

# UNIVERSIDAD DE SONORA

Escuela de Ingeniería

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

## BOSQUEJO GEOLOGICO Y ESTRUCTURAL DE LOS CERROS CLEMENTE Y SAN AGUSTIN, CUADRANGULO PITIQUITO-LA PRIMAVERA, NOROESTE DEL ESTADO DE SONORA

### TESIS

Que como requisito parcial  
para obtener el Título de

### GEOLOGO

Presentan



BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS  
PARA MI GRANDEZA

Jesús Francisco Maytorena Silva

y

Gustavo Eduardo Durazo Tapia

Hermosillo, Sonora

Febrero de 1982

# 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

Noviembre 3 de 1981 .-

ING. GABRIEL IBARRA FELIX,  
Coordinador Ejecutivo de la  
Escuela de Ingeniería,  
Universidad de Sonora.  
P R E S E N T E .-

Por medio de la presente me permito proponer el Tema de Tesis que lleva como título: "GEOLOGIA DEL AREA DE LOS CERROS CLEMENTE Y SAN AGUSTIN, MUNICIPIO DE PITIQUITO, SONORA", que los pasantes JESUS FRANCISCO MAYTORENA SILVA Y GUSTAVO EDUARDO DURAZO TAPIA, desarrollarán para obtener el Título de Geólogo que comprenderá los siguientes puntos:

RESUMEN  
INTRODUCCION  
AREA DE ESTUDIO  
FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA  
OBJETO DEL ESTUDIO  
MATERIAL Y METODOS  
TRABAJOS PREVIOS  
MARCO GEOLOGICO REGIONAL  
ESTRATIGRAFIA  
POSICION CRONOESTRATIGRAFICA  
GEOLOGIA ESTRUCTURAL  
TECTONICA  
ASPECTOS ECONOMICOS  
DISCUSIONES Y CONCLUSIONES  
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ruego a usted de la manera más atenta nos dé la respuesta a la mayor brevedad posible.

A T E N T A M E N T E

  
ING. DAVID GOMEZ JUAREZ,  
ASESOR DEL TEMA.

c.c.p.- Jesús Francisco Maytorena S.  
c.c.p.- Gustavo Eduardo Durazo T.

Nombre: **DEPTO** Depto Geología

Procedencia:

Motivo: 10% 16255

Fecha: Mayo 2011



Departamento de Geología

Escuela de Ingeniería

Noviembre 24 de 1981.-

ING. DAVID GOMEZ JUAREZ,  
SECRETARIO GENERAL DE LA ESCUELA,  
P R E S E N T E .-

Por este conducto le informo a Usted que la Comisión Revisadora de Tesis asignada por este Departamento para el trabajo que presentan los pasantes:

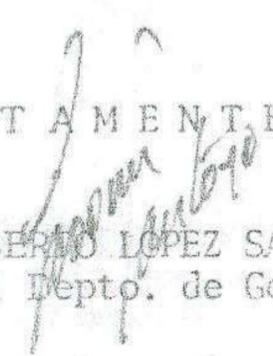
MAYTORENA SILVA JESUS FRANCISCO Y  
DURAZO TAPIA GUSTAVO EDUARDO,

queda integrada por los siguientes profesores:

- 1.- Biol. Olivia Pérez Ramos
- 2.- Geol. Carlos González León
- 3.- Ing. Alberto López Santoyo.

Sin más por el momento, quedo de Usted.

A T E N T A M E N T E

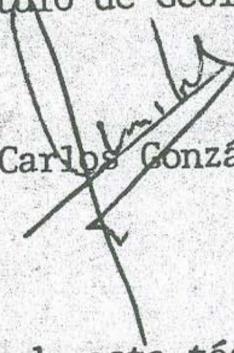
  
ING. ALBERTO LOPEZ SANTOYO.  
Jefe del Depto. de Geología.

- c.c.p. Biol. Olivia Pérez Ramos.-
- c.c.p. Geol. Carlos González León.-
- c.c.p. Servicios Escolares.-
- c.c.p. Interesados.-

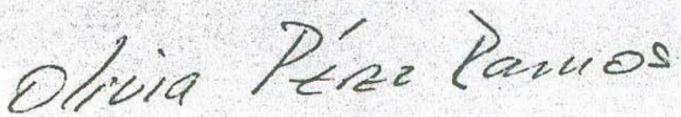


4 de Enero de 1982.

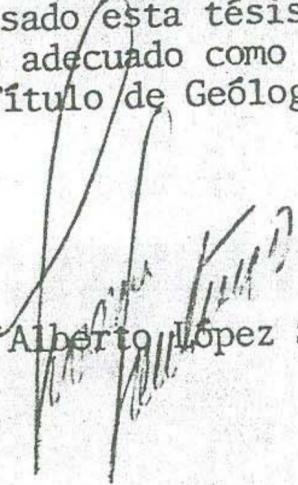
El que suscribe certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.

  
Geol. Carlos González León

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.

  
Biol. Olivia Pérez Ramos

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

  
Ing. Alberto López Santoyo



BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

A nuestros padres,  
por su paciencia y  
acertada dirección  
de nuestras vidas.

A nuestras esposas e hijas,  
que han llenado de felicidad  
nuestras existencias.

A nuestros familiares y  
amigos que siempre han  
sabido disculpar nuestros  
errores.

## A G R A D E C I M I E N T O S

En forma muy sincera a nuestros padres, que gracias a ellos fue posible llegar a un feliz término de nuestra carrera.

A nuestros maestros por su nobleza, empeño y paciencia que tuvieron al impartirnos sus conocimientos.

A nuestros compañeros de escuela, por aquellos momentos de agradable convivencia.

A todas las personas que tan desinteresadamente nos prestaron su valiosa ayuda y cooperación, sin la cual no hubiese sido posible la realización de esta tesis.

Al Ing. Ramón F. Ayala, jefe de Geólogos de Compañía Minera de Cananea, por su inestimable colaboración y noble actitud.

# I N D I C E

	Página
RESUMEN. . . . .	1
INTRODUCCION. . . . .	2
AREA DE ESTUDIO . . . . .	3
OBJETIVO DEL ESTUDIO . . . . .	3
MATERIAL Y METODOLOGIA . . . . .	4
TRABAJOS PREVIOS . . . . .	5
FISIOGRAGIA Y GEOMORFOLOGIA. . . . .	7
MARCO GEOLOGICO REGIONAL . . . . .	7
ESTRATIGRAFIA. . . . .	10
ROCAS DEL BASAMENTO . . . . .	10
ROCAS SEDIMENTARIAS . . . . .	11
Formación Caborca . . . . .	11
Formación Pitiquito . . . . .	12
Formación Gamuza. . . . .	15
Formación Papalote. . . . .	16
Grupo Gachupín. . . . .	18
Formación Puerto Blanco . . . . .	21
Formación Proveedora. . . . .	25
Formación Buelna. . . . .	26
Formación Cerro Prieto. . . . .	28
Formación Arrojos . . . . .	30
Formación Tren. . . . .	31
POSICION CRONOESTRATIGRAFICA . . . . .	33
Rocas del Basamento . . . . .	33
Rocas Sedimentarias . . . . .	33
GEOLOGIA ESTRUCTURAL . . . . .	34

Cerros Clemente y San Agustín. . . . . 34

Fallas . . . . . 34

Pliegues . . . . . 35

TECTONICA. . . . . 36

CRONOLOGIA DE LOS EVENTOS. . . . . 36

GEOLOGIA HISTORICA . . . . . 37

ASPECTOS ECONOMICOS. . . . . 41

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES . . . . . 42

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS . . . . . 44



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Plano de localización del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera.
- Figura 2: Mapa Geológico generalizado del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, mostrando la localización de los Cerros Clemente y San Agustín al Sureste del Cuadrángulo.
- Figura 3: Sección columnar generalizada que ilustra la secuencia litológica de los Cerros Clemente y San Agustín.
- Figura 4: Perfil esquemático de campo mostrando la Formación Caborca, medida al extremo Norte del flanco Este del Cerro Clemente, al Noreste de la mina El Mundito.
- Figura 5: Perfil esquemático de campo mostrando la Formación Pitiquito, medida 100 m. al Oeste de la mina La Grande, en el extremo Norte de los Cerros San Agustín.
- Figura 6: Perfil esquemático de campo mostrando el estratotipo de la Formación Gamuza, medido a 200 m. al Este de la mina La Grande.
- Figura 7: Perfil esquemático de campo mostrando el Hipoestratotipo de la Formación Papalote medido al Sur de la Mina La Grande, en el extremo Norte del Cerro San Agustín.
- Figura 8: Perfil esquemático de campo mostrando el Hipoestratotipo del Grupo Gachupín, medido al Sur de la Mina La Grande, en el Flanco Sur del extremo Norte del Cerro San Agustín.
- Figura 9: Perfil esquemático de campo mostrando la sección estratigráfica de la Formación Puerto Blanco, medida al Suroeste del Cerro Clemente al Sur de la mina La Grande, en el Cerro San Agustín.
- Figura 10: Perfil esquemático de campo mostrando los Lectoestratotipos de las Formaciones Proveedora, Buelna y Cerro Prieto, medido al Oeste del extremo Sur del Cerro San Agustín.
- Figura 11: Perfil esquemático de campo mostrando los Lectoestratotipos de las Formaciones Arrojos y Tren, medido al Sureste del Cerro Clemente en unos lomeríos aislados al Sur de la mina La Grande.
- Figura 12: Sección esquemática de campo mostrando la relación del Cerro Clemente con respecto al Cerro San Agustín.
- Figura 13: Plano geológico generalizado de los Cerros Clemente y San Agustín.
- Figura 14: Plano estructural de los Cerros Clemente y San Agustín.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Escalas cronoestratigráficas para el Precámbrico.

## RESUMEN

El presente estudio se refiere a las diversas observaciones obtenidas en la investigación geológica llevada a cabo en los Cerros Clemente y San Agustín; consiste en cartografía y un esbozo general del comportamiento estructural de las unidades presentes en el área.

Rocas tales como una cuarzomonzonita, situada entre el Cerro de La Berruga y C. Tecolote, de edad aproximadamente 1740 a 1745  $\pm$  15 m.a., (Anderson *et. al.* 1978), y fósiles tales como Braquiópodos, Trilobites y Girvanellas permite decir que la secuencia litoestratigráfica de esta área representa el lapso comprendido entre el Precámbrico (Riphico) y el Paleozoico (Cámbrico Medio).

Se definieron para el área investigada las Formaciones: - Caborca, Pitiquito, Gamuza; Grupo Gachupín dividido en Fm. La Grande y Fm. El Mundito; Puerto Blanco, Proveedora, Buelna, - Cerro Prieto, Arrojos y Tren las cuales se están considerando como Unidades alóctonas considerándose como autóctono a el Complejo Metamórfico Bámori, que en esta zona constituye al C. Tecolote. Se propone para esta área un contacto estructural (falla de cabalgadura) entre autóctono y alóctono.

La secuencia sedimentaria se observa fuertemente tectonizada, observándose pliegues cuyos planos axiales tienen una orientación preferentemente NE-SW y sus ejes inclinados hacia el SSW, así como pliegues locales más amplios y otro tipo de estructuras de consideración tales como fallas de desplazamiento lateral y de gravedad, klipps, fallas de gravedad de bajo ángulo y fallas de gravedad regionales consecuencia de la formación de la Provincia Fisiográfica de Sierras y Valles Paralelos.

Por último, se analiza la posibilidad de la existencia de yacimientos minerales económicamente explotables.



BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

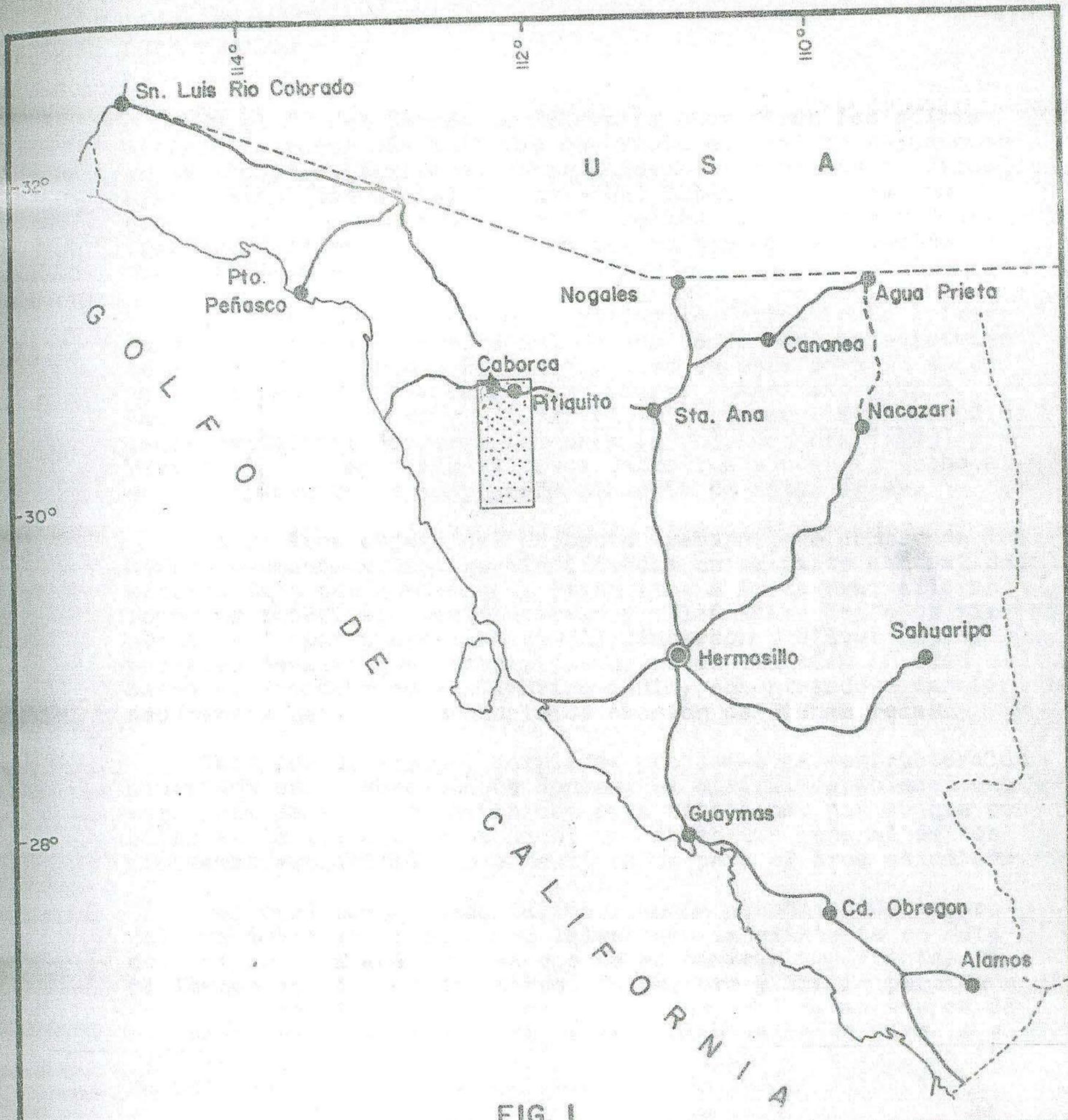
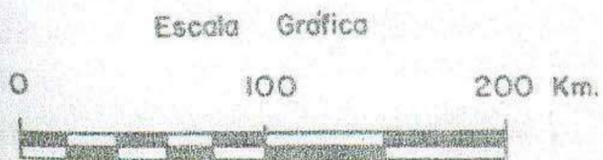


FIG. I



UNIVERSIDAD DE SONORA  
Departamento de Geología

Cuadro de Localización del  
Cuadrángulo  
Pitiquito-La Primavera

Por:  
J.F. Maytoreano S.  
S.E. Durazo T.

Aesor:  
Ing. D. Gómez J.

Fecha:  
Enero 1982.

## INTRODUCCION

En el NW del Estado de Sonora se encuentran los afloramientos de rocas más antiguas que hasta el momento se conocen en la República Mexicana, cuyas edades corresponden al Precámbrico. Esto hace que el Noroeste del Estado de Sonora sea un punto clave para la investigación geológica enfocada a descifrar los diferentes eventos geológicos que han acontecido en nuestro Planeta.

El área denominada como Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera se localiza al Noroeste del Estado de Sonora, inmediatamente al Sur de Caborca y Pitiquito, y es en esta zona en donde varios investigadores tales como Cooper y Arellano (1956), -- Damon (1962), Anderson y Silver (1974), que aportaron estudios geocronológicos; Gamper y Longoria (1978), Mendoza (1979) y -- varios más han aportado valiosos datos que ayudan en mucho al entendimiento de la complicada geología de estas áreas.

En el área objeto del presente trabajo, que comprende los Cerros Clemente y San Agustín situados en la parte central del extremo Este del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, afloran rocas metamórficas, sedimentarias y volcánicas. Trabajos pioneros de Cooper y Arellano (1952); Anderson y Silver (1978) -- permiten señalar que estos tipos de rocas fluctúan en edad -- desde el Precámbrico al Cámbrico medio, encontrándose también sedimentos recientes producto de erosión de dichas rocas.

Dado los diversos y complejos problemas geo-estructurales ocurridos en el Noroeste de Sonora, es difícil establecer una secuencia de eventos tectónicos para esta zona, por lo que en el presente trabajo se ha hecho un esbozo muy general de los problemas estratigráfico-estructurales para el área estudiada.

Por otra parte, dada la importancia económica de las rocas precámbricas en el mundo tales como la existente en Estados Unidos y Canadá, en las que se encuentran importantes yacimientos económicos de Hierro, Cobre, Oro y Uranio permite -- decir que las investigaciones geológicas realizadas acerca de el Precámbrico de Sonora son herramientas valiosas para la -- realización de trabajos geológicos dirigidos a la exploración de posibles yacimientos minerales económicos en estas áreas.

## AREA DE ESTUDIO

El área objeto del presente texto forma parte de el Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, que está situado al Sur de Caborca y Pitiquito, entre las coordenadas  $111^{\circ} 54'$  y  $112^{\circ} 30'$  de Longitud Oeste, y  $29^{\circ} 59'$  y  $30^{\circ} 44'$  de Latitud Norte; localizandose el área estudiada entre las coordenadas  $111^{\circ} 54'$  y  $112^{\circ}$  de Longitud Oeste y  $30^{\circ} 15'$  y  $30^{\circ} 20'$  de Latitud Norte, cubriendo el área investigada aproximadamente 50 Km. cuadrados de los Aprox. 4600 que comprende el Cuadrángulo.

La superficie investigada comprende los Cerros Clemente y San Agustín cuyas orientaciones son N-S, y E-W en el extremo Norte y N-S en la porción Sur respectivamente.

La vía principal de acceso a las inmediaciones de estos cerros es una brecha amplia que comunica a el poblado Pitiquito con Puerto Libertad, pasando por el Rancho Bámori (centro del Cuadrángulo) situado Aprox. a unos 45 Km. al Sur de Pitiquito, localizandose los cerros antes mencionados a unos 2 Km. al Este del Rancho Bámori, del cual parte una brecha que comunica al Rancho San Agustín de donde se toma el nombre para el Cerro San Agustín. Aprox. a unos 8 Km. antes de el Rancho - San Agustín; partiendo del Rancho Bámori, se aparta una brecha con rumbo Sur hacia la Mina La Grande; continuando hacia el pequeño poblado La Ciénega; así, Aprox. a la altura de la Mina La Grande se aparta otra brecha hacia el Oeste, que conecta con Mina El Mundito.

Cabe mencionar que tanto el Rancho Bámori como San Agustín son importantes en esta región dada su producción de ganado vacuno. En lo que respecta a las minas localizadas en ésta zona, consideradas como dentro de la pequeña minería, los metales de importancia que se extraen son Oro y Plata.

## OBJETIVO DEL ESTUDIO

Se espera que el presente estudio contribuya a esclarecer el desarrollo geo-tectónico del Noroeste del País, y también ayude en la realización de futuros proyectos de exploración de yacimientos minerales económicos que hayan de realizarse en esta zona.

El principal objetivo de esta Tesis es: 1) la elaboración de un mapa geológico para los Cerros Clemente y San Agustín, 2) definir las Unidades Estratigráficas, descritas en la literatura, para el área, 3) definir en forma general las diferentes estructuras, proposición y asociación de posibles eventos tectónicos que hayan afectado el área, 4) proponer las relaciones estratigráfico estructurales que guardan los Cerros Clemente y San Agustín con otras estructuras presentes en el Cuadrángulo



Pitiquito-La Primavera y 6) definir, a grandes rasgos, posibles minerales de interés económico en el área.

Así mismo, se pretende aumentar información y colaborar con el estudio de las Rocas Precámbricas en el Noroeste de -- Sonora, ya que éstas, dada su antigüedad, han estado sujetas -- a varios eventos tectónicos haciendo así más difícil e interesante su estudio.

#### MATERIAL Y METODOLOGIA

Se recopilaron fotos aéreas y planos topográficos de -- DETENAL a escala 1:50,000 los cuales se amplificaron hasta la escala 1:12,500 en base a los cuales se elaboró la carta geológica en el campo.

a) En campo: en la primera visita al campo se efectuó un reconocimiento geológico general del área, lo que permitió familiarizarse con los caminos de acceso, ranchos, minas, Etc.. Al mismo tiempo se elaboraron perfiles de campo esquemáticos, lo que ayudó a conocer de manera general la litoestratigrafía y la estructura de estos cerros, siendo posible con esto establecer hipótesis de trabajo que posteriormente se modificaron, reafirmaron o se postularon nuevas en el transcurso del trabajo.

Durante las visitas posteriores al área, se procedió a -- elaborar el plano geológico en base a los planos a escala -- 1:12,500, pegados a cartones de fotografía para mayor facilidad de manejo.

Completa ya la cartografía se procedió a medir la columna estratigráfica o sección tipo del área definiéndose así las -- unidades litoestratigráficas para esta área, utilizándose para esto una brújula Brunton y cinta de 30 m., realizándose un -- muestreo sistemático localizándose cada muestra en el perfil de campo de la sección tipo.

b) Gabinete y laboratorio: con los datos recopilados durante el trabajo de campo se calcularon espesores de la secuencia -- sedimentaria. Se recolectó bibliografía para su lectura y se procedió a laminar las rocas en el laboratorio para después efectuarse un estudio petrográfico de las mismas.



SO SABER DE MIS HIJOS  
MI GRANDEZA

BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES



## TRABAJOS PREVIOS

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

Anteriormente a este estudio, se han realizado varios trabajos dentro del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, pero a la fecha, no se tiene conocimiento de algún escrito en particular sobre el área cubierta por los Cerros Clemente y San Agustín.

Damon *et. al.* (1962), obtuvo edades radiométricas por el método K-Ar para el Granito Aibó, asignándole una edad de  $710 \pm 100$  m. a., aunque concluye que la edad de este granito debe de ser mayor. Este mismo autor se refiere a las "Capas Gamuza" descritas por Cooper y Arellano (1956), postulando un contacto deposicional entre la roca sedimentaria y el Granito Aibó, definido por un conglomerado basal compuesto por fragmentos de granito y ortocuarzitas, cementados por Hematita. Longoria y González (1979) encuentran fragmentos del Granito Aibó en la base de la Formación El Arpa, que se encuentra subyaciendo al Granito Aibó.

Damon *et. al.* (*op. cit.*) describe el Complejo Metamórfico aflorante y lo asigna al "Precámbrico Temprano", postulando que las rocas originales de esta serie metamórfica fueron posiblemente lutitas, ortocuarzitas, riodacitas y andesitas.

Cooper y Arellano (1956) realizaron trabajos estratigráficos en los Cerros Arpa y Gamuza, asignando una edad "Precámbrico Tardío" a la división tripartita que se observa en los Cerros Gamuza, definiendo una secuencia de más de 1500 mts. de lutitas, cuarzitas y dolomías con abundantes Criptozoosarios. Denominaron a esta secuencia sedimentaria como "Capas Gamuza" las cuales, según Arellano (1956), forman el flanco Oeste de un gran anticlinal con orientación Norte-Sur, buzando al Norte, al que denominó "Anticlinal de Bámori". Sin embargo, Longoria *et. al.* (1978), han propuesto que tal estructura no existe.

Cooper y Arellano (*op. cit.*) sugirieron que el contacto entre las Capas Gamuza y la secuencia Paleozoica es probablemente transicional, lo cual también se propone para el área estudiada, aunque localmente, se observaron evidencias de falla. Anderson *et. al.* (1978), han fechado las rocas del Basamento Precámbrico Metamórfico: en el Cerro Berruga, obtuvieron resultados de cuerpos de riodacita que se encuentran intrusivando a rocas metamórficas Precámbricas, asignándole una edad de  $1780 \pm 20$  m.a.;  $1750 \pm 20$  m.a. para un dique de diorita y  $1630 \pm 20$  y  $675 \pm 20$  m.a. para dos pegmatitas. Anteriormente Silver y Anderson (1971) dieron una fecha de  $1110 \pm 10$  m.a. (método U-Pb) para el Granito Aibó y una edad de 78 m.a. para una diorita de cuarzo que atravieza a este granito.

Por otro lado, Eells (1972), estudió la secuencia sedimentaria Precámbrica en la Sierra de la Berruga. Distingue

12 Unidades con espesor de Aprox. 3000 m.. Este mismo autor define un contacto normal entre el Precámbrico y el Paleozoico.

Koenken (1976) descubre cuerpos de Anortosita de 1700 m. a., localizados al Suroeste del Cerro Berruga y propone un -- contacto por falla para las rocas sedimentarias del Precámbrico Tardío y las rocas metamórficas del Precámbrico Temprano. En el área objeto del presente estudio se observaron evidencias de un contacto estructural entre ambos tipos de rocas.

Merriam (1978) elaboró un mapa geológico regional donde muestra la distribución superficial de las rocas del área según su edad y composición litológica, nombrándole Cuadrángulo Caborca.

Posteriormente, Longoria *et. al.* (1978) denominan a las rocas metamórficas del Precámbrico Temprano "Complejo Metamórfico Bámori", describiéndolo como la parte autóctona y basamento del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, así como la aloctonia Jurásica de los Cerros Chinos y Rajón; infiere una -- etapa compresiva Mesozoica y establece la aloctonia de las -- rocas sedimentarias Precámbricas.

Por una parte, Longoria y Pérez (1978) dividen la morfoestructura de los Cerros Chinos y Rajón en cuatro Unidades -- tectónicas; por otro, Mendoza (1979) define una división tripartita para las rocas sedimentarias Precámbricas que agrupa las Formaciones Pitiquito, Gamuza y Papalote. Por último, -- Longoria y González (1979) establecen la cartografía de los -- Cerros El Arpa y Gamuza así como el respectivo comportamiento estructural. Se definen para estos cerros las Formaciones -- Arpa, Caborca y Grupo Gachupín. También discuten la posibilidad de que las Formaciones Arpa y Caborca representen un tiempo de depositación diferente al que representa el conjunto litológico de las Formaciones Pitiquito, Gamuza, Papalote y Grupo Gachupín; siendo estas últimas la parte alóctona; las primeras, Fm. Arpa y Fm. Caborca junto con el Granito Aibó, la parte autóctona. Sin embargo, en el área objeto de el presente Texto se observó un contacto concordante entre las Formaciones Caborca y Pitiquito.

## FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA

Tanto la superficie estudiada como el resto del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, se caracterizan por formar elevadas serranías alargadas con orientación generalmente NW-SE. Los rasgos topográficos en las áreas más elevadas observan relieves muy abruptos con ocasionales acantilados que llegan a medir hasta más de 30 m. de altura; las zonas de menor elevación tienen relieve suave.

La elevación sobre el nivel del mar varía desde 480 m. en los valles hasta 740 m/nivel del mar, que es la mayor elevación observada en el Cerro Clemente; siendo 700 m. la elevación máxima en el C. San Agustín.

Respecto al buzamiento de las estructuras que constituyen a los Cerros Clemente y San Agustín es generalmente hacia el Oeste, con excepción del extremo Norte de este último, que es hacia el Sur.

El drenaje característico de esta zona es comúnmente rectangular en las zonas altas y dendrítico en los valles. El drenaje rectangular, en cierta forma, está controlado por plegamientos y, en ocasiones, fallamientos.

Referente a las condiciones climáticas, son hasta cierto grado extremosas. Es una zona semidesértica en donde la temperatura llega a alcanzar hasta 50° C o más en el Verano; descendiendo, en el Invierno, hasta algunos grados C. bajo cero. Las lluvias son escasas, ocurriendo en el Verano generalmente en formas de tormentas; siendo en la época de frío en forma de equipatas.

En lo que concierne a la Flora y la Fauna, no es muy abundante. La Flora, está compuesta principalmente por cactus de algunas variedades tales como: Sahuaros, Nopal, Choya, Biznaga; chaparrales como el Mezquite, Palo Verde, Palo Fierro, Torote, Sangregrado; escaso pasto y algunas variedades raras. La Fauna, en lo que corresponde a los Vertebrados, varias especies pueden considerarse como en período de extinción como sucede con el Venado 'Cola Blanca' y Buro, Conejo, aves de rapina como el Gavilán; Monstruo de Gila, Borrego Cimarrón, Etc., siendo el reino de los Invertebrados el más abundante.

## MARCO GEOLOGICO REGIONAL

En el Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera se encuentran ampliamente expuestas las rocas que forman a el Precámbrico - Metamórfico o Precámbrico Temprano, denominado Complejo Meta-

mórfico Bámori, Longoria *et. al.* (1978) y rocas del Precámbrico Tardío, constituidas por rocas sedimentarias carbonatadas, en contrandose las rocas del Precámbrico Metamórfico bien expuestas en los Cerros de la Berruga y Tecolote, existiendo afloramientos también en el Sur de los Cerros de La Ciénega, parte centro-occidental de los C. Pitiquito; en el Sur de los C. Aquituni; al Este de los C. San Agustín, Clemente, Arpa y Gamuza.

✓ El Complejo Metamórfico Bámori consiste, principalmente, de asociaciones minerales típicas de la parte superior de la facies de anfibolita, una sección de cuarcitas de grado esquistoso verde, rocas metasedimentarias y metaigneas de facies de anfibolita-almandina y cuarcitas micaceas, Anderson *et. al.* --- (1978). Según Damon *et. al.* (1962), un evento de metamorfismo retrogrado de edad  $1650 \pm 30$  m.a. afectó a muchos de estos tipos de roca, convirtiendolos a gneises.

Los tipos de roca antes mencionados forman el basamento autóctono, en lo que respecta dentro del Cuadrángulo. Este basamento ha sido afectado por varios cuerpos intrusivos que evidencian episodios tectónicos magmáticos en el Precámbrico; uno de esos, ha sido fechado con 1150 a 1110 m.a., Anderson y Silver (1978), representado por el Granito Aibó, término introducido a la literatura por Cooper y Arellano (1956), que consiste de un granito micrográfico de textura mirmekítica, de color rosado debido a la abundancia de feldespatos potásicos; que está expuesto en el flanco Este de los Cerros El Arpa.

Las rocas sedimentarias Precámbricas y Paleozoicas son abundantes dentro del Cuadrángulo y siempre están en contacto estructural, por falla de empuje, con el Complejo Metamórfico; por lo que esas rocas sedimentarias forman la parte alóctona en esta zona. Evidencias de esto se encuentran en diversas localidades dentro del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, -- siendo esas muy claras en los Cerros Clemente y San Agustín, donde además, existen zonas mineralizadas con Cu, Ag, Au y -- Goethita.

Dada la aloctonía de la cubierta sedimentaria, se observan fallas de empuje de bajo ángulo y un intenso plegamiento; además de este evento geológico, otro más joven ha afectado al Noroeste de Sonora, que consistió en un fallamiento ocasionado por esfuerzos de tensión relacionados con la apertura del Golfo de California, ocurrido en el Terciario, dando como consecuencia un intenso fallamiento Normal que se refleja en la morfología actual de sierras alargadas separadas por amplios valles; quedando debajo de éstos mucho de la estructura y relaciones estratigráficas. Por lo tanto, los diferentes eventos tectónicos y la falta de continuidad de las serranías hace más difícil la comprensión de la Geología del Noroeste de Son...

Las rocas sedimentarias Precámbricas consisten de terrígenos alternados con carbonatos, hasta predominar éstos últimos en la cima, en facies típicas de plataforma, afectadas por

un ciclo marcadamente transgresivo con algunos intervalos regresivos.

Las rocas del Paleozoico Temprano se encuentran aparentemente concordantes con las rocas del Precámbrico Tardío. Esto se observa en los Cerros Clemente, San Agustín y Calaveras. El límite entre Precámbrico y Paleozoico no ha sido definido exactamente dado la falta de datos radiométricos y fósiles; sin embargo, en el presente estudio se ha tomado como límite la primera aparición de aglomerados y derrames basálticos, correspondientes al cambio gradacional de dolomita y cuarzoarenita de la cima de la Unidad 11 y base de la Unidad 12 definidas por Eells, (1972).

El Paleozoico tiene un ciclo de transgresión y regresión también en facies típicas de plataforma, aflorando en el Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera únicamente el Cámbrico, hasta donde se tiene conocimiento.

El Jurásico está representado en el Cuadrángulo por rocas típicas de un arco insular y se han denominado como Grupo Chino y Grupo Rajón, que afloran en los Cerros Chino y Rajón de donde toman sus respectivos nombres, Longoria *et. al.* -- (1978). El Grupo Chino consiste de una alternancia heterogénea de rocas volcánicas, mientras que, el Grupo Rajón consta de areniscas conglomeráticas, alternancia de grauvacas y lutitas lajeadas y calizas con Amonitas pertenecientes a los géneros Arietites y Deroceras, Longoria y Pérez (1978).

Las rocas más jóvenes son unos derrames andesíticos típicos de zona de fisura, que se encuentran al Noroeste de los Cerros El Arpa.

## ESTRATIGRAFIA

En el área de los Cerros Clemente y San Agustín afloran rocas ígneas extrusivas e intrusivas, metamórficas y sedimentarias cuyas edades varían desde el Precámbrico hasta posiblemente el Terciario. La mayor parte de las rocas que forman estos cerros son sedimentarias de edad Precámbrica y Paleozoica.

Para este trabajo se utilizará la nomenclatura dada por Longoria (1978) y González (1980) ya que las relaciones estratigráficas que reportaron se encuentran presentes en el área.

La Formación Caborca, Longoria *et. al.* (1979) consta de tres miembros, siendo el miembro superior correlacionable con un pequeño afloramiento al Este de la mina El Mundito en el C. Clemente y se encuentra infrayaciendo concordantemente a la Formación Pitiquito y es la única parte donde aflora dentro de los 50 Km. cuadrados del área.

Existen algunos trabajos anteriores tendientes a estudiar la Estratigrafía precámbrica de la región. Dichos trabajos - como los de Cooper y Arellano (1956), Damon *et. al.* (1962), Eells (1972), Longoria y Pérez (1978), Mendoza (1979) y Longoria y González (1980) han estudiado estas rocas del Precámbrico, estableciendo los 4 últimos autores las siguientes secuencias de abajo hacia arriba: Rocas del Basamento, Fm. Arpa, Fm. Caborca, Fm. Pitiquito, Fm. Gamuza, Fm. Papalote y Grupo Gachupín (Fig. 3). Cooper (*op. cit.*) ha estudiado rocas Paleozoicas en estas zonas, estableciendo 6 Formaciones para el Cámbrico que son: Fm. Puerto Blanco, Fm. Proveedora, Fm. Buelna, Fm. Cerro Prieto, Fm. Arrojitos y Fm. El Tren, que van desde el Cámbrico Inferior hasta el Cámbrico Medio, no dando a conocer la base de la Fm. Puerto Blanco que es del Cámbrico Inferior. Todas las Formaciones se midieron en los Cerros de la Proveedora y el Carnero a unos cuantos Km. de Caborca, siendo mogotes aislados y algunos de ellos afectados por pequeños cuerpos intrusivos.

## ROCAS DEL BASAMENTO

Como se dijo anteriormente, el Complejo Metamórfico Bámori o zócalo Precámbrico Metamórfico esta principalmente compuesto por rocas metamórficas de alto grado, esquistos pelíticos carbonosos (que atestiguan un origen sedimentario), cuarcitas en mayor número y una variedad de cataclasitas que son intrusionadas por cuerpos riódacíticos de una edad mínima de  $1780 \pm 20$  m.a. Anderson y Silver (1971), por lo tanto el Complejo Metamórfico Bámori, Longoria *et. al.* (1978) es más antiguo de 2000 m.a..

# PALEOZOICO (CAMBRICO)

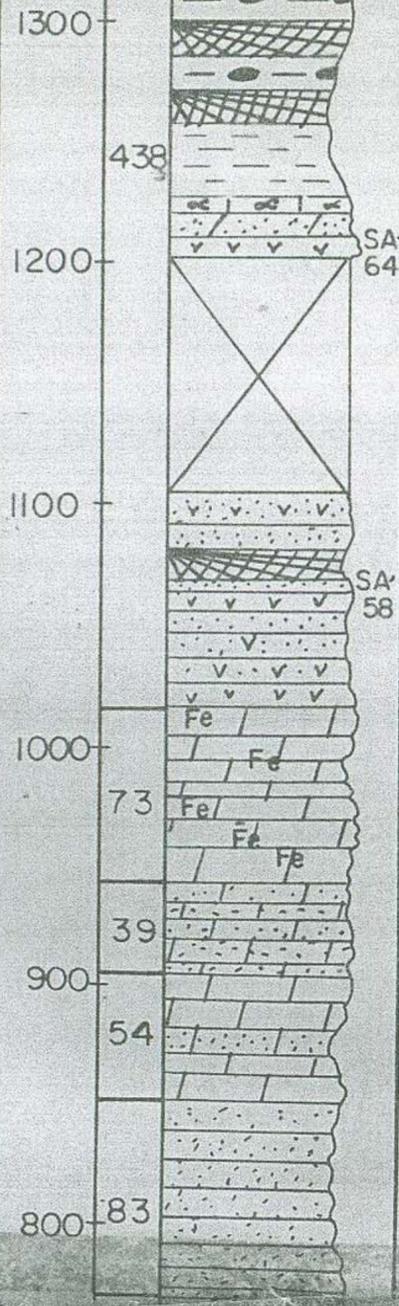
Eratema	Espesor	Litología	Formación	Grupo
	104		FM. TREN	
2100				
	21	SA-115	FM. ARROJOS	
	32			
2000				
	66	SA-107	FM. CERRO PRIETO	
	31			
1900			FM. BUELNA	
	55			
	38			
1800				
	86			
			FM. PROVEEDORA	
1700				
	82	SA-93		
1600		Fe Fe Fe		
	197	SA-84		
1500				
1400		SA-7		
			FM. PUERTO BLANCO	
1300				
	438			
1200		SA-64		



BIBLIOTECA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

PA

FM. PUERTO BLANCO

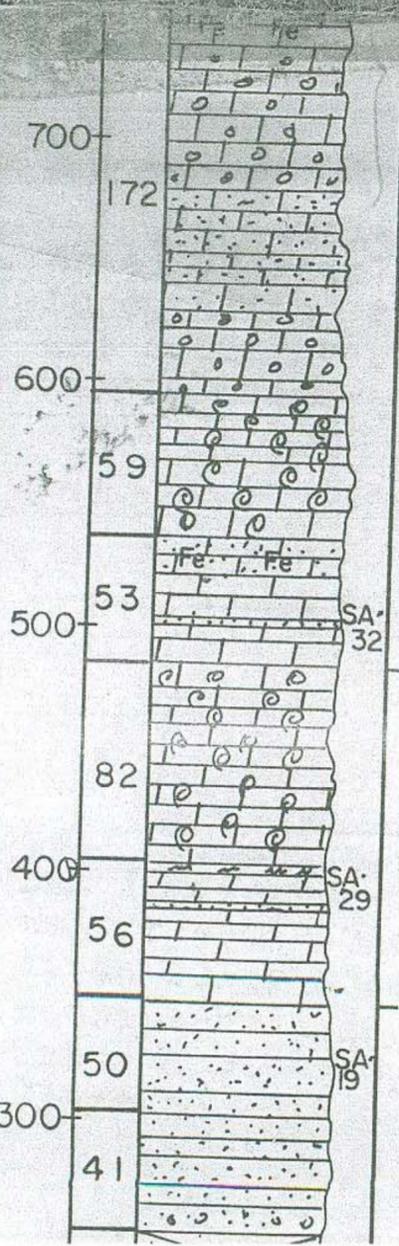


FM. EL MUNDITO

GRUPO GACHUPIN

FM. LA GRANDE

PRCAMBRI CO



FM. PAPALOTE

FM. GAMUZA

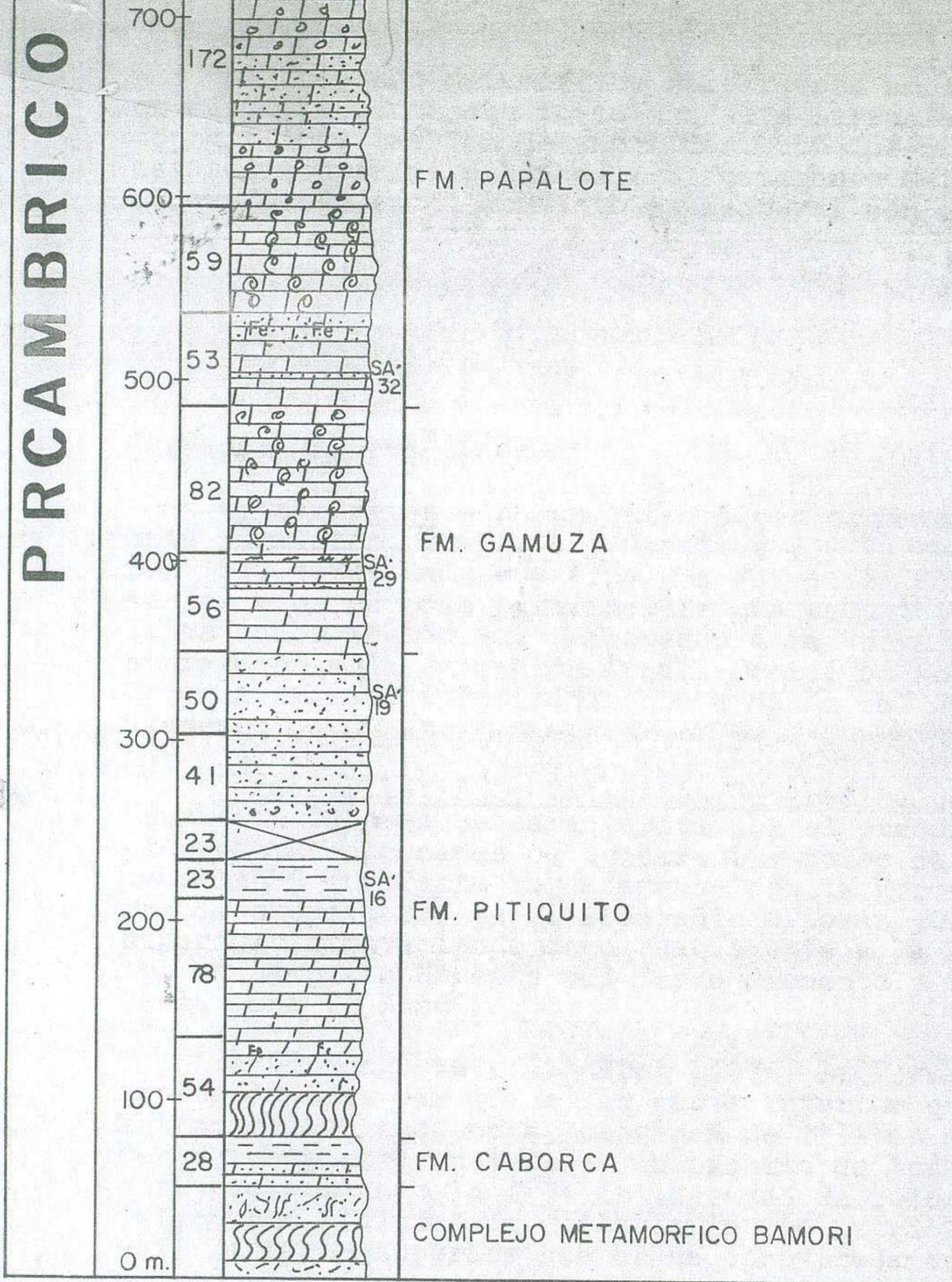
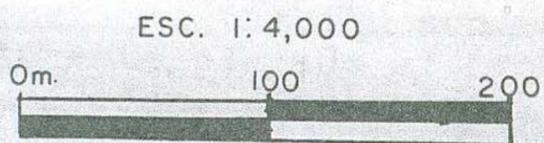


FIG-3



**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

SECCION COLUMNAR GENERALIZADA  
QUE ILUSTR LA SECUENCIA LITOLOGI-  
CA DE LOS C. CLEMENTE Y SN. AGUSTIN.

POR:	ASESOR:	FECHA
J.F. Maytorena S. G.E. Durazo T.	Ing. D. Gómez J.	Julio - 1982

El Complejo Metamórfico Bámori está ampliamente expuesto en el C. Tecolote, que forma una alta serranía rodeada de bajos topográficos también metamórficos con los que chocan las rocas sedimentarias del área. El basamento Metamórfico se ve mineralizado en el contacto estructural con el paquete sedimentario.

## ROCAS SEDIMENTARIAS

### Formación Caborca (PeCa)

Antecedentes. - En un intento por denominar formalmente a esta Formación, Longoria y González (1979) en el área ocupada por los Cerros Gamuza y Arpa, la Formación Caborca fue propuesta por esos autores para incluir una secuencia formada por filitas color rosado que infrayacen a la Formación Pitiquito y suprayacen a la Formación Arpa. Deriva su nombre del poblado Caborca situado aproximadamente a 40 Km. al Noroeste del Cerro Clemente.

Caracterización y Extensión Geográfica de la Unidad. La Formación Caborca se caracteriza por el predominio de filitas alternantes con capas de doloarenita color café que varían a amarillo y contrasta marcadamente con la Formación Pitiquito que la suprayace. En el área sólo afloran 30 m. de su parte superior infrayaciendo concordantemente a la Formación Pitiquito, en la parte Noreste del Cerro Clemente y a 300 m. al Este de la mina El Mundito.

Según Longoria y González (1979) la Formación Caborca - consta de tres partes: a) la parte inferior que consta de 35 metros de una secuencia homogénea de filitas color rosa, b) la parte media que consiste de un paquete de Aprox. 50 m. de espesor, predominando la filitas lajeadas de color rosa con intercalaciones aisladas de doloarenita con estratificación cruzada y c) la parte superior que es de aproximadamente 20 m. de espesor constituida por capas de doloarenita en capas medianas que varían en coloración de negro a amarillo y café con interestratos gruesos de filitas, que es lo que aflora en el área.

La localidad tipo de la sección tipo se encuentra en el flanco oriental de los Cerros El Arpa.

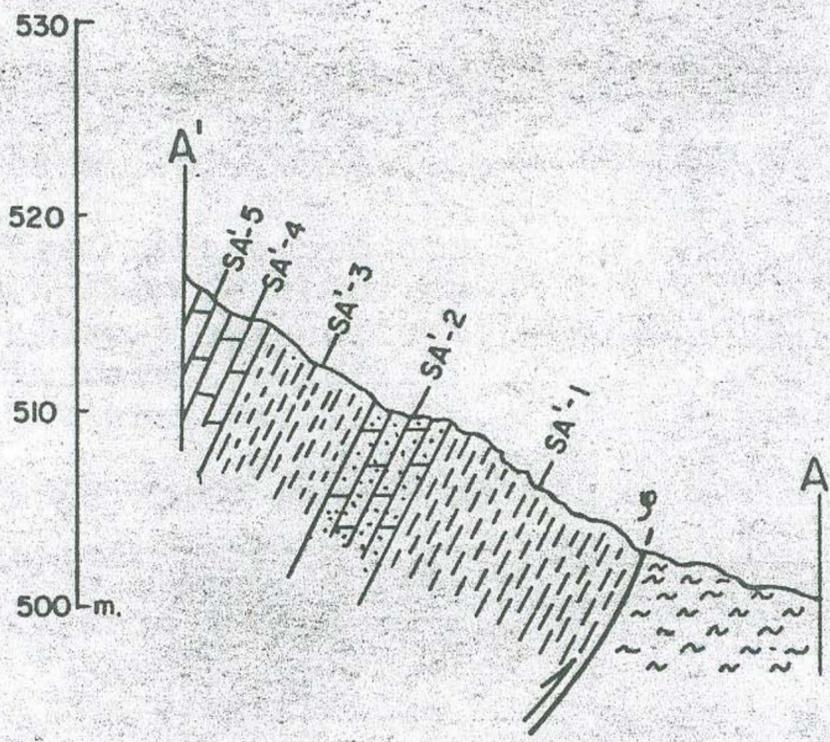
Muchas de las filitas color rosa de la Formación Caborca se confunden con las cuarcitas del Complejo Metamórfico Bámori que también son rosadas. La Formación se encuentra fuertemente plegada al igual que las demás Formaciones que la suprayacen, siguiendo el patrón de plegamiento en el área.

Área tipo. - Se considera el flanco oriental del Cerro -- Clemente como área tipo en cuestión. Esta área sobreyace en contacto estructural a el Complejo Metamórfico Bámori e infrayace a la Formación Pitiquito. Es la parte superior la que - aflora únicamente en la falda del cerro, observándose muy poca



BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA



ESC: 1:500

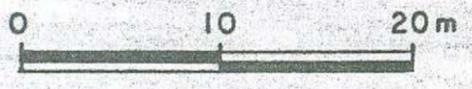
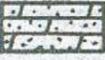
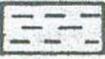
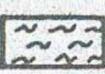
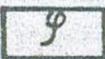


FIG. 4

-  WACKESTONE ARENOSO
-  FILITAS
-  MUDSTONE DE DOLOMIA
-  COMPLEJO METAMORFICO BAMORI
-  FALLA DE EMPUJE.

**UNIVERSIDAD DE SONORA**

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PERFIL ESQUEMATICO DE CAMPO A - A'  
E - W VIENDO AL N, MOSTRANDO LA  
FORMACION CABORCA.

POR:	ASESOR:	FECHA:
J.F. Maytorena S. G.E. Durazo T.	Ing. D. Gómez J.	JULIO - 1982

área de exposición, pero esta Formación aflora completa en el flanco Este de los Cerros del Arpa, Longoria y González (1979).

Límites.- El límite de la Formación Caborca-Formación Pitiquito es concordante, siguiendo un patrón de afloramiento - NNW-SSE y el límite inferior con el Complejo Metamórfico Bámori es estructural, por falla de empuje.

Estratotipos.- La única sección expuesta dentro del área se localiza en el flanco Este del extremo Noreste del C. Clemente, encontrándose el Paraestratotipo de la unidad en los C. del Arpa, definiéndose en el área estudiada el Hipoestratotipo, (Fig. 4).

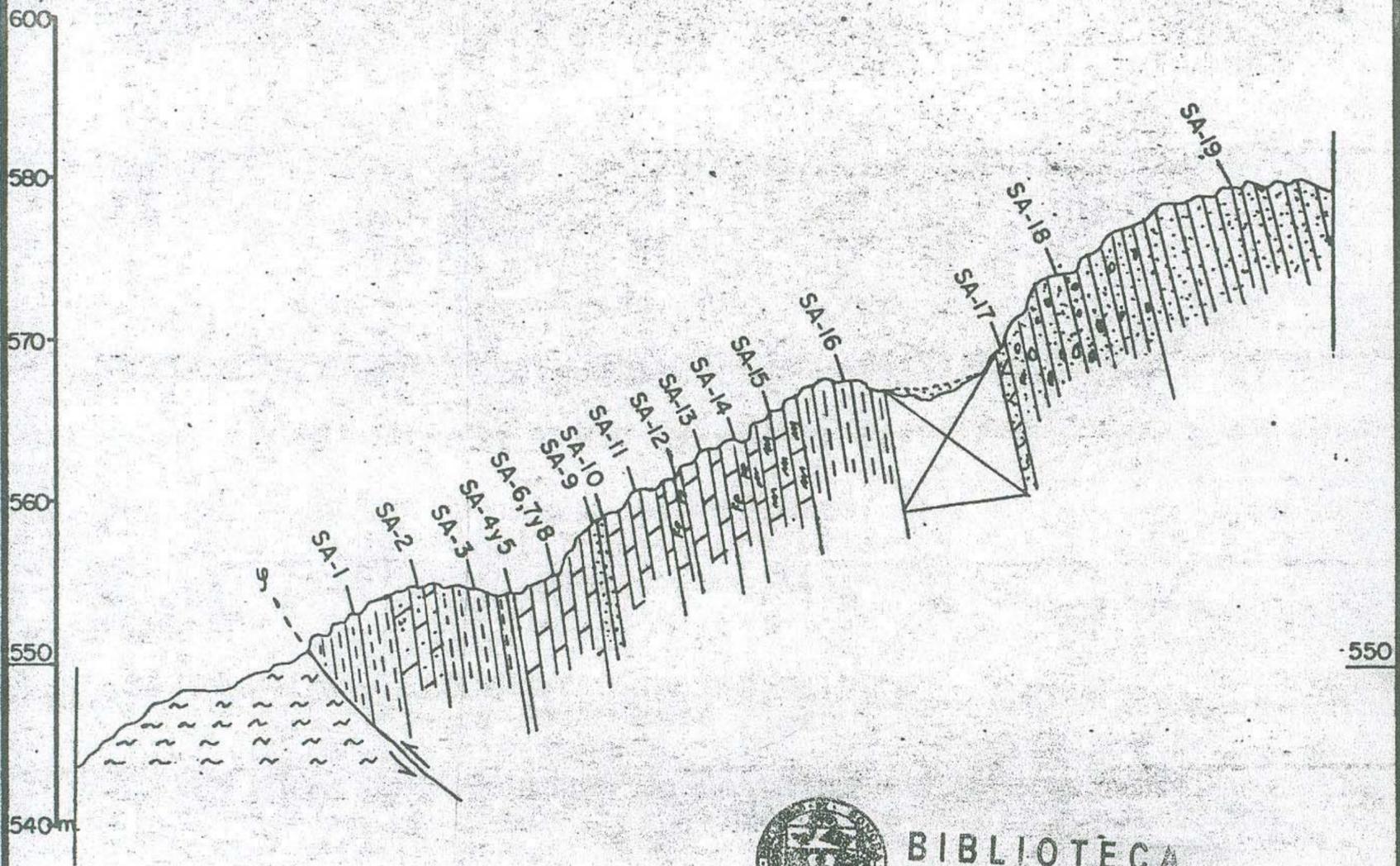
#### Formación Caborca, (PeCa)

Unidad	Descripción	Espesor en mts.
SA'-1	Filitas color rosa. Por composición una arcosa lajeada.....	12.00
SA'-2	Wackestone arenoso con laminación de color café claro a café oscuro; en la base, estratificación cruzada.....	4.00
SA'-3	Filitas color rojo rosado.....	6.50
SA'-4	Wackestone de dolomita o doloarenita color --- gris con estratificación cruzada.....	2.00
SA'-5	Mudstone de dolomita color café grisáceo con laminación.....	3.00
		27.50

Variaciones de la Unidad.- La Formación Caborca muestra algunas variantes con las descritas en el C. del Arpa, ya que en el área del C. Clemente contiene más filitas, pudiendo deberse a que forma la base de la cubierta sedimentaria y se encuentra muy alterada.

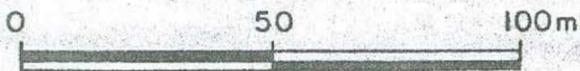
#### Formación Pitiquito, (PePi)

Antecedentes.- El término Pitiquito fué introducido a la

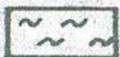



**BIBLIOTECA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
 EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA

ESC: 1: 2000



**FIG. 5**



COMPLEJO METAMORFICO BAMORI



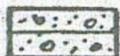
CUBIERTO POR ALLUVION



DOLOMIA FERRUGINOSA



FALLA DE EMPUJE



ARENISCA CONGLOMERATICA



ORTOCUARCITA GRANO FINO

**UNIVERSIDAD DE SONORA**

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PERFIL ESQUEMATICO DE CAMPO B - B'  
 N30°W VIENDO AL NE, MOSTRANDO LA  
 FORMACION PITIQUITO

PO R:

ASESOR:

FECHA:

J.F. Maytorena S.  
 G.E. Durozo T.

Ing. D. Gómez J.

JULIO - 1982

Unidad	Descripción	Espesor en metros
	cm. de doloarenita ferruginosa.....	17.96
SA-4	Dolomía gris oscuro a negra, Packestone de colitas.....	1.45
SA-5	Doloarenita ferruginosa de color café claro...	0.82
SA-6	Dolomía gris claro en estratos medianos.....	18.56
SA-7		
SA-8		
SA-9	Arenisca de grano fino de color rojizo, muy fracturada.....	1.69
SA-10	Doloarenita color gris claro con vetillas de calcita y óxidos de Fe	1.98
SA-11	Dolomía color rosado, posiblemente por alteración o dolomitización.....	17.78
SA-12	Doloarenita ferruginosa color café claro...	4.38
SA-13	Mudstone de dolomita color gris verdoso...	10.28
SA-14	Dolomía ferruginosa -- con bandas negras.....	5.74
SA-15	Dolomía color gris verdoso con nódulos de pedernal del orden de un cm.....	15.15
SA-16	Filita color rosa.....	23.48
	Cubierto.....	22.58
SA-17	Arenisca café oscuro con estratificación -- cruzada, de grano fino en estratos medianos..	3.58
SA-18	Arenisca conglomerática color rojizo, en estratos de medianos a gruesos.....	36.95
SA-19	Ortocuarcita color blan	

Unidad	Descripción	Espesor en metros
	co en estratos media-- nos a gruesos.....	49.64
		<u>267.96</u>

Variaciones de la Unidad.- La Fm. Pitiquito en el área - formada por los C. Clemente y San Agustín no presenta variación en su contenido litológico.

Formación Gamuza, (PeGz)

Antecedentes.- El término Gamuza fue introducido formalmente a la Literatura por Longoria y Pérez (1978), pero antes Cooper (1956) dividía "Las Capas Gamuza" en dos Unidades; la Fm. Gamuza corresponde a la segunda división de Cooper. Posteriormente fueron descritos en una forma sistemática los Estromatolitos que contiene esta Unidad por Gamper y Longoria (1978); estos Estromatolitos fueron descubiertos por Gómez y Torres - (1941).

La Fm. Gamuza es correlacionable con la Unidad 2 de Eells (1972) en la Sierra de la Berruga; posteriormente, Mendoza -- (1979) describe esta Unidad en los Cerros Pitiquito y Longoria y González (1979) en los Cerros Gamuza y Arpa.

Caracterización y extensión Geográfica de la Unidad.- La Fm. Gamuza se caracteriza por una secuencia homogénea de dolomía con abundantes estromatolitos, intemperiza de color gris oscuro a negro y en algunas regiones de color café claro, por soluciones posteriores de óxidos de Fe. Esta Fm. se encuentra aflorando ampliamente en el Cerro Clemente y San Agustín, formando generalmente las partes más altas; también se le puede encontrar en los Cerros Gamuza, Arpa, Pitiquito, Calaveras, La Ciénega, Aquituni, Chino, La Berruga y El Viejo.

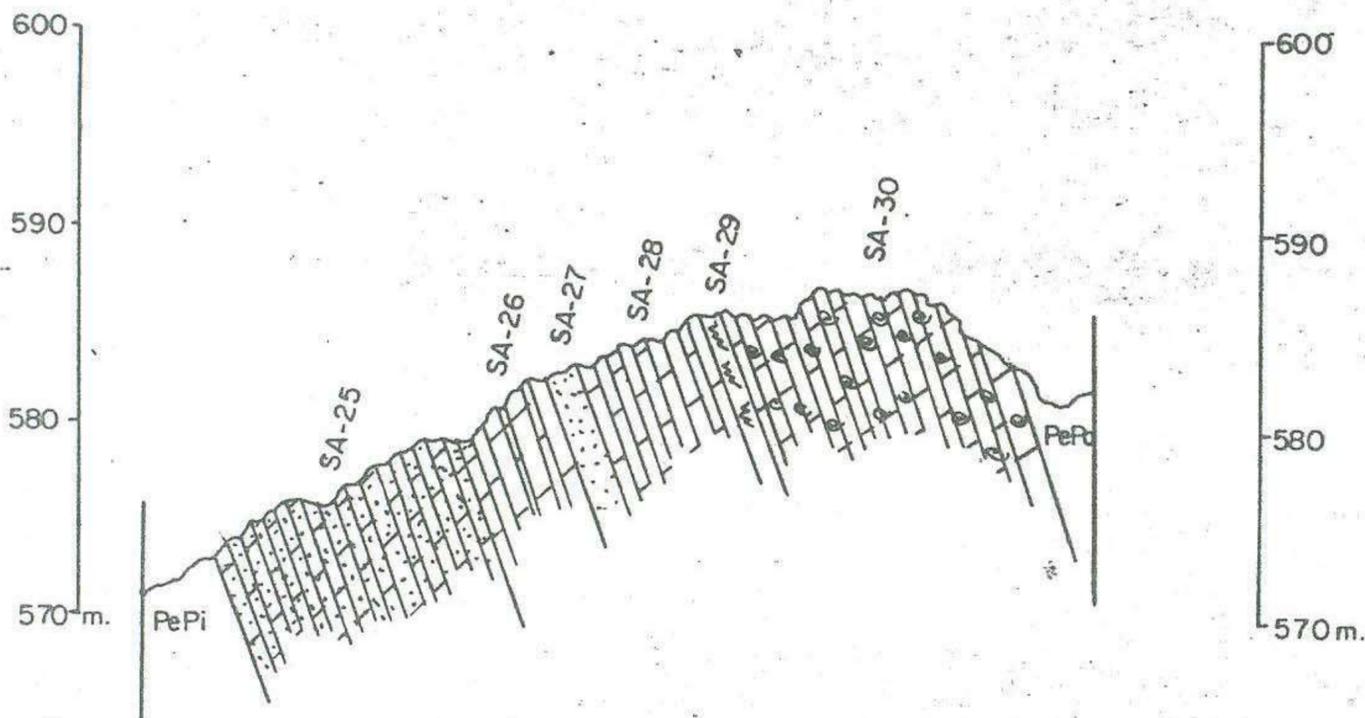
Area Tipo.- Se considera el flanco Noroeste del Cerro San Agustín 100 m. al Este de la mina La Grande, suprayace concordantemente a la Fm. Pitiquito e infrayace también en forma concordante a la Fm. Papalote.

Límites.- El límite inferior con la Fm. Pitiquito es concordante, aunque con pequeños desplazamientos despreciables en el contacto que no afectan la sección. El límite superior es concordante con la Fm. Papalote.

Estratotipo.- La (Fig. 6) ilustra el Hipoestratotipo de la Fm. Gamuza expuesta al Norte del C. San Agustín. La descripción de abajo hacia arriba es como sigue a continuación:

Formación Gamuza, (PeGz)

Unidad	Descripción	Espesor en metros
--------	-------------	-------------------



BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

ESC. 1 : 1,000

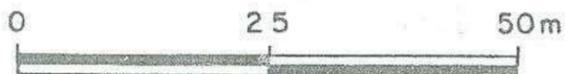
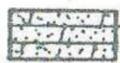


FIG. 6



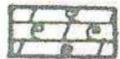
MUDSTONE DE DOLOARENITA



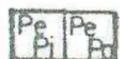
MUDSTONE DE DOLOMITA



ORTOQUARCITA CONGLOMERATICA Y  
PEDERNAL NEGRO



BOUNDSTONE DE ESTROMATOLITOS



FM. PITIQUITO Y FM. PAPANOTE

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PERFIL ESQUEMATICO DE CAMPO C - C'  
N30°W VIENDO AL NE, MOSTRANDO LA  
FORMACION GAMUSA

PO R:

ASESOR:

FECHA:

J. F. Moytorena S.  
G. E. Durazo T.

Ing. D. Gómez J.

JULIO - 1982

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-25	Mudstone de dolocarenita gris verdosa en estratos medianos.....	26.82
SA-26	Mudstone de dolomita - color café claro con laminación.....	10.95
SA-27	Ortocuarcita conglomerática blanca con bandas rojizas .....	3.43
SA-28	Mudstone de dolomita - gris oscuro en estratos gruesos.....	13.62
SA-29	Pedernal negro en estratos de 5 a 10 cm. - de espesor.....	1.14
SA-30	Dolomía gris claro con tonos amarillos. Bound stone de Estromatolitos.....	25.93
		<u>81.89</u>

Variaciones de la Unidad. - En el presente trabajo se --- observó variación en la cantidad de Fe., aflorando en unos lugares de color gris oscuro casi negro y en otros café rojizo ocultando los Estromatolitos.

### Formación Papalote, (PePa)

Antecedentes. - La Fm. Papalote corresponde a la división superior establecida por Cooper y Arellano (1956) para las -- "Capas Gamuza". También es correlacionable con la Unidad 3 - de Eells (1972) que definió en la Sierra de La Berruga y que consiste de una gruesa secuencia de dolomía gris claro con material algáceo.

Posteriormente la estudió Mendoza (1979) en los Cerros - Pitiquito y más recientemente Longoria y González (1979) quienes la estudiaron en el C. del Arpa. En el presente trabajo se estudió a la Fm. Papalote en el C. San Agustín.

El término Formación Papalote se designó para una gruesa secuencia de 238.02 m. de dolomía gris claro moteada y con estructuras laminares que sobreyacen a la Formación Gamuza concordantemente e infrayace concordantemente al Grupo Gachupín.

La Unidad toma su nombre del Rancho El Papalote, localizado a 1.5 Km. al Norte de los C. El Arpa y Aprox. 26 Km. al Noroeste del C. Clemente.

Caracterización y Extensión Geográfica de la Unidad.- La Fm. Papalote se caracteriza por su gran espesor y homogéneo - paquete de dolomías gris claro con Estromatolitos laminares, 'parches' claros y brechoide en la cima; por lo que podría en un dado caso ser dividida en tres miembros de abajo hacia arriba:

Miembro 1.- Alternancia de dolomía gris claro con ortocuarzitas color blanco en estratos medianos..... 53.01 mts.

Miembro 2.- Dolomía gris claro con estructuras laminares con intraclastos color gris claro..... 124.00 mts.

Miembro 3.- Dolomía gris oscuro, brechoide.. 106.01 mts.

Area Tipo.- Se considera el flanco Sur del extremo Norte del C. San Agustín. En esta área el contacto inferior con la Fm. Gamuza es concordante al igual que su límite superior con el Grupo Gachupín.

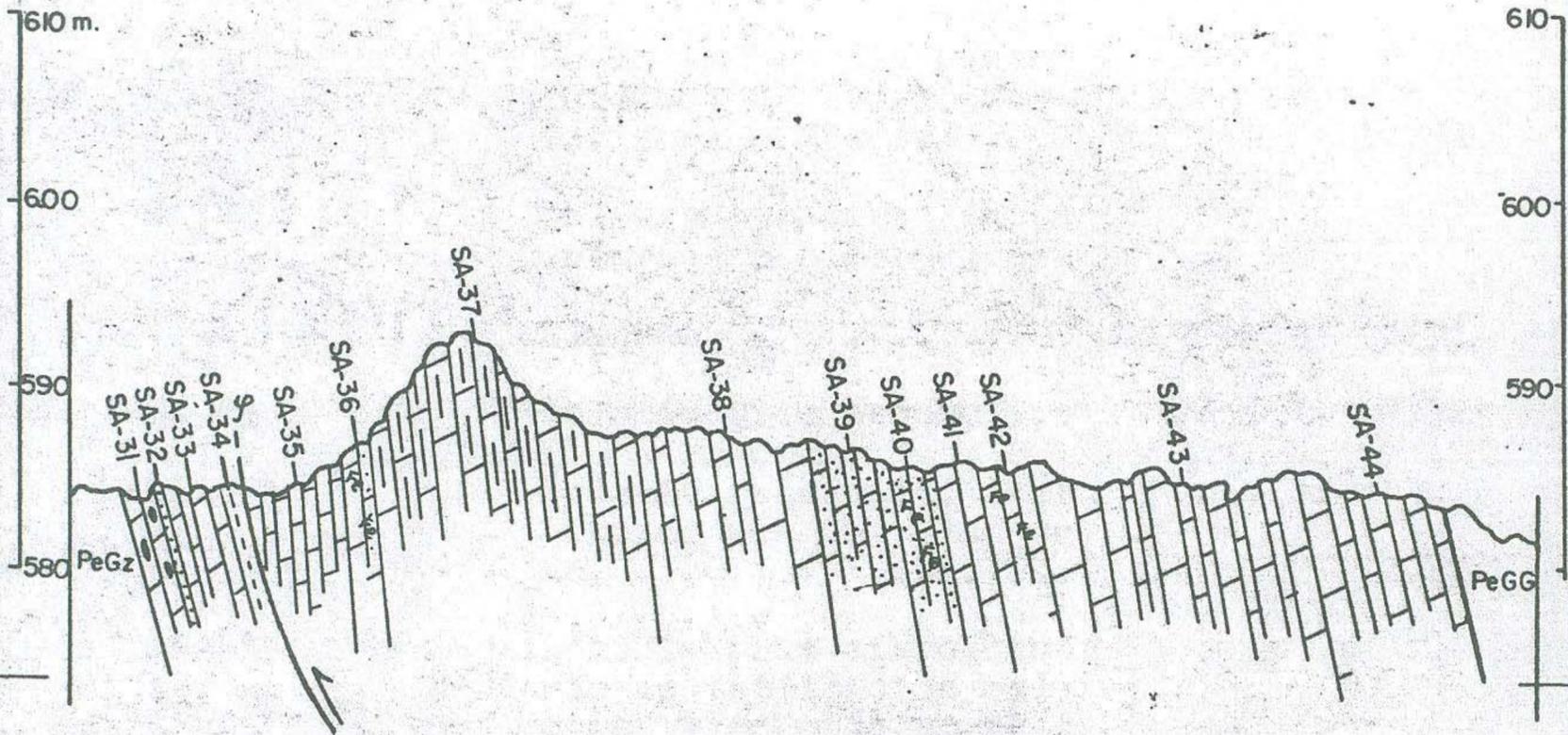
Límites.- El límite inferior de la Fm. Papalote con la Fm. Gamuza es concordante, transicional, aunque ocasionalmente presenta evidencias de ligero fallamiento muy local, aunque las relaciones estratigráficas que guardan son constantes.

El límite superior con el Grupo Gachupín es concordante y transicional. Este límite está bien expuesto en toda el área.

Estratotipo.- Se considera a la sección expuesta en el extremo Sur del C. San Agustín, se asigna aquí el Hipoestrato tipo de la Fm. Papalote. La (Fig. 7) muestra una sección de campo de esta Formación y se describe a continuación de abajo hacia arriba:

Formación Papalote, (PePa)

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-31	Dolomía gris claro con nódulos de pedernal...	7.72
SA-32	Ortocuarzita blanca ..	1.54
SA-33	Dolomía café claro, ferruginosa.....	10.41
SA-34	Filitas color claro...	2.05
SA-35	Dolomía gris oscuro en estratos medianos. Mudstone arenoso.....	23.48
SA-36	Doloarenita ferruginosa	



BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

ESC 1:2,000

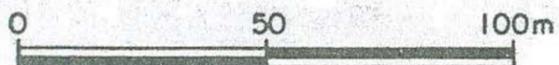
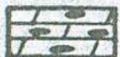


FIG. 7



DOLOMIA CON NODULOS DE PEDERNAL

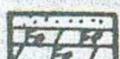


DOLOARENITA FERRUGINOSA

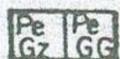
∩ FALLA de empuje



DOLOMIA CON ESTRUCTURAS ESTROMATOLITICAS



ORTOQUARCITA Y DOLOMIA FERRUGINOSA



FM. GAMUZA Y GRUPO GACHUPIN

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PERFIL ESQUEMATICO DE CAMPO C - C'  
N30°W VIENDO AL NE, MOSTRANDO LA  
FORMACION PA PALOTE

PO R:

ASESOR:

FECHA:

J. F. Maylorena S.  
G. E. Durozo T.

Ing. D. Gómez J.

JULIO - 1982

Unidad	Descripción	Espesor en metros
	color café.....	7.41
SA-37	Dolomía gris claro con estructuras estromatólicas.....	58.67
SA-38	Dolomía gris claro, moteada, en estratos gruesos a medianos.....	39.91
SA-39	Doloarenita gris claro, moteada, en estratos medianos a gruesos....	16.51
SA-40	Doloarenita ferruginosa color café claro alternando con ortocuarzitas blancas.....	8.91
SA-41	Dolomía gris oscuro....	9.12
SA-42	Dolomía gris café, ferruginosa, con vetillas de Fe. ....	10.27
SA-43	Dolomía gris claro, con muchas vetillas de calcita, brechoide, en estratos medianos a gruesos.....	57.07
SA-44	Dolomía gris rojiza, -- por oxidación. Brechoide en estratos medianos	<u>29.95</u> 283.02

Las secciones expuestas en el C. Clemente se consideran como Hipoestratotipos de la Unidad.

Variaciones de la Unidad.- La Fm. Papalote es muy constante en su contenido litológico.

Grupo Gachupín, (PeGG)

Antecedentes.- Hasta ahora se conoce sólo un trabajo que define la secuencia litológica que constituye el Grupo Gachupín, de Longoria y González (1979).

Se representa con el nombre de Grupo Gachupín a la secuencia de 248 m. de dolomías y ortocuarzitas intercaladas, localizadas en flanco Sur del C. San Agustín, en el extremo Norte del mismo.

Longoria y González (1979), estudiaron esta secuencia en los Cerros Gamuza dándole un espesor de 1019 m. obtenido a partir del mapa geológico. Tomaron el nombre del sinónimo C. Gachupín en los Cerros Gamuza.

Caracterización y Extensión Geográfica de la Unidad. - El Grupo Gachupín se caracteriza por su alternancia de ortocuarcitas blancas con dolomías gris claro. Se han dividido en dos unidades litoestratigráficas que se pueden elevar a la categoría de Formaciones, en secuencia de abajo hacia arriba:

1).- Formación La Grande

Consiste de una alternancia de ortocuarcita blanca alterada por Hematita que da unos tonos rojos muy característicos alternando con dolomía gris claro y doloarenita. Espesor de 137.10m. y puede ser separada en dos Miembros:

a) Ortocuarcita blanca afectada por soluciones de óxidos de Fe.; brechada en partes .....83.25 mts.

b) Dolomía gris claro, con alternancia de doloarenita -- rojiza con estratificación cruzada .....53.85 mts.

2).- Formación El Mundito

Consta de una alternancia de doloarenita conglomerática con dolomía ferruginosa con un espesor de 111.54 m. y se puede dividir en dos Miembros:

a) Doloarenita conglomerática color rojizo. Los granos son de cuarzo, de 2 a 5 mm. de Diámetro y dolomía gris claro. ....38.46 mts.

b) Dolomía ferruginosa color café. Forma crestones y es homogénea en estratos gruesos .....73.08 mts.

El Grupo Gachupín aflora ampliamente en el área formada por los Cerros Clemente y San Agustín. En el C. Clemente se encuentra repetido por una falla posiblemente de empuje que lo corta tangencialmente. En el extremo Norte de los Cerros San Agustín aflora completa y se puede apreciar claramente a distancia.

A este Grupo lo infrayace concordantemente la Formación Papalote y su contacto es transicional. Su límite superior es concordante pero se observan cataclasitas indicativas de falla. Aquí se propone un contacto deposicional dadas las relaciones estratigráficas que guarda en el área y otras áreas del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera. En su contacto superior es concordante con la Formación Puerto Blanco del Paleozoico Inferior.

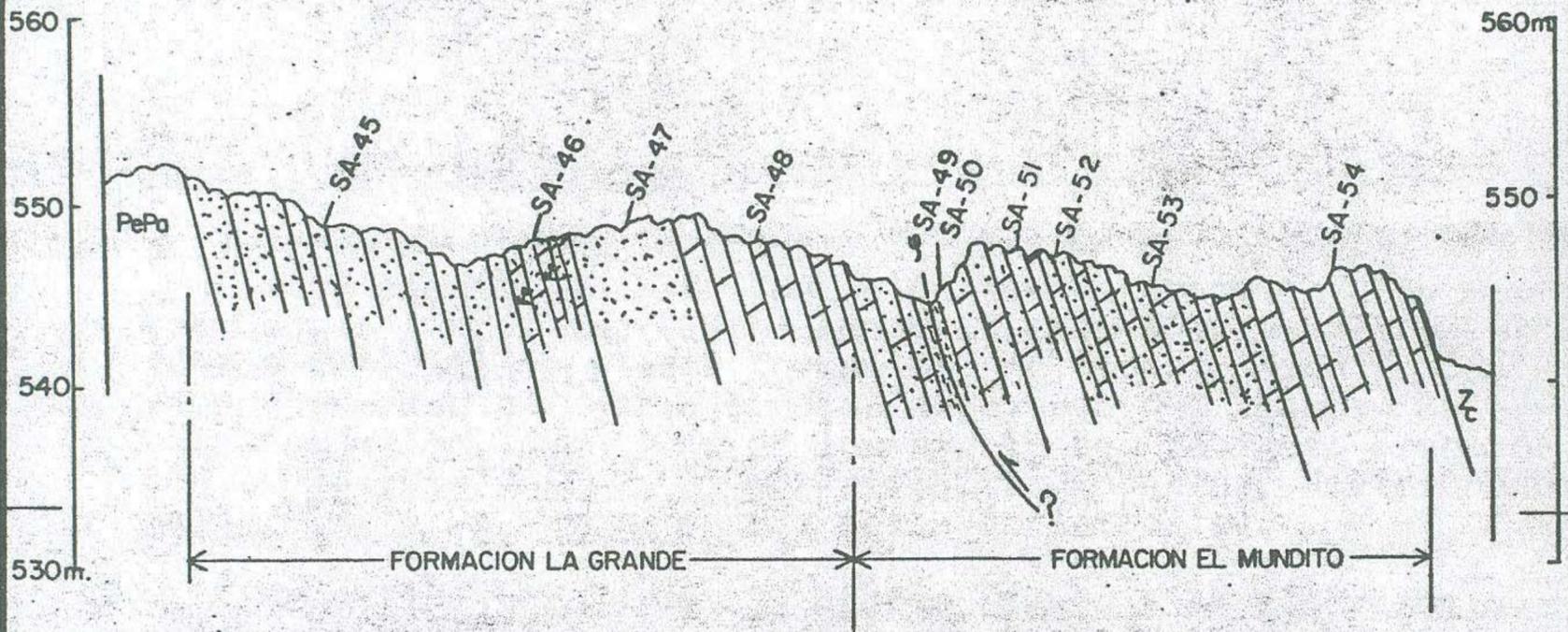
Límites. - El contacto con la Fm. Papalote constituye el límite inferior con el Grupo Gachupín. Como se dijo anteriormente, el fuerte plegamiento al que ha estado sometida el área

explica las ocasionales fallas de empuje de pequeños y esporádicos desplazamientos que existen entre las Unidades de gran espesor y homogéneas, como lo son en este caso el contacto -- Grupo Gachupín-Fm. Papalote dada la diferencia de su carácter litológico.

El contacto con la Fm. Puerto Blanco es transicional y constituye el límite superior del Grupo Gachupín. El límite superior es concordante pero con evidencias de fallamiento atribuibles al plegamiento.

Estratotipo. -- La (Fig. 8) muestra al Hipoestratotipo definido para el Grupo Gachupín y corresponde al perfil esquemático de campo localizado en el flanco Sur del Cerro San Agustín en su extremo Norte. El Hipoestratotipo de este Grupo se describe a continuación de abajo hacia arriba:

Grupo Gachupín, (PeGG)		
Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-45	Ortocuarcita de grano medio a grueso, color blanco con manchas -- rojas de Hematita, en algunas partes se presenta brechada.....	62.81
SA-46	Doloarenita ferruginosa color café, en estratos delgados, presenta estratificación cruzada.....	15.39
SA-47	Ortocuarcita blanca..	21.16
SA-48	Dolomía gris claro, - Mudstone de dolomita.	33.21
SA-49 SA-50	Doloarenita color rojo oscuro, alternando con areniscas del mismo color .....	31.37
SA-51	Doloarenita conglomerática color café rojizo, con granos de cuarzo bien redondeados, de 2 a 5 mm. de diámetro .....	10.64
SA-52	Doloarenita gris claro, Wackestone de arena fina.....	7.53
SA-53	Doloarenita café.....	36.36



BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

ESCALA: 1:2000

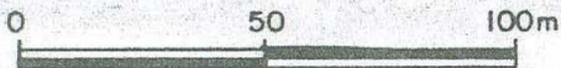


FIG. 8

	ORTOCUARCITA GRANO MEDIO
	DOLOARENITA FERRUGINOSA
	MUDSTONE DE DOLOMITA
	FM. PAPALOTE
	FALLA DE EMPUJE
	PROBABLE ZONA DE CONTACTO PRECAMBRICO PALEOZOICO

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PERFIL ESQUEMATICO DE CAMPO S/SECC. D-D'  
N30°W VIENDO AL NE, MOSTRANDO AL  
GRUPO GACHUPIN

PO R:	ASESOR:	FECHA:
J.F. Maylorena S. G.E. Durazo T.	Ing. D. Gómez J.	JULIO - 1982

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-54	Mudstone de dolomita arenoso, de color café debido al contenido de óxido de Fe...	$\frac{30.17}{248.64}$

Variaciones de la Unidad. - El Grupo Gachupín presenta características litoestratigráficas muy constantes en el área ocupada por los Cerros Clemente y San Agustín y siempre subyace a la Fm. Puerto Blanco, aunque su contacto sea la mayoría de las veces estructural.

## ROCAS SEDIMENTARIAS POST PRECAMBRICAS (Cámbrico)

### Formación Puerto Blanco, (PzPB)

Antecedentes. - Esta Formación fue descrita anteriormente por Cooper y Arellano (1956), describiendo sólo de 275 a 293 metros atribuibles a esta Formación, no describiéndola toda ya que su base se cubría con los depósitos del llano. En esta Formación identificaron los siguientes fósiles: Braquiópodos Obolella y Lingulella, Trilobite Olonellus, Gasterópodo Salterella y Sp. Hyolites (de posición incierta).

Se define por Formación Puerto Blanco a la alternancia heterogénea de lutitas, pizarras, wackas, derrames basálticos y calizas fosilíferas.

El nombre fue dado por Cooper y Arellano (op. cit.), fue tomado del paso llamado Puerto Blanco que separa los cerros cámbricos de los ígneos; no dan más referencias acerca del nombre, pero mencionaron haberlo identificado en el Cerro Cañedo, localizado 4 Km. al Sureste de Caborca.

Caracterización y Extensión Geográfica de la Unidad. - La Fm. Puerto Blanco en los C. Clemente y San Agustín se caracteriza por contener basaltos en su parte inferior alternando con areniscas, lutitas y pizarras; en su parte media predominan una alternancia de wackas, lutitas y pizarras con algunas capas delgadas de calizas fosilíferas, conteniendo principalmente Trilobites y Braquiópodos. Su parte superior se caracteriza por calizas fosilíferas con abundante fauna como: Argueociátidos, Corales, Trilobites, Braquiópodos, Gasterópodos, ignofósiles, Etc..

La Fm. Puerto Blanco aflora en la parte central del C. San Agustín, Aprox. un Km. al Sur de la mina La Grande, en la falda del flanco Oeste del C. Clemente y en el extremo Sur del C. San Agustín en el flanco Oeste. Aflora también en los C. Calaveras, Chinos y de La Ciénega.

Area Tipo. - La Fm. Puerto Blanco se caracteriza por formar bajos topográficos por lo tanto se cubre fácilmente de aluvión, esto ocasiona que solamente en el extremo Sur del C. San Agustín se encuentre aflorando si no, casi completa.

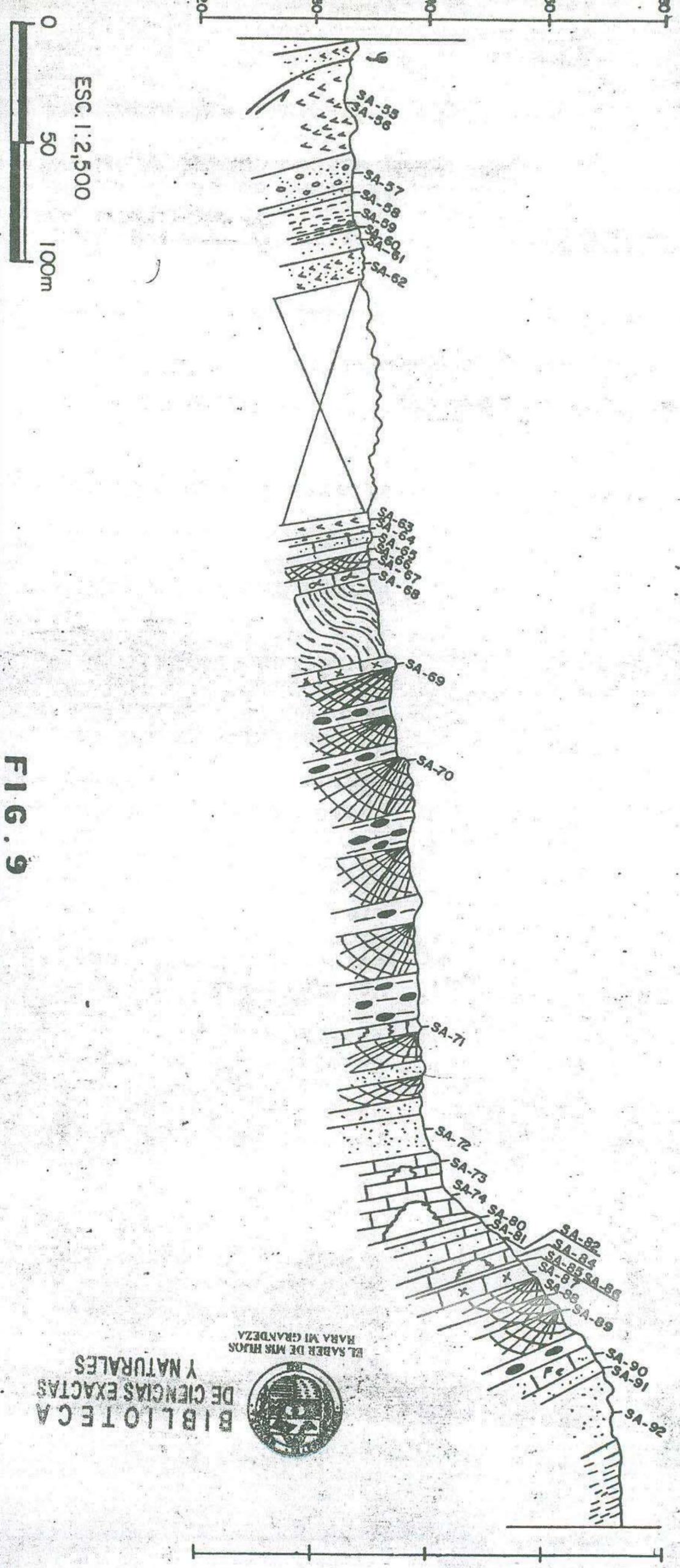
Límites. - El contacto Grupo Gachupín-Fm. Puerto Blanco - la mayoría de las veces es estructural, pero siempre la Fm. - Puerto Blanco suprayace al Grupo Gachupín, siendo éste el límite inferior de esta Formación y se pone en la primera aparición de basaltos. El límite superior es concordante y transicional con la Fm. Proveedora.

Estratotipos. - La (Fig. 9) muestra la sección de la Fm. Puerto Blanco expuesta en el flanco Sur del extremo Norte del C. San Agustín que se asigna aquí como Lectoestratotipo de la Unidad. El Lectoestratotipo de la Fm. Puerto Blanco se describe a continuación de abajo hacia arriba:

Formación Puerto Blanco, (PzPB)

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-55 SA-56	Basalto.....	48.22
SA-57	Arenisca cementada por cenizas volcánicas color morado oscuro con estratificación cruzada en estratos delgados .....	10.38
SA-58	Ortocuarcita color blanco .....	2.77
SA-59	Filitas amarillo verdoso .....	10.91
SA-60	Pizarra con muscovita, probablemente proviene de una arenisca de grano muy fino.....	3.96
SA-61	Arenisca de grano fino color morado oscuro...	9.02
SA-62	Roca volcánica aglomerática.....	13.49
	Cubierto.....	96.00
SA-63	Basalto.....	4.70
SA-64	Cuarcita conglomerática	2.59

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-65	Doloarenita color rojo-oscuro.....	5.18
SA-66	Caliza gris oscuro alternada con doloarenita contienen o intraclastos.....	3.64
SA-67	Pizarra .....	5.41
SA-68	Calciarenita ferruginosa color café oscuro conteniendo Braquiópodos y -- Trilobites en la cima, Packstone .....	4.35
	Filitas .....	30.56
SA-69	Wacka color gris claro, con un estrato de 10 cm. de Wackstone de <u>Salterellas</u> .....	3.19
	Alternancia de pizarras y wackas .....	37.88
SA-70	Calciarenita fosilífera Wackstone de Braquiópodos .....	0.49
	Alternancia de pizarras y wackas.....	9.47
	Alternancia de pizarras y wackas, empiezan a aparecer estratos de <u>calciarenita fosilífera</u> ...	47.74
	Lutitas .....	26.90
	Alternancia de lutitas y pizarras .....	25.39
SA-71	<u>Boundstone de Arqueociátidos y corales</u> .....	5.32
	Alternancia de pizarras y areniscas gris claro alternando con incipientes estratos de <u>calciarenita con intraclastos</u>	30.47
SA-72	Arenisca color gris claro.....	17.59



**FIG. 9**

BIBLIOTECA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
 EL SABER DE NUESTROS DIAS  
 PARA MI GRANDEZA

	BASALTOS		ARENISCAS		FALLA DE EMPUJE
	ARENISCAS CEMENTADAS CON CENIZAS VOLCANICAS		FILITAS		WACKESTONE DE SALTERELLAS
	CUBIERTO		PACKESTONE DE TRILOBITES Y BRACHIPODOS		CALCIARENITA
	ALTERNANCIA DE PIZARRAS CON WACKAS				
	BOUNDSTONE DE SALTERELLAS				

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PERFIL ESQUEMATICO DE CAMPO S/SECC. D - D'  
 N30°W VIENDO AL NE, MOSTRANDO LA FORMACION  
 PUERTO BLANCO

POR.	ASESOR:	FECHA
J.F. Moytoreng S. G.E. Quiroz	Ing. D. Gómez J.	Julio - 1982

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-73	Boundstone de <u>Salterellas</u> , caliza color gris azulado .....	11.24
SA-74	Boundstone de <u>Salterellas</u> alternando rítmicamente con calciarenita con <u>Salterellas</u> con estratificación cruzada .....	24.36
SA-80	Boundstone de <u>Salterellas</u> .....	2.49
SA-81	Calciarenita gris oscuro .....	4.38
SA-82	Calciarenita gris oscuro con estratificación cruzada, interestratificada con caliza gris oscura masiva, en estratos medianos ....	8.92
SA-84	Wackstone de Braquiópodos .....	4.04
SA-85	Caliza gris oscuro con ignofósiles .....	2.42
SA-86	Boundstone de <u>Salterellas</u> con ignofósiles ..	0.97
SA-87	Wackstone de Braquiópodos alternando con areniscas .....	6.30
SA-88	Pizarra .....	7.92
SA-88	Caliza Wackstone de Braquiópodos y Corales	0.97
SA-88	Pizarra .....	8.16
SA-89	Caliza, Packstone de <u>Salterellas</u> .....	2.10
SA-89	Pizarra .....	1.85
SA-89	Alternancia de pizarras y wackas .....	19.75
SA-90	Calciarenita ferruginosa	6.61

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-91	Arenisca color verde con fósiles .....	5.01
SA-92	Calciarenita ferruginosa color amarillo verdoso .....	28.37
	Lutitas .....	<u>35.84</u>
		637.32

Variaciones de la Unidad .- Aparentemente no presenta -- variación la Fm. Puerto Blanco ya que su gran heterogeneidad y espesor no permite apreciar sus variaciones con facilidad, pero en razgos generales se puede decir que es constante en toda el área.

### Formación Proveedora, (PzPv)

Antecedentes.- Fué descrita por Cooper y Arellano (1956) y después de ellos no se ha intentado establecer la litoestratigrafía de estas Formaciones Cámbricas. Los estudios más recientes sobre esta Fm. fueron presentadas por el estudiante - Manuel Valenzuela Rentería en la V Convención Geológica Nacional.

Se define como Fm. Proveedora a un paquete de ortocuarcitas masivas color blanco. Cooper (op. cit.) le dió el nombre de la antigua negociación minera de "Proveedora".

Caracterización y Extensión Geográfica de la Unidad.- La Fm. Proveedora se caracteriza por su homogeneidad litológica, está compuesta de ortocuarcitas color blanco en la cual la -- mitad superior se observa de un color rojo debido al contenido de óxido de Fe. No se encontraron restos de fósiles, pero Cooper y Arellano (1956) reportan haber encontrado sobre algunas superficies intemperizadas fragmentos Trilobites Olene llidos y Braquiópodos Linguloides, no identificables y no -- dando la localidad exacta. La Fm. Proveedora está ampliamente expuesta en los C. Clemente, San Agustín, Calaveras, Chinos, Sierra de la Ciénega y probablemente en la Sierra del Viejo.

Area Tipo.- Se considera como áreas tipo los afloramientos expuestos al Sureste del C. Clemente; en esta parte la Fm. Proveedora subyace concordantemente a la Fm. Puerto Blanco e infrayace concordantemente a la Fm. Buelna.

El área expuesta de la Fm. Proveedora sigue un patrón de afloramiento NNW-SSE y está formando la nariz de un sinclinal buzante.

Límites.- El contacto Fm. Puerto Blanco-Fm. Proveedora es concordante y constituye el límite inferior de la Fm. Proveedora y el límite superior lo constituye el contacto Fm. Proveedora-Fm. Buelna, siendo transicional y concordante. El límite inferior se pone en la primera aparición de ortocuarcitas blanca persistente.

Estratotipo.- Se define como Lectoestratotipo la sección expuesta en el flanco Oeste del C. San Agustín en su extremo Sur (Fig. 10). El Lectoestratotipo de esta Formación se describe a continuación de abajo hacia arriba:

Formación Proveedora, (PzPv)

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-93	Ortocuarcita blanca en- estratos gruesos, de -- grano grueso a fino ...	82.02
SA-94	Ortocuarcita color mora do rojizo, en la base es conglomerática .....	64.95
	Ortocuarcita blanca como SA-93 .....	20.84
	Cuarcita blanca fisil -- manchada de rojo por óxi- dación de Fe. ....	<u>38.18</u> 206.03

Variaciones de la Unidad.- No presenta ninguna variedad o variación dentro del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera.

Formación Buelna, (PzBa)

Antecedentes.- Cooper y Arellano (1956) estudiaron la Fm. Buelna en los C. Buelna donde mencionan que en la parte inferior de la Formación aparecen capas delgadas con Salterellas. Los C. Buelna se localizan 8 Km. al Noroeste de Caborca, por el camino al Antimonio.

En el área estudiada no se observaron Salterellas en la parte inferior de la Formación Buelna ya que se encuentran -recristalizadas. Se define como la Fm. Buelna a la alternancia rítmica fosilífera de calizas gris oscuro y calcilitita ferruginosa.

Fueron identificados los siguientes fósiles por Lochman (1956): dos especies de la familia Insertae Saedis, Onchocephalus y Antagnus y de la familia Trilobitae la especie Bonnia.

Los anteriores fósiles fueron encontrados en la mitad superior de la Fm. Buelna y la mitad inferior se caracteriza por la abundancia del Gasterópodo Salterella y Trilobites Olenellidos.

Caracterización y Extensión Geográfica de la Unidad.- La Fm. Buelna se caracteriza por su alternancia rítmica de caliza gris oscura con calcilutita ferruginosa color anaranjado en estratos de 1 a 4 cm. de espesor.

La Fm. Buelna está sobreyacida por la Fm. Cerro Prieto en forma concordante y transicional. Por otro lado, la Fm. Buelna suprayace a la Fm. Proveedora.

Aflora en el flanco Oeste del Cerro Clemente en dos lomeríos aislados y en el flanco Oeste del C. San Agustín al Sureste del C. Clemente.

Límites.- El límite superior lo constituye el contacto transicional con la Fm. Cerro Prieto y se coloca en la primera aparición persistente de calizas negras estromatolíticas (Girvanellas) en estratos medios a gruesos.

Estratotipos.- La (Fig. 10) muestra el Lectoestratotipo definido para la Fm. Buelna, esta figura corresponde al perfil esquemático de campo realizado en el flanco Sur del C. San Agustín donde se ubicaron algunas muestras. La descripción para esta Fm. se hace de abajo hacia arriba:

Formación Buelna, (PzBa)

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-96	Calciarenita ferruginosa color negro .....	1.57
SA-97	Calciarenita ferruginosa alternante y rítmica con caliza gris oscuro.....	14.35
SA-98	Calciarenita gris oscuro	1.38
SA-99	Caliza Wackestone, verde grisáceo con Braquiópodos	3.79
SA-100	Caliza gris oscuro con parches rojizos que culminan con bandas rojizas (óxidos de Fe.) .....	19.81
SA-101	Caliza gris oscuro alternando con vetas de calcita ferruginosa con espesores de 1 a 4 cm. ....	15.01

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-102	Arenisca color negro con estratificación cruzada, la matriz es calcárea ..	2.80
SA-103	Calciarenita gris verdoso. Packstone de Trilobites y <u>Salterellas</u> ....	1.00
SA-104	Caliza gris semialternante con caliza ferruginosa color anaranjado. -- Packstone de Trilobites y <u>Salterellas</u> .....	4.0
SA-105	Caliza gris oscuro, alternante con caliza gris verdoso. Packstone de Trilobites, algunas <u>Salterellas</u> .....	11.6
SA-106	Calciarenita gris rojiza con estratificación cruzada, alternada una capa de 0.8 m. de calciarenita ferruginosa con <u>Girvanellas</u> ovaladas con núcleo de fragmento de Trilobites .....	14.6
		<u>89.91</u>

Variaciones de la Unidad. - En el presente trabajo no se observó variación litológica en la Formación Buelna.

#### Formación Cerro Prieto, (PzCP)

Antecedentes. - Cooper y Arellano (1956) estudiaron por primera vez esta Unidad litológica, dándole el rango de Formación. Se trata de un paquete homogéneo de 85 a 125 m. de calizas negras estromatolíticas.

En 1956 estos Estromatolitos no fueron incluidos en los estudios de J. Harlan Johnson y por lo tanto quedó su identificación en duda. Actualmente se cuenta con la certeza de que se trata de algas subsféricas estromatolíticas.

Caracterización y Extensión Geográfica de la Unidad. - La Fm. Cerro Prieto se caracteriza básicamente por su gran contenido de Girvanellas, además de su color negro y su morfología de notorios escarpes; siempre se le pueden observar gran número de vetillas de calcita entrecruzadas. El área tipo donde se estudió primeramente fue en los Cerros "Cerro Prieto", 2 Km.

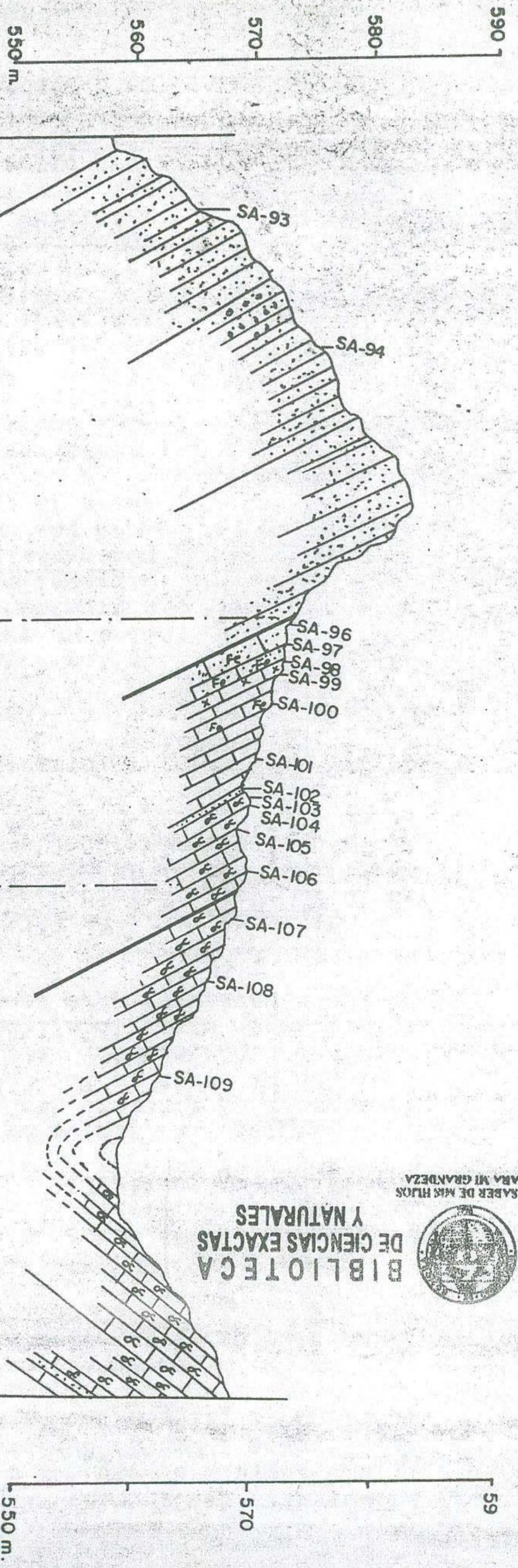
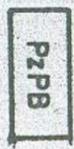


FIG. 10

-  ORTOQUARCITA BLANCA
-  ORTOQUARCITA CONGLOMERATICA
-  CALCIARENITA
-  WACKESTONE DE BRAQUIOPODOS

-  PACKSTONE DE TRILOBITES Y SALTERELLAS
-  CALCIARENITA FERRUGINOSA
-  FM. PUERTO BLANCO



UNIVERSIDAD DE SONORA  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PERFIL ESQUEMATICO DE CAMPO S/SECC. E - E' N 30° W VIENDO AL N. MOSTRANDO LA FORMACIONES: PROVEDORA, BUELNA Y CO. PRIETO.

POR.	ASESOR:	FECHA
J. F. Maytoreng S. G. E. Durazo	Ing. D. Gómez J.	Julio - 1982

al Suroeste de Caborca. En el presente estudio la Fm. Cerro Prieto suprayace completa a la Fm. Buelna e infrayace a la Fm. Arrojos 1 Km. al Sureste del Cerro Clemente; se encuentra fuertemente plegada con pliegues tipo Chevron.

La Fm. Cerro Prieto es como se dijo anteriormente un Wackestone de Girvanellas muy homogénea, en su parte inferior las Girvanellas se encuentran reemplazadas por óxidos de Fe.

Area Tipo. - Se considera el flanco Sur del C. San Agustín al Sureste del C. Clemente en unos cerros aislados como área tipo para la Fm. Cerro Prieto. Tiene su Lectoestratotipo en el Cerro San Agustín.

Límites. - El límite inferior de la Fm. Cerro Prieto lo constituye el contacto deposicional y concordante con la Fm. Buelna. El contacto Fm. Cerro Prieto-Fm. Arrojos es estructural en esta sección, pero las relaciones litoestratigráficas mostradas en otras localidades dentro del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera permite asegurar que este límite es concordante.

Estratotipos. - La (Fig. 10) ilustra el Lectoestratotipo de la Fm. Cerro Prieto, localizado al Sureste del Cerro Clemente y al Sur de la mina La Grande. Se describe de abajo hacia arriba como sigue:

#### Formación Cerro Prieto, (PzCP)

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-107	Caliza negra Estromatolítica en estratos medianos a gruesos, Packstone de <u>Girvanellas</u> reemplazadas por esparita que se distinguen por ser más resistentes a la erosión .....	17.99
SA-108	Caliza negra Estromatolítica cortada por muchas vetillas de calcita color blanco. Los Estromatolitos se encuentran reemplazados por óxidos de Fe...	10.49
SA-109	Caliza Estromatolítica -- color negro con los estromatolitos reemplazados -- por esparita color negro; este paquete se muestra más claro por la abundancia de vetillas de calcita entrecruzadas .....	37.43 65.91

Variaciones de la Unidad. - La Formación Cerro Prieto es

muy consistente en su caracterización litológica y según trabajos fuera del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera no presenta variación litológica.

### Formación Arrojos, (PzAr)

Antecedentes.- El término Fm. Arrojos fué introducido en la Literatura por Cooper y Arellano (1956), definiendo a esta Unidad litoestratigráfica como alternancia de capas delgadas de calizas grises claras con lutitas, localizando su área tipo a 20 Km. al Suroeste de Caborca, en los Cerros Arrojos.

Estos mismos autores (op. cit.) dieron a conocer el contenido fosilífero predominando la familia Trilobitae con las siguientes especies: Sp. Ptarmigania, Sp. Caspis, Sp. Mexicella y Sp. Glossopleura, y en la parte inferior menciona la posible existencia de Salterellas, aunque a la fecha no se ha registrado existencia de ellas en el Cámbrico Medio. Estos --- Gasterópodos los observaron en un rodado.

Caracterización y Extensión Geográfica de la Unidad.- La Fm. Arrojos se caracteriza básicamente por la alternancia de sedimentos terrígenos y carbonatados así como su abundancia faunística. En el área formada por los Cerros Clemente y San Agustín aflora únicamente al Sur de la mina La Grande en unos lomeríos aislados. El contacto inferior con la Fm. Cerro Prieto es concordante más no así su contacto superior que es muy probablemente por falla de empuje, en el cual se encuentran -- rocas fisiles que pudieron haber sido lutitas.

Área Tipo.- El área tipo para la Fm. Arrojos la constituye el extremo Sur del Cerro San Agustín al Sur de la mina La Grande, siendo la única localidad en el área donde aflora y -- con la posibilidad de estar incompleta por el fallamiento de empuje que oculta parte de la Formación.

Límites.- El límite inferior de la Fm. Arrojos es concordante y aunque en esta sección haya sufrido leves desplazamientos, lo constituye un contacto deposicional con la Fm. Cerro Prieto; el límite superior lo constituye un posible contacto estructural con la Fm. Tren.

Estratotipos.- La (Fig. 11) ilustra la sección de la Fm. Arrojos expuesta al Sur de la mina La Grande y al Sureste del C. Clemente. El Litoestratotipo de la Unidad lo constituye la siguiente litología de abajo hacia arriba:

### Formación Arrojos, (PzAr)

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-110	Calciarenita color gris en estratos delgados...	9.79

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-111	Caliza oscura moteada con bandas casi alternantes - de óxidos de Fe. ....	2.73
SA-112	Calciarenita color gris - oscuro .....	10.67
SA-113	Calciarenita color café - rojizo, con estratificación delgada.....	0.40
SA-114	Caliza rojiza .....	8.02
SA-115	Caliza gris claro. Packs tone de Girvanellas desde 1mm. hasta 2 cm. ....	21.05
		52.66

Variaciones de la Unidad. - En el área formada por los -- Cerros Clemente y San Agustín no se pudo observar variación - litológica ya que aflora sólo en esta localidad donde se midió la sección.

#### Formación Tren, (PzTn)

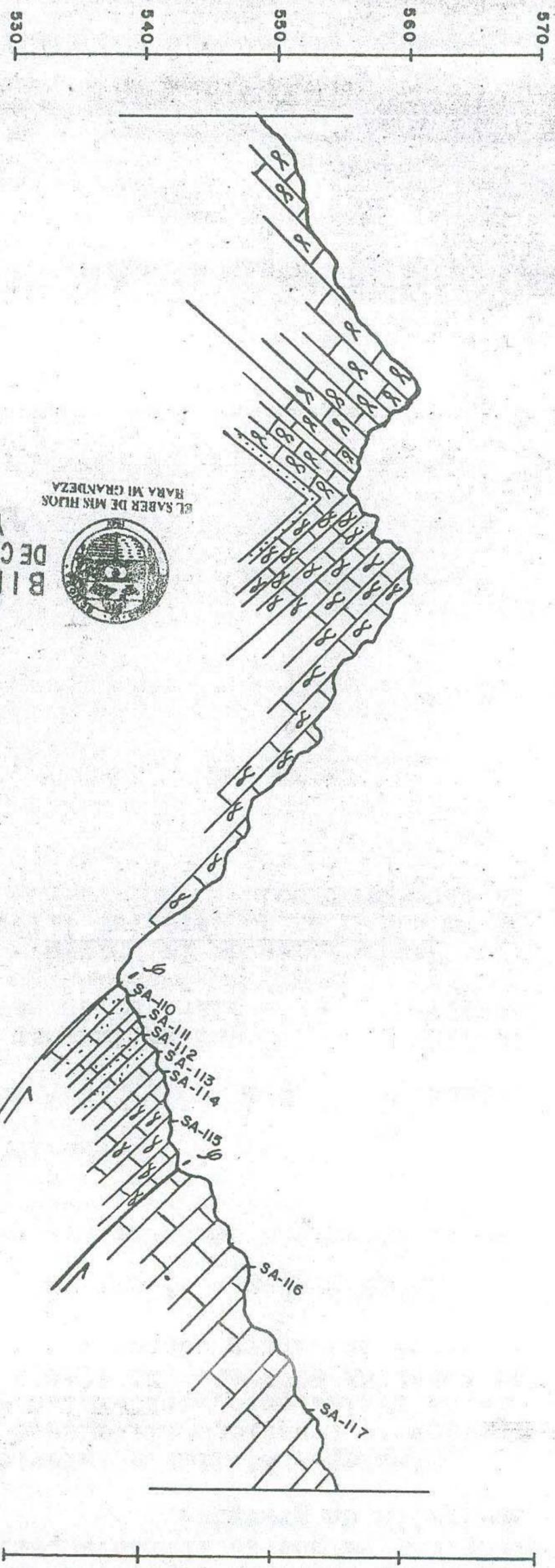
Antecedentes. - Esta Formación fue introducida al contexto geológico por Cooper y Arellano (1956) en los Cerros Arrojos, localizados al Suroeste del Poblado de Caborca y tomaron su - nombre sinónimo de los Cerros Arrojos a los Cerros Tren.

Definieron Cooper y Arellano (op. cit.) a la Fm. Tren como una secuencia de gran espesor de calizas grises claras con estructuras laminares, con estratificación gruesa cortada por vetillas de calcita, en la base observaron bancos marmolizados. En el área del presente estudio la base de esta Fm. se encuentra concordante con la Fm. Arrojos sin presentar recristalización apreciable.

Caracterización y Extensión Geográfica de la Unidad. - La Fm. Tren se caracteriza por la homogeneidad de litología, la cual corresponde a estratos gruesos de calizas color gris claro y estructuras laminares en su parte interior. Forma escarpes abruptos y su color claro la hace fácilmente reconocible en el área.

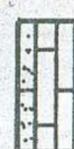
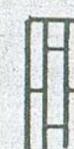
Las rocas de la Formación Tren presentan plegamiento --- tipo Chevron al igual que las Formaciones inferiores estratigráficamente hablando.

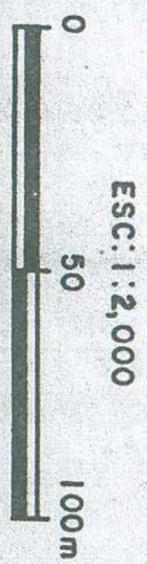
Area Tipo. - Se considera el Sureste del Cerro Clemente, a un Km. al Sur de la mina La Grande como el área tipo. Esta



**FIG. 11**

FALLA DE EMPUJE

-  FM. C° PRIETO
-  FM. BUELNA
-  FM. ARROJOS
-  FM. TREN



**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PERFIL ESQUEMATICO DE CAMPO S/SECC. E - E',  
N 30° W VIENDO AL NE, MOSTRANDO LAS FORMACIONES: C° PRIETO, BUELNA, ARROJOS Y TREN.

POR.	ASESOR:	FECHA
J. F. Maylorenq S. G. E. Durazo T.	Ing. D. Gómez J.	Julio - 1982

Formación tiene un espesor medido de 104 m., no encontrándose completa ya que su límite superior se encuentra cortado por una falla de gravedad.

Límites.- El límite inferior de la Fm. Tren con la Fm. Arrojos es transicional, aunque también están presentes zonas de fallamiento atribuibles al plegamiento al que ha sido sometida el área. El límite superior no se conoce debido a que se encuentra cubierto por el aluvión del valle.

Estratotipos.- La sección expuesta al Sur de la mina La Grande (Fig. 11) en el C. San Agustín, al Sureste del C. Clemente, se asigna como Lectoestratotipo de abajo hacia arriba:

Formación Tren, (PzTn)

Unidad	Descripción	Espesor en metros
SA-116	Caliza laminar color gris	
SA-117	claro en estratos gruesos	104.34

Variaciones de la Unidad.- No se observó variación en la Fm. Tren en su carácter litológico ya que sólo aflora en la sección tipo.



BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

## POSICION CRONOESTRATIGRAFICA

Para situar en forma más precisa los eventos acontecidos en el Precámbrico, para esta área, se utilizará la escala -- propuesta por Salop (1972), representada en (la Tabla 1) donde se compara con la escala usada para el Suroeste de Norteamérica.

Se ha optado por no usar la nomenclatura de Butler y -- Wilson (1928) donde se agrupan las rocas cristalinas del Suroeste de Arizona bajo el nombre de "Precámbrico Anterior" y las rocas no deformadas que la cubren discordantemente bajo el nombre de "Precámbrico Posterior".

### Rocas del Basamento

Son las rocas más antiguas del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera. El Precámbrico Metamórfico o Complejo Metamórfico Bámori tiene una edad mayor de  $1780 \pm 20$  m.a. por estar intrusionado por un batolito granítico de dicha edad (Anderson y Silver 1971), y está compuesto de esquistos pelíticos carbonosos, metacuarcitas y cataclasitas.

El Complejo Metamórfico Bámori también es intrusionado por un granito micrográfico de  $1110 \pm 10$  m.a. al Este del C. El -- Arpa él que a su vez es intrusionado por cuerpos de diabasa de edad Cretácico 78 m.a. Damon (1962), el granito Aibó corresponde a los granitos Rapakivi que se producen en el límite -- superior del Neoprotozoico en el evento diastrófico Grenvilliano (1100-1000 m.a.) según la tabla unificada de Salop (1972).

### Rocas Sedimentarias

Las Formaciones Pitiquito, Gamuza, Papalote y Grupo Gachu pín pertenecen al Precámbrico, y las Formaciones Puerto Blanco, Proveedora, Buelna, Cerro Prieto, Arrojos y Tren al Paleozoico.

Para las Formaciones sedimentarias de edad Precámbrica -- existe una sola Formación con fósiles y es la Fm. Gamuza con algas Cianofitas que según Cooper y Arellano es del conjunto Collenia, pero no se ha registrado ni estudiado ninguna a la fecha. Estudios recientes permiten asegurar que contienen dos grupos de Estromatolitos: 1) laminares o Trombolitos y 2) columnares o Conophyton (Gamper et. al. 1978).

Según Gamper (op. cit.), se establece que estos Estromatolitos caen dentro del subgrupo Riphico que tiene un rango -- de 1600 a 1100 m.a., González (1980) propone que la depositación de la Formación Gamuza y en general las demás Formaciones sedimentarias del Precámbrico son posteriores al emplazamiento del Granito Aibó, el cuál corresponde al Epiprotozoico (1000-680 m.a.). En el presente trabajo se está de acuerdo con



Escudo		Canadiense		1	2		
miles m. a.	Eon	Era	Eocambrico	Paleozoico	Fanerozoico		
1.3	P r o t e r o z o i c o	T r i a s	Orogenia Grenville	P R E C A M B R I O	570 PE V	P r o t e r o z o i c o	
			Sistema Keweenawico		1100 ± 100		PE Y
			Orogenia Mazatzal		PE IV		
			Sistema sin nombre		1700 ± 100		1600
			Orogenia Penokeana		PE III		
1.6	M e d i a	M e d i a	Sistema Animikeico	B	2000 ± 100	PE X	
			Huronico				
2.4	A r q u e o z o i c o	T r i a s	Orogenia Algomana	R I C O	PE II	2500	
			Sistema Timiskamico				
			Orogenia Sagangana				
			Sistema Keewatico				2600 ± 100
3.0	O i c o	n a	Orogenia Sagangana	O	PE I	PE W	
			Sistema Keewatico				
3.5	O	a	Keewatico		3500	A r q u e o z o i c o	

Tabla 1: Escalas Cronoestratigráficas para el Precámbrico: 1) Escudo ucraniano, 2) Norte América.

lo anterior para una edad Vendico (680 ± 20 m.a.) ya que las Formaciones Pitiquito, Gamuza, Papalote y Grupo Gachupín infra yacen concordantemente a las Formaciones Cámbricas, descritas primeramente por Cooper y Arellano (1956).

## GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Los Cerros Clemente y San Agustín muestran una estructura muy compleja, ya que el último evento responsable de la fisiografía actual de Sierras y Valles Paralelos enmascara los anteriores movimientos a los que se ha visto sujeta el área. Por suerte, aún se puede reconocer rasgos estructurales anteriores a este último evento. Se propone un evento tectónico anterior al Devónico, ya que no existen en el Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera rocas sedimentarias más jóvenes que el Cámbrico Medio que evidencien otros eventos posteriores, con excepción de rocas Jurásicas del Grupo Chinos que representa un arco insular y las rocas ígneas intrusivas y extrusivas de diferentes edades desde el Precámbrico hasta el Reciente. Este evento tectónico afecta a los Cerros Clemente y San Agustín, así como a rocas Precámbricas y Paleozoicas.

Las estructuras dominantes corresponden a pliegues y fallas, por lo que se describirán por separado para su mejor comprensión.

Fallas. - Las evidencias de campo permiten distinguir 5 tipos de fallas:

1) Falla de Empuje. - Esta falla tiene una orientación variable, según la traza que forma el plano de falla y la erosión. Esta falla se puede observar en el flanco Este del Cerro Clemente, en el contacto del Precámbrico sedimentario con el Precámbrico Metamórfico y se puede seguir por el flanco Norte y Este del C. San Agustín.

Dicha falla es el plano de cabalgamiento del paquete sedimentario sobre el Complejo Metamórfico Bámori. Es difícil calcular el Decollement (decolectante) de esta falla.

Existen varias evidencias de este fallamiento en el área de los Cerros Clemente y San Agustín como lo son: la mineralización de Cu, Ag y Au, donde actualmente se desarrollan las minas "El Mundito" localizada en el flanco Este del C. Clemente, y la mina "La Grande" localizada en el flanco Norte del C. San Agustín; además, existe un cambio muy abrupto de litologías a lo largo del contacto, haciéndose más notoria en el extremo Norte del C. San Agustín en donde se encuentra a la Fm. Pitiquito en contacto estructural con las rocas metamórficas. En éste mismo extremo, conforme se avanza hacia el Este se pierde la secuencia, aflorando la Fm. Gamuza en contacto con el Precámbrico Metamórfico.

II) Fallas de empuje paralelas a los planos de estratificación.- son consecuencia de los mismos esfuerzos compresivos que ocasionaron a las primeras, pero sin mucho desplazamiento en la mayoría de los casos. Son muy notorios al observar la morfoestructura del C. Clemente. Como ejemplo, a distancia se pueden observar algunas pequeñas cañadas paralelas al rumbo de estratificación, que hace resaltar aún más la diferencia litológica de paquetes gruesos.

III) Fallamiento Normal.- Este se originó tal vez al relajarse la tectónica compresiva que ocasionó las fallas de empuje anteriores. Muchas veces aprovechan los planos de debilidad originados por las fallas de empuje, convirtiendo las primeras a fallas de movimiento múltiple.

Estas fallas normales tienen basculamiento o giro del bloque al caer, en algunos lugares muy apreciable. Un ejemplo de este fallamiento se observa en el flanco Este del C. Clemente, en el cual una falla normal repite la secuencia de las Formaciones Papalote, Gamuza y Pitiquito, permitiendo con esto el afloramiento de rocas precámbricas metamórficas, que es donde se localiza la mina El Mundito.

IV) Fallas de Rumbo con orientación E-W con desplazamientos en ocasiones de gran magnitud.- Una de estas fallas es la que separa a el Cerro Clemente del C. San Agustín. Estas fallas indican que existieron esfuerzos diferenciales E-W.

V) Fallas Normales y de Rumbo.- Estas últimas cortan perpendicularmente la estratificación y son consecuencia de las fallas de Rumbo anteriores; posiblemente son consecuencia del choque de la cubierta sedimentaria contra la paleotopografía del Precámbrico Metamórfico.

Pliegues.- En algunas localidades del área se observa un plegamiento casi Chevron, pero muy apretado y plegamientos más suaves que predominan. La orientación general de los pliegues es SW-NE pero se repliegan con una dirección E-W siendo el fallamiento de rumbo paralelo a esta última dirección de plegamiento. La mayoría de los pliegues se encuentran con sus ejes inclinados al Suroeste.

## TECTONICA

La morfoestructura que representan los C. Clemente y San Agustín reflejan eventos tectónicos de gran magnitud y sobrepuestos que complican la geología del área. Se piensa que el área estuvo sujeta al menos a cuatro episodios tectónicos que se describen a continuación de el más antiguo al más reciente.

Los eventos tectónicos compresivos más antiguos son aquellas deformaciones que afectan a los sedimentos que se convirtieron en el Complejo Metamórfico Bámori; esto se puede evidenciar por la cantidad de esquistos pelíticos carbonosos que contiene el Complejo Met. Bámori.

La Orogenia Mazatzal, de 1400-1460 m.a. y la Orogenia -- Grenville, de 800-1100 m.a., pudieron haber afectado al Complejo Met.; esto, sin duda, se relaciona con el choque de dos placas convergentes. En un principio el Complejo Met. Bámori lo constituían rocas sedimentarias, pero mediante el metamorfismo regional pasaron a formar parte del Neocratón.

El segundo evento lo constituye la formación de rocas -- sedimentarias Precámbricas y Paleozoicas desde el Ríphico hasta el Cámbrico Medio, dando como resultado una secuencia alterna de rocas carbonatadas y rocas terrígenas en paquetes homogéneos, en diferentes eventos transgresivos y regresivos.

Un tercer evento es el plegamiento y levantamiento de esta secuencia sedimentaria con una orientación SW-NE, E-W. -- Posteriormente se evidencia un evento tectónico distensivo -- más reciente que está marcado por un gran número de fallas de resbalamiento. La activación de estas fallas fue debido a los esfuerzos de extensión cortical relacionado con la separación de la Península Baja California, formándose con esto la Provincia Fisiográfica de Sierras y Valles Paralelos que forma fisuras profundas, favorables para la emanación de rocas volcánicas de composición intermedia a básicas.

## CRONOLOGIA DE LOS EVENTOS

Un análisis comparativo de los Estromatolitos del Precámbrico del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera con otras secuencias descritas en la literatura, permite referirlas al Ríphico de la sucesión Soviética, Gamper y Longoria (1978).

Estos Estromatolitos existen en la llamada Fm. Gamuza que estratigráficamente se encuentran a dos Formaciones más abajo de la Fm. Puerto Blanco, del Cámbrico Inferior; por lo tanto, es muy probable que estas capas del Precámbrico sean del Véndico ( $680 \pm 20$  m.a.); y tal vez las Formaciones Pitiquito, = Caborca y Arpa, que son más antiguas que la Fm. Gamuza, corres

pondan al Ríphico Superior (950 ± 50 m.a.).

Es posible que el cabalgamiento de la secuencia Precámbrico sobre el Complejo Met. Bámori esté relacionado con la Orogenia compresiva Grenville y el Granito Aibó, reflejo de un plutonismo tal vez consecuencia de esta fase tectónica; así mismo, el Complejo Met. Bámori pudo haber sido afectado por la Orogenia Mazatzal, de (1400 a 1600 m.a.); considerando que Anderson (1973) fechó un cuerpo granítico con una edad de Aprox. 1450 m.a..

El Complejo Met. Bámori pudiera aún haber sufrido orogenias más antiguas que la Mazatzal, pero es difícil reconocerlas. La deformación tectónicas más temprana fue de 2200 - 1900 m.a., según Shakel (1972).

En el Cretácico se revela otro movimiento tectónico en los Cerros Rajon-Chinos, que involucra rocas del Jurásico -- Superior y tal vez el Cretácico Inferior; entonces, este movimiento puede ser atribuible al período Cretácico. Damon (1962) fechó una Diorita de Cuarzo Cretácica (78 m.a.) que corta al Granito Aibó. Esto, podría explicarse con la Orogenia Laramide.

Por último, ocurre un tectonismo con esfuerzos de tensión que según el modelo de Atwater (1970), la Provincia Fisiográfica de Sierras y Valles Paralelos no debió de haber empezado hasta que la subducción al Oeste de Norteamérica, en el Mioceno, hubo cesado y el movimiento a lo largo de la falla transforme de San Andrés se hubo iniciado.

## GEOLOGIA HISTORICA

Basados en observaciones de campo, relaciones estratigráficas estructurales y auxiliados de trabajos anteriores realizados en el Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, se proponen algunos mecanismos que explican la evolución geológica en los C. Clemente y San Agustín. Es importante hacer notar la complejidad que presenta esta área debido a las tectónicas superpuestas que dificultan en gran manera la reconstrucción de los eventos geológicos acontecidos en el área.

Las rocas de mayor antigüedad constituyen el Complejo Met. Bámori, siendo éstas el basamento cristalino y la parte autóctona del área. Está compuesto por rocas de alto grado de metamorfismo: esquistos pelíticos y cuarcitas en mayor número y una variedad de cataclasitas. Por su composición evidencian un origen sedimentario, probablemente en un ambiente marino somero.

Evidencias de eventos tectónicos posteriores son los emplazamientos plutónicos que intrusionan la cubierta sedimentaria, como lo son la presencia de cuerpos riódacíticos de 1780 ± 20

m.a. y diquestratos de Diorita de hornblenda y cuarzolatita por fídica de  $1750 \pm 20$  m.a., Anderson y Silver (1971). La relación que guardan estos cuerpos contribuyen al metamorfismo de la cubierta de sedimentos; por otro lado, existen cuerpos de pegmatita fechados con una edad  $1630 \pm 20$  m.a., Anderson y Silver (1971) que atestiguan otro episodio tectónico.

Al mismo tiempo las intrusiones anteriores se encuentran acompañadas de un fuerte plegamiento que puede ser atribuidos a los inicios de la Orogenia Mazatzal u otra más antigua que correspondería a la Orogenia Penoqueano, 2800 a 1600 m.a. ocasionando el levantamiento del paquete litoestratigráfico, teniendo mayor auge durante la Orogenia Mazatzal, Gilletti y Damon (1961), ampliamente desarrollada en el Suroeste de los Estados Unidos y en el Noroeste de México.

Un evento tectónico posterior corresponde al origen del Granito Aibó de  $1110 \pm 20$  m.a., Anderson y Silver (1971), que sin estar presente en el área de los Cerros Clemente y San Agustín se puede relacionar a las etapas finales de la Orogenia Mazatzal

Sobre el origen del Granito Aibó (González, 1980), postula su génesis por granitización, lo cual es muy factible -- por encontrarse evidencias de metamorfismo retrógrado en el Complejo Met. Bámori dentro del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera; otra hipótesis sobre su origen sería el emplazamiento de un plutón granítico.

Rocas que afloran al Suroeste del C. Tecolote presentan textura y composición similar a la del Granito Aibó y aparentemente subyacen la secuencia de esquistos y gneises del Complejo Met. Bámori, al parecer estos, producto de un metamorfismo de alto grado que afectó al Complejo Met.. Lo anterior refuerza la hipótesis de granitización para la génesis del Granito Aibó, pudiendo ser las rocas estratigráficamente más inferiores dentro del área de estudio y del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera.

El levantamiento del Complejo Met. Bámori y el Granito Aibó, constituyen posteriormente el área positiva, fuente de los sedimentos terrígenos de la secuencia sedimentaria precámbrica. Este evento se llevó a cabo posiblemente durante el Ríphico  $1100 - 570$  m.a. pudiendose depositar en este tiempo las Formaciones Arpa, Caborca, Pitiquito, Gamuza, Papalote y Grupo Gachupín en un ambiente de plataforma y en un ciclo generalmente transgresivo. La sedimentación se continúa hasta el Cámbrico medio con las Formaciones Puerto Blanco, Proveedora, Buelna, Cerro Prieto, Arrojos y Tren.

La depositación se lleva a cabo en una plataforma somera. La litología de estas Formaciones parece indicar que durante este tiempo hubo varias transgresiones y regresiones de poca magnitud provocadas posiblemente por fluctuaciones epeirogénicas, dando al mismo tiempo una secuencia en general transgre-

siva.

El ciclo sedimentario continúa con un gran aporte de terrígenos en una plataforma somera de alta energía, originando se así las ortocuarcitas de la Formación Pitiquito. Una transgresión paulatina permite la depositación de sedimentos químicos intercalados con algunas ortocuarcitas que constituyen la Formación Gamuza (Riphico Superior 950 ± 50 m.a. y posteriormente el depósito de los sedimentos químicos más puros que dan origen a las dolomías de la Formación Papalote y el Grupo Gachupín (posiblemente Véndico 680 ± 20 m.a.).

Durante la depositación del Grupo Gachupín se presentaron una serie de transgresiones y regresiones cíclicas dando como resultado la alternancia de paquetes homogéneos de dolomías - gris claro y ortocuarcitas.

Se postula que al final de la depositación del Grupo Gachupín termina el Precámbrico y comienza el Paleozoico con la aparición de basaltos, con 50 m. de espesor Aprox.; lo anterior, indica una inestabilidad tectónica que constituye el cierre del Precámbrico (Fig. 3)

Continúa la sedimentación de terrígenos principalmente, con escasas intercalaciones de carbonatos, indicando un episodio regresivo. Debido al tectonismo que ha afectado el área y la naturaleza de los sedimentos terrígenos, éstos se convierten en pizarras principalmente, filitas constituyendo la base de la Fm. Puerto Blanco. Hacia la parte media de esta Formación aparecen las primeras calizas fosilíferas con Braquiópodos y Trilobites en capas muy delgadas.

El ciclo sedimentario continúa tornándose transgresivo y culmina con dos masas arrecifales, un Boundstone de Arqueociátidos y un Boundstone de Salterellas; continuando con una fuerte regresión representada por la Fm Proveedora que está constituida por ortocuarcitas.

Se deposita la Fm. Buelna que esta formada de calizas con Braquiópodos, Trilobites y Salterellas alternando con terrígenos muy finos indicando un ciclo ligeramente transgresivo, con pequeñas fluctuaciones. Se establece el ciclo transgresivo con la Fm. Cerro Prieto, Arrojos y Tren constituidos principalmente de carbonatos. Esta sedimentación se lleva a cabo quizá desde el Riphico (1350 m.a.) hasta el Cámbrico Medio (540 m.a.), interrumpiéndose por una posible orogenia anterior al cinturón de deformación Devónico del Oeste de los Estados Unidos (Antler), ya que no existen rocas más jóvenes que el Cámbrico Medio, y el estilo de deformación observada contrasta marcadamente con otros estilos de deformación en el área.

Esta Orogenia muestra pliegues con orientación NE-SW, a la vez, éstos se encuentran replegados con una orientación E-W lo que sugiere que se tiene en el área por lo menos dos eventos tectónicos compresivos; Damon (1967) postula un evento de

deformación tectónico-magmático en la Provincia de Basin and Range de edad 75-55 m.a. referida a la Orogenia Laramide.

En el área de los Cerros Clemente y San Agustín se encuentran escasos diques de diabasa emplazados en fallas, que pudieron ser consecuencia del intenso tectonismo registrado en el Mesozoico; tales diques no son cartografiables.

Durante el Cretácico Medio Tardío, la dirección de movimiento de la Placa Americana es W-SW, ocasionando los esfuerzos de compresión. Posteriormente, a fines del Cretácico y principios del Terciario la subducción cesa produciéndose un relajamiento cortical que trae por consecuencia la activación de un gran número de fallas de resbalamiento y desplazamiento horizontal. En varias ocasiones la activación de estas fallas se lleva a cabo sobre planos de falla originalmente de empuje.

Durante el Mioceno, el relajamiento cortical continúa relacionado con la apertura de Golfo de California, se generan fracturas profundas que aprovechan tal vez fallas Precámbricas, propiciando que grandes bloques se hundan, dando al mismo tiempo la morfología de las morfoestructuras presentes en el Cuadrángulo y la Provincia Fisiográfica de Sierras y Valles Paralelos.



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

## ASPECTOS ECONOMICOS

En el presente estudio se observaron manifestaciones superficiales de depósito mineral en el área de los Cerros Clemente y San Agustín.

En esta área el 90% de las rocas son carbonatos. Las rocas carbonatadas tienen alta permeabilidad y son rocas químicamente favorables para la depositación de menas. Además de permeabilidad secundaria formada en la roca por disolución, el factor principal para el viaje de los fluidos mineralizantes es el patrón estructural el cual está definido por planos de falla, fracturamiento menor y ejes de plegamiento.

Así, en los Cerros Clemente y San Agustín se observa mineralización de Oro, Plata y Cobre en zonas localizadas a lo largo del contacto por falla entre el Precámbrico sedimentario y el Precámbrico metamórfico. Existen algunos trabajos de minería como son la mina La Grande, localizada en el flanco Norte del Cerro San Agustín y la mina El Mundito localizada en el extremo Este del Cerro Clemente. La mineralización se llevó a cabo por relleno de fisuras y metasomatismo.

Los depósitos minerales más importantes en el Estado de Sonora están relacionados a dos episodios de intensa actividad ígnea. El primero está confinado al Eoceno Temprano 75-50 m.a., y el segundo al Oligoceno Temprano y Mioceno Medio, Damon (1978). Por otro lado, Drewes (1978) reporta una reactivación del movimiento a lo largo de las fallas Precámbricas y una actividad magmática que producen mineralización. Esto se lleva a cabo en el Paleoceno Tardío.

Las fallas de desplazamiento lateral existentes en el área con orientación E-W podían estar relacionadas con soluciones mineralizantes. Un modelo similar se encuentra en Arizona, donde esas fallas con orientación E-W sirvieron como conductos de mineralización derivados de un cuerpo de cuarzomonzonita. Por el momento se descarta la posibilidad de la existencia de hierro del tipo Iron Formation, (Longoria y González, 1979), similares a los localizados en Canadá.

La Fm. Pitiquito consta de un gran espesor de ortocuarcitas. Esta abundancia de sílice puede ser económicamente explotable para la fabricación de vidrio.

Análisis isotópicos de Pb-U, Pb-Th y Pb-Pb a escala mundial revelan que los depósitos de Uranio sedimentario de tipo singenético y diseminado en conglomerados oligomícticos de cuarzo derivado de terrenos arqueanos se acumularon antes de 2000 m.a. (Roberson, 1977), por lo tanto existe mucha posibilidad que algunos conglomerados observados en el Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera tengan importancia económica.

## DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Aunque se ha descrito la litoestratigrafía del área de los Cerros Clemente y San Agustín y se han de proponer modelos -- para explicar la evolución tectónico-estructural del área, -- aún quedan muchas incógnitas en la evolución tectónica de las rocas más antiguas principalmente.

### Estratigrafía

1) Las rocas sedimentarias que constituyen el conjunto - Precámbrico y Paleozoico del área fueron diferenciados en diez Formaciones y un Grupo según el Código de Nomenclatura Estratigráfica (Comisión Americana de Nomenclatura Estratigráfica), y corresponden a los siguientes nombres: Caborca, Pitiquito, Gamuza, Papalote, Grupo Gachupín, Puerto Blanco, Proveedora, Buelna, Cerro Prieto, Arrojos y Tren, (Fig. 3).

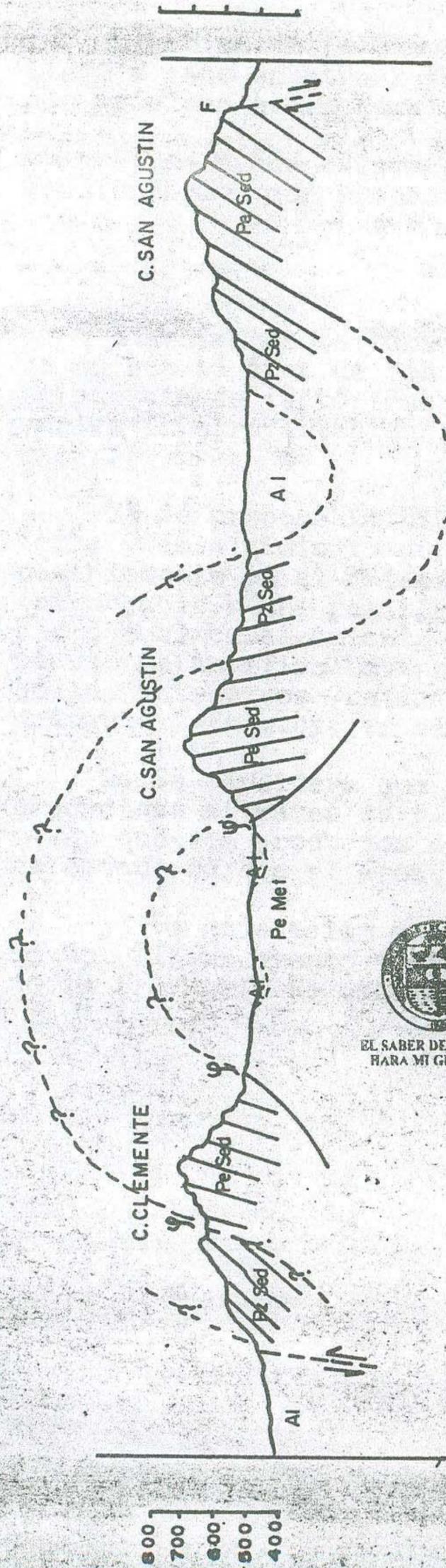
2) Por relaciones tectónico-estructurales fue posible - definir una relación de espacio y tiempo para la depositación de estas Unidades sedimentarias; pensando de acuerdo con otros autores en una edad de depositación que corresponde al Epiprotozoico, más específicamente al Riphico Medio  $1350 \pm 50$  m.a., que tal vez comenzó a partir de los  $1110 \pm 20$  m.a. hasta el Cámbrico Medio (540 m.a.) o sea posterior al Granito Aibó, -- hasta el Cámbrico Medio (540 m.a.).

El evento de depositación fue marcado por movimientos -- epeirogénicos y transgresiones y regresiones marinas en un ambiente de Plataforma; se propone que el evento de depositación no fue interrumpido. El contacto entre el Paleozoico sedimentario y el Precámbrico sedimentario, de acuerdo con otros autores, es transicional dada la relación estratigráfica y ambiente sedimentario; aunque localmente se observó evidencia de fallamiento y el límite se propone en la primera aparición persistente de basaltos interestratificados.

Hasta que se elabore un estudio sistemático de los ambientes de depósito de las diferentes formaciones se podrá dar -- una relación exacta de espacio y tiempo de las secuencias sedimentarias.

3) Se propone un contacto deposicional entre el Grupo -- Gachupín y la Fm. que la Subyace (Papalote). La (Fig. 3) -- muestra la columna estratigráfica del área.

4) Dada la carencia de edades radiométricas es difícil - dar una conclusión de los fenómenos registrados en el área; -- así, el tiempo de depositación ya propuesto equivale al tiempo en que actúa la Orogenia Grenville (1110 a 570 m.a.); por lo tanto, se discute lo siguiente:



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

FIG. 14

PRECAMBRICO SEDIMENTARIO

COMPLEJO MET. BAMORI

PALEOZOICO SEDIMENTARIO

ALLUVION

FALLA DE GRAVEDAD

FALLA DE EMPUJE

ESC: 1:50,000



UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

SECC. ESQUEMATICA F-F'; N55°W. VIENDO AL NE  
MOSTRANDO LAS RELACIONES ESTRUCTURALE  
ENTRE LOS Cos. CLEMENTE Y S. AGUSTIN.

P. O. R. ASESOR: FECHA

J. F. Maytoreng S.  
G. E. Durazo

Ing. D. Gómez J.

Julio - 1982

a) no actuó la Orogenia Grenville en el Noroeste de Sonora, llevándose a cabo en este lapso de tiempo la sedimentación,

b) si actuó la Orogenia Grenville y la sedimentación se llevó a cabo en otro lugar, pero se tiene presente en el área, por problema estructural.

5) se puede observar la actitud que guardan el paquete sedimentario, con respecto al basamento metamórfico. (Fig. 12)

### Tectónica

Los eventos tectónicos tan complejos a los que se ha visto sujeta el área de los Cerros Clemente y San Agustín y la existencia de tectónicas sobrepuestas, trae como consecuencia varias interrogantes en la explicación de los eventos tectónicos:

1) Se propone la Hipótesis de trabajo que propone la aloc-tonía y cabalgamiento de la cubierta sedimentaria, ocurriendo posiblemente en el Paleozoico (antes del Devónico), haciendo responsable a una posible orogenia pre-Antler; puede ser posible que el cabalgamiento de la cubierta sedimentaria sobre el zócalo metamórfico haya ocurrido a finales del Cretácico, dado los intrusivos Cretácicos (78 m.a.), aflorantes en el Cuadrángulo. No muestran claramente relación de intrusión.

2) Se considera que algunas fallas de resbalamiento son producidas a través de planos de falla de cabalgamiento originales que son productos de diferentes eventos tectónicos a que ha estado sujeta el área.

3) La modelación actual de la morfoestructura, es producto del último evento tectónico que corresponde a la formación de la Provincia de Sierras y Valles Paralelos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

✓ ANDERSON, T. M. & SILVER, L.T.

1970 Reconnaissance Survey of Precambrian rocks, northwestern Sonora, México. Soc. Amer. Abstr. Vol. 2(7): 484.

✓ ANDERSON, T.H. & SILVER, L.T.

1974. Late Cretaceous Plutonism in Sonora, México and relationship Circumpacific Magmatism. Geol. Soc. Amer. Abstr. Vol. 6(5), p. 484.

✓ ANDERSON, T.H. & SILVER, L.T.

1977. Geochronometric and Stratigraphic outlines of the Precambrian rocks Northwest, México. Geol. Soc. Amer. Abstr. Vol. 9(7).

X ANDERSON, T.H., EELLS, J.H. & SILVER, L.T.

1978. Rocas Precámbricas y Paleozoicas de la región de Caborca, Sonora, México. Libro Guía, Primer Simposio sobre la Geología y Potencial Minero en el Estado de Sonora (Mayo 1978). pp. 5-34.

✓ ARELLANO, A.R.V.

1956. Relaciones del Cámbrico de Caborca, especialmente con la base del Paleozoico. Congr. Inter. XX Ses. México, 1956. Simposio sobre el sistema Cámbrico, su paleogeografía y el problema de su base. Vol. 2, pp. 509-527.

COOPER, G.A. & ARELLANO, A.R.V.

1946. Stratigraphy near Caborca, Northwestern Sonora, México. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. Vol. 30, pp. 606-611.

✓ DAMON, P.E., LIVINGSTON, D.E., MAUGER, P.L., GUILLETI, R.J. & PANTOJA, J.

1962. Edad del Precámbrico Anterior y de otras rocas del Zócalo de la región de Caborca-Altar de la parte Noroccidental del Estado de Sonora. Bol. Int. Geol. UNAM. No. 64, Pt.2, pp. 11-44.

✓ DAMON, P.E.

1978. Mineralization in time and space in Northwestern México and Southwestern United States. Primer Simposio sobre la Geología y Potencial Minero en el Estado de Sonora (Mayo 1978). Resúmenes, pp. 41-45.

DREWES, H.

1976. Laramide Tectonics from Paradise to Hells Gate, Southeastern-Arizona. Arizona Geological Society Digest. Vol. 10, pp. 151-169.

DREWES, H.

1978. The Cordilleran Orogenic belt between Nevada and Chihuahua. Geol. Soc. Amer. Bull. Vol. 39(5), pp. 641-657.

45  
16. 7/6 JJ  
EELLS, J.L.

1972. The Geology of the Sierra de la Berruga Northwestern - Sonora, México. San Diego State University. M.S. Thesis, pp. 86.

GAMPER, M.A. & LONGORIA, J.F.

1978. Sobre la ocurrencia de Estromatolitos en la secuencia-Precámbrica del Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, NW de Sonora. Bol. Depto. Geol. UNI-SON. Vol. 1(2), pp. 95-104.

GONZALEZ, M.A.

1980. Bosquejo Geológico de los Cerros El Arpa y Gamuza, Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, NW del Estado de Sonora. Universidad de Sonora. Tesis.

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

1978.- Consideraciones Estructurales en el Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, NW de Sonora. Bol. Depto. Geol. UNI-SON., Vol. 1(1), pp. 61-67.

LONGORIA, J.F. & PEREZ, V.A.

1978. Bosquejo Geológico de los Cerros Chinos y Rajón, Cuadrángulo Pitiquito-La Primavera, NW de Sonora. Bol. Depto. Geol. UNI-SON. Vol. 1(2), pp. 119-144.

MENDOZA, J.J.

1979. Estudio Geológico de los Cerros Pitiquito, NW de Sonora, México. Tesis, IPN. pp. 86.

MERRIAM, R. & EELLS, J.L.

1978. Reconnaissance Geologic Map of the Caborca Cuadrangle, - Sonora, México. Bol. Depto. Geol. UNI-SON. Vol. 1(2), pp. 87-94.



BIBLIOTECA  
DE CIENCIAS EXACTAS  
Y NATURALES

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

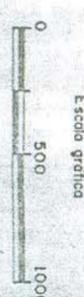






### EXPLICACION

- Mina
- Faja de empuje o colapsamiento  
Los verticales indican bloque cabal  
Faja de grovedad; franco estri  
Indica bloque hundido.
- Faja de desplazamiento horizon  
Faja oculta por direccion (quinta)
- Anticinal; Sinclinal.
- Rumbo de copos verticales.
- Contacto entre Formaciones.
- Faja tiranda.
- Canchales.
- Auwiton.
- Complejo Matamorfoseo Ebnoni.



Escala grafica

PLANO ESTRUCTURAL  
DEL AREA DE LOS CERROS  
CLEMENTE Y SAN AGUSTIN  
Cuadrangulo Pitiquito-La Pira