineralizan a rocas paleozoicas y

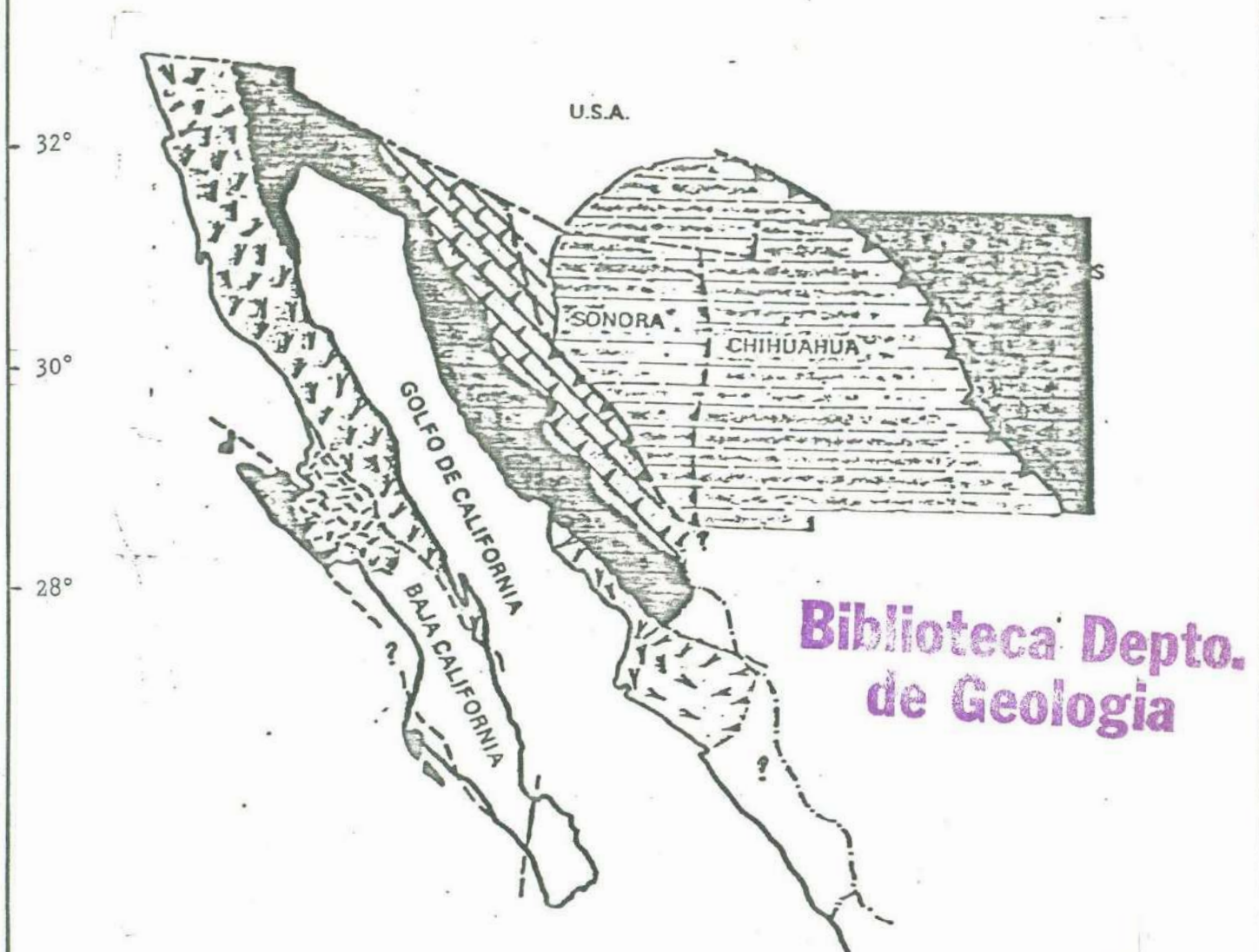


Fig. 26 Esquema paleogeográfico de la porción noroeste de México durante el Mesozoico. Rangin, 1978.

mesozoicas.

En el área de estudio no se observa deformación alguna que pudiera ser asociada a este evento.

Coney (1976) definió la orogenia Laramide en base a cambios en los movimientos de las placas. Se inicia con un cambio en el movimiento de la placa Americana, la cual al variar su movimiento de oblicuo a frontal originó una rápida convergencia entre una placa y otra.

5.4. Oligoceno - Mioceno.

En el área de estudio este período esta representado por grandes paquetes de rocas volcánicas de carácter explosivo, que varían de composición intermedia a ácidas.

Este magmatismo como ya se dijo, es producto de la interacción de las dos placas. La existencia de rocas volcánicas más jóvenes hacia el oeste del área, se sugiere se deba a la migración hacia el oeste del arco magmático.

Dickinson (1981) atribuye la migración de este magmatismo a un cambio en la inclinación del ángulo de subducción asociada a una distensión incipiente hacia el este, en donde empieza a depositarse la Formación Baucarit. Este evento es denominado orogenia del Terciario medio por Damon (1964).

5.5. Plioceno - Reciente.

El cambio drástico de un límite frontal en la interacción de placas a un límite transforme ocurre durante el Plioceno hace 8 m.a. (Gastil, 1979).

Este cambio trae consigo la separación y posterior formación del Golfo de California y el cese de subducción.

Ahora bien el magmatismo continúa como una reacción

posterior en la que persiste la temperatura y la emanación de rocas volcánicas. Esto es válido para el vulcanismo de 3 m.a. en Baja California (Gastil, 1979).

VI. GEOLOGIA ECONOMICA.

En el área de estudio se tienen rocas que contienen materia orgánica, lo que podría hacer suponer la posible formación de hidrocarburos en el Paleozoico y Mesozoico.

Esta materia orgánica ha dado lugar a mantos de carbón y grafito en el Mesozoico y a lutitas carbonosas en el Paleozoico.

6.1. Mineralización.

En los alrededores y dentro del área de estudio existen manifestaciones de oro, plata, plomo, zinc, cobre y tungsteno entre los minerales metálicos; y barita, carbón y grafito entre los no metálicos.

6.1.1. Depósitos de oro.

Los principales son los asociados a placeres en la cuenca del río Yaqui, como lo es el sur de San Antonio de la Huerta en el lugar conocido como La Loma de Los Conejos; y el sur de Tónichi conocido como El Aguila, los que actualmente se encuentran en explotación por diferentes concesionarios.

En áreas aledañas a la zona de estudio, como la región de San Javier y en la sierra El Aliso, existen manifestaciones de oro asociado a vetas de cuarzo que en realidad son de plata - oro. En San Javier se encuentran algunas pequeñas obras mineras, entre ellas: San Juan, Santa Rosa, La Crucesita, Mina Grande, Las Goteras, La Tescalama y La Mulateña; al norte de la sierra El Aliso la mina Hidalgo, Guadalupe y La Prietita.

En algunas de estas minas se tienen leyes de plata de 300 a 500 gr. Ag/ton. Plomo - zinc se encuentran en algunas minas como mineralizaciones de menor importancia (por ejemplo en las

minas de San Juan, Santa Rosa y La Crucesita).

Al este de San Antonio de la Huerta existe una obra minera conocida como El Promontorio, propiedad de Minera SANEX S.A. de C.V., que explotaba oro, y cuenta con una pequeña planta de beneficio, la que actualmente no se encuentra en producción.

Manifestaciones de cobre se presentan al este de San Antonio de la Huerta, asociado a zonas de brechamiento y stockworks, ligado a un pórfido.

El tungsteno se encuentra como pequeñas manifestaciones asociadas a contactos entre intrusivos laramídicos y calizas de plataforma, como lo es la mina Lucero al norte de Tónichi, siendo una zona de skarn de granate - epidota.

6.1.2. Yacimientos no metálicos.

En el área de estudio se encuentran depósitos de grafito y carbón asociados a rocas mesozoicas del Grupo Barranca, particularmente de la Formación Santa Clara.

Cabe mencionar que fuera del área de estudio, pero en una secuencia similar a las Unidades San Antonio y Soyopa, existe un depósito de barita. Este se localiza al oeste del poblado de Rebeico. Es un depósito estratiforme concordante, con espesores de hasta 15 mts.. La mineralización se presenta en forma de barita nodular, conglomerados y areniscas cementadas con barita, con densidades que alcanzan 4.20 gr/cm³ en su mejor ley.

Respecto a su origen, se sugiere corresponda a un yacimiento volcanogénico exhalativo (Noll, 1981), pero asociado a procesos sedimentarios en el transcurso de su depositación.

Este depósito actualmente se encuentra en explotación, lo

que convierte a Sonora en el principal proveedor a nivel nacional, utilizándose exclusivamente para lodos de perforación en pozos petroleros.

6.1.2.1. Grafito y carbón.

Se encuentran asociados a rocas del Grupo Barranca, específicamente a la Formación Santa Clara.

Estos depósitos son conocidos desde el siglo pasado y han sido estudiados por Newberry (1887), Dumble (1900), Hess (1909), Flores (1929), King (1939), Wilson y Rocha (1946), entre otros.

Son depósitos concordante con la estratificación. El grafito se encuentra en su mayoría en las cercanías del intrusivo, por lo que se propone sea producto de metamorfismo de contacto de mantos de carbón. Además, en las rocas encajonantes se tiene desarrollo de andalucita, que viene a apoyar lo anterior (Vassallo, 1983).

En el área de estudio se tienen minas de grafito en producción como son La Igualama, La Victoria y El Puntillas al sureste de Tónichi.

Sonora es el principal productor de grafito a nivel nacional, produce alrededor del 90% del total, con leyes de 80% de carbono.

El carbón en el área se restringe a la región de Santa Clara, es conocido desde el siglo pasado y explotado hasta los años 40's, cuando Wilson y Rocha los estudiaron. Entre éstas minas están El Voladero, Santa Clara y El Tarahumara.

La mineralización es del tipo antracítico, salvo algunos lugares donde se ha reportado coque natural.

En la actualidad ninguna mina de carbón está en explotación,

debido a que este no reúne condiciones de cantidad ni de calidad para que sea económicamente explotable, como el producido en otras partes de Mexico.

**Biblioteca Depto.
de Geología**

VII. CONCLUSIONES.

- Quedan establecidas edades del Ordovícico medio - superior para rocas que afloran en la sierra El Aliso y El Encinal. Estas edades se hicieron en base a determinaciones de graptolitos encontrados en lutitas que afloran en estas sierras. De esta forma se extienden los afloramientos de cuenca para el Paleozoico inferior.

- Las Unidades Soyopa y San Antonio forman un conjunto alóctono que cabalga a rocas de plataforma del Pérmico inferior. En base a esta cabalgadura se puede establecer el límite norte del conjunto alóctono (sierra Martínez y mina La Barita), ignorándose su extensión hacia el sur. Este evento geológico se atribuye a la orogenia Allegheniana del Paleozoico superior. Sin embargo no se descarta la posibilidad de que hayan interactuado una o más deformaciones durante el Paleozoico.

- La secuencia sedimentaria del Ordovícico medio - superior puede ser una continuación de las series del cinturón orogénico Ouachita.

- En el área de estudio se reconoce una etapa distensiva del Triásico. Esto trae como consecuencia la formación de la cuenca en donde se depositó el Grupo Barranca.

- El Grupo Barranca presenta plegamiento con ejes de rumbo NW 10 echados 50 al SE y planos axiales con rumbo NW 10 echados 30 al SW. Esta deformación indica que estuvo sujeta a eventos compresivos.

- En cuanto a los depósitos de carbón, están asociados a rocas mesozoicas del Grupo Barranca, específicamente a la

Formación Santa Clara. El grafito que se encuentra a manera de mantos es producto de metamorfismo de contacto de intrusivos laramídicos.

Biblioteca Depto.
de Geología

BIBLIOGRAFIA

- ALENCASTER de CSERNA, G. (1961). Estratigrafía del Triásico Superior de la parte Central del Estado de Sonora. Paleont. Mexicana, Inst. Geol., U.N.A.M., part I, 18p.
- ANDERSON T.H., SILVER L.T. (1974). Late Cretaceous plutonism in Sonora, Mexico and its relationship to Circum Pacific magmatism. Geol. Soc. Amer., Abstr. With Progr., 6, p. 484.
- ARAUX S. E. y VEGA G., R. (1985). Geología y Yacimientos Minerales de la Sierra de la Campanería, Mpio. de Bacanora, Sonora Central. Tesis Profesional, UNI-SON. 159 p.
- AVILA S. G. (1960). Geología de los depósitos de Antracita de la Sierra de San Javier y Santa Clara, Municipio de San Javier Son. Tesis Profesional. U.N.A.M., Fac. Ing. 35 p.
- BRIDGES L. W. (1966). Geología del área de Plomosas, Chihuahua. Instituto de Geología de la Universidad Autónoma de México. Bol. 74., p. 5-134.
- CHAULOT-TALMON J.F. (1984). Etude Géologique et structurale des ignimbrites du tertiaire de la Sierra Madre Occidentale, entre Hermosillo et Chihuahua, Mexique. These de Doctorat. Univ. de Paris-Sud. 259 p.
- COLLETTA B., ANGELIER J. (1981). Faulting evolution of the Santa Rosalia Basin, Baja California Sur, Mexico. In Ortlieb L., Roldan Q. J, eds., Geology of Northwestern Mexico and Southern Arizona, Inst. Geol. U.N.A.M., Hermosillo Son. Mexico, pp 265-274.
- CONEY P. J. (1976). Plate Tectonic and the Laramide Orogeny. New Mexico. Geol. Soc. Spec. Pub. No. 6.
- CONEY P.J. REYNOLDS S.J. (1977). Cordilleran Benioff zones. Nature, 270 p. 403-406.
- CONEY P. J. (1982). Un modelo tectónico de México y sus relaciones con América del Norte y América del Sur. Revista Instituto Mexicano del Petróleo.
- CORDOVA B.M., MONTIJO C. (1983). Geología del área sur del depósito de barita de Cobachi; Son. Tesis Profesional UNI-SON.
- DAMON P.E. and BIKERMAN M. (1964). Potassium-Argon dating post-Laramide plutonic and volcanic rocks within the Basin and range Province of southeastern Arizona and

- DAMON P.E. (1975). Dating of Mesozoic Cenozoic metallogenetic provinces within the Republic of Mexico (1965-1975); cooperative reserva project between Laboratory of Isotope Geochemistry Department of Geosciences, U. of Arizona and the Consejo de Recursos Naturales no Renovables, Archivo C.R.N.N.R.; Direccion General.
- DAMON P.E., SHAFIQULLAH M., and CLARK K. F. (1981). Age trends of igneous activity in relation to Metallogenesis in the Southern Cordillera. Vol. XIV Arizona Geological Soc. Digest.
- DICKINSON W. R. (1981). Plate Tectonic Evolution of the Southern Cordillera in Relation of Tectonic to ore Deposits. Arizona Geol. XIV.
- DUMBLE E. T. (1900). Triassic coal and coke in Sonora, Mex. : Geol. Soc. America Bull. , V. 11, p. 10-14.
- DUMBLE E. T. (1901). Cretaceous of Obispo canyon Sonora. Texas Acad. Sc. Trans., 4, p. 81.
- FLAWN P.T., GOLDSTEIN A.Jr.; KING P.B. and WEAVER C.E. (1961). The Ouachita System. Texas. Univ. Pub. 6120.
- FLORES T. (1929). Reconocimiento geológico de la región central del Estado de Sonora. Inst. Geol. México, Bol. 49, 267 p.
- FRIES C. (1962). Reseña geológica del Estado de Sonora, con énfasis en el Paleozoico. Asoc. Mexicana de Geólogos Petroleros, Bol. 14. p.p. 257 - 273.
- GASTIL G.R. And KRUMMENACHER D. (1974). Geology of the Tiburon Island and Sonora coast between Punta Lobos and Bahia Kino (Abs.); Geol. Soc. America Abstract within programs V. 6 No. 3, p. 180-181.
- GASTIL G. R., MORGAN G. J., KRUMMENACHER D. (1978). Mesozoic history of Peninsular California and related areas east of the Gulf of California. In "Mesozoic Paleogeography of the western United State, Pacific Coast Paleogeography Symposium", D. G. Howell and K. A. Mc. Dougall eds., S.E.P.M., Pacific Sect., p.107-116.
- GASTIL G. R., KRUMMENACHER D., MINCH T. (1979). The record of cenozoic volcanism around the Gulf of California. Geol. Soc. Amer. Bull., part I, 90, p. 839-857.
- GONZALEZ L. C. (1980). La Formación Antimonio (Triásico Superior - Jurásico Inferior) en la Sierra del



EL SABER DE MIS DIAS
HARA MI GRANDEZ
BIBLIOTECA DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

- GONZALEZ L. C. y ROLDAN Q. J. (1985). Notas sobre el Triásico Superior de la Sierra La Flojera, Sonora. III Congreso Latinoamericano de Paleontología. Simposio sobre floras del Triásico Tardío, su Paleogeología y Paleoecología, Memoria, Ins. Geol. U.N.A.M., p. 83-85, 4 fig.
- HESS F. L. (1909) . Graphite mining near La Colorada, Son.. Eng. mag., 28 : 26 - 48.
- HEWETT R. C. (1978). Geology of the Cerro La Zacatera Area Sonora ,Mex. M.S.Th. Northern Arizona University.
- HOLLOWAY J.R. 1984. Graphite-CH₂-H₂O-CO₂ equilibria at low-grade metamorphic conditions. Geology, 12: 455-458.
- KING E. R. (1939). Geological Reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of Mexico. Bull. Geol. Soc. America . V. 50 , p. 1625-1722, 9 lam. .
- MARTINEZ B. A. y PALAFOX R.J.J. (1985). Estratigrafía del área de Arivéchi, Sonora. Bol. Dpto. Geol. UNISON. Vol. 2. No. 1. 30-59 p.
- MC. DOWELL. F.W. And CLABAUGH S.E. (1972). Edades Potasio-Argón de rocas volcánicas en la Sierra Madre Occidental al noroeste de Mazatlán: Segunda Convención Nacional de la Soc. Geol. Mex., Mazatlán, Sin. Memoria p. 182-185.
- ✓ MC. DOWELL F. W. and CLABAUGH S.E. (1979). Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relation to the tectonic history of western Mexico. Geol. Soc. Amer. Spec. Paper, 180, p. 113-124.
- MENICUCCI S. (1975). Reconnaissance géologique et minière de la région entre Hermosillo et le Río Yaqui (Sonora Central, Mexique). These du Doctorat, Université Scientifique et Médicale de Grenoble, France. 211 p.
- NEWBERRY J. S. (1887). The origin of graphite. School mines Quart., 8: 334 - 335 .
- NOLL J. H. (1981). Geology of the Picacho Colorado Area, Northern Sierra de Cobachi, Central Sonora, Mexico. Thesis of Northern Arizona University.
- NOLL J. H., DUTRO J. T. (1984). A new species of the late Devonian (Famennian) Brachiopod *Dzieduszyckia* from Sonora, Mexico. Journal of Paleontology, Vol. 58, No. 6, p. 1412-1421.
- Office of Naval Research, Mapa escala 1: 5,000,000 .
- RANGIN C. (1977). Tectónicas sobrepuestas en Sonora septentrional. Revista. Vol. Inst. de Geol. UNAM. 44-47 pp.
- RANGIN C. 1982. Contribution a l' etude geologique du systeme cordillerain du nord-ouest du Mexique. These de doctorat d' etat es sciences. Acad. Paris. Univ. Pierre et Marie Curie. 588 p.

- PEIFFER and RANGIN J.F. (1979).- Les zones isopiques du Paléozoïque inférieur du nord-ouest mexicain: témoins du relais entre les Appalaches et la Cordillère ouest-américaine. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 288. (28 mai 1979) serie D, p. 1517-1519.
- 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. Cons. Rec. Nat. No Ren. (México). Bol. 59, 41 p. .
- POOLE F.G. (1983). Bedded barite deposits of Middle and Late Paleozoic age in Central Sonora, Mexico. Inedito.
- POTTER E. P., GEOLOGOS DE LA C.F.E. y DIMIGEE. (1980). Estudio de la Formación Barranca del Centro de Sonora. Hermosillo, Sonora, reporte interno.
- PUBELLIER M. (1987). Relations entre domaines cordillérain et mesogéen au nord du Mexique; étude géologique de la vallée de Sahuaripa, Sonora central. These de doctorat de l'Université de Paris VI. Francia. 197 p.
- PYE W. D. (1959). Sedimentation in Southern Arizona : Ariz. Geol. Soc. Southern Arizona Guidebook II, p. 5 - 11.
- ✓ RAISZ E. (1959). 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. Revista. Vol. Inst. de Geol. UNAM. 44-47 pp.
- RANGIN C. 1982. Contribution a l' etude geologique du systeme cordillérain du nord-ouest du Mexique. These de doctorat d' etat es sciences. Acad. Paris. Univ. Pierre et Marie Curie, 588 p.
- SCHMIDT G.T. (1978). Geology of the northern Sierra El Encinal, Sonora, Mexico :Thesis of northern Arizona University, Flagstaff, 80 p..
- SILVER L.T. Y ANDERSON , T.H. (1974). Possible left -lateral early to middle Mesozoic disruption of the south western North America craton margin. Geol. Soc. of America Abs. with programs . V. 6 ,955 pages.
- TARDY M. (1980). Contribution al' etude geologique de la Sierra Madre Oriental du Mexique. These doctorat d'etat Univ. P. et M. Curie Paris p.459.