

1980
145 598
Geología

739

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



EL SEÑOR DE LOS REYES
NARANJO GRANDE
Escuela de Ingeniería
Depto. Geología
BIBLIOTECA

GEOLOGIA DEL AREA QUITOVAC
MPIO. DE PUERTO PEÑASCO, SONORA.

T E S I S

Que para obtener el titulo de

G E O L O G O

sustentan

Gerardo Caudillo Lora
Luis Fernando Oviedo Lucero

HERMOSILLO, SONORA

ABRIL DE 1990

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



INSTITUTO DE GEOLOGIA

ESTACION REGIONAL DEL NOROESTE

APARTADO POSTAL 1039

TELS.: 3-7-20 - 3-7-23

HERMOSILLO, SONORA, MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA

Marzo 6 de 1990.

Ing. Ricardo Amaya Martínez
C o o r d i n a d o r
Departamento de Geología
Universidad de Sonora
C i u d a d.

Estimado Ing. Amaya:

Por la presente pongo a su consideración el tema de tesis que se propone para su desarrollo por los pasantes: GERARDO CAUDILLO SOSA Y LUIS FERNANDO OVIEDO LUCERO, cuyo título será "GEOLOGIA DEL AREA DE QUITOVAC, MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO". Con el siguiente contenido:

- Resumen
- Agradecimientos
- I. Introducción
- II. Generalidades
- III. Geología
- IV. Geología Estructural
- V. Geología Histórica
- VI. Geología Económica
- VII. Conclusiones
- Bibliografía
- Apéndices



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
BIBLIOTECA DE INGENIERIA
Geología
BIBLIOTECA

Anticipadamente le agradezco la atención que le brinde a esta solicitud.

A t e n t a m e n t e

M. en C. José Luis Rodríguez-Castañeda

C.c.p. Pas. Gerardo Caudillo Sosa

C.c.p. Pas. Luis Fernando Oviedo Lucero

C.c.p. Geól. Mariano Morales Montaña
Secretario Académico,
Depto. de Geología

JLR/vmg



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



Departamento de Geología

Abril 06, 1990.



M. en C. JOSE LUIS RODRIGEZ-CASTAÑEDA
Asesor de Tesis
P r e s e n t e

EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
Escuela de Ingeniería
Dpto. Geología
BIBLIOTECA

Por este conducto, me permito informar a usted, que ha sido aprobado su tema de tesis propuesto, que lleva por nombre:

"GEOLOGIA DEL AREA DE QUITOVAC,
MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO"

Para que sea desarrollado por los pasantes:

GERARDO CAUDILLO SOSA

Y

LUIS FERNANDO OVIEDO LUCERO

Sin otro en particular, quedo de usted.

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

ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ
Coordinador Ejecutivo

RAM*ag



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
DEPARTAMENTO DE
GEOLOGIA



Departamento de Geología

NOMBRE DE LA TESIS:

"GEOLOGIA DEL AREA DE QUITOVAC
MUNICIPIO DE PUERTO PEÑASCO"

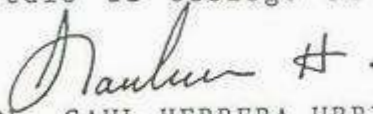
NOMBRE DE LOS SUSTENTANTES:

GERARDO CAUDILLO SOSA

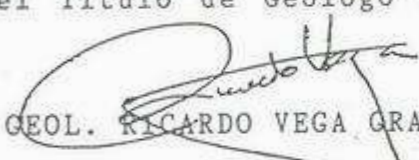
Y

LUIS FERNANDO OVIEDO LUCERO

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. SAUL HERRERA URBINA

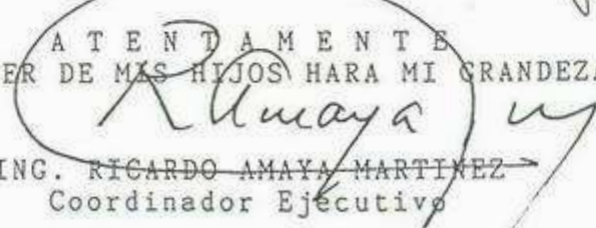
El que suscribe, certifica que ha revisado esta tesis y que la encuentra en forma y contenido adecuada como requerimiento parcial para obtener el Título de Geólogo en la Universidad de Sonora.


GEOL. RICARDO VEGA GRANILLO

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.


M. en C. JOSE LUIS RODRIGUEZ-CASTAÑEDA

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


ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ
Coordinador Ejecutivo

RAM*ag



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

RESUMEN:



El área de estudio se localiza en la porción noroeste del Estado de Sonora, a 100 km. aproximadamente al noroeste de Caborca y a 40 km. al sureste de Sonoyta.

En el área de trabajo afloran diversos conjuntos petrológicos, los cuales por correlaciones litológicas, se les ha atribuido edades Precámbricas, Jurásicas, Terciarias y Cuaternarias.

El conjunto precámbrico esta constituido por rocas metamórficas de la facies esquistos verdes-anfibolita, representado por: ortogneis cuarzofeldespático, esquistos de biotita y hornblenda principalmente y granitos cataclásticos. La foliación general de estas rocas esta orienta NE 70 SW.

La secuencia jurásica esta compuesta por varias unidades de origen volcánosedimentario que presentan metamorfismo de bajo grado a incipiente, estas consisten en: filonitas, metaconglomerados, metadacitas, metaareniscas, metariodacitas, tobas de cristales y metaandesitas. La foliación presente en estas rocas tiene un rumbo general N-S. Afloran intrusivos dioríticos correlacionables con esta misma secuencia.

Eventos volcánicos de Oligoceno-Mioceno, depositan discordantemente rocas piroclásticas y secuencias ignimbríticas sobre las rocas más antiguas.

El cuaternario esta representado por material aluvial ampliamente distribuido en el área de estudio.

El contacto entre los conjuntos Precámbrico y Jurásico, esta representado por un falla de cabalgadura con orientación general norte-sur y vergencia al este, que aflora de manera discontinua a lo largo de 4 Km. aproximadamente. En las zonas de contacto se observan áreas de intensa cizalla con rocas cataclásticas y miloníticas con echados de ángulos altos tanto al este como al oeste. El proceso deformacional, provocó metamorfismo de bajo grado en las rocas afectadas, foliación, plegamientos y cabalgamientos.

Se identifican seis fallas de cabalgadura (cuando menos) dentro de la secuencia jurásica; La presencia de "astillas" de rocas miloníticas precámbricas entre las unidades jurásicas es clara evidencia de estas fallas, Las cuales tienen una tendencia subparalela a la falla principal que pone en contacto al Precámbrico sobre el Jurásico.

Fallamiento de normal esta presente en toda al área, siendo mas reciente el orientado NW-SE, producto del movimiento



EL SABER DE MIS HIJOS
HALE UNA HERENCIA
Escuela de Ingeniería
Depo. Geología
BIBLIOTECA

distensivo que da lugar a la formación de la provincia fisiográfica de Sierras y Valles Paralelos.

* La mineralización en Quitovac, ocurre a lo largo de zonas de cizalla, relacionadas con fallamiento compresivo de bajo ángulo, donde se presentan brechas y vetas de cuarzo con valores de oro. Por procesos erosivos se a formado una amplia zona de depósito de oro de placer, que hace de mayor interes económico el área.



UNIVERSIDAD DE SONORA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

BIBLIOTECA
DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES



EL SONORIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
Departamento de Geología
BIBLIOTECA

T E M A R I O

RESUMEN.

AGRADECIMIENTOS.

pag.

1.- GENERALIDADES.

1.1 Localización y vías de acceso.	1
1.2 Clima.	1
1.3 Geomorfología.	3
1.4 Hidrografía.	4
1.5 Método de Trabajo.	4
1.6 Trabajos Previos.	5

2.- GEOLOGIA.

2.1. Geología Regional.	8
2.1.1. Precámbrico.	8
2.1.2. Paleozoico.	10
2.1.3. Mesozoico.	10
2.1.4. Terciario.	11
2.1.5. Cuaternario.	11
2.2. Estratigrafía.	13
2.2.1. Precámbrico.	14
2.2.1.1. Ortogneis.	14
2.2.1.2. Esquisto.	19
2.2.2. Jurásico.	23
2.2.2.1. Filonita.	24
2.2.2.2. Metaconglomerado.	25
2.2.2.3. Metadacita.	28



MIS HIJOS
UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO
Facultad de Ingeniería
Geología
BIBLIOTECA

2.2.2.4. Metaarenisca.	33
2.2.2.5. Metariodacita.	34
2.2.2.6. Tobas de Cristales.	39
2.2.2.7. Metaandesita.	41
2.2.2.8. Origen, Edad y Correlación de la Secuencia Jurásica.	43
2.2.2.9. Metamonzonita.	46
2.2.2.10. Diorita.	47
2.2.3. Terciario.	50
2.2.3.1. Rocas volcánicas piroclásticas.	50
2.2.4. Cuaternario.	55
3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL.	58
3.1. Estructuras Observadas.	58
3.1.1. Fallas inversas de bajo ángulo (cabalgamiento). .	58
3.1.2. Fallas de rumbo y normales.	62
3.1.2.1. De rumbo.	62
3.1.2.2. Normales.	62
3.1.3. Foliación.	62
3.1.3.1. Foliación de la Secuencia Precámbrica.	63
3.1.3.2. Foliación de la Secuencia Jurásica.	63
3.1.3.3. Foliación sobre la Traza de la Falla principal. .	67
3.1.4. Lienaciones.	67
3.1.5. Pliegues.	67
3.1.5.1. Micropliegues y Crenulaciones.	68
3.1.5.2. Otro tipo de Pliegues.	68
3.2. Eventos de Deformación locales y regionales.	73
4.- GEOLOGIA HISTORICA.	75



5.- GEOLOGIA ECONOMICA.	81
6.- CONCLUSIONES.	84
7.- RECOMENDACIONES.	86
8.- BIBLIOGRAFIA.	87

APENDICES

A).- PETROGRAFICA.

B).- PLANOS Y SECCIONES.



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
Escuela de Ingenieria
Dpto. Geologia
BIBLIOTECA



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA

BIBLIOTECA
DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES



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

LISTA DE FIGURAS:

- FIG. 1.- Localización y acceso a el Área de estudio.
- 2.- Provincias fisiográficas del Estado de Sonora.
- 3.- Geología Regional.
- * 4.- Columna esquemática del Área de Quitovac.
- 5.- Milonitas provenientes del gneis precámbrico.
- 6.- Microfotografía: Esquisto de Biotita - Hornblenda.
- 7.- Microfotografía: Vetilla de Cuarzo - Hornblenda.
- 8.- Fotografía: Metaconglomerado: a) deformación incipiente, b).- deformado.
- 9.- Microfotografía: Metadacita Jurásica.
- 10.- Microfotografía: metadacita Jurásica.
- 11.- Fotografía: Foliación en Metadacita Jurásica.
- 12.- Fotografía: Foliación en Metaarenisca Jurásica.
- 13.- Microfotografía: Metariodacita Jurásica.
- 14.- Microfotografía: Metariodacita Jurásica.
- 15.- Microfotografía: Contacto de la Metariodacita sobre Metaandesita.
- * 16.- Modelos de subducción y formación de arco magmático.
- 17.- Microfotografía: Metamonzonita Jurásica.
- 18.- Fotografía: Tobas Terciarias.
- 18a.- Sección de Tobas Terciarias.
- 19.- Panorámica del Área de estudio que muestra contactos por cabalgadura.
- 20.- Blastomilonita proveniente del gneis Precámbrico.
- 21.- Sección media, B-B' (Apéndice B).



EL SABER DE NUESTROS DIJOS
HA SIEMPRE GRANDEZA
Escuela de Ingeniería
Departamento Geología
BIBLIOTECA

- 22.- Modelo de complicaciones asociadas a fallas de cabalgadura.
- 23.- Secciones A-A', C-C', D-D' y E-E'. (Apéndice B).
- 24.- Proyección estereográfica de polos: Gneis Precámbrico
- 25.- Proyección estereográfica de polos: Esquisto Precámbrico
- 26.- Proyección estereográfica de polos: Secuencia Jurásica
- 27.- Proyección estereográfica de polos: Traza de Falla Precámbrico sobre Jurásico
- 28.- Microplegamiento y crenulaciones en el esquisto Precámbrico.
- 29.- Pliegues en el Esquisto Precámbrico.
- 30.- Pliegue recostado en el Metaconglomerado Jurásico.
- 31.- Sección transversal mostrando ambientes de depósito.
- 32.- Tabla comparativa de eventos de deformación.



EL SABER
HAY QUE
señala de
Dpto. de Ingeniería
BIBLIOTECA

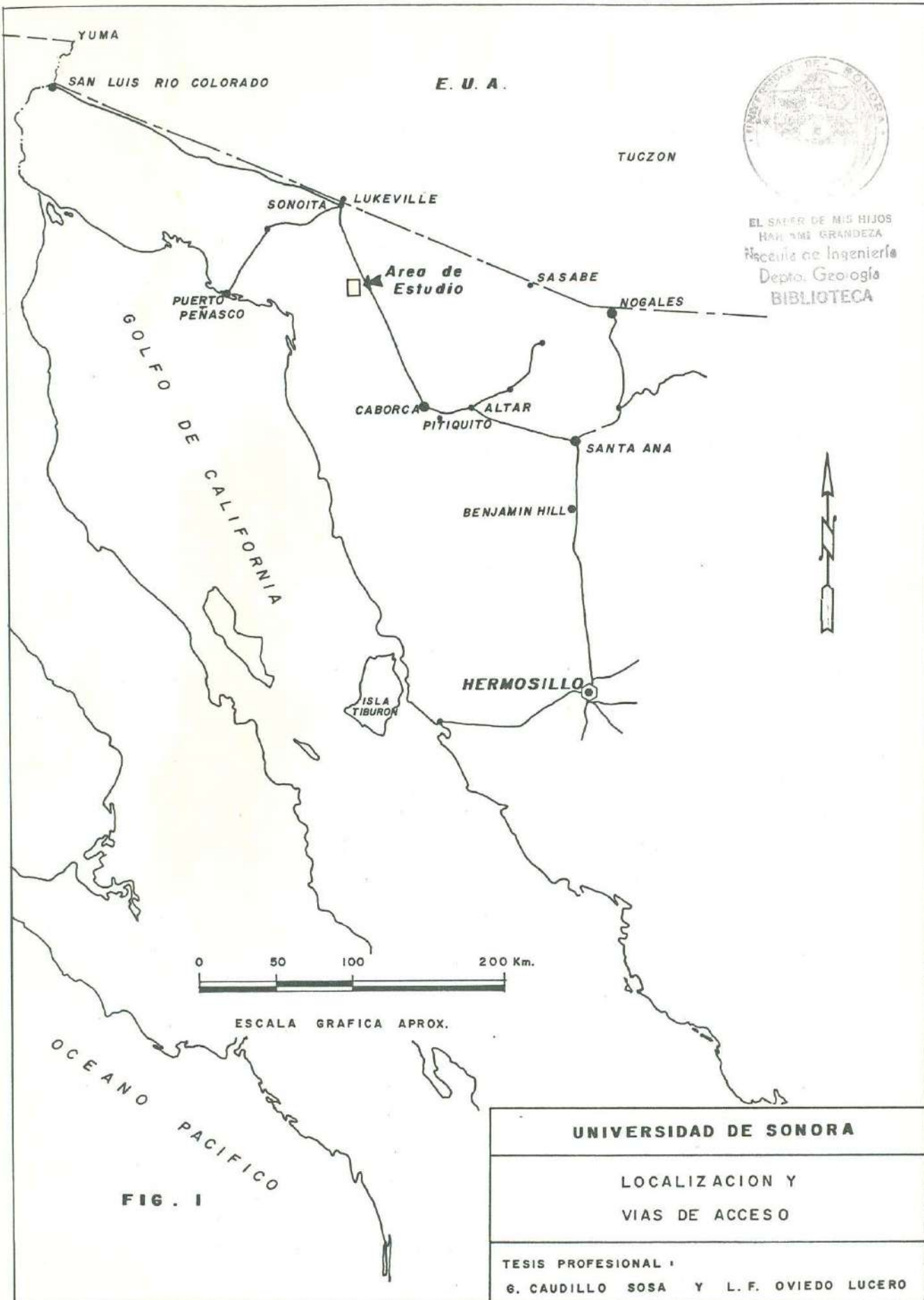
Presenta una temperatura anual promedio de 26.7°C, las lluvias son escasas, presentándose torrenciales en verano y lloviznas continuas en invierno.

1.- GENERALIDADES:

1.1.- LOCALIZACION Y ACCESO.- El área de estudio se localiza en la parte noroeste del estado de Sonora. Su ubicación geográfica la sitúa dentro de las coordenadas $31^{\circ}26'44''$ a $31^{\circ}31'13''$ de latitud norte y $112^{\circ}44'13''$ a $112^{\circ}47'23''$ de longitud oeste, con un área de 40 km², correspondientes a la porción noreste y sureste de las cartas topográficas El Tullido H12A34 y Quitovac H12A24 respectivamente.

El acceso al área partiendo de la ciudad de Caborca, Sonora, se logra tomando la carretera federal No. 2, que comunica a la ciudad de Caborca con el municipio Plutarco Elías Calles (Sonoyta). Aproximadamente a 107 kilómetros de recorrido (kilómetro 213), se aparta un camino de terracería hacia el oeste, que conduce al poblado de Quitovac (fig.1). De este poblado parten varios caminos vecinales y brechas que comunican la mayor parte del área, los cuales son transitables en toda época del año.

1.2.- CLIMA: El clima en la región es considerado como desértico a semidesértico, con muy baja humedad relativa y temperaturas en invierno menores a los 0°C y cercanas a los 50°C en el verano. Presenta una temperatura anual promedio de 26.7°C, las lluvias son escasas, presentándose torrenciales en verano y lloviznas continuas en invierno.



1.3.- GEOMORFOLOGIA: La geomorfología regional del área de Quitovac y de sus alrededores esta representada por montañas constituidas de rocas intrusivas, metamórficas y volcanoclásticas metamorfizadas, separados por amplios valles intermontanos.



Las partes topográficamente más elevadas están constituidas por rocas ígneas, como es el caso de la Sierra Silla al norte del área de estudio, y rocas volcánicas localizadas en la zona sur del área. Aunque las sierras y cerros aislados constituidos por rocas metamórficas presentan elevaciones similares, no muestran pendientes tan fuertes y escarpes tan prominentes como las antes mencionadas.

EL SERVIDOR MIS HIJOS
HA SIN GRANDEZA
Ingeniería
Dpto. Geología
BIBLIOTECA

De acuerdo al modelo evolutivo del paisaje para una región de clima árido, el área se puede dividir en dos etapas: una de juventud para las rocas ígneas y otra de madurez temprana para las rocas metamórficas y volcanoclásticas metamorfizadas.

Fisiográficamente el área se localiza en la porción nororiental del estado de Sonora. De acuerdo a la clasificación de Erwin Raisz (1964), al área forma parte de la subprovincia del Desierto de Sonora, que pertenece a la Provincia fisiográfica de montañas sepultadas. (fig. 2).

Las prominencias topográficas más notables a nivel

regional son las constituidas por los cuerpos plutónicos con orientación NW-SE, mostrando pendientes abruptas y parteaguas agudos como es el caso de la Sierra Cubabi; La Sierra San Antonio y La Toñita con orientación NNW-SSE, en general presentan pendientes fuertes hacia sus flancos orientales. La elevación media de la región es alrededor de los 400 m. s.n.m., alcanzando los 800 m. de altura en la Sierra La Silla.



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
Escuela de Ingenieros
Depto. Geología
BIBLIOTECA

1.4.- HIDROGRAFIA.- La red hidrográfica que rige a la región esta formada por corrientes del tipo intermitente con patrones que varían de dendrítico a subparalelo. Las corrientes pertenecen a la cuenca del rio Sonoyta que a su vez forma parte de la vertiente del Pacífico. Solamente en las partes cubiertas por aluvión estos patrones se vuelven desintegrados a causa de infiltración y evaporación.

1.5.- METODO DE TRABAJO:

- a).- Estudio fotogeológico del área a escala 1:5000.
- b).- Mapeo a semidetalle a escala 1:1000 en una superficie de 3 Km² en la porción central del área, sobre la traza decabalgadura principal (Precámbrico sobre Jurásico), y recolección de muestras de mano para estudio petrográfico. *El mapeo realizado forma parte de un programa de exploración enfocado a la prospección minera, realizado por la compañía Servicios



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

Industriales Peñoles, S.A. de C.V., donde se realizaron estudios geofísicos, geoquímicos y barrenación, entre otros.

c).- Los datos de mapeo obtenidos a escala 1:1000 se vaciaron sobre el plano topográfico 1:10000. Se realizó el mapeo del resto del área, por medio de caminamientos y levantamientos de secciones topográficas y geológicas, continuando con la recolección de muestras para estudios petrográficos.



EL SABER DE MIS HIJOS
HA FOMENTO MI GRANDEZ.
Escuela de Ingeniería
Depto. Geología
BIBLIOTECA

1.6.- TRABAJOS PREVIOS.- En el área Quitovac, se han realizado estudios enfocados a la prospección minera y trabajos geológicos a nivel regional. Merriam (1972), realiza un estudio del cuadrángulo Sonoyta, en el cual menciona rocas precámbricas, precretácicas, cretácicas y terciarias. Además de identificar zonas miloníticas, "astillas" de rocas metavolcánicas y metasedimentarias, así como estructuras de techos colgantes de estas mismas rocas sobre granitos cretácicos.

La compañía minera Kennecott (1985), reporta una edad Precámbrica para las rocas metamórficas precretácicas, además de señalar intrusivos cretácicos y terciarios.

* Silberman (1988) realiza trabajos regionales enfocados a los yacimientos de oro en el noroeste del Estado de Sonora, diferenciando cuatro grupos de depósitos. Quitovac se

incluye dentro de los yacimientos estructuralmente controlados, relacionados con fallamiento de bajo ángulo.

Connors y Anderson (1989), asignan una edad Precámbricas (1700 m.a.) para las rocas gneisicas y una edad Jurásico Temprano - Medio para las rocas metavolcanoclásticas localizadas al SW de Sonoyta ya al W de Quitovac.

*Tosdal y otros (1990), publican un artículo, mostrando la geología de la porción sur-central de Arizona y parte del noroeste de Sonora, donde incluyen el área de Quitovac y sobre el cual marcan la traza de la Sonora - Mojave Megashear.

Actualmente la Compañía Servicios Industriales Peñoles, S.A. de C.V. realiza trabajos de exploración minera en el área.

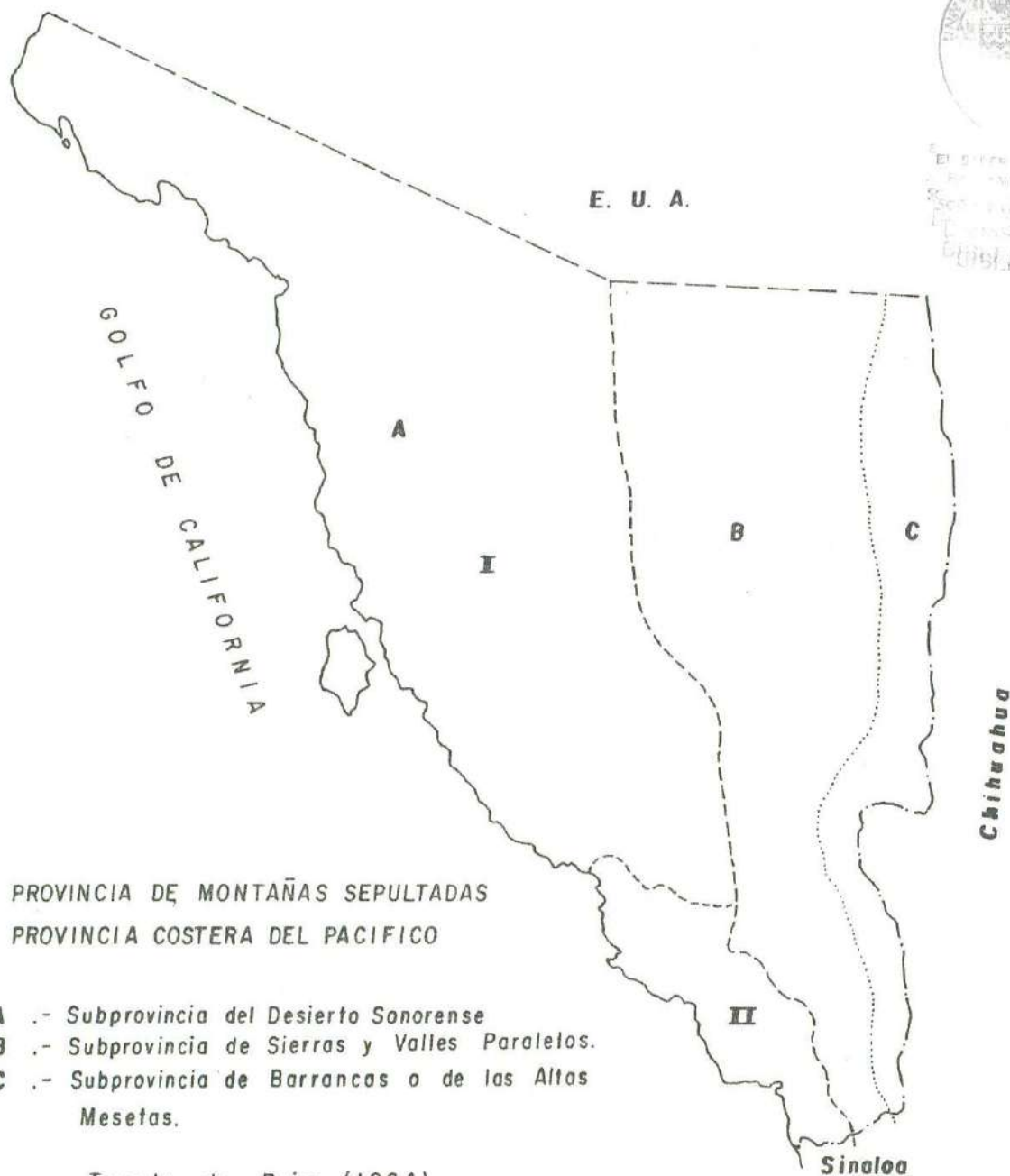
Regionalmente sen han realizados bastantes trabajos que abarcan al surestè de Estados Unidos y el noroeste de Sonora. Dentro de los cuales destacan las investigaciones realizadas en la región de Caborca y sus alrededores.



EL SABER DE M.S. HIJOS
HA Y MI GRANDEZA
Escuela de Ingeniería
Departamento Geología
BIBLIOTECA



EL DIFERENCIADOR
DE LAS REGIONES
Y SUBREGIONES
DE LA GEOLOGIA
DE SONORA



I .- PROVINCIA DE MONTAÑAS SEPULTADAS
II .- PROVINCIA COSTERA DEL PACIFICO

A .- Subprovincia del Desierto Sonorense
B .- Subprovincia de Sierras y Valles Paralelos.
C .- Subprovincia de Barrancas o de las Altas Mesetas.

Tomado de Raisz (1964)



FIG. 2

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PROVINCIAS FISIOGRAFICAS
EN EL ESTADO DE SONORA

TESIS PROFESIONAL :
G.Caudillo S. y L.F.Oviedo L.

Hermosillo, Son.
ABRIL 1990

2. GEOLOGIA:

2.1.- GEOLOGIA REGIONAL: El desarrollo de este capítulo está basado en el trabajo realizado por Merrian (1972) del cuadrángulo Sonoyta, en la geología mostrada en la carta geológica Puerto Peñasco H12-1 escala 1:250 000, publicada por I.N.E.G.I. (1982), en el artículo de Tosdal y otros (1990), y reconocimientos regional efectuado por los autores.



Las relaciones estratigráficas y estructurales se verán con mayor detenimiento en los capítulos de geología histórica y estructural respectivamente.

En este capítulo se describirán brevemente las unidades mostradas en el plano de geología regional (fig 3).

2.1.1.- PRECAMBRICO:

GNEIS Y METAGRANITOS: Esta unidad abarca a las rocas que constituyen al basamento más antiguo registrado en el estado de Sonora, reconocido en la región de Caborca como Complejo Metamórfico Bámori (Longoria et. al. 1978). Los minerales que la constituyen son cuarzo, feldespato potásico, biotita, clorita y epidota. Estas unidades se formaron a partir de rocas sedimentarias e ígneas las cuales han sufrido metamorfismo regional que les ha propiciado una textura gneisica y/o esquistosa, sin embargo

dentro de las mismas rocas es posible encontrar zonas donde se aprecia aun la roca original.

Manifestaciones de esta unidad se localizan en Quitovac, Sierras La Toñita, San Antonio, San Francisco y afloramientos al norte de Bahía de San Jorge y Sierra Blanca.

ANFIBOLITAS: Esta unidad se caracteriza por su color verde oscuro a negro. Es una roca cristaloblástica con textura de grano medio a fino, donde las principales minerales que la constituyen son hornblenda y plagioclasa, teniendo como minerales secundarios clorita y epidota. Generalmente la unidad se comporta masiva, detectándose lugares con textura esquistosa. El protolito fomador pudo ser a partir de rocas volcánicas de composición máfica a intermedia.

Afloramientos de esta unidad se localizan al norte de Bahía San Jorge, al noroeste de Sonoyta, al sur de Quitovac y dentro del área de estudio.

SECUENCIA SEDIMENTARIA PRECAMBRICA: Litología similar a esta unidad, es la conocida en los alrededores de Caborca, la cual está constituida por la intercalación de capas dolomíticas, areniscas de cuarzo y en menor proporción lutitas, de edad Precámbrico tardío (Cooper y Arellano, 1946, en Merrian, 1972). Las rocas presentan cizallamiento que no fue tan fuerte como para borrar las características sedimentarias de la unidad.



La unidad esta representada por pequeñas sierras en las cercanías a Estación Almejas, municipio de Puerto Peñasco.

2.1.2.- PALEOZOICO:

No se han reconocido rocas asignables a esta edad, dentro del área que abarca el plano geológico regional mostrado en este trabajo.

2.1.3. MESOZOICO:

COMPLEJO METAMORFICO: Esta representado por ortogneis que posiblemente marquen los primeras episodios de emplazamiento durante el Mesozoico, abarca este complejo además rocas tales como cuarcitas, metaareniscas, filitas, y metaconglomerados, intercalados con rocas metavolcánicas que varían de andesitas a dacitas.

El metamorfismo que afectó a esta unidad, varia de bajo a muy bajo grado, generalmente se observan minerales como clorita y epidota. Los afloramientos de esta unidad se encuentran en forma de cerros y lomeríos con pendientes suaves. Se localizan en la porción norte y oeste de Sonoyta, en la porción este del plano y al sur de Quitovac.

GRANITO CRETACICO - TERCIARIO: Unidad ígnea intrusiva de textura fanerítica equigranular que varia en composición de

granito a cuarzomonzonita. Se localizan cuerpos intrusivos hiperalcalinos caracterizados por la presencia de micas de muscovita y biotita, los cuales se han incluido dentro de esta unidad. En algunas localidades estos cuerpos se presentan afectando a las rocas Precámbricas y Mesozoicas y en otras zonas se encuentran cubiertos por rocas piroclásticas terciarias.

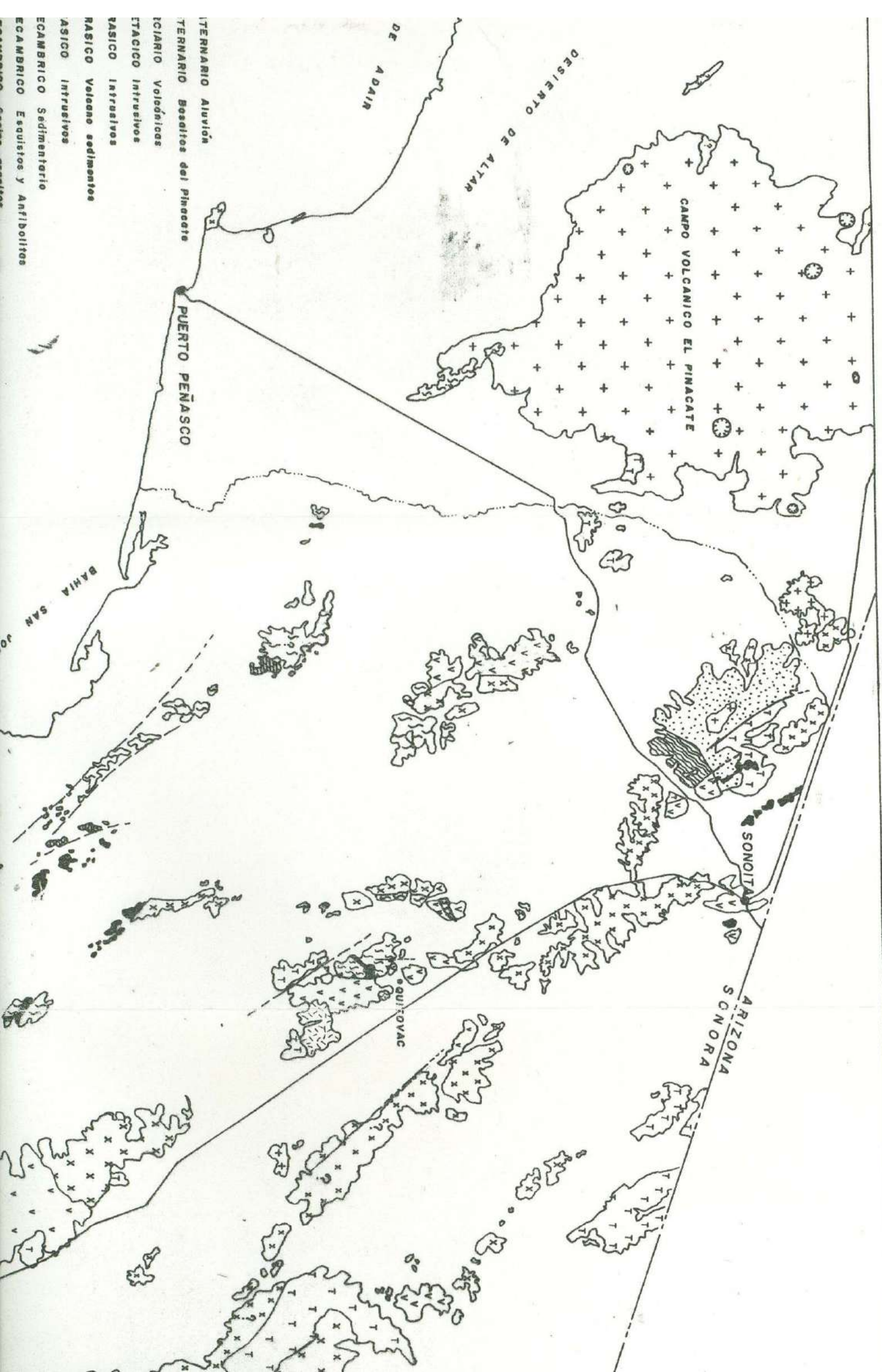
2.1.4.- Terciario:

ROCAS VOLCANICAS Terciarias: Esta unidad está compuesta de rocas piroclásticas que varían en composición de andesítica a riolítica, generalmente se presentan pseudoestratificadas, aunque en algunos lugares se encuentran masivas. Afloran cubriendo a las rocas intrusivas y metamórficas más antiguas, mostrando actitudes semihorizontales. La coloración característica de las rocas varía de gris a café rojizo o pardo oscuro, mostrando una textura generalmente porfirítica, aunque en algunas localidades es de carácter afanítico. Estas rocas están relacionados con los episodios volcánicos que originaron la Sierra Madre Occidental.

Los afloramientos de la unidad se localizan en el este y sur del área de estudio, hacia el oeste de Sonoyta y ampliamente distribuidos en la porción este del plano regional.

2.1.5.- Cuaternario:

ROCAS VOLCANICAS Cuaternarias: La unidad está constituida por derrames basálticos de olivino, de color negro y textura afanítica con estructuras vesiculares, depósitos piroclásticos.



subordinados y conos cineríticos en donde se observan brechas volcánicas y tobas lapilli asociados a estos.

Esta unidad se encuentra formando el campo volcánico del Pinacate, edificada durante el Pleistoceno Tardío, manifestaciones de menor importancia se localizan aproximadamente a 15 Km al sur de Quitovac.

ALUVION: Depósitos cuya granulometría es variable en toda el área. Esta unidad abarca el material aluvial, edáfico, palustre y litoral, localizados en los amplios valles intramontanos y zonas costeras.

2.2. ESTRATIGRAFIA:

Las rocas expuestas en el área, no han sido definidas formalmente en estudios anteriores, en este trabajo los nombres utilizados para diferenciar a las unidades se han de considerar informales, por no tener las bases necesarias para definirlos formalmente.

En el área de estudio se han diferenciado una serie de unidades litológicas, basándose principalmente en composición, génesis y características estructurales.



Se realizó una columna esquemática del área de estudio, de acuerdo a la posición que guardan las unidades en el campo con respecto a la traza de la cabalgadura Precámbrico sobre Jurásico (fig. 4). Debido a las características estructurales del área, es difícil definir si la posición actual de las unidades jurásicas es el orden de su formación.

En este capítulo se procede a describir las unidades litológicas, iniciando en el Precámbrico para concluir en el Reciente.

2.2.1. PRECAMBRICO:

Está representado por un complejo metamórfico, en el cual se han diferenciado dos unidades: Una unidad constituida por ortogneis y metagranitos y otra mas caracterizada por esquistos de hornblenda, biotita, clorita, muscovita y sericita. Las dos unidades presentan metamorfismo de la facies esquistos verdes-anfibolita.

2.2.1.1. ORTOGNEIS:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA : Esta unidad se localiza distribuida en la porción oeste del área de estudio, con excepción de la parte sur, donde se encuentran cubiertos por tobas terciarias. Morfológicamente esta unidad constituye partes

topográficas elevadas, mostrando pendientes y relieves suaves.

Ocupa aproximadamente el 40% del área.

LITOLOGIA: La unidad esta caracterizada por un cuerpo gneisico, constituido principalmente por cuarzo, feldespato potásico y biotita, mostrando textura granolepidoblástica perfectamente difenciable (apéndice A, muestras: Q-1,2,12,,37 y 46). Dentro de esta unidad se han determinado zonas con mayor concentración de plagioclasa, hornblenda y disminución en el porcentaje de feldespato; notorio por la coloración que adquiere el gneis en el terreno, el cual varia de un color rosa claro en zonas con predominancia de cuarzo y feldespato, a colores gris donde la concentración de plagioclasas y hornblendas es mayor.

En la parte norte de este afloramiento, se observa un intrusivo cataclástico de composición muy similar al gneis (apéndice A, muestras: Q-27 y 30) . Para los fines de este trabajo se han considerado a ambos como una misma unidad.

GENESIS: Por la gran extensión (que ocupa esta unidad en el área de estudio y por su homogeneidad litológica, nos da a suponer que la roca madre del gneis, corresponda a un intrusivo de composición granítica con variaciones a granodiorítica, el cual sufrió metamorfismo regional de temperaturas y presiones moderadas, correspondientes a las facies de esquistos verdes-anfibolita, y posteriormente un metamorfismo dinámico.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Esta unidad se encuentra cabalgando a la secuencia Jurásica, a través de una falla inversa que se extiende por más de cuatro Km., con un rumbo preferencial norte-sur y vergencia hacia el este. Las diferentes unidades con las cuales se encuentra en contacto esta unidad, de sur a norte son las siguientes: metareniscas, metaconglomerado, filonitas, nuevamente metaconglomerados y tobas de cristales en la parte norte del contacto. En la parte sur, el afloramiento se encuentra cubierta en discordancia por rocas volcánicas terciarias y por depósitos cuaternarios no consolidados (apéndice B, plano geológico).

Hacia la zona de contacto con la secuencia jurásica, la deformación que muestra la roca es muy intensa. De esta zona, hacia el centro del gneis, existe variación en la intensidad de deformación, graduando de una milonita en las cercanías a la falla, a una textura cataclástica y finalmente, una textura gneisica característica de la unidad.

EDAD Y CORRELACION: Connors y Anderson (1989), en trabajos recientes realizados en las cercanías de Sonoyta y Quitovac, asignaron una edad aproximada de 1700 m.a. para rocas gneisicas y metagranitos. Connors (comunicación personal, 1989), sugiere que el gneis expuestos en Quitovac, corresponde a esta edad o posiblemente sea más antiguo. De acuerdo a la edad y características presentes, la unidad puede ser correlacionable con rocas pertenecientes al

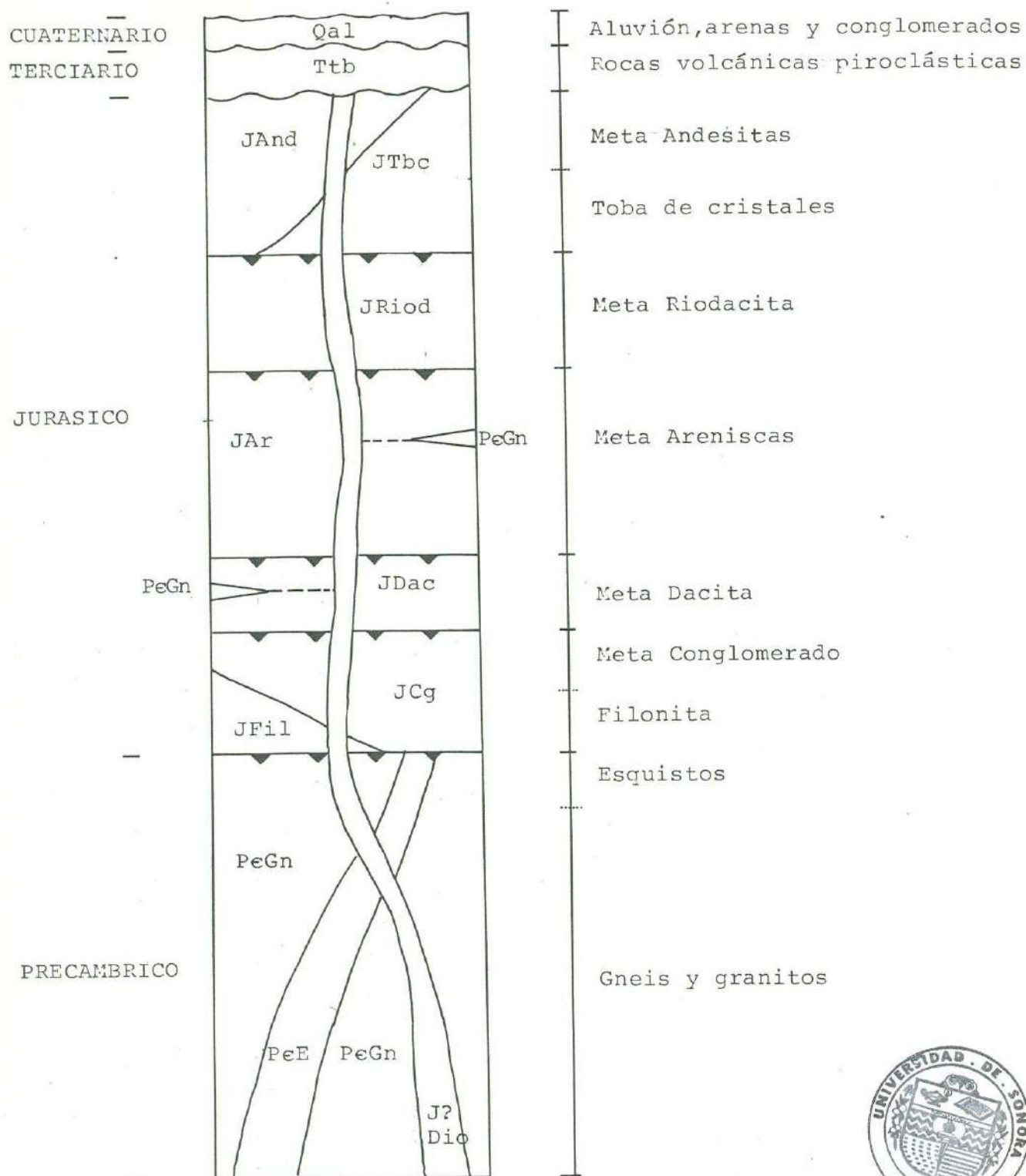


FIG. 4 COLUMNA ESQUEMATICA DEL AREA QUITOVAC



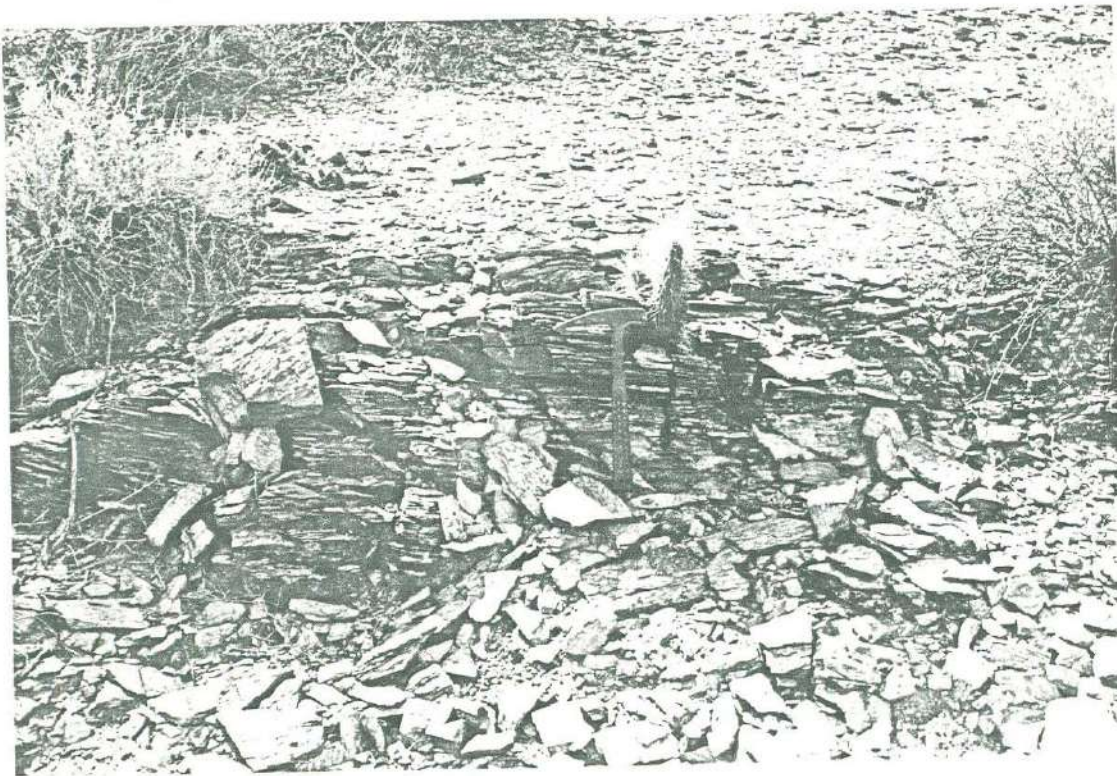


FIG. 5 Milonitas provenientes del gneis cuarzo-feldespático precámbrico, localizadas sobre la traza de la falla principal.



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

Complejo metamórfico Bámori, descrito por Longoria y otros (1978), en las cercanías de Caborca, Sonora.

2.2.1.2. ESQUISTOS:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA: Se localiza en la porción centro oeste del área de estudio. En su parte sur esta unidad se comporta como un cuerpo tabular, con una longitud de 2.5 Km. y un rumbo general de NE 15°, inclinado 40° hacia el NW, manteniendo un ancho promedio de 60 m.; Se presenta además como pequeños "stock" dentro del gneis. Hacia la parte noreste el afloramiento se vuelve más extenso y estructuralmente más complejo. Morfológicamente la unidad se presenta en lomeríos suaves en su parte noreste, la porción suroeste esta controlado por la morfología del gneis en el cual está "emplazada".

LITOLOGIA: La unidad esta representada en su mayoría por esquistos de biotita y en menor proporción esquistos de hornblenda, clorita y muscovita. El color característico de la roca es verde oscuro, presentando variaciones hacia el verde claro en algunos lugares donde cambios en la composición, textura y grado de metamorfismo lo modifican. Los minerales primarios presentes en la roca son: biotita, cuarzo, hornblenda y plagioclasa, como secundarios se presentan: clorita, epidota y sericita, en ocasiones se aprecian minerales opacos deformados. La textura característica de la unidad es esquistosa, presentandose en

ocasiones semiesquistosa. (apéndice A, muestras: Q-4,5,25,34,38 y fig. 6). Dentro de la unidad hacia el suroeste, se logra apreciar una textura relicita microdiorítica. Hacia el noroeste, la unidad se vuelve más extensa, producto del cambio en el buzamiento del esquisto, plegamientos y a la repetición de la unidad debido a una serie de fallas inversas que hacen verla con un espesor mucho mayor. La asociación mineralógica presente en la roca, indican metamorfismo dentro de la facies esquistos verdes - anfibolita.

* Son característicos dentro de esta unidad "diques" y vetillas de composición cuarzo-turmalina y otras más de composición cuarzo-muscovita, los cuales fueron emplazadas antes del metamorfismo regional y actualmente esta representados por esquistos de cuarzo-turmalina (fig.7) y cuarzo-sericita respectivamente, con espesores menores de un metro, no siendo cartográfiables a la escala del plano.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Los esquistos ocurren dentro de la unidad ortogneis; En la porción suroeste el contacto esta orientado aproximadamente NE 15° y echado 45° hacia NW. Afloramientos más pequeñas del esquisto tienen rumbos diferentes, llegando algunos a orientarse E-W. En la porción NE de la unidad, el flanco oeste del afloramiento, guarda la misma relación con el gneis precámbrico, en su flanco este se encuentra en contacto con las unidades del Jurásico (filonitas y metaconglomerados), a través de una cabalgadura que localmente se presenta con un rumbo aproximado NW 50°SE y echada hacia el NE, este comportamiento es

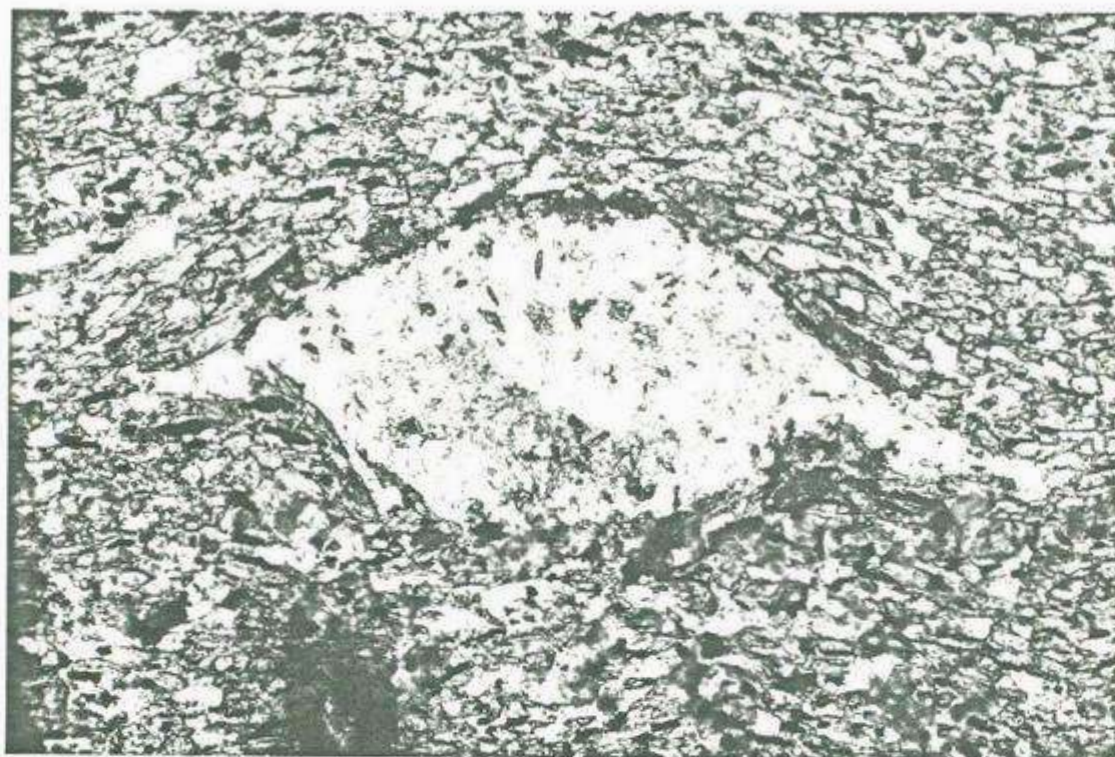


FIG. 6 Microfotografía: cristal de plagioclasa en forma de ojo, en esquisto de biotita-hornblenda - de la secuencia precámbrica. x4. XN.



FIG. 7 Microfotografía de vetilla de cuarzo-turmalina característica en la unidad esquistó precámbrico, cruzado por vetilleo posterior de cuarzo. x4. XN.



debido al fuerte plegamiento en las cercanías a la falla que se ha interpretado como pliegues de arrastre, parcialmente erosionado (apéndice B, sección A-A').

GENESIS: La presencia de una textura de carácter microdiorítico localizada en algunas partes del afloramiento, y el modo de ocurrencia, nos sugiere un origen ígneo de carácter intrusivo para la unidad, posiblemente originado a partir de diques de composición andesítica o basáltica.

EDAD Y CORRELACION: El modo de ocurrencia de esta unidad, afectando al gneis precámbrico, la fuerte deformación y el metamorfismo que ha sufrido esta unidad, son la base para correlacionarlos con el complejo metamórfico precámbrico, aflorante al sur de Caborca.

2.2.2. JURASICO:

El Jurásico esta representado en el área por una secuencia volcánosedimentaria, que ha sufrido metamorfismo, de la cual se han diferenciado siete unidades litológicas, en base a su composición y textura. Debido a que el ambiente de formación, edad y correlación son similares para estas, se decidió tratar estos puntos después de la descripción individual de la siguientes unidades.

En este capítulo se describirán las unidades partiendo de la falla principal, que pone en contacto los dominios Precámbrico y Jurásico, sin que esto signifique un orden cronoestratigráfico necesariamente.

2.2.2.1. FILONITA:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA: Esta unidad se localiza en la porción centro-norte del área, aflora de manera lenticular, donde la longitud mayor del afloramiento es aproximadamente 2000 m., con una tendencia general norte-sur, en su parte sur se presenta el trazo mas continuo (800 m.), mientras que la parte norte esta representada por pequeños afloramientos discontinuos. El comportamiento morfológico de esta unidad es muy característico, debido a su fácil erosión, la unidad tiende a formar pequeñas lomeríos con pendientes suaves.

LITOLOGIA: Unidad representada por filonitas con niveles de metaareniscas y metaconglomerados. La unidad intemperiza de color gris claro a morado, en fracturas frescas se presenta con colores gris oscuro. La mineralogía predominante que se observa en lámina delgada es: cuarzo y feldespatos potásico como minerales primarios, dentro de una matriz sericitica-cuarzofeldespática, además se aprecian plagioclasa, pirita y epidota concordantes a la foliación general de la unidad (apéndice A, muestra Q-14). La roca muestra una textura esquistosa a semiesquistosa de grano fino, determinado por una matriz de micas y cuarzo en bandas. La orientación preferencial de las foliaciones que se presentan son norte-sur con

actitudes que varían de 25° a 45° hacia el oeste. Se presentan como manifestaciones posteriores de hidrotermalismo, vetillas de cuarzo + ankerita + epidota y alteración clorítica en la roca.

La presencia de niveles arenosos y conglomeráticos dentro de esta unidad, indican que la roca madre pudo corresponder a una secuencia lodolítica con diferencias en el tamaño de grano, variando a arenisca y a niveles conglomeráticos.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Como anteriormente se mencionó, el afloramiento de esta unidad es lenticular, debido al contacto estructural con la unidad precámbrica. En la parte sur, el contacto está marcado por una amplia zona milonítica producto del cabalgamiento del gneis sobre las filonitas, lo que evidencia y manifiesta el contacto tectónico de esta unidad. El contacto este de la filonita, pasa transicionalmente a la unidad metaconglomerado, la intercalación de estas unidades en la parte sur del afloramiento, confirman el carácter transicional de este contacto. (apéndice B, plano geológico).

2.2.2.2. METACONGLOMERADO:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA: Esta unidad se encuentra aflorando de manera lenticular en la parte central del área de estudio, con su longitud mayor orientada norte-sur de aproximadamente 4 Km. y su longitud menor orientada este-oeste de

aproximadamente 300 m. Morfológicamente forma crestos alargados y escarpes, que la hace fácilmente distinguible en el campo.

LITOLOGIA: Esta unidad esta representada por un metaconglomerado que se presenta generalmente de un color café con variaciones a café verdoso, se encuentra constituido por clastos en su mayoría alargados y alineados. Dentro de los fragmentos componentes del metaconglomerado, los líticos son la mayoría, consisten de rocas metavolcánicas indiferenciadas, rocas intrusivas graníticas, rocas gneisicas cuarzo-feldespáticas con textura de grano fino a grueso, filias y cuarcitas, el resto lo ocupan fragmentos de cuarzo cristalino y lechoso (fig. 8a), todos dentro de una matriz constituida de cuarzo microcristalino, clorita, epidota, sericita, calcita, minerales opacos y plagioclasa (apéndice A, muestras: Q-15 y 36). El tamaño de los clastos varia desde unos milímetros hasta casi 60 cm.

El metaconglomerado fue afectado por eventos compresivos que provocaron metamorfismo de bajo grado, estos mismos eventos fueron los causantes de la deformación y el lineamiento de los clastos, paralelo a la foliación (fig. 8b), la cual mantiene una actitud casi constante con rumbo general nor-noroeste a sur-surroeste, con buzamientos del orden de 40°- 50° generalmente hacia el oeste.

* Gran cantidad de vetillas de cuarzo + epidota + clorita + ankerita, rellenan fracturas cortando la foliación sin

a)



b)



FIG. 8 a) Metaconglomerado incipientemente deformado cruzado por vetilleo hidrotermal de Qz+clo+ank+ep.
b) Metaconglomerado deformado con clastos alargados y foliación con echado alto, al sur del afloramiento.

mantener una dirección preferencial, además se presentan otras concordantes a la foliación. Alteración clorítica y silicificación han afectado de manera no uniforme al metaconglomerado.

Dos eventos ígneos son registrados en esta unidad. Primeramente un intrusivo de composición monzonítica que se comporta a manera de dique orientado NE 15° SW, y otro intrusivo de composición intermedia y grano fino, orientado NE 75° SW, que corta al metaconglomerado y al dique monzonítico. Ambos se encuentran deformados al igual que la unidad.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Hacia la parte central del flanco oeste, el metaconglomerado está en contacto concordante y transicional con la unidad filonita, en el mismo flanco oeste, hacia el sur y hacia el norte, la unidad se encuentra cabalgada por las unidades precámbricas. En el flanco este el metaconglomerado esta cabalgando a la unidad metadacita, hacia el norte la mayoría del afloramiento se encuentra debajo del aluvión (apéndice B, plano)

2.2.2.3. METADACITA:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA: Se localiza en la porción central del área, el afloramiento es de forma elongada y orientado norte-sur, seguible a lo largo de 3.5 Kms. aproximada-



FIG. 9 Microfotografía en meta dacita jurásica que muestra un cristal de plagioclasa con textura sigmoidal provocada por deformación dinámica, en una matriz sericítica. x4. XN.

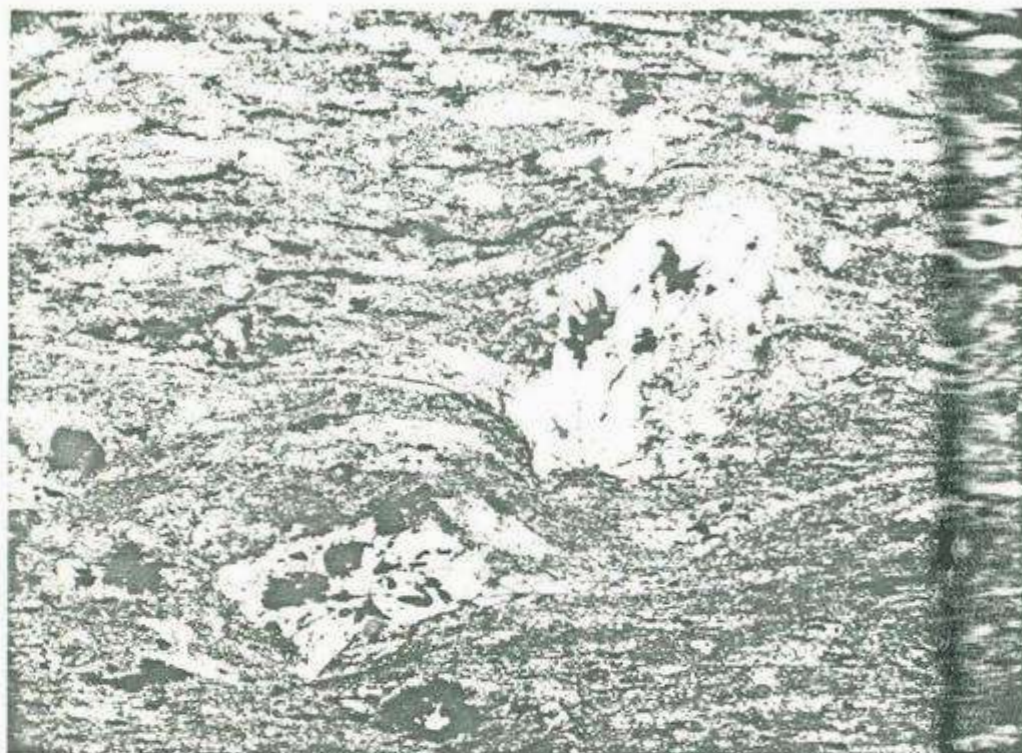


FIG. 10 Microfotografía en meta dacita jurásica que muestra cristales de plagioclasas deformadas con sombras de presión, y alterados en una matriz con abundante sericita. x4. XN.

aproximadamente, con un espesor promedio de 40 mts. Morfológicamente esta unidad forma laderas con pendientes fuertes.

LITOLOGICA: La unidad esta representada por metadacitas de color gris con variaciones a gris oscuro y gris púrpura. Mineralógicamente presenta fenocristales de plagioclasa, feldespato y cuarzo, envueltos en una matriz afanítica de la misma composición y altamente sericitica, mostrando una textura esquistosa, con evidencia de textura porfídica relictas. La deformación en la unidad es más notoria hacia los flancos este y oeste del afloramiento representada por los cristales alterados, fracturados y en las más de las ocasiones rotados, presentando estructura sigmoidal con sombras de presión (fig. 8 y 9). La foliación se mantiene visible a lo largo de todo el afloramiento, presentandose en ocasiones muy densa, dando a la roca un aspecto esquistoso (fig. 11), la actitud general de la foliación es nort-sur, con echados que buzan al oeste en un rango muy variable de 25° a 80°. El rumbo y el echado de la misma, varían drásticamente en pocos metros, presentándose también buzamientos hacia el este, lo que sugiere plegamientos dentro de la unidad.

* La presencia de vetillas de cuarzo + clorita + epidota + ankerita cortando a la foliación, evidencian procesos hidrotermales posteriores a la deformación (apéndice A, muestras: Q-17, 32 y 44).



FIG. 11 Foliación subparalela en la meta dacita jurásica

RELACION ESTRATIGRAFICA: Esta unidad es limitada a ambos lados por fallas inversas de bajo ángulo, que se unen hacia los extremos norte y sur, acuñandola. En el flanco oeste se encuentra cabalgada por el metaconglomerado, mientras que en el flanco este cabalga a la metaarenisca. En la porción norte nuevamente vuelve a aflorar, pero sus dimensiones no permiten registrarla cartográficamente a la escala de nuestro plano geológico. La metadacita es cortada por dos intrusivos en forma de dique, uno de composición monzonítica, otro de composición diorítica de grano fino, ambos con deformación (apéndice B, plano geológico).

2.2.2.4. METAARENISCA:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA: La unidad se localiza en la porción centro-este del área de estudio, al igual que el resto de la secuencia metavolcánosedimentaria, el comportamiento del afloramiento se presenta lenticular, teniendo una longitud mayor de 2500 m. orientando norte-sur, y una longitud menor de 400 m. este-oeste. La expresión morfológica que caracteriza a la unidad, esta representada por una serie de lomas de baja altura y esporádicos cerros aislados con pendientes suaves.

LITOLOGIA: La unidad esta constituida por metaareniscas arcósicas y capas metaconglomeráticas. Esta unidad es fácilmente distinguible en el campo por su color café rojizo, que adquiere por la alteración de minerales de fierro existentes en ella, en

*ocasiones se presenta de color verde por alteración propilítica. Se observan como minerales primarios, plagioclasa feldespato potásico y cuarzo, como minerales secundarios se observan epidota, sericita, clorita y calcita (apéndice A, laminas: Q-18,35,39,40 y 41). Generalmente hacia los contactos con las otras unidades se encuentra una textura semiesquistosa proporcionada por la foliación presente en estas áreas, manteniendo una orientación preferencial norte-sur, con echados, variables de 20° a 80° hacia el oeste (fig. 12). Alteración hidrotermal similar a la presente en las unidades antes descritas, se encuentra dentro de las metaareniscas.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: La unidad al igual que las anteriores, ha sido afectada por procesos comprensivos que provocan el cabalgamiento de la metaarenisca sobre la unidad infrayacente metariodacita, y a su vez, se encuentra sobreyacida por contacto similar por la unidad metadacita. Hacia el suroeste del afloramiento, se encuentra cabalgada por el gneis precámbrico, para finalmente desaparecer en la misma zona debajo de la secuencia volcánica terciaria, hacia el norte la unidad esta cubierta por los depósitos aluviales cuaternarios (apéndice B, plano geológico).geológico).

2.2.2.5. METARIODACITA:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA: La unidad se localiza en la porción centro-este del área de estudio, adquiere una forma elongada e irregular con orientación NNE-SSW, formando crestones escarpados con pendientes fuertes hacia su flanco este, mientras

W



E

FIG. 12 Foliación muy desarroyada en meta arenisca jurásica, a 15 metros al oeste del contacto en que cabalga a la meta riodacita, nótese los echados altos de la foliación.

que hacia su flanco oeste se caracteriza por lomeríos suaves alineados con el mismo rumbo del afloramiento. Se observa un espesor aproximado de 500 m., aunque no se puede tomar como promedio debido a la característica estructural de sus contactos.

* **LITOLOGIA:** La unidad esta representada por metariodacitas, el color de la roca varia de blanco a gris claro con tonalidades rojizas; Mineralógicamente está constituida de cristales de feldespato y cuarzo, alterados y rotados dentro de una matriz cuarzo feldepática con alteración sericitica (fig.13, apéndice A, muestras : Q-7,19,22,33, y 45). Son observables también pseudomorfos de piritas (hematita) diseminados, deformados y siguiendo la foliación. En general todo el afloramiento presenta señales de deformación (fig. 14), mostrando una orientación preferencial de foliación NNE-SSW con echados variables de 20° a 80° hacia el WNW, que le confiere a la roca una textura esquistosa a semiesquistosa, en algunos lugares la foliación de la roca es poco evidente por las intensa silicificación que se presenta.

* La presencia de vetillas de cuarzo y epidota, hematita diseminada y silicificación presentes en la roca, son evidencias de procesos hidrotermales que han afectado a la metariodacita .

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Esta unidad en su flanco oeste se encuentra cabalgada por la metazarenisca, dentro de la

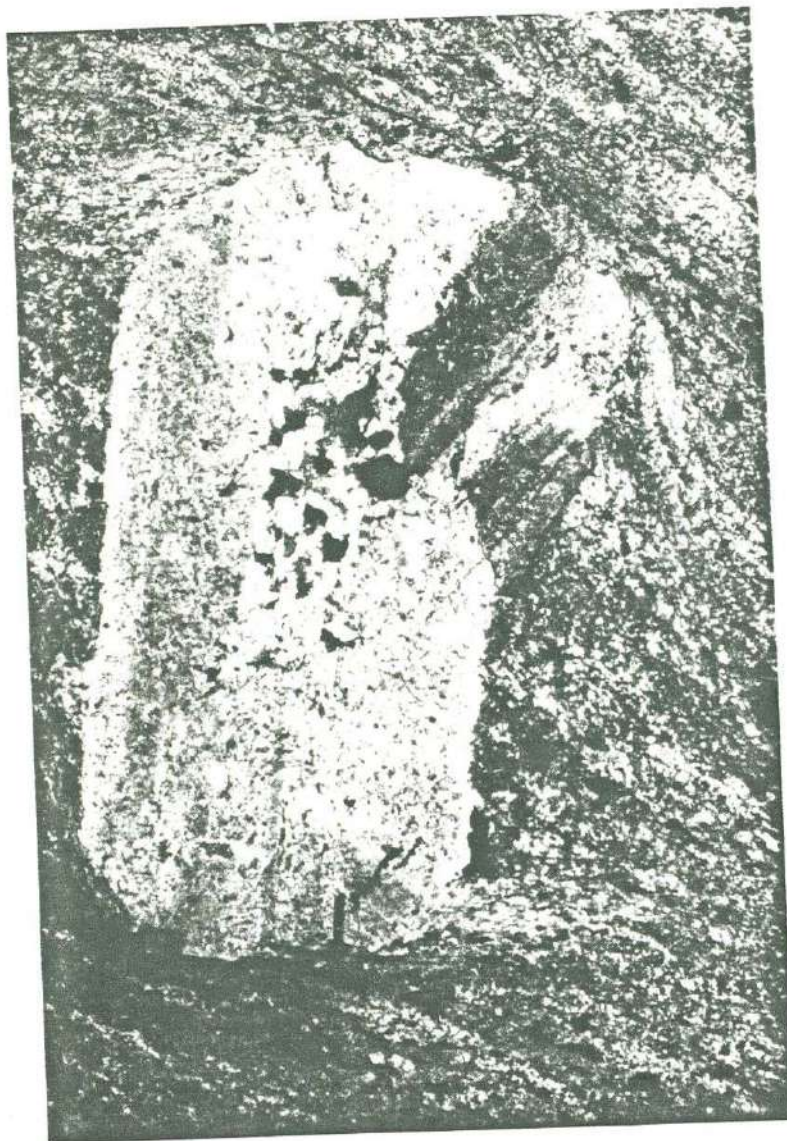


FIG. 13 Microfotografía en meta riódacita que muestra un fenocristal de plagioclasa con rotación y alteración, producto de deformación dinámica, en una matriz con abundante sericita. x4. XN.

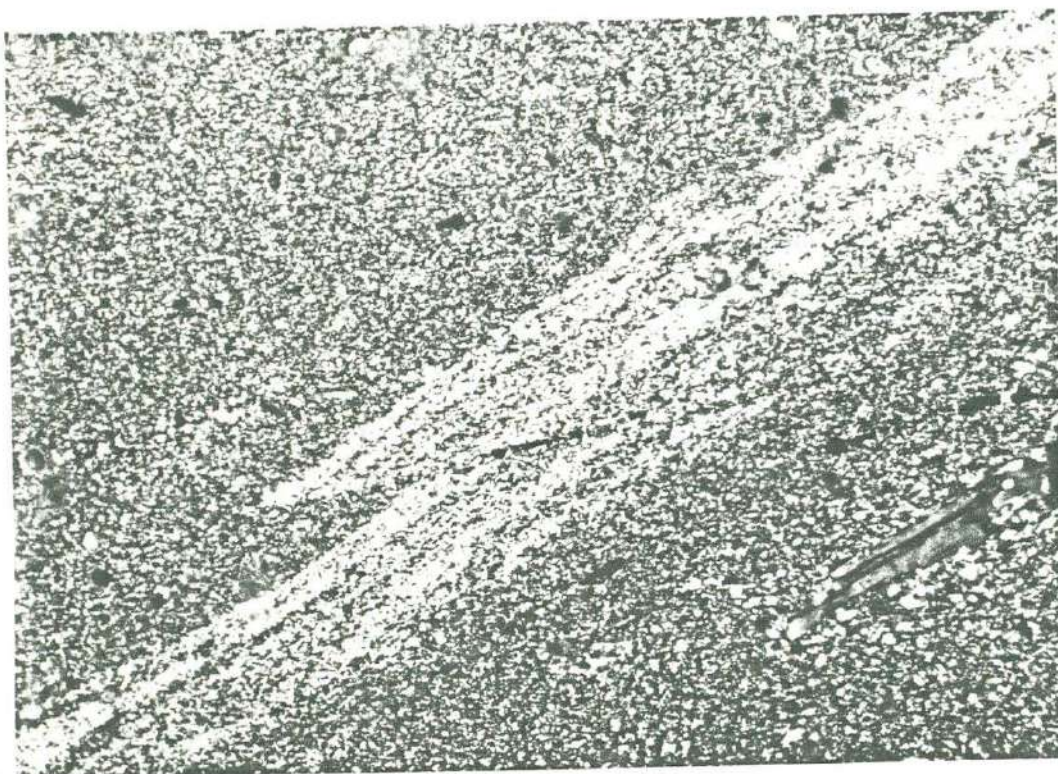


FIG. 14 Microfotografía en meta riodacita jurásica que muestra una falla inversa afectando a la foliación. x4. XN.

metariodacita se presentan pequeños remantes tectónicos de la metaarenisca sumamente alterados y deformados, los cuales no son mapeables a esta escala, pero atestiguan el carácter tectónico de este contactos; En su flanco este esta cabalgando a las metaandesitas (fig. 15), hacia la parte norte del afloramiento, solamente se presenta en una pequeña loma, donde se encuentra en contacto con las tobas de cristales a través de una falla inversa, el resto de la unidad esta cubierta por material aluvial.

Intrusivos dioríticos deformados se encuentran emplazados en la porción central del flanco oeste, en forma de pequeños stock perfectamente diferenciables (apéndice B, plano geológico).

2.2.2.6. TOBA DE CRISTALES:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA: La unidad se presenta mejor expuesta en la porción sureste, localizándose afloramientos de menor importancia hacia el norte del área. La unidad se caracteriza por mostrar una serie de cerros elevados con pendientes suaves en su parte sureste, mientras que en el norte se caracteriza por lomas de poca altura.

LITOLOGIA: La unidad esta representada por tobas de cristales con un color característico amarillo claro con variaciones a gris claro. Mineralógicamente está constituida de cristales de cuarzo,

feldespatos potásicos, plagioclasa y en ocasiones fragmentos líticos, dentro de una matriz cuarzo-feldespática de grano fino, acompañada de sericita, calcita y muy poca epidota, las cuales presentan cierta alineación que le confiere a la roca una incipiente foliación (apéndice A, muestras: Q-10, 20 y 28). En ocasiones es posible observar cristales de cuarzo y feldespato elongados y orientados conforme a la foliación.

Posiblemente a causa de su composición y por estar más retirada de las zonas de deformación compresiva intensa, la deformación en esta unidad no es tan notoria como en el resto de las unidades metavolcánicas sedimentarias, excepto cerca de las zonas de contacto estructural de la parte norte del afloramiento, aunque localmente presenta ciertas zonas de cizalla hacia el oeste.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: La unidad está sobreyacida concordantemente (?) por las metaandesitas las cuales la cruzan de SW a NE, dividiendo a la unidad en dos zonas. Una localizada hacia el norte de la metaandesita y otra hacia el sur de ella. En la parte sur, el flanco oeste está en contacto concordante (?) con las mismas metaandesitas y en su parte este el contacto no se conoce por quedar fuera del área de estudio. Hacia la zona norte, la unidad en su mayor parte se presenta cubierta por depósitos cuaternarios no consolidados, solamente en una pequeña loma es posible observar el contacto con la unidad metariodacita, donde se presenta una zona de cizalla que sugiere el cabalgamiento de esta unidad, en la porción noroeste las tobas de cristales se presentan

en contacto con los cuerpos metagraníticos precámbricos de una manera similar (apéndice B, plano geológico).

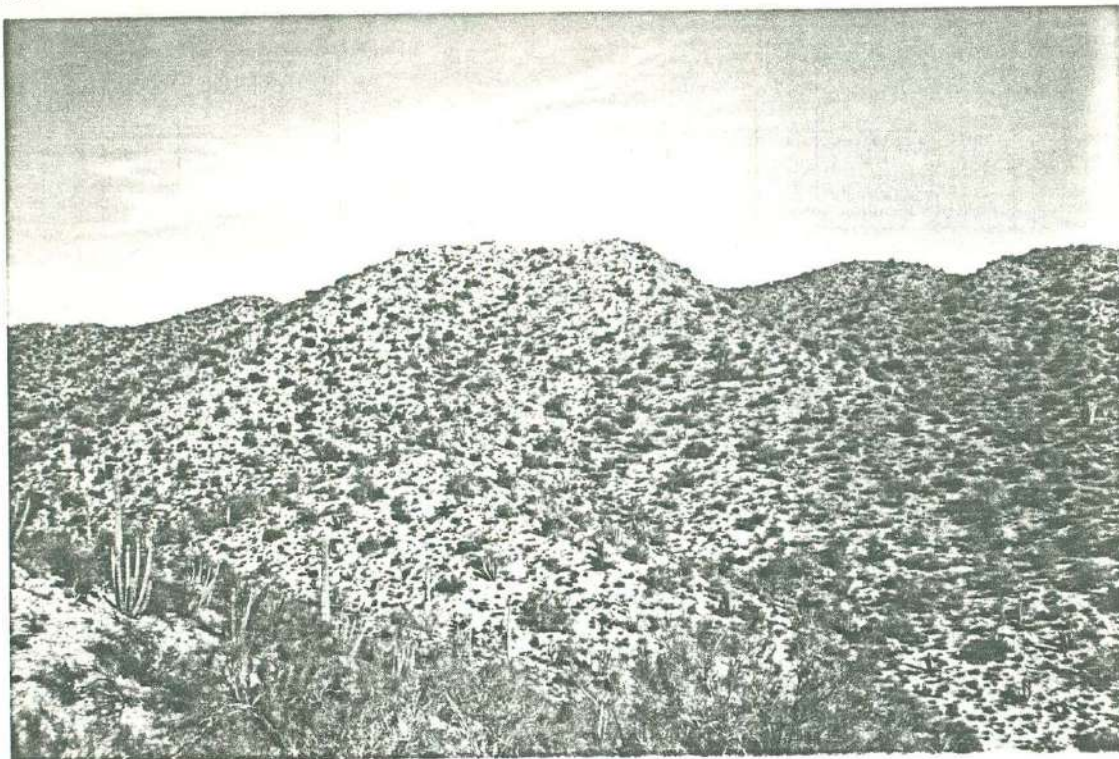
2.2.2.7. METAANDESITA:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA: La unidad se localiza principalmente a lo largo de la porción centro-este del área de estudio, con algunas manifestaciones pequeñas en el norte y noreste. Morfológicamente se caracteriza por constituir partes topográficas elevadas, representada por una serie de cerros con pendientes del orden de los 30° y orientados preferentemente norte - sur.

LITOLOGIA: La unidad esta constituida por rocas metaandesíticas, que se presenta de color verde, con diferentes tonalidades. Mineralógicamente consiste de plagioclasa y muy poco cuarzo como minerales primarios, se presentan también epidota, clorita, sericita, calcita y minerales opacos deformados; La textura que muestra la unidad es porfídica a semiesquistosa (apéndice A muestras : Q-9 y 21). La orientación de la foliación preferentemente es norte-sur y echada al oeste con un rango entre los 40° y 60° de inclinación.

* Vetillas de cuarzo + epidota + ankerita y vetillas de epidota cruzan la foliación, además de observa alteración clorítica distribuida en toda la roca, manifestando procesos hidrotermales posteriores.

a)



b)



FIG. 15 a) Contacto entre meta riodacita sobre meta andesita jurásicas, con plano de falla casi recto.
b) El mismo contacto 1km. mas al norte con pliegues de arrastre (?).

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: En gran parte del flanco oeste, partiendo de la porción central hacia el sur, esta sobreyacida por la metariodacita a través de una cabalgadura, hacia su parte norte sobreyace concordantemente (?) a la unidad toba de cristales, en esta misma zona se presenta afectada por un cuerpo intrusivo de composición diorítica, tobas terciarias la sobreyacen en discordancia, siendo mas clara esta relación en la zona sur del área de estudio (apéndice B, plano geológico).

2.2.2.8. ORIGEN, EDAD Y CORRELACION DE LA SECUENCIA JURASICA:

Debido a las características litológicas presentes en la secuencia, se ha considerado un mismo ambiente de depósito y edad para las unidades expuestas en esta.

La descripción de las rocas metavolcánicas presentes, muestran una variación en composición de dacitas a andesitas. Esta asociación forma partes de rocas ígneas calcoalcalinas generalmente relacionadas con una margen convergente, con fases de vulcanismo continental y creación de arco de islas. La presencia de rocas detríticas ocurren adyacentes a las montañas del cinturón magmático (Corona, 1980; Escarsega, 1990, comunicación personal).

La similitud litológica de las unidades que afloran en Quitovac con las aflorantes en: Sonoyta, Tajitos-Costa Rica,

desarrollo del metamorfismo, es debido a los procesos dinámicos que afectaron a la secuencia. La edad para estas deformaciones es aun discutida (capítulo 3.2.), asignandola tentativamente al Jurásico Medio - Jurásico Tardío e inclusive al Cretácico Inferior (?).

Sierra La Gloria, Cerro Basura, sur y sureste de Caborca, alrededores de Altar, Sierra el Alamo, Sierra Santa Rosa, sugieren la formación de un arco magmático del tipo Andes, el cual se caracteriza por la existencia de una cadena volcánica en la corteza continental, debajo de la cual se subduce la corteza oceánica (fig. 16), similar a lo que ocurre actualmente en el margen suroeste de Sudamérica, que trajo consigo la formación de la cadena montañosa de los Andes.

La distribución regional en Sonora de esta secuencia, corresponde probablemente a la extensión del arco magmático en el margen oeste de Norte América, constituido por una serie de arcos de islas (Dickinson, 1962; Burchfiel y Davis, 1972, en Corona, 1980).

Las rocas jurásicas en el noroeste de Sonora están caracterizadas por un distintivo estilo de deformación que puede ser fácilmente reconocido. La secuencia jurásica en el área de Quitovac está afectada por metamorfismo de bajo a muy bajo grado (esquistos verdes ?). La deformación y metamorfismo son mas evidentes en las cercanías a las fallas de cabalgadura y a medida que se aleja de ellas decrece, creemos por lo tanto que el desarrollo del metamorfismo, es debido a los procesos dinámicos que afectaron a la secuencia. La edad para estas deformaciones es aun discutida (capítulo 3.2.), asignandola tentativamente al Jurásico Medio - Jurásico Tardío e inclusive al Cretácico Inferior (?).



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

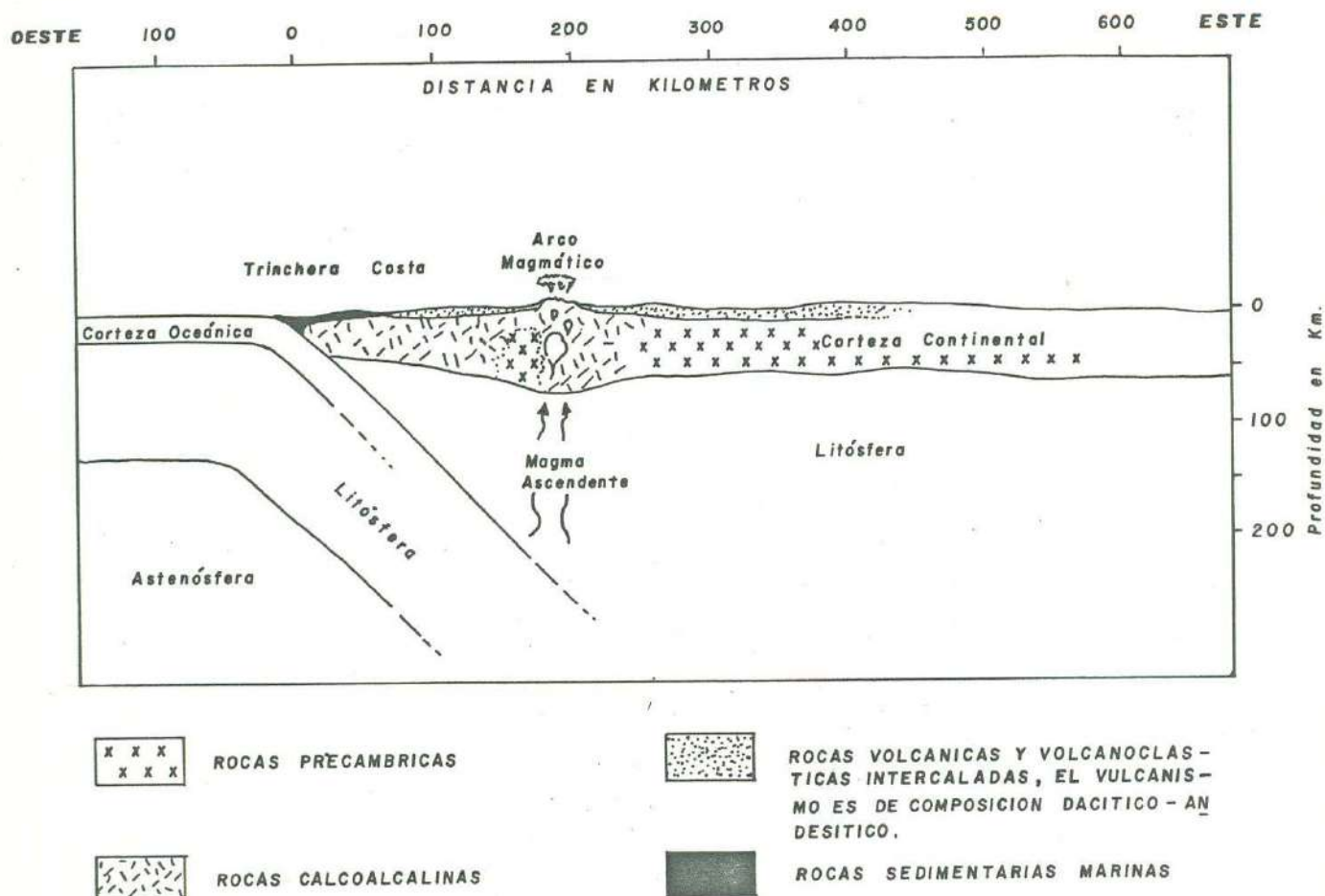


FIG. 16. Margen de placas en el cual las montañas volcánicas están limitadas por una trinchera submarina similar a lo que ocurre en la margen oeste de la cadena montañosa de los Andes, en América del Sur, (modificado de James, 1971) y tomado de Corona (1981).

La ausencia de fósiles y dataciones radiométricas en la secuencia metavolcánosedimentarias de Quitovac no permite establecer una edad absoluta para ella, por lo tanto el único criterio de datación es la correlación con otras unidades geológicas similares. Anderson y Silver (1978), proponen una edad para estas rocas de 180 a 150 m.a., basandose en dataciones de zircones, estableciendo una edad del Jurásico Medio - Jurásico Tardío para rocas similares en el trend de afloramiento NW - SE.

2.2.2.9 METAMONZONITA:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA: Se localiza en la porción central del área de estudio, adquiere una forma elongada que se bifurca hacia el sur. El afloramiento tiene una longitud de 700 m. aproximadamente con un rumbo general norte-sur. Morfológicamente la unidad forma crestones alargados constituyendo prominencias escarpadas.

LITOLOGIA: La unidad esta representada por un cuerpo tabular metamonzonítico de color de gris verde a verde. Mineralógicamente esta constituida por cristales de plagioclasa, con menores cantidades de cuarzo, feldespato y epidota, dentro de una matriz de cuarzo, feldespato y sericita en menor proporción, presentando una textura porfídica relictas. Los minerales en la roca, ocurren alineados y fracturados, mostrando una deformación muy similar a la de las rocas en la que se "emplazo" (fig. 17).

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Mantiene una relación de "emplazamiento" con las unidades que afecta. Como se observa en la parte sur del afloramiento la unidad de bifurca para cortar a las unidades metaconglomerado y metadacita (apéndice B, plano geológico).

GENESIS: El comportamiento tabular de la unidad es muy notorio, cortando tanto al metaconglomerado como a la unidad metadacita. Se originó a partir de diques monzoníticos, los cuales posteriormente sufrieron metamorfismo de bajo grado.

EDAD: El emplazamiento de la unidad es posterior a la formación de la unidades afectadas, pero por la deformación mostrada por los minerales que la constituyen, la metamonzonita debió emplazarse antes del periodo de deformación.

2.2.2.10. DIORITA:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA: Esta unidad se encuentra distribuida en la mayoría de las unidades a manera de diques; en la porción noreste del área, tiene su manifestación más amplia, comportandose como un intrusivo de mayores dimensiones. La morfología de los diques, esta controlada por la existente en las rocas emplazadas, en la porción noreste se comporta como cerros de pendientes altas.

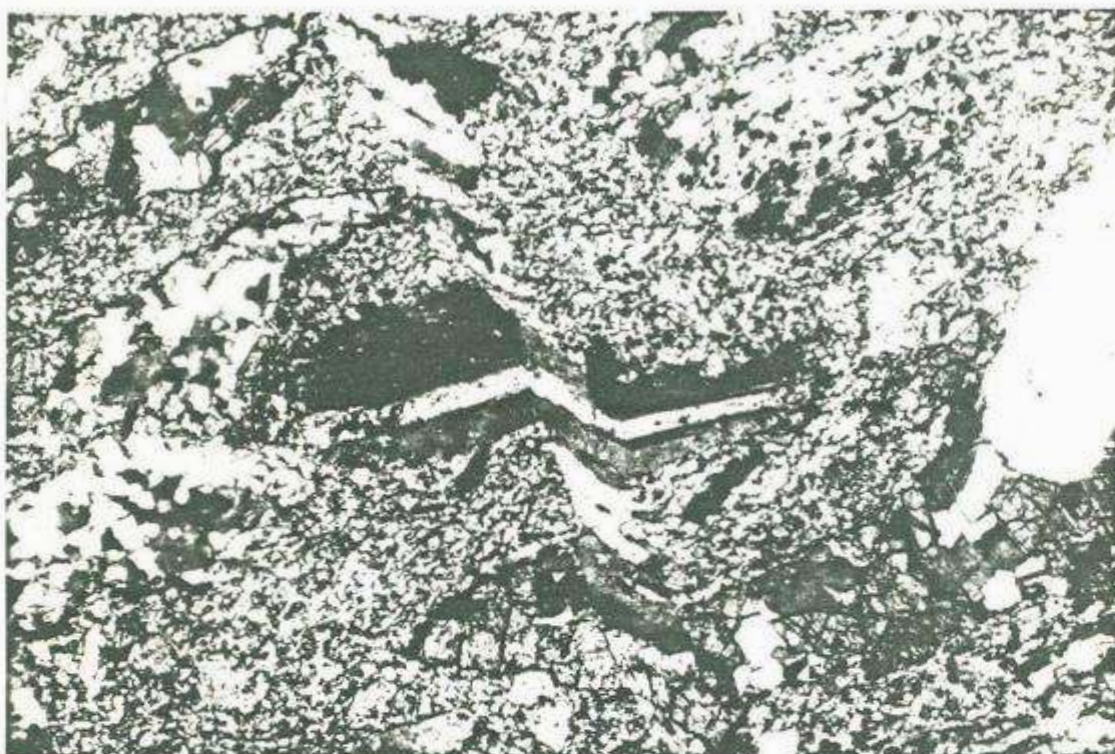


FIG. 17 Microfotografía de meta monzonita; cristalo de plagioclasa deformado, en estructura tipo kink el cristal de epidota en la parte inferior está afectado también por la deformación. se observa en el extremo izquierdo aglomerados de cuarzo microcristalino. x4. XN.

LITOLOGIA: La unidad esta representada por diques andesíticos y cuerpos dioríticos de dimensiones mayores. El color varia de verde claro a verde oscuro, la textura es afanítica en los diques y fanerítica de grano grueso en el intrusivo diorítico, la composición esta determinada por minerales de plagioclasa, feldespato y en menor proporción cuarzo, dentro de una matriz de epidota, sericita y calcita. Es notable la gran alteración que presenta en algunos afloramientos, en donde los cristales de plagioclasa y feldespato son reemplazados por minerales semejantes a los de la matriz.

La existencia de vetillas de epidota, clorita y calcita evidencian la actividad hidrotermal posterior.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Esta unidad intrusiona tanto a las roca precámbricas como a la secuencia jurásica, representada por diques y cuerpos intrusivos dioríticos (apéndice B: plano geológico, fig. 23: sección A-A').

GENESIS: Corresponden a cuerpos intrusivos hipabisales y de cierta profundidad tal como se observa al noroeste del área. La unidad presenta zonas de deformación restringidas, lo que sugiere un origen sincinemático para estos intrusivos.

EDAD Y CORRELACION: Connors y Anderson (1990), mencionan intrusivos jurásicos similares al sureste del área de Quitovac, que pudieran corresponder a estos mismos eventos ígneos.

2.2.3. Terciario:

Esta representado por una serie de rocas volcánicas piroclásticas de composición félsica, con variaciones mineralógicas y texturales.

2.2.3.1. Rocas volcánicas piroclásticas:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA: Esta unidad se hace presente con pequeñas manifestaciones en toda el área de estudio, pero en la porción centro-sur ocurre de manera importante, formando un paquete bien visible en el campo y ocupando una amplia superficie en esta zona, en la que morfológicamente la unidad forma crestones con paredes escarpadas, que en las parte más altas tienden a la vertical, en donde la unidad presenta un basculamiento del orden de los 25° hacia el suroeste (fig. 18 y 18a). Las pequeñas manifestaciones, localizadas en el resto del área forman lomeríos suaves de muy baja altura.

LITOLOGIA: Se ha dividido a esta unidad en dos miembros tomando como base sus diferencias mineralógicas y texturales.

MIEMBRO A).- El color característico es rosa claro con variaciones al amarillo, presentando en ocasiones colores café

rojizo. Los minerales principales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y fragmentos de roca, dentro de una matriz de ceniza, vidrio volcánico, cuarzo, feldespato muy fino y sericita como producto de la alteración, presentando una textura piroclástica (apéndice A, lámina Q-24). Existen bandas intercaladas de tobas líticas, areniscas tobáceas y en menor proporción presentan niveles de aglomerados y tobas de cristales. Las capas se presentan con espesores que varían de 15 a 40 cm, produciendo erosión diferencial en la roca.

Este miembro presenta alteración del tipo solfatárico siguiendo patrones paralelos a la pseudoestratificación, haciéndose más importante hacia el contacto con el Miembro B, donde adquiere un color amarillento la roca (fig. 18).

Hacia la porción centro-este del área, en un afloramiento descubierto por un arroyo, existen dos pequeños horizontes de calizas inetercalados con tobas. La ocurrencia de estas calizas lacustres se han considerado como consecuencia de procesos evaporíticos al momento del depósito de las rocas piroclásticas.

MIEMBRO B).— Se caracteriza por adquirir un color gris con variaciones a café y café-rojizo. Mineralógicamente está formada por plagioclasa y cuarzo en una matriz formada por una pasta de textura perlítica. Presenta horizontes y lentes de vidrio volcánico de color oscuro, así como esferulitas de vidrio en las superficie

de más rápido enfriamiento. En la parte superior se encuentra un paquete ignimbrítico el cual se ha considerado como parte de este mismo miembro (fig. 18).

Tanto el miembro A, como el B, presentan evidencias de procesos epitermales posteriores, indicados por vetillas y pequeñas brechas de sílice calcedónico, drusas de cuarzo y silicificación moderada.

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Sobreyace en discordancia estratigráfica a las unidades precámbricas y a la secuencia metavolcánosedimentaria jurásica. En algunas partes la unidad está en contacto estructural con las rocas más antiguas a través de fallamiento normal (apéndice B, plano geológico).

GENESIS: Esta unidad es de origen piroclástico, que muy probablemente se haya depositado en medios húmedos y/o acuosos. La evidencia de ello, es la presencia de calizas lacustres, la formación de niveles esferulíticos y la pseudoestratificación presente en la unidad.

EDAD Y CORRELACION: Esta unidad corresponde al Terciario Superior (Oligoceno - Mioceno), ligada a los eventos del vulcanismo ignimbrítico que dieron lugar a la formación de la Sierra Madre Occidental, descritas por Mc Dowell y Clabugh (en Geología de la República Mexicana, S.P.P., 1982).

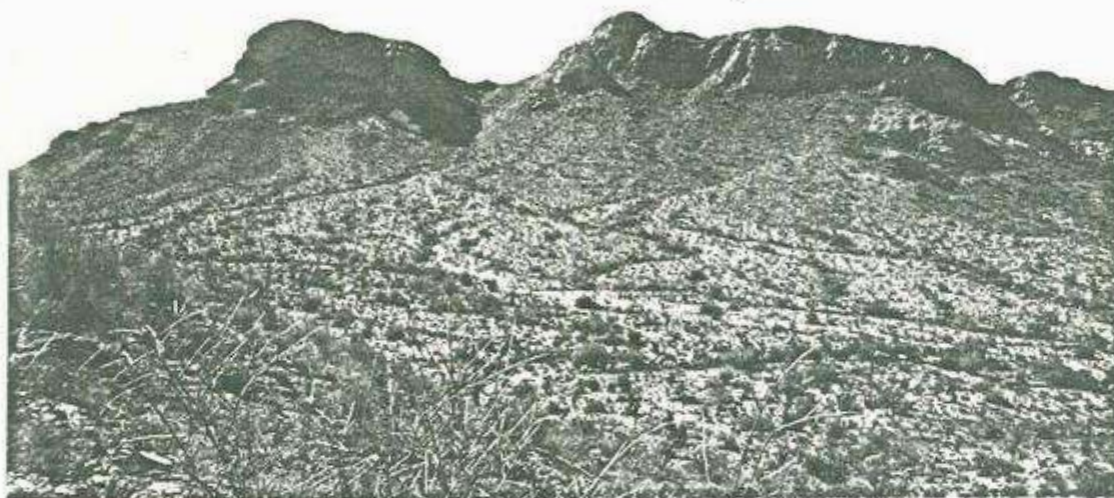
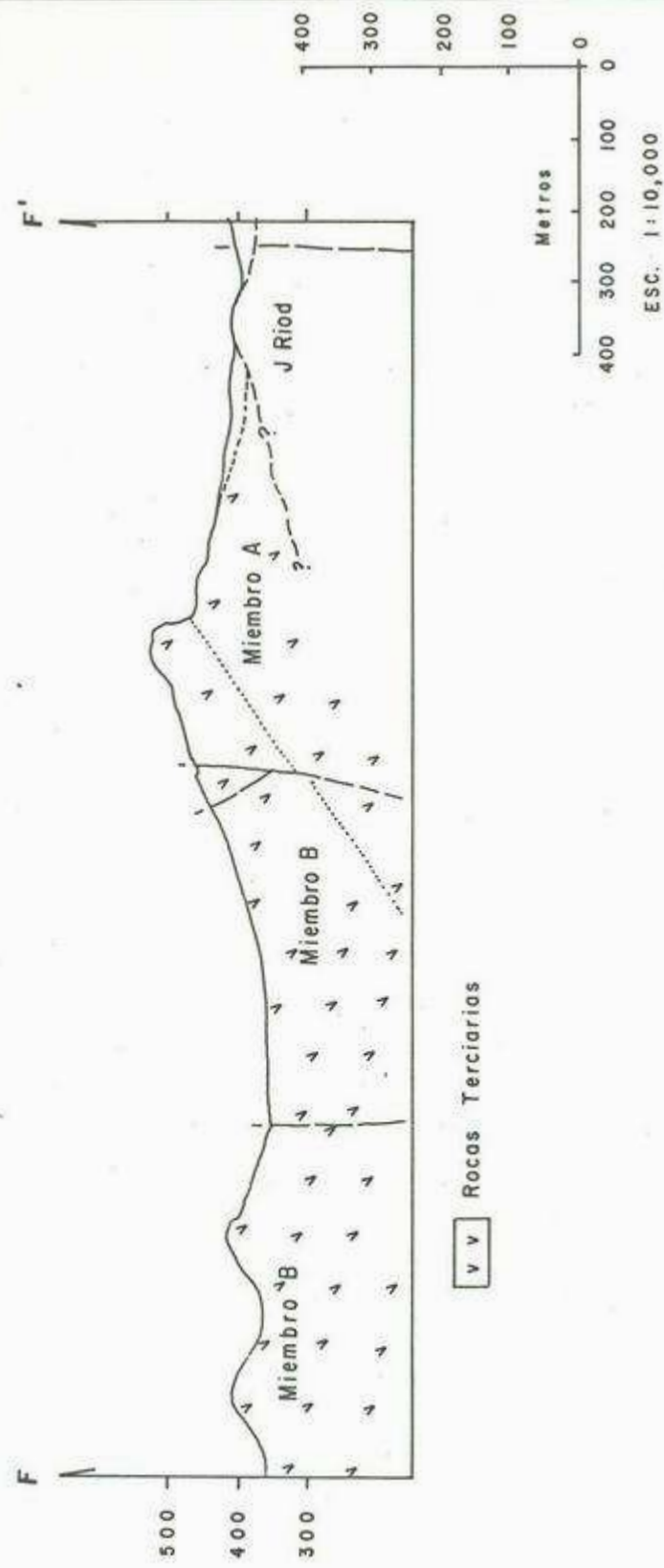


FIG. 18 Rocas volcánicas terciarias, al sur del área de estudio, reposan en discordancia sobre las secuencias jurásica y precámbrica. Fotografía tomada viendo al sur.



UNIVERSIDAD DE SONORA

FIG. 18 a

TESIS PROFESIONAL: G. CAUDILLO S./L.F. OVIEDO

Marzo - 1990

2.2.4. CUATERNARIO:

ALUVION, ARENISCAS Y GRAVAS SEMICOMPACTADAS:

LOCALIZACION, EXTENSION Y MORFOLOGIA: Se localizan distribuido en la mayor parte del área de estudio, ocupando una extensión importante, de aproximadamente 30 a 35% de la superficie total, morfológicamente forman valles y lomeríos muy suaves.

LITOLOGIA: Las gravas y arenas semiconsolidadas son más antiguas que los depósitos de aluvión, las gravas contienen clastos de diferentes rocas, en una matriz arenosa con carbonatos como cementante. Las areniscas tienen una composición muy heterogénea, generalmente con granos de cuarzo redondeados a subredondeados en una matriz de arcilla y carbonatos. Se presenta semicompactadas en horizontes de 20 a 30 cm., con un basculamiento muy suave del orden de los 15°. Los depósitos aluviales incluyen también a los edílicos, eluviales y coluviones, registrados en algunas partes del área. Está constituido por clastos, arenas y arcillas que varían en composición de acuerdo a la cercanía de las distintas unidades que lo constituyen.

En el pueblo de Quitovac se localiza una paloe laguna con restos de mamuts y herramientas líticas, cuya edad es de 15 000 a 20 000 años (Rodríguez, F. y Araux, E., 1990, comunicación personal).

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS: Cubre a las unidades anteriores de manera discordante (apéndice B, plano geológico).

GENESIS: El origen de estos sedimentos es puramente detrítico por denudación de las rocas preexistentes, depositándose en las partes topográficamente más bajas.

EDAD: Abarca el periodo Cuaternario.

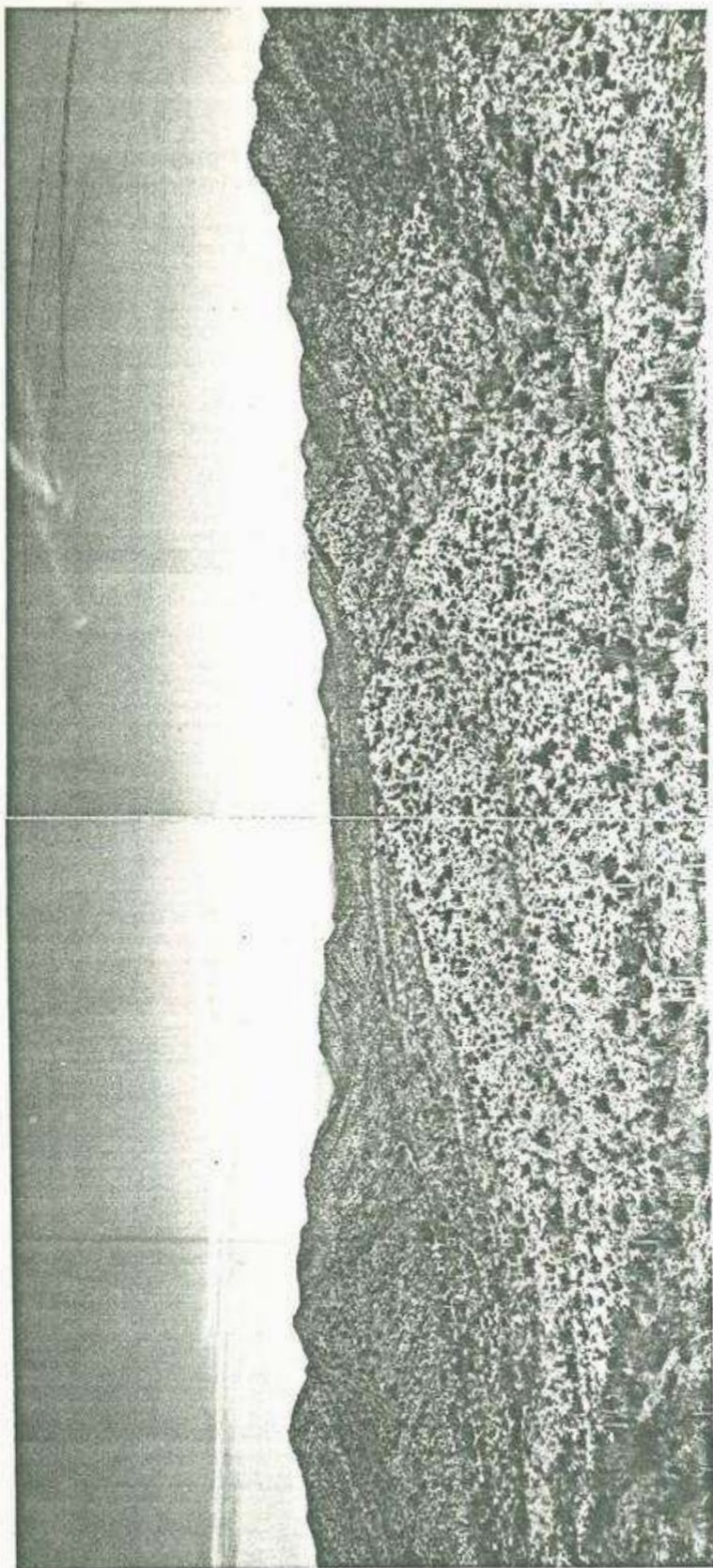


FIG. 19 Panorámica del área. tomada viendo al norte, donde se observa de oeste a este: ortogneis Pe, meta conglomerado Jr, meta arenisca Jr, meta riolacita Jr. y - meta andesita Jr, todos los contactos son cabalgaduras que vergen al este.



3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL:

El comportamiento estructural del área de

Quitovac es complejo, donde el principal rasgo estructural observado es el cabalgamiento de una secuencia precámbrica sobre una secuencia jurásica.

3.1 ESTRUCTURAS OBSERVADAS:

Las rocas implicadas en el proceso deformacional presentan: fallamiento inverso de bajo ángulo (cabalgaduras) foliaciones, pliegues y fallas de alto ángulo. Las cabalgaduras, foliaciones y plegamientos se hacen presentes en las secuencias precámbricas y jurásicas. Las fallas de alto ángulo se encuentran distribuidas en toda el área de estudio afectando al Precámbrico, Jurásico y Terciario.

3.1.1 FALLAS INVERSAS DE BAJO ANGULO (CABALGAMIENTOS):

Estas estructuras se localizan principalmente en la parte central del área de estudio, sensiblemente orientadas norte - sur.

Siete fallas inversas de bajo ángulo se registran en Quitovac, la más importante es la que pone en contacto al Precámbrico sobre la secuencia jurásica. El contacto esta representado por una intensa zona de cizalla con espesor de centímetros a varias decenas de metros, acompañados de estructuras miloníticas (fig. 20).

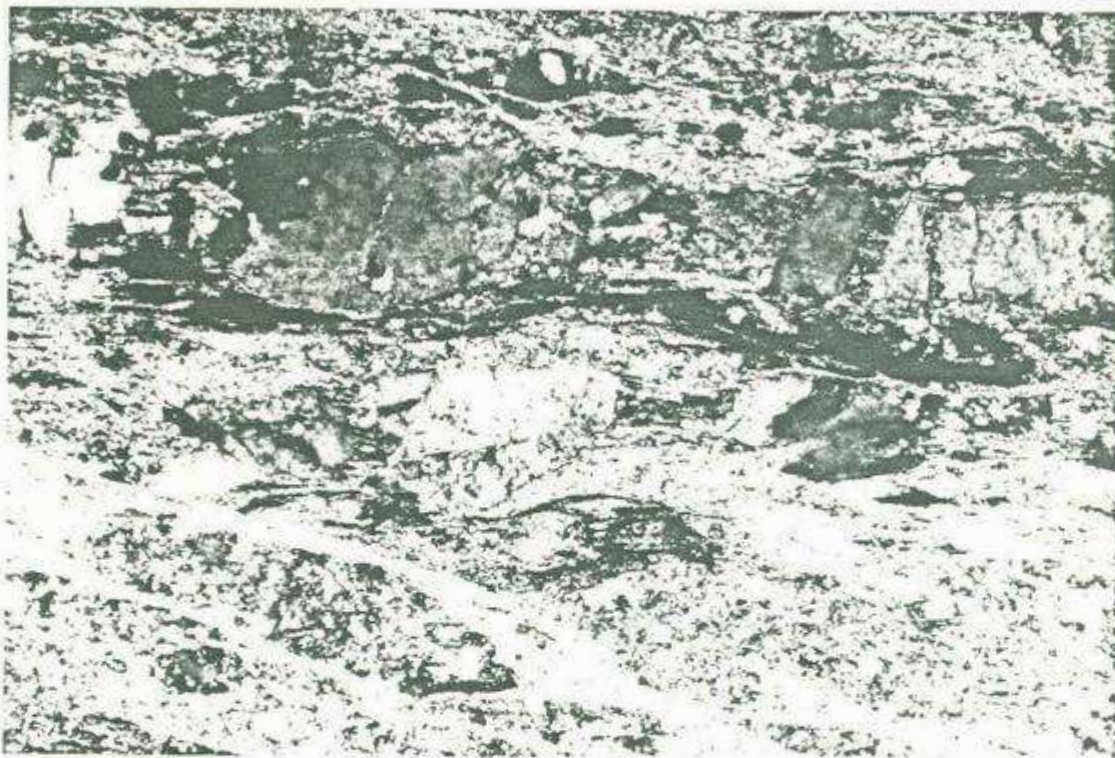


FIG. 20 Microfotografía: Blastomilonita con cristales de cuarzo elongados y fracturados dentro de una matriz de cuarzo-sericita. Esta roca proviene del gneis cuarzo-feldespático, a unos metros de la falla principal.

Seis cabalgaduras se encuentran dentro de la secuencia jurásica, cuatro desarrolladas en los planos de contacto entre unidades de esta secuencia (apéndice B: fig.22), y dos más representadas por "astillas" tectónicas.

En el área de Quitovac los planos de las cabalgaduras son de echados altos en superficie, pero a profundidad se horizontalizan, presentando ondulaciones suaves y pliegues de arrastre a lo largo de ellos (información proporcionada por la compañía Servicios Industriales Peñoles, S.A. de C.V.).

El estilo deformacional observado en las zonas de fallamiento, muestra un comportamiento dúctil de las rocas Precámbricas y Jurásicas, representado por zonas miloníticas e intensas zonas de cizalla, se observan también zonas cataclásticas que indican un comportamiento mas frágil de las mismas.

Fallas antitéticas orientadas NW-SE, con vergencia hacia el SW, se observan en la zona de minas (tajo San Cristobal), como manifestaciones secundarias provocadas por la falla principal (fig. 22, apéndice B: plano geológico).

Astillas (slivers) de gneis precámbrico milonitizado (apéndice A, muestras: Q-51 y 52), entre 60 y 100 mts. de longitud con un ancho promedio de 15 mts., fueron transportados por fallas inversas hasta la secuencia jurásica, localizándose dentro de las



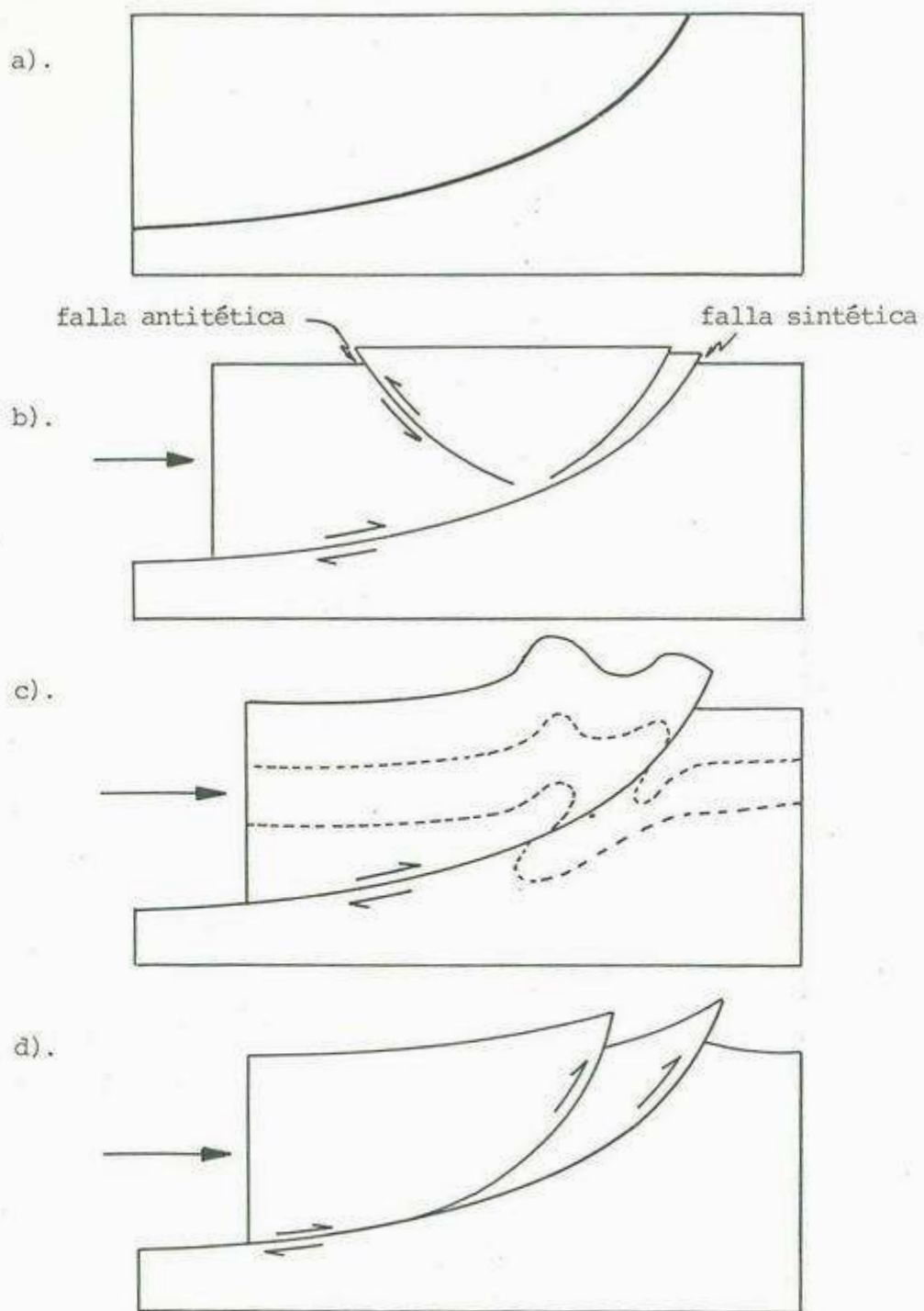


Fig. 22 Esquema mostrando los tipos de complicaciones que se producen con una falla inversa cuyo buzamiento se torna vertical hacia arriba. Tomado de Mattawer, 1976.

unidades metadacita y metaarenisca , El proceso estructural implicado en este movimiento, no es claro aún para los autores de este trabajo.

Se presentan remanentes tectónicos (klippes), del metagranito precámbrico (apéndice A: muestra Q-30) sobre rocas jurásicas, otros remanentes tectónicos de metaareniscas en las metariodacitas, ponen de manifiesto el carácter estructural de los contactos entre las rocas implicadas (apéndice B: plano geológico, fig.23 sección A-A').

3.1.2. FALLAS DE RUMBO Y NORMALES:

3.1.2.1. FALLAS DE RUMBO:

Estas fallas tienen un rumbo general NE-SW, con un desplazamiento sinistral, relacionadas posiblemente al evento deformacional compresivo, se localizan principalmente en la parte central del área de estudio, afectando a las unidades precámbricas y jurásicas (apéndice B, plano geológico).

3.1.2.2. FALLAS NORMALES:

El rumbo preferencial de este fallamiento es NW-SE, presentándose ocasionalmente N-S y E-W, afectan a las rocas del Precámbrico al Terciario (apéndice B, plano geológico). Se asocia este fallamiento a aquel que dio lugar a la provincia de Sierras y Valles Paralelos.

3.1.3 FOLIACION:

La foliación ocurre tanto en las rocas precámbricas como jurásicas, siendo mas evidente hacia las zonas de cabalgamiento y decreciendo al alejarse de estas, razón por la cual no hay datos de foliaciones en los extremos este y oeste del área de estudio (apéndice B, plano geológico).

3.1.3.1 FOLIACIONES EN LAS SECUENCIAS PRECAMBRICAS:

En las rocas precámbricas se obtuvieron un total de 401 datos de foliaciones, representando sus polos en las figuras 24 y 25. Como anteriormente se mencionó la secuencia precámbrica esta constituida por ortogneis y esquisto. EL gneis tiene una foliación con un rumbo general de NE 70° SW y echados entre los 25° y 75° predominantemente al NW (fig. 24). En la porción noreste del afloramiento, la roca tiene una textura cataclástica, solamente en zonas restringidas se presenta una foliación incipiente. El esquisto en su parte sur presenta una foliación promedio de NE 10° SW y en su parte norte NE 75° SW, con echados entre los 15 y 60° al NW predominantemente (fig. 25).

3.1.3.2. FOLIACION DE LA SECUENCIA JURASICA:

Dentro de la secuencia jurásica, se obtuvieron 213 datos de foliaciones, promediando un rumbo general de foliación norte-sur, con echados variables entre los 25° y 85° tanto al este como al oeste (fig. 26). La foliación en la secuencia jurásica varían dentro de las unidades en que se presenta, siendo mas evidente en las cercanías a las fallas de cabalgadura y menos notoria al alejarse de ellas. La foliación de la secuencia jurásica

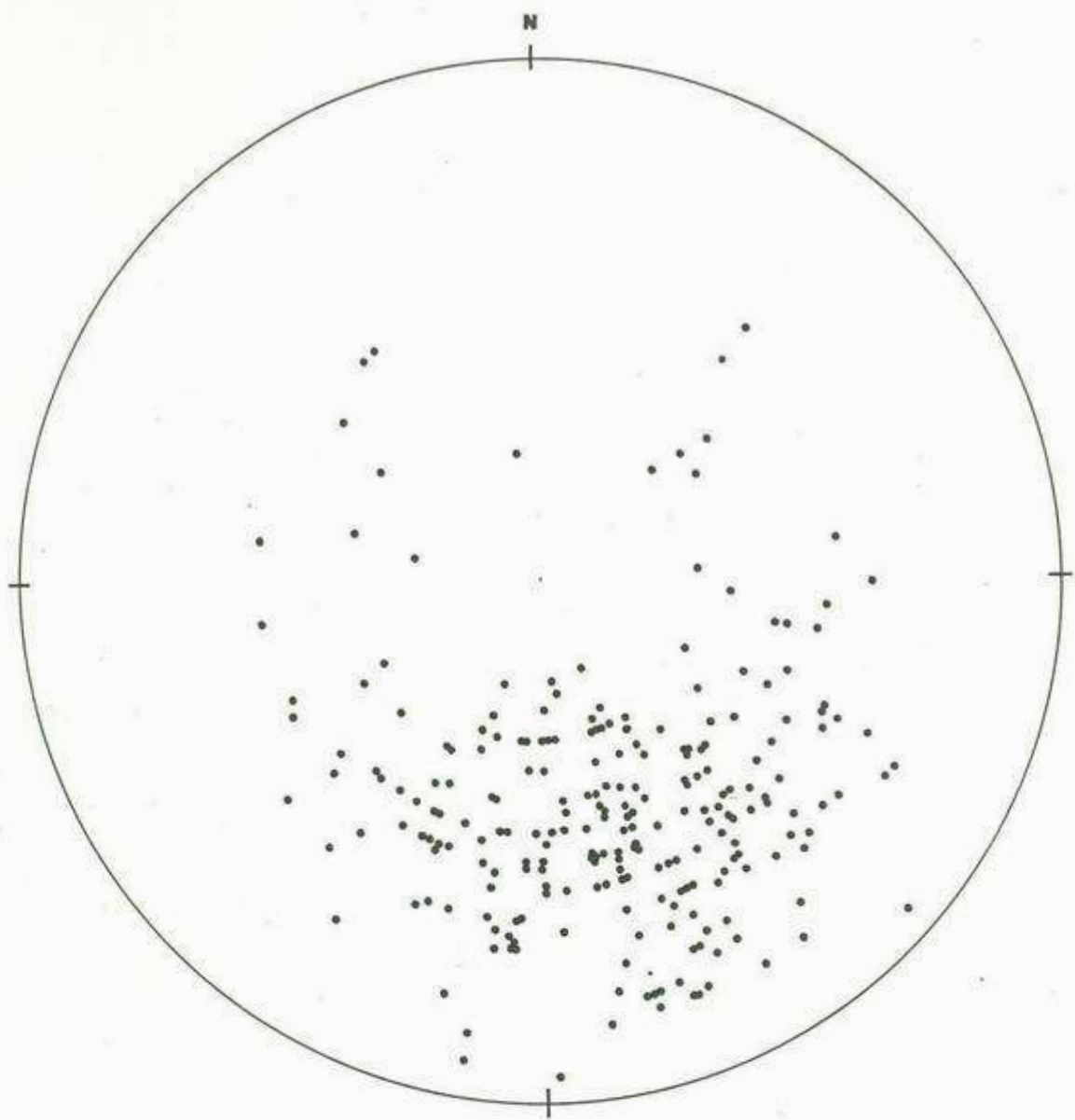


FIG.24 Proyecciones de polos de foliaciones en el gneis precámbrico

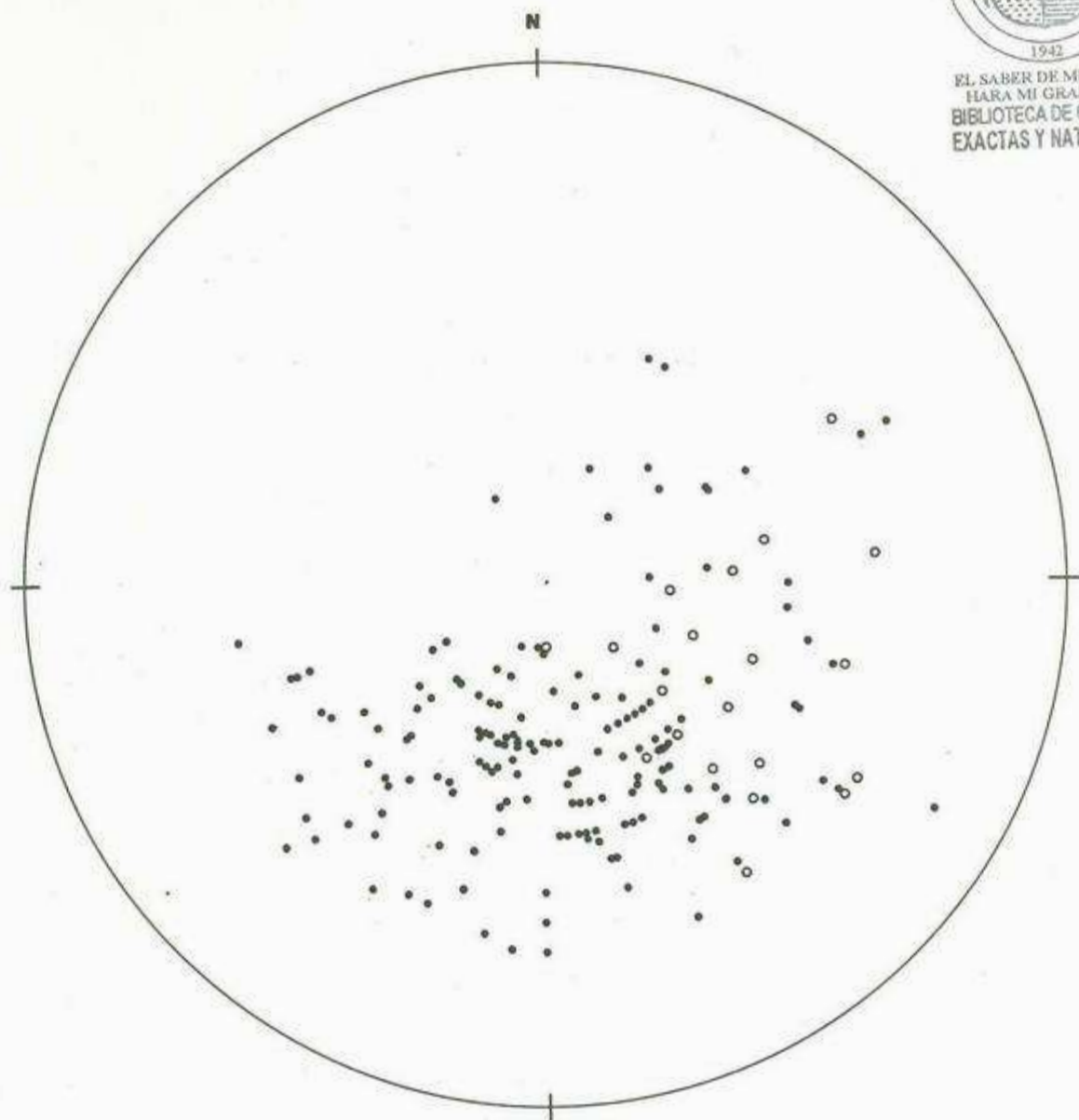


FIG. 25. Proyecciones de polos de foliaciones de la unidad
Esquistos precámbrico.

- Zona Sur
- Zona Norte

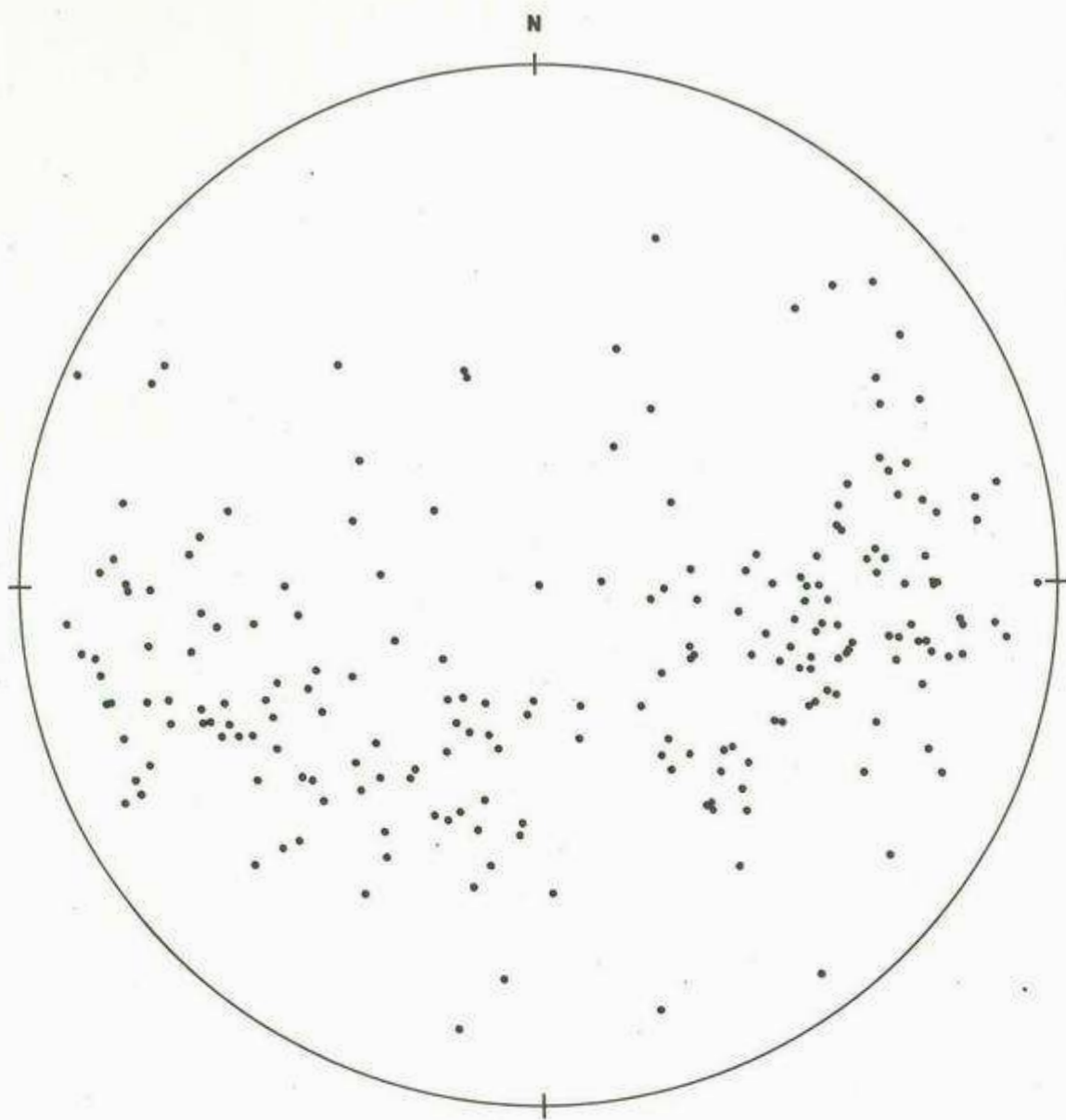


FIG. 26.Proyecciones de polos de foliaciones de la secuencia jurásica.



EL SEÑOR DE LOS REYES
FACULTAD DE CIENCIAS
Escuela de Geología
Departamento de Geología
BIBLIOTECA

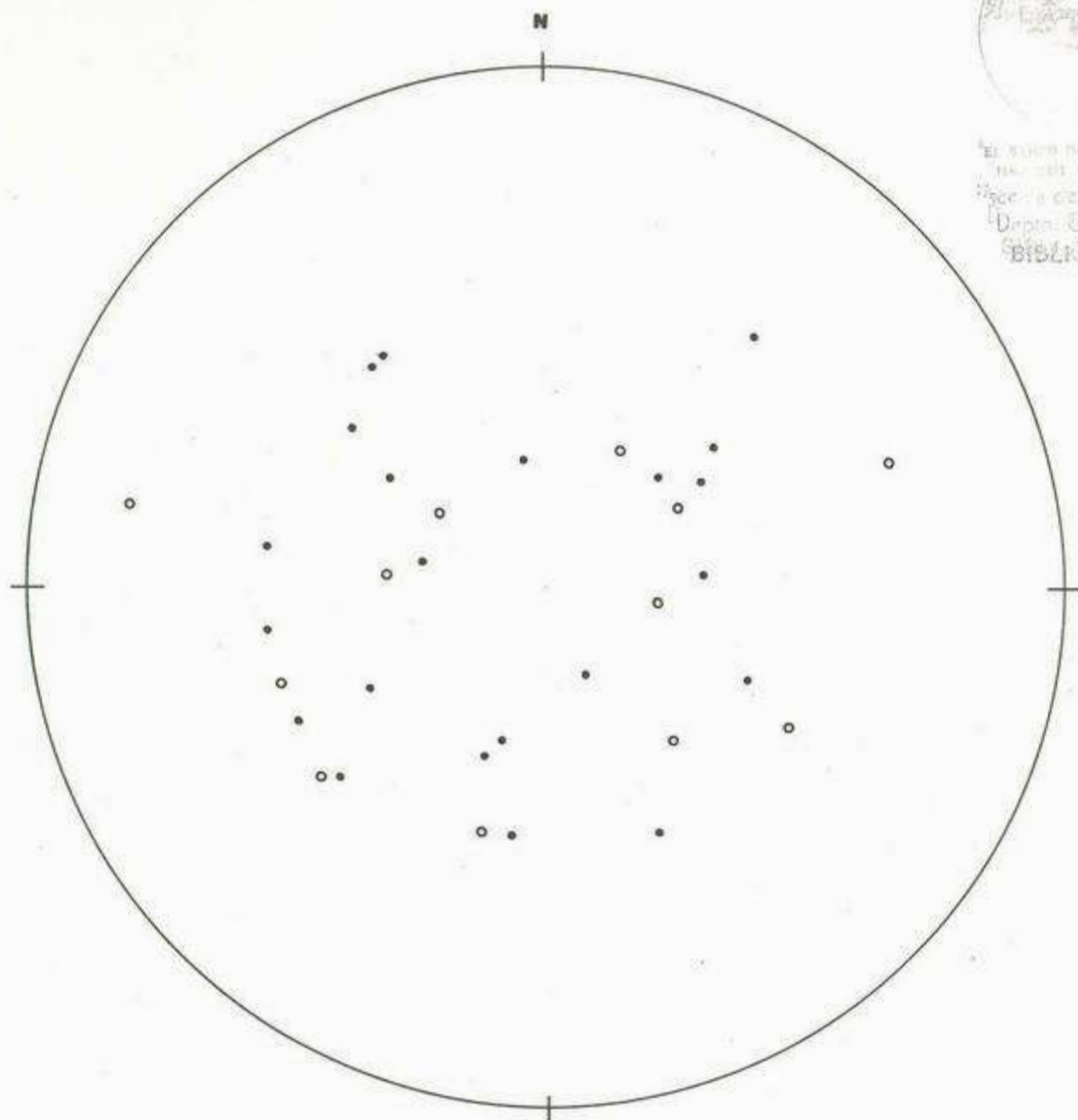


FIG.27.- Foliaciones sobre la traza de la falla que pone en contacto las rocas Precámbricas sobre las rocas Jurásicas

- rocas precámbricas
- rocas jurásicas

varian dentro de las unidades en que se presenta, siendo mas evidente en las cercanías a las fallas de cabalgadura y menos notoria al alejarse de ellas. La foliación de la secuencia jurásica es subparalela a las fallas de cabalgadura, y difiere en rumbo e inclinación de las foliaciones promedio de la secuencia precámbrica (figs. 24, 25 y 26).

3.1.3.3. FOLIACIONES SOBRE LA TRAZA DE LA FALLA PRINCIPAL:

EL rumbo de las foliaciones en la traza de la falla, están orientadas principalmente norte-sur, con echados variables entre los 15° y 70° hacia el oeste y este. Sobre la traza se tomaron un total de 34 mediciones de foliación, representando sus polos en la fig. 27.

3.1.4. LINEACIONES:

Se obtuvieron datos de lineaciones en la parte centro y sur del área de estudio, dentro de los gneis miloníticos y metadacitas principalmente, obteniendo un pitch que oscila entre 240° y 290° y un plunge entre 15° y 40° . EL número de datos de lineaciones son insuficientes para tomarlos como promedios en el área.

3.1.5. PLIEGUES:

Se describirán brevemente el tipo de plegamiento encontrado en el área, en donde el cambio de rumbo e inclinación de buzamiento de las foliaciones ha sido la guía para diferenciarlos.

3.1.5.1. MICROPLIEGUES Y CRENULACIONES:

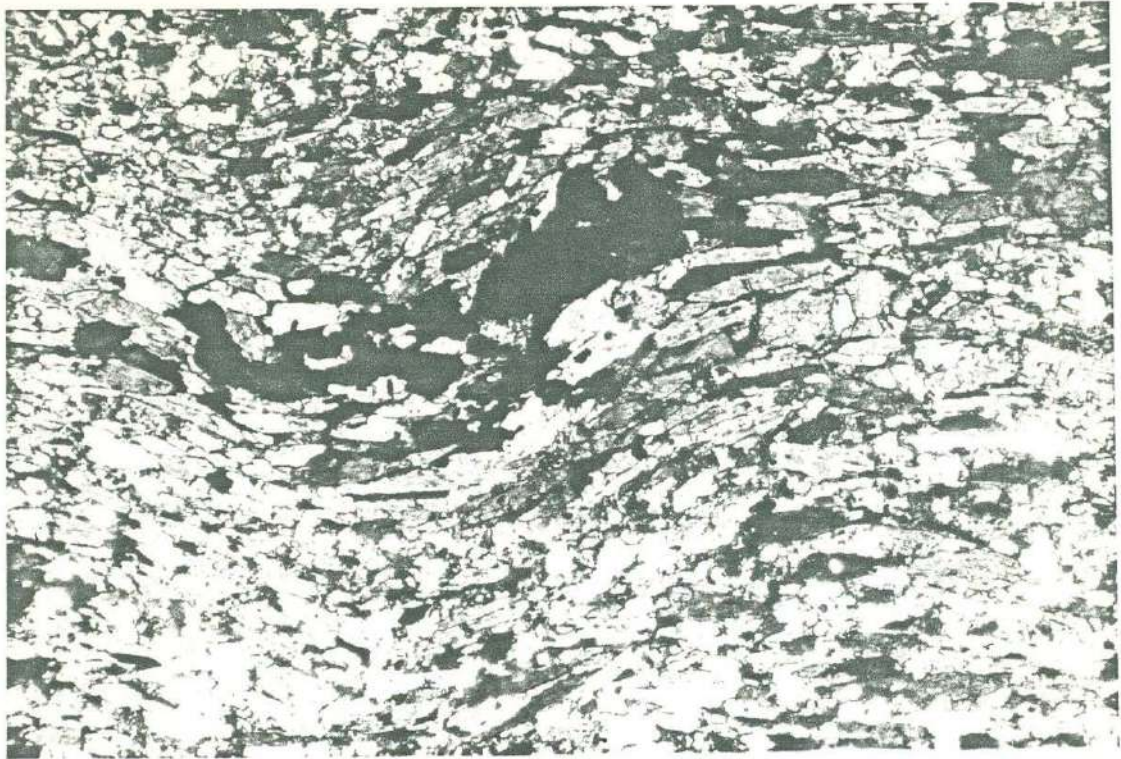
Este tipo de plegamiento es característico en el esquisto precámbrico (fig. 28), y en la filonita jurásica. En el esquisto se encuentran micropliegues del tipo chevrón deformando a bandas de cuarzo y micas. Las crenulaciones son típicas del esquisto de cuarzo-muscovita, localizado a 350 m. al norte de la zona de minas. Pliegues ptigmáticos deformando bandas de cuarzo y turmalina están presentes dentro del esquisto cuarzo-turmalina. Estos últimos esquistos pertenecen a la unidad Esquistos precámbricos. En la roca filonítica jurásica son comunes los micropliegues y crenulaciones, generalmente cercano a la falla inversa de bajo ángulo. Datos proporcionados por la Compañía Servicios Industriales Peñoles, S.A. de C.V. indican que este tipo de plegamiento es persistente a profundidad sobre la traza de cabalgadura Precámbrico sobre Jurásico.

3.1.5.2. OTROS TIPO DE PLIEGUES:

Son comunes pliegues isoclinales inclinados, volcados y recostados, localizados dentro de las secuencias precámbrica y jurásica.

En la zona de minas (tajo San Cristobal) se observan pliegues isopacos disarmónicos (fig. 29), deformando a los esquistos precámbricos, estas mismas estructuras se encuentran al sur del afloramiento de la metaarenisca.

a)



b)

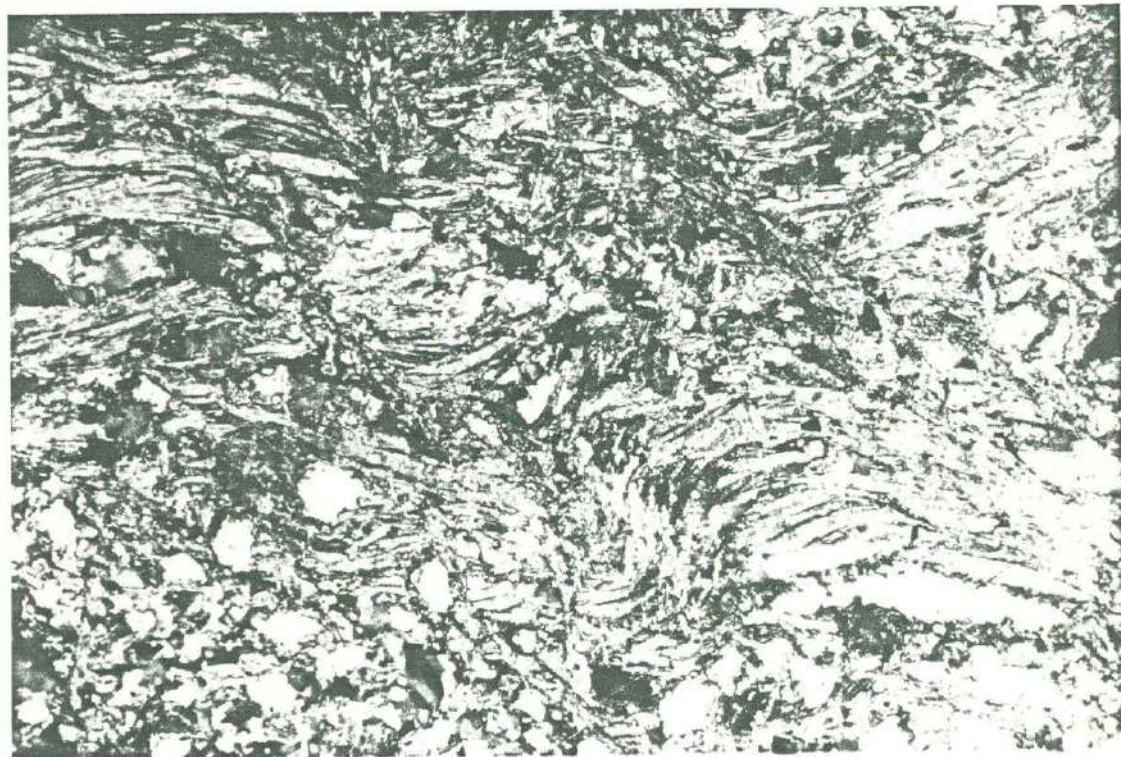


FIG. 28 Microfotografía que muestra crenulaciones en esquistos de biotita-cuarzo y muscovita-cuarzo del precámbrico - en b) se aprecia esquistocidad 1 y esquistocidad 2.

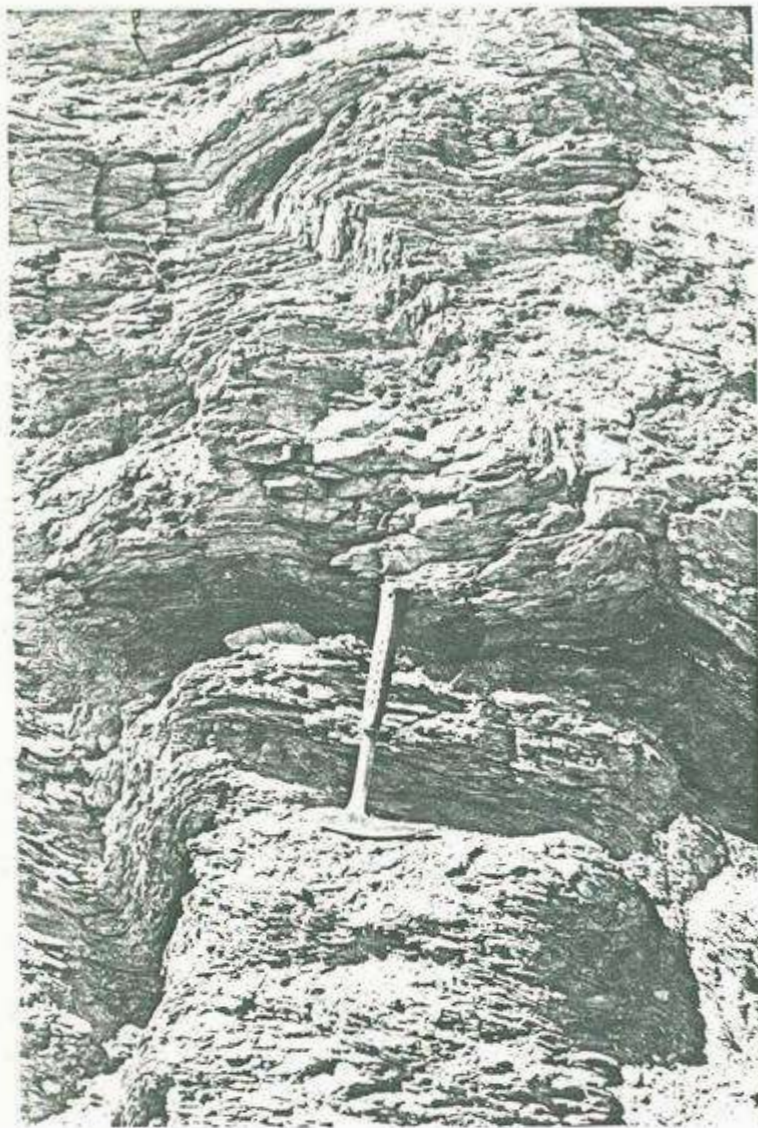


FIG. 29 Plegamiento isopaco disarmónico en esquistos precámbricos, Tajo principal (San Cristobal),

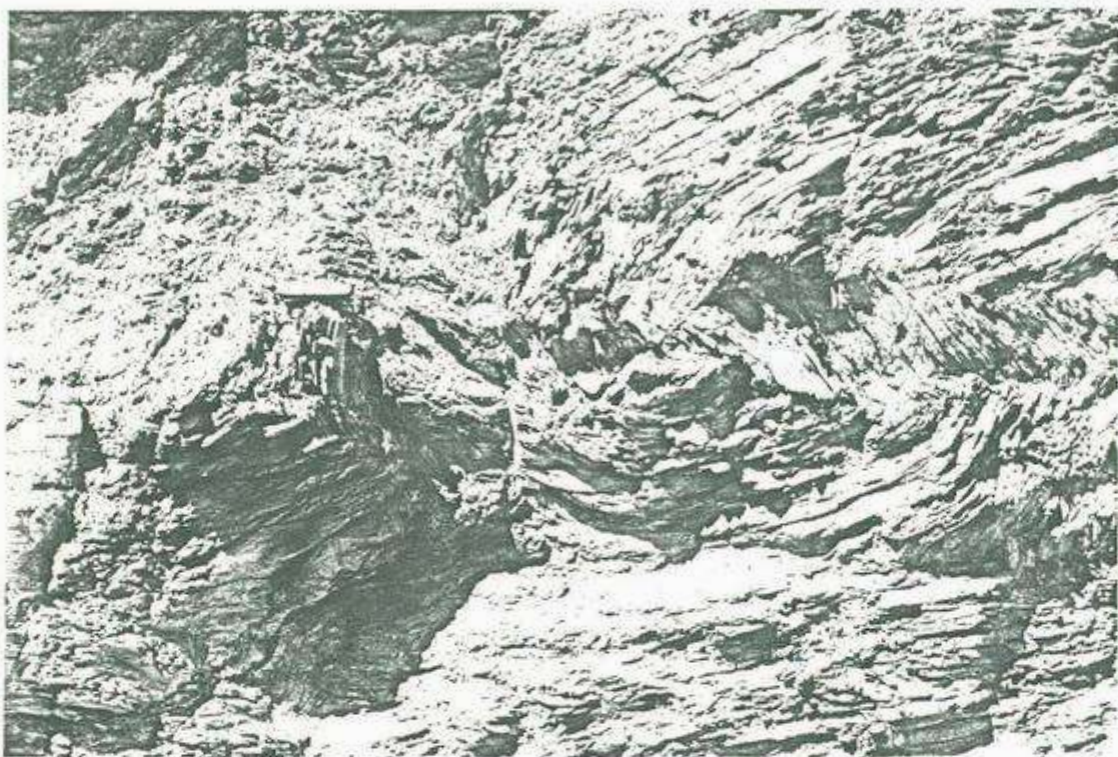


FIG. 29 Continuación.

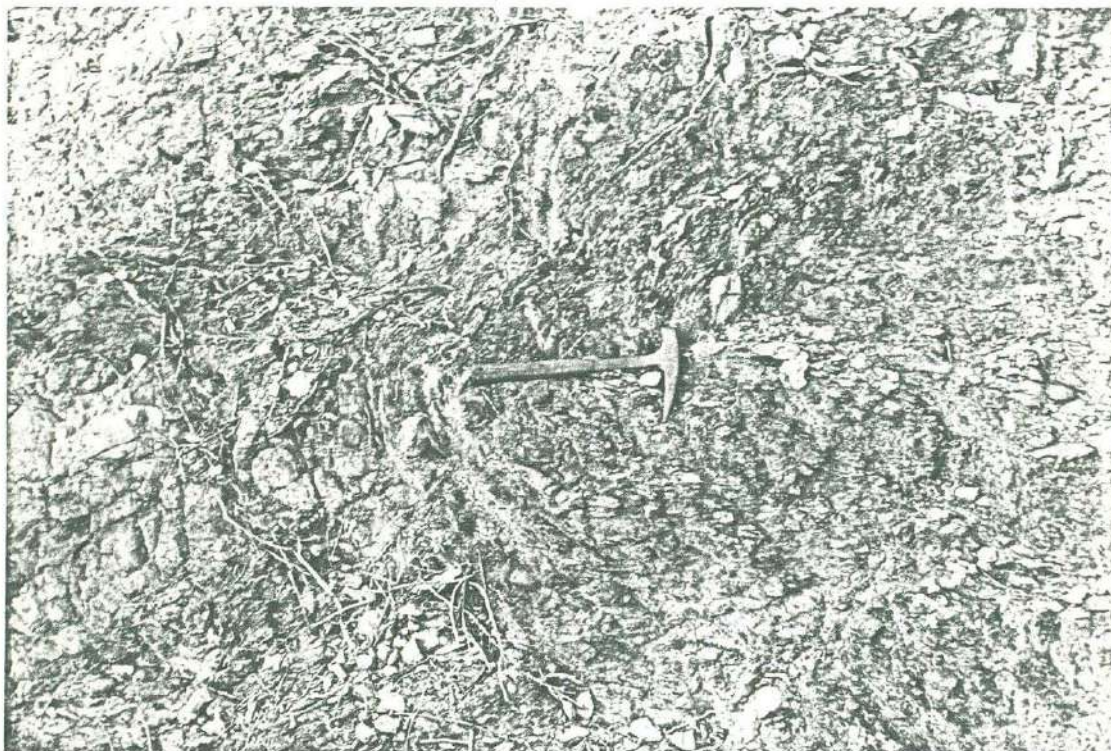


FIG. 30 Pliegue recostado en la unidad meta conglomerado Jr al sur del afloramiento.

En el metacoglomerado, al sur del área, se pueden observar pliegues recostados cercanos al contacto con los gneis.

En la metadacita se observan pliegues cerrados del tipo chevrón, difícilmente distinguibles (fig. 10).

En la porción centro-este del área, en la unidad metaarenisca y metariodacita se han inferido antiformas y sinformes, basandose en los rumbos y echados de las foliaciones, los ejes de estos pliegues generalmente se presentan N-S y NW-SE. este tipo de estructura abiertas también están presentes en el gneis, siendo mas difícil reconocerlas.

3.2 EVENTOS DE DEFORMACION LOCALES Y REGIONALES:

Las características estructurales del área de Quitovac, norte y noroeste de Sonora y suroeste de Arizona, están resumidas en la tabla comparativa de eventos de deformación regional que a continuación se presenta:

3.2 - TABLA COMPARATIVA DE EVENTOS DE DEFORMACION: LOCAL Y REGIONALES

EVENTO	EDAD	LOCALIZADAS EN :	CARACTERISTICAS
OROGENIA NEVADIANA	Jr tardío - K temprano	Baja California (San Andrés - Cedros), Sonora (Cucúpe - Sinoquipe). RAMEIN (1978, 1982)	ROCAS JURASICAS PLEGADAS (PLIEGUES ISOCLINALES) CON Ejes ORIENTADOS NNW-SSE LAS ROCAS VOLCANICAS Y VOLCANOCLASTICAS PRESENTAN UN LIGERO METAMORFISMO DE BAJO GRADO (FACIES ESQUISTOS VERDES), LOS FOSES DE LAS INTERCALACIONES CLASTICAS SON DEL LIASICO-OXFORDIANO. LAS SECUENCIAS JURASICAS ESTAN CUBIERTAS EN DISCORDANCIA ANGULAR POR SECUENCIAS DEL CRETACICO TEMPRANO.
MOJAVE-SONORA MEGASHEAR (Regional)	Jr medio - Jr tardío	E.U.A (Montañas Imo, Cal., - suroeste de Arizona). MEX. en Sonora: Sonoita, Quitovac, Tajitos, Sierra La Gloria y Cerro Basura, NE de Caborca, entre otras localidades. ANDERSON Y SILVER (1974, 1979)	FALLA RUMBO DESLIZANTE DE GRAN DESPLAZAMIENTO (800 km aprox.) CON RUMBO GENERAL NW-SE, ASOCIADA A ESTA FALLA EXISTEN MOVIMIENTOS TRANSPRESIVOS, ROTACIONES, CABALGADURAS CON VERGENCIA AL NE, E Y SE; PLEGAMIENTO ISOCLINAL CON Ejes N-S Y NNW-SSE, Y METAMORFISMO (DINAMICO) DE BAJO GRADO (FACIES ESQUISTOS VERDES). LAS FOLIACIONES SON MAYORES A 40° GENERALMENTE. ESTE EVENTO AFECTA ROCAS VOLCANICAS Y VOLCANOCLASTICAS DEL JURASICO Y ROCAS PRE-JURASICAS.
CORE COMPLEX	K inf. - Terciario	E.U.A. (Montañas Pozo Verde, Coyote y Tanque Verde en Az.) MEX. (Sierra de Magdalena, Mazatán, Alrededores de Caborca y NE de Altar) MOURSE (1990)	FALLAS RUMBO DESLIZANTES, MOVIMIENTOS TRANSPRESIVOS, CABALGADURAS CON VERGENCIA AL E Y NE. METAMORFISMO DE FACIES ESQUISTOS VERDES - ANFIBOLITA, LINEACIONES N45°E INTRUSIONES SINCLINATICAS Y POSTCLINATICAS, FALLAS NORMALES DE BAJO ANGULO (DETACHMENT) QUE DESPLAZAN A LOS BLOQUES SUPERIORES HACIA EL SUROESTE, LAS FOLIACIONES TIENEN ECHADOS MENORES DE 35° GENERALMENTE. ESTE EVENTO AFECTA ROCAS DEL PRECAMBRICO AL TERCARIO (MIOCENO TEMP.). LA HISTORIA DE LOS NUCLEOS METAMORFICOS COMPLEJOS POR LO MENOS TIENE DOS EVENTOS DE DEFORMACION.
DEFORMACION SUR CENTRO DE ARIZONA	K sup. - T med.	E.U.A. (Región Sur-centro de Arizona) HAXEL Y OTROS (1984)	FALLAS DE CABALGADURA CON VERGENCIA AL NORTE, METAMORFISMO DE FACIES ESQUISTOS VERDES, INTRUSIONES LOCALES DE GRANODIORITA DE HORNBLENDA-BIOTITA (K-T med.), INTRUSIONES DE GRANITOS DE DOS MICAS (T temp.). FALLAS NORMALES DE BAJO ANGULO (DETACHMENT) DE EDAD TERCARIO MEDIO, PLIEGUES NNE-SSW, LINEACIONES N-S Y NE-SW, Y FOLIACIONES DE ECHADOS MODERADOS. LAS ROCAS IMPLICADAS EN ESTE EVENTO TIENEN EDADES DEL PRECAMBRICO AL TERCARIO MEDIO.
MOJAVE-SONORA MEGASHEAR(?) LOCAL	Jr med - Jr tardío (?)	QUITOVAC (Area de estudio)	FALLAS DE CABALGADURA CON VERGENCIA AL ESTE, PLEGAMIENTO ISOCLINAL CON Ejes N-S ZONAS DE CIZALLA Y FOLIACION CON ECHADOS MAYORES DE 40°, FOLIACION EN LA SEC. JURASICA CON N-S Y EN LA SECUENCIA PRECAMBRICA NE-SW, INTRUSIONES SINCLINATICAS ROCAS IMPLICADAS EN LA DEFORMACION: PRECAMBRICAS Y JURASICAS. AMBAS SECUENCIAS PRESENTAN METAMORFISMO, EL PRECAMBRICO DE FACIES ESQUISTOS VERDES - ANFIBOLITA Y EL JURASICO FACIES ESQUISTOS VERDES O MENOR.

4. GEOLOGIA HISTORICA:

La historia geológica del Estado de Sonora es sumamente compleja, abarca rocas y eventos tectónicos registrados a lo largo de la escala del tiempo geológico, donde la yuxtaposición de eventos enmascara en mucho la estratigrafía original.

En el área de Quitovac están bien expuestos tres conjuntos petrológicos de edades Precámbricas, Jurásicas y Terciarias. Gneis, esquisto, una secuencia metavolcánosedimentarias y rocas piroclásticas forman la mayoría de la litología presente.

Tratar de comprender la evolución tectónica y estructural de la región, resulta complejo, por lo cual se decidió enlistar la cronología de eventos observados en Quitovac, y posteriormente describirlos de manera breve y tratar de ubicarlos en un contexto regional.

CRONOLOGIA DE EVENTOS EN EL AREA DE QUITOVAC:

1).- PRECAMBRICO:

- 1.1 Formación de intrusivo granítico - granodioríticos.
- 1.2 Intrusiones dioríticas.
- 1.3 Metamorfismo regional de la facies Esquistos verdes -
Anfibolitas

2).- TRIASICO SUPERIOR - JURASICO MEDIO:

- 2.1 Subducción en el margen pacífico tipo Andes.

- 2.2 Depósito de la secuencia volcánosedimentarias tras arco.
- 3).- JURASICO MEDIO - SUPERIOR:
- 3.1 Inicio de la deformación, representada por la foliación.
 - 3.2 Cabalgamiento del dominio Precámbrico sobre Jurásico, fallamiento inverso y cabalgamiento intraunidades jurásicas.
 - 3.3 Plegamiento de foliaciones.
 - 3.4 Intrusiones sincinemáticas durante las últimas etapas compresivas.
 - 3.5 Plegamiento suave registrado en el área como parte final del evento deformante.
- 4).- DEPOSITOS DE ROCAS VOLCANICAS ASOCIADAS A LA FORMACION DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL.
- 5).- PROCESOS DISTENSIVOS ATESTIGUADOS POR FALLAMIENTO NORMAL.
- 6).- EROSION Y ACUMULACION DE MATERIAL NO CONSOLIDADO.

Las rocas precámbricas expuestas en Quitovac, consisten de ortogneis y esquisto, que en un principio correspondieron a cuerpos intrusivos graníticos y diques andesíticos respectivamente. En la región de Caborca, Anderson y Silver (1979), dataron cuerpos graníticos con edades cercanas a los 1700 m.a. y metamorfizados hacia los 1650 m.a. en facies almandino-anfibolita (Anderson y Silver, 1981), Castillo M.E. (tesis inédita), en la región de Tuape, describe a la unidad El Jacalón como a un cuerpo granítico afectado por diques de composición andesítica, atribuyéndole una edad similar a los cuerpos de 1725 m.a. aflorantes en Caborca. Similitud litológica de las unidades

precámbricas expuestas en Quitovac, con las unidades precámbricas localizadas en Caborca, sugieren edades similares para ambas. Por esta razón se han considerado como parte del Complejo Metamórfico Bámori, descrito por Longoria (1978).

El dominio jurásico, está caracterizado en Quitovac por una secuencia volcánosedimentaria constituida por rocas volcánicas que varían en composición de dacitas andesitas y rocas detríticas representadas por niveles lodolíticos, conglomeráticos y arenosos.

Las rocas volcánicas y volcanoclásticas registradas en el noroeste de Sonora, han sido representadas como rocas pertenecientes a un arco magmático orientado NW-SE, que presenta variaciones en composición y ambiente de depósito a lo largo de él.

Durante el Triásico Superior - Jurásico Temprano, se inicia el fenómeno de subducción en la margen Pacífica del continente Norte Americano, que trae consigo la formación de un cinturón magmático del tipo Andes (Dickinson, 1962 ; Burchfiel y Davis, 1972; en Corona, 1981, fig. 15). Este arco magmático se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas que varían en composición de dacitas a andesitas, presentando acumulación de material detrítico proveniente del continente y/o del mismo volcán. Las rocas volcánosedimentarias en Quitovac forman parte de la prolongación de este arco volcánico .

produjeron una serie de fallas inversas intraunidades jurásicas, zonas miloníticas y pliegues de arrastre que se presentan en las zonas de mayor deformación. Característicamente el dominio

Anderson y Silver (en Corona, 1980), proponen una edad posible para esta secuencia de 180 a 150 m.a., basándose en dataciones de zircones, estableciendo una edad del Jurásico Temprano a Jurásico Medio, para rocas similares con las expuestas en Quitovac.

En Quitovac, es evidente la deformación compresiva registrada, y es claro que esta deformación afectó en mismo tiempo a las secuencias precámbricas y jurásicas. Tomando como verídica la edad registrada en la secuencia volcanosedimentaria y reconociendo que las rocas cretácicas (intrusivos graníticos) al norte del área de estudio, no presentan deformación compresiva, se puede establecer un límite inferior del Jurásico Medio y un límite superior Precretácico Superior, para la deformación compresiva registrada en Quitovac. Aunque en otras regiones, se ha considerado como límite superior al Cretácico Inferior, ya que rocas de esta edad no presentan deformación semejante a la registrada durante el Jurásico.

La deformación compresiva registrada en las rocas precretácicas de Quitovac, debió iniciarse con la formación de foliaciones en la roca, posteriormente al continuar el esfuerzo, el dominio precámbrico cabalgó al jurásico a través de una falla inversa de magnitud considerable. Asociado a este cabalgamiento, se produjeron una serie de fallas inversas intraunidades jurásicas, zonas miloníticas y pliegues de arrastre que se presentan en las zonas de mayor deformación. Característicamente el dominio

jurásico presenta una orientación de foliación paralela a la traza del fallamiento. Al continuar el movimiento compresivo, provoca el plegamiento de las foliaciones existentes, alcanzando a conservarse una orientación preferencial norte-sur de las mismas (fig. 26 y 27).

Contemporáneo a las últimas etapas de deformación, están asociados emplazamientos de composición diorítica, el cual afecta a la secuencia precámbrica y jurásica de igual manera, representado en Quitovac por diques andesíticos y cuerpos intrusivos dioríticos, que muestran ciertas zonas de deformación compresivas. Intrusivos similares al sureste de Quitovac han sido datados con edades del Jurásico superior (Tosdal y Otros, 1990), los cuales pueden ser correlacionables con los aflorantes en el área de estudio.

Existe polémica en cuanto al origen de la deformación presente en las rocas jurásicas. Mientras algunos autores, sugieren la Orogenia Nevadiana para explicar las deformaciones presentes en esta secuencia, otros la atribuyen a procesos relacionados con movimientos transpresivos asociados al Mojave-Sonora Megashear. Los autores de este trabajo apoyados en datos de campo recabados del área de estudio, y realizando un breve análisis comparativo de eventos regionales y sus deformaciones asociadas, correlacionan la deformación presente en Quitovac, con la propuesta por Anderson y Silver (1979). Aclaramos que para realizar una correlación con más bases, debe conocerse a fondo el contexto regional. Este trabajo no cubre objetivos regionales.

Rocas volcánicas ignimbríticas y piroclásticas, se localizan hacia la parte sur del área de estudio. El carácter volcánico, la composición y el depósito discordante sobre las anteriores secuencias, son bases para correlacionarlas con las rocas que constituyen el miembro superior de la Sierra Madre Occidental. Originada por la subducción de la placa Farallón debajo de la Norteamericana. Este fenómeno ocurrió durante el Oligoceno - Mioceno.

Fallamiento normal, afectan a las rocas expuestas en Quitovac. Esta deformación, causa el basculamiento de la unidad Terciaria y provoca desplazamiento en las unidades precámbricas y jurásicas. Fallamiento de este tipo, guarda una orientación general NW-SE en la región, y ha sido interpretado con las manifestaciones de la tectónica distensiva que provocó la apertura del protogolfo de California y la formación de la Provincia de Sierra y Valles Paralelos.

Acción erosiva continua ha provocado la denudación de las unidades geológicas expuestas, desarrollando los depósitos no consolidados de aluviones, coluviones, terrazas y material eólico.

5. GEOLOGIA ECONOMICA:

La minería en Quitovac se inició a principios de siglo y a continuado hasta la fecha, teniendo lapsos de inactividad prolongada. Compañías mineras como Kennecot, y actualmente Peñoles, han realizado trabajos de investigación en la prospección por oro en la región.

Silberman y Gravbard (1988), estudiaron las características de los depósitos de oro en el noroeste de Sonora, diferenciando cuatro grandes grupos: a) Vetas y brechas epitermales; b) Vetas de cuarzo discontinuas; c) Controlados estructuralmente, y d) Diseminado en rocas sedimentarias.

La mineralización en Quitovac ocurre a lo largo de una zona de cizalla, relacionada a fallamiento compresivo (cabalgadura). Este depósito cae en los descritos como : Controlados Estructuralmente, los cuales se caracterizan por estar asociados con zonas de cizalla producidas en fallamientos inversos y normales de bajo ángulo (fig. 31). La mineralización ocurre en brechas, vetas y stockwork de cuarzo, controladas por estas estructuras. La roca huésped asociada a estos depósitos, varían en edad de Precámbrico a Mesozoico, presentandose generalmente en gneises, granitos, rocas volcánicas y volcanoclásticas.

La mineralización de oro en Quitovac, generalmente se presenta asociado con contenidos de Ag, Pb y Cu, mostrando la roca huésped una fuerte alteración sercítica con trazas de hematita.

La intensa silicificación, vetillas de cuarzo paralelos a la foliación, pseudomorfos de pirita diseminados y deformados, sugieren procesos hidrotermales contemporáneos a la cizalla. Otro tipo de vetillas de cuarzo y minerales de cobre (malaquita) se hacen presentes, por general cercanos a los contactos y cortando las foliaciones de la roca, evidenciando un proceso hidrotermal posterior ala deformación.

En la mayoría de las unidades tanto precámbricas como jurásicas, es común encontrar vetillas con asociación de cuarzo + clorita + epidota + ankerita, algunas con contenidos de oro considerables.

Otro depósito característico de la región de Quitovac es el oro de placer, localizado en terrazas no consolidadas cuaternarias, en las cuales se acumula oro de las estructuras anteriormente descritas. Es extraordinaria la cantidad de trabajos de gambusinos realizados en estas terrazas.

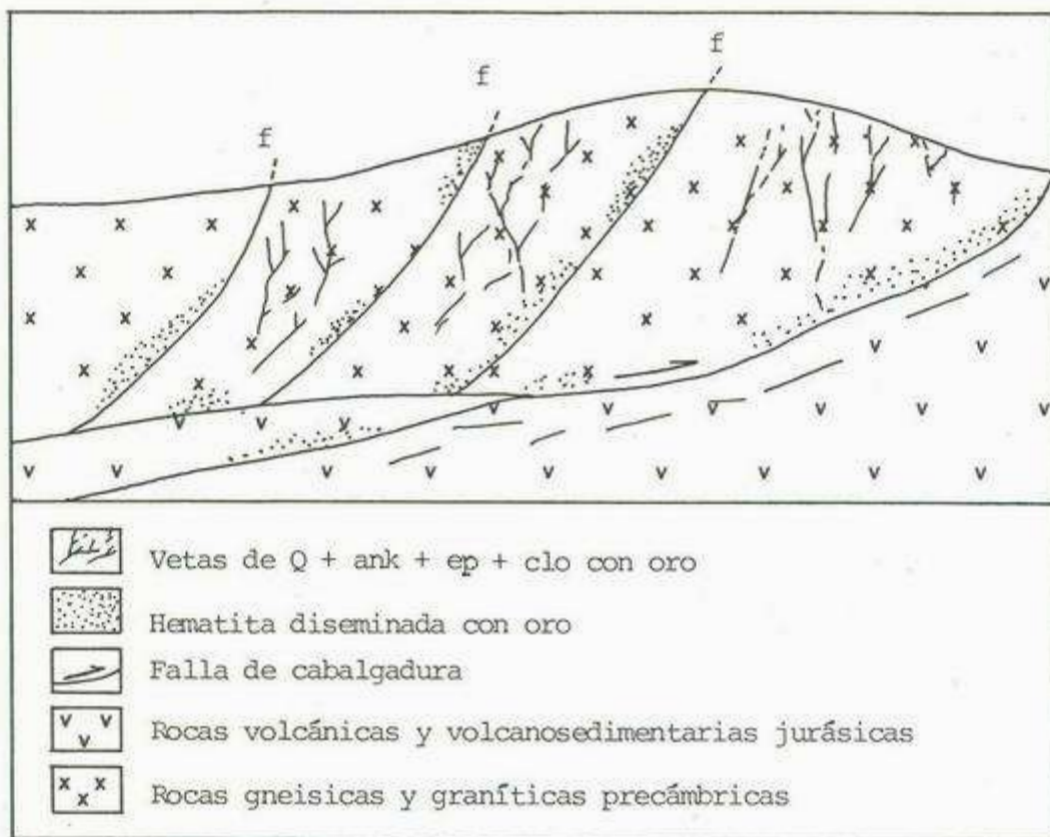


Fig. 31 Sección transversal mostrando ambientes de deposición del oro, relacionado con fallas poco inclinadas. Modificado de Bouley, B. en Cox y Silberman (1987).

6. CONCLUSIONES

El área de Quitovac está enmarcada en un ambiente tectónico de deformación compresiva. Este evento fue de magnitudes importantes y pone en contacto estructural a una secuencia precámbrica constituida por gneis, esquistos y metagranitos, sobre una secuencia jurásica representada por rocas metavolcanosedimentarias. Ambas secuencias están cubiertas discordantemente por rocas volcánicas terciarias.

El estilo estructural es dominado por una serie de cabalgaduras con orientación general N-S y vergencia al E. Las foliaciones se presentan con un rumbo NE 60° a NE 75° inclinadas al NW en la secuencia Precámbrica, mientras que en la Jurásica el rumbo promedio es N-S inclinadas tanto al E como al W. Son característicos los echados con valores altos en las foliaciones de ambas secuencias.

La edad de esta deformación está comprendida entre el Jurásico Medio - Superior y el Cretácico Inferior (?).

De acuerdo a las características litológicas, cronológicas y estructurales de Quitovac, y comparándolas con las de los eventos regionales propuestos por varios autores para el suroeste de Estados Unidos y noroeste de México, creemos que estas deformaciones corresponden a eventos transpresivos asociados al Mojave-Sonora Megashear. No se descartan deformaciones Cretácico-

Terciarias superpuestas a la primera, pero no fueron identificadas en este estudio.

La mineralización en Quitovac está controlada por fallamiento inverso de bajo ángulo, representada por zonas de stockwork y estructuras lenticulares, constituidas por una asociación de cuarzo, clorita, epidota y ankerita, con óxidos de hierro, minerales de cobre y valores de oro.

7. RECOMENDACIONES.

Las siguientes recomendaciones se proponen en base a aspectos parcialmente ó no cubiertos en este trabajo:

a).- Estudios radiométricos para obtener una edad absoluta de las secuencias consideradas como Precámbrica y Jurásica.

b).- Estudio de facies metamórficas para determinar el ó los eventos de metamorfismo que han afectado a ambas secuencias.

c).- Estudios de microtectónica para definir la dirección de arrastre y una posible tectónica sobrepuesta.

8. BIBLIOGRAFIA.

- ANDERSON, T. H., SCHMIDT, V. A., 1983, The evolution of middle America and the Gulf of Mexico-Caribbean Sea region during Mesozoic time. *Geol. Soc. of Am. Bull.* v.94, p.p. 941-66.
- ANDERSON, T. H., SILVER, L. T., 1981, An overview of precambrian rocks in Sonora. *Revista U.N.A.M.* vol. 5, num. 2, p.p. 131-39.
- CALMUS, T.C., 1988, Consideraciones sobre la fase nevadiana en Sonora. (Resumen), Segundo Simposio de Geología y Minería de Sonora. Hermosillo, Son. p.p. 7-8.
- CASTILLO M., E., 1987, Geología del área del rancho Ensenada, Mpio. Banámichi, Sonora central, Mexico., U.A.B.C.S., Tesis profesional (no publicada).
- CLARK, K. F., FOSTER, C. T., DAMON, P. E., 1982, Cenozoic mineral deposits and subduction-related magmatic arcs in Mexico., *Geol. Soc. of Am. Bull.* v.93, p.p. 533-44.
- CONEY, P.J. Y CAMPA, M.F., 1984, Terrenos sospechosos de aloctonía y acreción del occidente y sur del continente Norteamericano. *Bol. Dpto. Geol. UNISON.*, vol. 1, no. 1, p.p. 1-24.
- CORONA, F. V., 1980, Reconnaissance geology of Sierra La Gloria and Cerro Basura, northwestern Sonora, Mexico., University of Pittsburg, Thesis (master of science).
- COX, D.P. Y SILBERMAN, M.L., 1987, Notas del curso de depósitos auríferos (para C.R.M.), p.p. 100-03. Hermosillo, Son. Mex.
- DAVIS, G. H., GARDLUSKI, A.F. and ANDERSON, T. H., 1981, Structural and structural petrological characteristics of some metamorphic core complex terranes in southern Arizona and northern Sonora. *Field trips G. S. A., Geology of northwestern Mexico and southern Arizona.* Edit. E.R.N.O., U.N.A.M., Hermosillo., Son., p.p. 323-63.
- De JONG, K. A., ? , Mojave-Sonora Megashield near Caborca: A major fault not necessarily a Jurassic strike-slip fault., ?, abstract n. 106273, Annual meeting, San Antonio Texas.
- DeJONG, K. A., y otros., 1988, Eastward thrusting, southwestward folding, and westward backsliding in the Sierra La Vibora, Sonora, Mexico., *Geology*, v. 16, p.p. 904-07.

1989, Progres report on geological mapping in the Caborca-Altar area., en prensa.

DICKINSON, W. R., ? , Plate tectonic evolution of the southern cordillera., ?, p.p. 113-14.

HAGSTRUM, J.T., 1988, Paleomagnetic evidence for northward translation and / or clockwise rotation in northwestern Mexico and souther Arizona : implication for early Tertiary tectonic deformation in Sonora (abstract), Segundo Simposio de Geología y Minería de Sonora. Hermosillo, Son., p.p. 28-30.

HARDY, L. R., 1981, Geology of the central Sierra de Santa Rosa, Sonora, Mexico., Field Trips, G.S.A., Geology of northwestern Mexico and southern Arizona. Edit. E.R.N.O., U.N.A.M., Hermosillo, Son. p.p. 73-98.

KRETZ, R., ? , Interpretation of the shape of mineral grains in metamorphic rocks., en Shape of mineral grains in metamorphic rocks, p.p. 68-93.

LISTER, G. S. and SNOKE, A. W., 1984, S-C Milonites., ? , p.p. 617-38.

LONGORIA, J. F. Y OTROS, 1978, Consideraciones estructurales del cuadrángulo Pitiquito - la Primavera, NW de Sonora., Bol. Dpto. Geol. UNISON., vol. 1, no. 1, p.p. 61-67.

LONGORIA, J. F. Y PEREZ, V. A., 1979, Bosquejo geológico de los Cerros Chino y Rajón, cuadrángulo Pitiquito-La Primavera (NW de Sonora)., Bol. Dpto. Geol. UNISON., vol. 1, no. 2, p.p. 119-44.

MERRIAN, R., 1972, Reconnaissance geologic map of the Sonoyta Quadrangle, northwest Sonora, Mexico., G.S.A., v. 83, p.p. 3533-36.

MERRIAN, R. AND EELLS, J.L., 1979, Reconnaissance geologic map of the Caborca Quadrangle, Sonora, Mexico., Bolt. Dpto. UNISON., vol. 1, no. 2, p.p. 87-94.

MORALES, M. M., 1982, Consideraciones sobre el Precámbrico de la región de Caborca, Sonora., Bol. A.E.G.U.S., no. 1, p.p. 1-2.

MORALES, M.M., 1984, Bosquejo geológico del cuadrángulo " Estación Llano-Imuris", Bol. Dpto. Geol. UNISON. vol. 1, no. 1, p.p. 1-24.

MORAN , D.J., 1986, Breve revisión sobre la evolución tectónica de Mexico., Revista Geofísica Internacional., vol. 25, no. 1, p.p. 9-31.

- NOURSE, J.A., 1990, Tectonostratigraphic development and strain history of the Magdalena metamorphic core northern Sonora, Mexico, Field trip guidebook for 1990, Geol. Soc. of Am. Cordilleran Section, meeting : Arizona Geological Survey special paper., p.p. 155-64.
- RANGIN, C., 1978, Consideraciones sobre la evolución geológica de la parte septentrional del Estado de Sonora., libreto guía Primer Simposio sobre la Geología y Potencial Minero en el Estado de Sonora., I.G.U.N.A.M., Hermosillo, Son., p.p. 35-55.
- RANGIN, C., 1982, Contribution a l'étude geologique du System Cordilleran du nord-ouest du Mexique., These de Doctorat d'Etat, Universite Pierre et Marie Curie, Paris, France.
- RODRIGUEZ, J.L., 1984, Geology of Tuape region, north-central Sonora, Mexico., University of Pittsburg, Thesis (master of sciences).
- RODRIGUEZ, J.L., 1989, Estratigrafía y tectónica de las rocas Jurásicas del Estado de Sonora., Memorias semana cultural Dpto. Geol. UNISON. Hermosillo, Son.
- ROSAS, A., 1989, Evolución tectónica de la costa oeste de Norteamérica con énfasis en el Sistema Cordillerano y la porción NW de Mexico.
- SILBERMAN, M.L., GILES, D.A. AND GRAUBARD, C., 1988, Characteristics of gold deposits northern Sonora, Mexico : a preliminary report., Econ. Geol., v. 83, p.p. 1966-74.
- SILVER, L.T. AND ANDERSON, T. H., 1974, Possible left lateral early to midelli Mesozoic disruption of the south western North American craton margin., G.S.A. v. 6, no. 7, p.p. 955-56.
- SIMPSON, C., 1986, Determination of movement sense in mylonites. Journal of Geological Education., v. 34, p.p. 246-60.
- S.P.P., 1982, Geología de la República Mexicana., I.N.E.G.I., p.p. 15-24.
- STAUFFER, M.R., 1970, Deformation textures in tectonites., Canadian Journal of Earth Sciences, v. 7, p.p. 498-511.
- STEWART, J.H. AND OTHERS, 1984, Upper Proterozoic and Cambrian rocks in the Caborca region Sonora, Mexico, physical stratigraphy, biostratigraphy, paleocurrent studies, and regional relations., U.S. Geol. Prof. paper 1309.

SYLVESTER, A. G., 1988, Strike-Slip faults. Geol. Soc. of Am. Bull. v. 100, p.p. 1666-703.

TOSDAL AND OTHERS, 1990, Highlights of Jurassic, late Cretaceous to early Tertiary, and middle Tertiary tectonics, south-central Arizona and north-central Sonora. Field trip guidebook, Geol. Soc. of Am. cordilleran section, meeting Arizona Geological Survey special paper.



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



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA

BIBLIOTECA
DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES

APENDICE.

A).- PETROGRAFICA

B).- PLANOS Y SECCIONES



EL SABER DE LOS HIJOS
NACIENDO EN SONORA
Escuela de Ingeniería
Dpto. Geología
BIBLIOTECA

La descripción de las 22 muestras contenidas en este apéndice, fueron realizadas de la siguiente manera: 6 en el laboratorio petrográfico de la compañía Fresnillo S.A. de C.V., facilitadas por Servicios Industriales Peñoles S.A. de C.V., el resto fueron descritas por maestros del Departamento de Geología y los autores de este trabajo, en el laboratorio petrográfico del Departamento de Geología de la Universidad de Sonora.

Las coordenadas de localización que aparecen en la descripción, son con referencia del p.p. mostrado en el plano geológico

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: C-14

MUESTRA: Q-7

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 1010N +1080E

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca color gris claro a blancusco, con textura porfídica relictiva, foliada, constituida por fenocristales de feldespato muy alterados, incluidos en matriz afánítica silicificada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con textura porfídica seriada, lepidoblastica, constituida por cristales primarios de cuarzo y feldespato, los cristales se encuentran rotados y fracturados, dejando ver una textura sigmoidal con sombras de deformación. La matriz esta constituida por cuarzo-feldespato de grano muy fino con abundante sericita, presentando una orientación incipiente, se observa clorita como mineral de alteración. Como minerales secundarios se observa calcita, clorita en vetillas y pseudomorfos de pirita.

CLASIFICACION: Metariodacita (pórvido de cuarzo y feldespato).

GENESIS: Roca ígnea de carácter félsico a intermedio, con metamorfismo de bajo grado y alteración hidrotermal posterior.

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: C-15

MUESTRA: Q-11

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 750N + 2460E

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca color verde, con textura fanerítica, constituida por plagioclasa, cuarzo, feldespato, epidota y clorita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con textura hipidiomórfica inequigranular, predominando los cristales de grano medio, esta constituida por plagioclasa, cuarzo y feldespato sin deformación aparente, se observan ferromagnesianos epidotizados y hornblenda (?). Ocurren minerales de alteración como epidota sericita y clorita, se presenta calcita en cristales anhedrales diseminados y en vetillas.

CLASIFICACION: Diorita.

GENESIS: Roca intrusiva de composición intermedia, emplazada cerca de la superficie, con fuerte alteración hidrotermal.

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: C-17

MUESTRA: Q-9

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 830N + 2130E

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca color verde, con textura afanítica, constituida por plagioclasas, cuarzo en muy poca proporción, epidota y clorita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con textura afirica, constituida por cristales de plagioclasa, epidota (clinozoicita) y escaso cuarzo, en la matriz se presentan epidota-calcita-sericita-clorita, las plagioclasas muestran alteración similar a la mineralogía de la matriz. Vetillas de epidota-clorita cruzan a la roca.

CLASIFICACION: Metaandesita.

GENESIS: Roca volcánica andesítica la cual ha sufrido además de metamorfismo una intensa actividad hidrotermal.

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: C-19

MUESTRA: Q-31

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 270N + 2050E



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

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca de color gris a blancusca, se observan fenocristales, de cuarzo, feldespato principalmente y biotita, en una matriz de la misma composición, presentando una textura porfídica levemente foliada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con textura porfídica, incipientemente lepidoblástica, formada por cristales de cuarzo, subhedrales con golfos de corrosión y extinción ondulante en algunos cristales, feldespato en su mayoría alterado a sericita, con señales de craquelamiento, micas de biotita levemente orientadas, con alteración a epidota, se encuentran en menor proporción cristales de plagioclasa, y apatito como mineral accesorio. Estos cristales se encuentran incluidos en una matriz cuarzofeldespática de grano muy fino, con abundante sericita bordeando a los cristales, en la matriz es apenas perceptible el lineamiento de ellos.

CLASIFICACION: Toba de cristales.

GENESIS: Roca piroclástica de composición felsica, la cual sufrió un leve metamorfismo.

OBSERVACIONES: similar a Q-10, 20 y 28

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: G-23

MUESTRA: Q-27

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 1320N + 400W

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca de color gris a café rojizo, textura inequigranular, se aprecian cristales de cuarzo, feldespato, biotita y en menor proporción plagioclasa, en algunas zonas muestra una textura cataclástica.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con textura hipidiomorfica inequigranular, formada por cristales de cuarzo, feldespato, plagioclasas (< 10%), y biotita. Los cristales se presentan fracturados, y en su mayoría alterados a sericita. Se observa clorita-epidota como minerales de alteración y minerales opacos(< 1%).

CLASIFICACION: Metagranito

GENESIS: Intrusivo de composición granítica, que sufrió deformación cataclástica y una incipiente alteración.

OBSERVACIONES: similar a Q-30

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: R-3

MUESTRA: Q-23

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 2940S + 170E

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca de color gris a café rojizo, textura foliada, se aprecian cristales de cuarzo y feldespato relictos, semialineados con la foliación, en una matriz de cuarzo-feldespato-sericita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con textura lepidoblástica, formada por algunos cristales de cuarzo fracturados, rotados y con extinción ondulante, se observan también aglomerados de cristales de cuarzo pequeños, feldespato alterado a sericita, fracturados perpendicularmente a la dirección de alargamiento. La matriz esta compuesta por fragmentos de cuarzo-feldespato y abundante sericita, con menor proporción de epidota y óxidos de fierro alineados paralelos a la foliación, cristales de opacos fracturados.

CLASIFICACION: Protomilonita (10%-50% matriz)

GENESIS: Protomilonita producto de trituración de rocas cuarzo-feldespática (gneis).

OBSERVACIONES: similar a Q-51 Y 52

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: T-04867

MUESTRA: Q-33

ESTUDIO REALIZADO EN: LAB. FRESNILLO

CHIHUAHUA, CHIH.

LOCALIZACION: 515S + 950E

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca de color gris oscuro con puntos blancos (que alteran a gris claro) con textura porfídica, constituida por fenocristales de feldespatos muy alterados, incluidos en una matriz afanítica silicificada, presenta algunas vetillas de minerales arcillosos.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca de textura porfídica seriada, constituida por fenocristales de plagioclasas zonadas, alteradas parcial o completamente a un mosaico de grano fino de sericita, minerales arcillosos y calcita (generalmente el borde del cristal es limitado por sericita), incluidos en una matriz formada por cuarzo criptocristalino con escamas de sericita desde 8 micras que llegan a formar aglomerados, y minerales opacos xenomorfos desde 4 micras también diseminados.

Se observan minerales opacos (hematita ?) como pseudomorfos de ferromagnesianos de sección prismática con un espesor promedio de 40 micras, que forman aglomerados hasta 320 micras.

Se encontraron trazas de apatito y zircón, el primero como finos cristales desde 8 micras de espesor incluidos en la plagioclase y el zircón como cristales euhedrales desde 96 micras diseminadas en la matriz.

EL SABER DE MIS HIJOS
HA HECHO MI GRANDEZA
Escuela de Ingeniería
Depto. Geología
BIBLIOTECA

La roca es cortada por vetillas de cuarzo de 80 micras de espesor, en ocasiones intercrecido con minerales opacos y por vetillas de limonita de 6 a 30 micras de espesor.

MINERALOGIA:

MINERAL	ORIGEN	%	TAMARO MICRAS	OBSERVACIONES
PLAGIOCLASA ZONADA	PRIMARIO	20	80-5 MM	En fenocristales sumamente alterados a sericita, minerales arcillosos y calcita.
CUARZO	SECUNDARIO	2	80	Vetillas.
MATRIZ	SECUNDARIO	65	75	Micro a Criptocristalina Mosaico de cuarzo de grano fino con sericita y opacos (4 micras).
APATITO	PRIMARIO	TRAZAS	8	Incluido en plagioclasas
ZIRCON	PRIMARIO	TRAZAS	96	Euhedral diseminado en la matriz.
LIMONITA				Intercrecido con sericita.
OPACOS	SECUNDARIO	2	40-320	Pseudomorfos de ferromagnesianos.

CLASIFICACION: Porfido alterado, la alteración tan intensa que presenta la roca impide clasificarla adecuadamente.

OBSERVACIONES: Es importante hacer notar la ausencia de cuarzo primario para poder llamarla dacita de acuerdo con la clasificación de campo.



LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: T-04866

MUESTRA: Q-85

ESTUDIO REALIZADO EN: LAB. FRESNILLO
CHIHUAHUA, CHIH.

LOCALIZACION: 300S + 690E



EL SABER DE MIS HIJOS
HA Y MI GRANDEZA
Escuela de Ingeniería
Departamento de Geología
BIBLIOTECA

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca de color gris oscuro de textura arenosa con una ligera foliación, constituida por cristales subredondeados y alargados de cuarzo incluidos en una matriz de cuarzo con algunos minerales opacos (hematita) diseminados.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca de textura clástica, constituida por fragmentos subangulosos a redondeados de cuarzo y plagioclase An20-25, incluidos en una matriz de cuarzo microcristalino, con escamas y aglomerados de clorita y cristales anhedrales y en aglomerados de epidota y/o calcita. Las escamas de clorita siguen una orientación, aunque también se observan como coronas alrededor de algunos cristales de cuarzo y plagioclasas. Las plagioclasas también se presentan en cristales subhedrales ligeramente plegados, parte están fracturados y son reemplazados parcialmente por epidota y calcita.

En partes de la matriz se observan diseminados o formando aglomerados cristales de hematita desde 5 micras y algunos opacos (probablemente hematita) intercrecidos con epidota. Se encontraron algunos cristales de apatito incluidos en plagioclasas.

MINERALOGIA:

MINERAL	ORIGEN	%	TAMAÑO MICRAS	OBSERVACIONES
PLAGIOCLASA An20-25	PRIMARIO	40	80-240MM	En fragmentos y cristales subhedrales
CUARZO	PRIMARIO	10	140	En fragmentos subangulosos a subredondeados.
CUARZO	SECUNADRIO	26		Microcristalino constituyendo la matriz.
CLORITA	SECUNDARIO	8		Escamas diseminadas en la matriz y como bordes de fragmentos.
EPIDOTA	SECUNDARIO	7		Cristales xenomorfos diseminados.
CALCITA	SECUNADRIO	3		En parches o intercrecida con epidota.
OPACOS	SECUNADRIO	6		Diseminados formando aglomerados.
APATITO	PRIMARIO	TRAZAS	20	Incluidos en plagioclasas.



CLASIFICACION: Plagioclasaarenita con matriz recristalizada (Folk, 1968).

GENESIS: La presencia de cristales euhedrales de plagioclasa sugiere una fuente de aporte muy cercana o la presencia de material piroclástico en cuyo caso se trataría de una toba híbrida, con una posterior deformación y recristalización incipiente.

OBSERVACIONES: similar a : Q-18 Y 41

MUESTRA RECOLECTADA POR EL ING. JAIME LOPEZ C.

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: T-04870

MUESTRA: Q-36

ESTUDIO REALIZADO EN: LAB. FRESNILLO
CHIHUAHUA, CHIH.

LOCALIZACION: 310S + 600E



EL SABER DE MIS HIJOS
HA HECHO LA GRANDEZA
Escuela de Ingenieros
Dpto. Geología
BIBLIOTECA

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca de color gris pardo que altera a verde, con textura brechoide constituida por fragmentos subredondeados de 2 mm a 3 cm de cuarzo lechoso, rocas ígneas intrusivas y extrusivas incluidas en una matriz color verde que presenta una foliación incipiente.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Constituida por fragmentos subangulosos a subredondeados de cuarzo, rocas ígneas y plagioclasas, incluidas en una matriz formada por cuarzo microcristalino con escamas de clorita, cristales xenomorfos aislados y en aglomerados de epidota, calcita y minerales opacos con escasa esfena y cristales subhedrales de plagioclase An₃₀. La matriz reemplaza a través de bordes y fracturas a los que fragmentos anteriores.

MINERALOGIA:

MINERAL	ORIGEN	%	TAMAÑO MICRAS	OBSERVACIONES
CUARZO		30	160-2 cm	Mosaico de grano grueso con extinción ondulante.
FRAG. DE ROCA IGNEA		20	200-1 cm	Se diferenciaron rocas volcánicas dacíticas - andesíticas y cuarzodioríticas-tonalíticas.

PLAGIOCLASA An30	10	140-260	En fragmentos y cristales subhedrales.
CUARZO	5		Microcristalino, constituyendo la matriz.
CLORITA	5	20-40	En escamas intercrecidas con cuarzo.
EPIDOTA	15	20-200	En cristales aislados y aglomerados en la matriz.
CALCITA	10	5-220	En cristales aislados y aglomerados en la matriz.
OPACOS	5	2-100	En cristales aislados y aglomerados en la matriz.

CLASIFICACION: Conglomerado con matriz recristalizada
(metaconglomerado).

OBSERVACIONES: similar a: Q-15

MUESTRA RECOLECTADA POR EL ING. JAIME LOPEZ C.

BIBLIOTECA
DE CIENCIAS EXACTAS
Y NATURALES

EL SABER DE NOS HIJOS
HAZ SU GRANDEZA

EL SABER DE NOS HIJOS
HAZ SU GRANDEZA
Escuela de Ingeniería
Departamento de Geología
BIBLIOTECA

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: T-04869

MUESTRA: Q-37

ESTUDIO REALIZADO EN: LAB. FRESNILLO
CHIHUAHUA, CHIH.

LOCALIZACION: 94N + 60W



DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca de color gris oscuro que altera a pardo, con textura foliada, constituida por cuarzo y feldespatos, contiene algo de hematita diseminada y vetillas de calcita generalmente siguiendo la foliación de la roca.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Rocas de textura foliada constituida por láminas formadas por un intercrecimiento de cuarzo y plagioclasa (An 20) que alternan con otras formadas por un agregado homogéneo de cuarzo de grano fino. Presenta cristales fibrosos y escamas de leucomica (muscovita ?) diseminados en las láminas, bordeando a las plagioclasas y los feldespatos y formando láminas de hasta 320 micras de ancho dispuestas según la foliación de la roca, que contienen además minerales opacos diseminados anhedrales desde 10 micras o formando aglomerados. En algunas láminas de micas se observan también vetillas de calcita de 50 micras de espesor.

Se aprecian algunos intercrecimientos de minerales opacos con escamas de clorita que tiene formas prismáticas orientadas siguiendo la foliación, que pueden corresponder con antiguos ferromagnesianos.

Se observan diseminados en toda la roca cristales rómbicos de calcita que varían de 20 a 200 micras.

Se aprecia algo de limonita como pseudomorfo de cristales de sección cúbica y rellenando vetillas. Se encontraron algunos cristales euhedrales de apatito incluidos en plagioclasas.

MINERALOGIA:

MINERAL	ORIGEN	%	TAMAÑO MICRAS	OBSERVACIONES
CUARZO		52	40-500	Constituyendo láminas y segregaciones.
PLAGIOCLASA		23	100-400	En láminas intercrecidas con el cuarzo.
LEUCOMICA		20	10-40	Diseminada y formando láminas en opacos.
OPACOS		3	10	Diseminados y en aglomerados con mica o clorita.
CALCITA		2	20-200	En vetillas y cristales euhedrales diseminados.
APATITO		TRAZAS	20	Euhedrales incluidos en plagioclasa.
CLORITA		TRAZAS	8	En escamas intercrecidas con opacos.
LIMONITA			21-80	En parches, vetillas y pseudomorfos de cristales de sección cuadrada.

CLASIFICACION: Gneis granítico (tonalítico).

OBSERVACIONES: similar a : Q-1, 2 y 12

MUESTRA RECOLECTADA POR EL ING. JAIME LOPEZ C.

EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
Escuela de Ingenieros
Depto. Geología
BIBLIOTECA



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

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: 1 (M.M.)

MUESTRA: Q-38

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 220N + 0.0

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca de color verde oscuro con textura esquistosa de grano muy fino, tiene una estructura compacta y densa, finamente foliada con desarrollo de fracturas aproximadamente paralelas a la foliación, la roca esta constituida por biotita, clorita y sericita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca de textura granolepidoblástica de material cuarzo - feldespático y biotita, presentando una foliación (esquistosidad) perfectamente definida, se observan algunos cristales de plagioclasa (?), como minerales accesorios se observan turmalina, epidota y calcita.

CLASIFICACION: Esquisto de Biotita.

GENESIS: Roca producto de metamorfismo regional de grado medio.

OBSERVACIONES: similar a: Q-3, 4 y 25. En las láminas Q-3 y 4, es característica la presencia de hornblenda y en la muestra Q-25 la de muscovita.

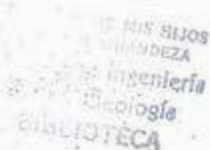
LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: 2 (M.M.)

MUESTRA: Q-39

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 328S + 750E



DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca color verde claro con tonalidades verdes amarillento, con textura clástica granular de grano fino y con estructura compacta y densa, se observan minerales de epidota y clorita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con textura granoblástica aproximadamente a equigranular. Presenta agregados granoblásticos constituidos por epidota (abundante), cuarzo y feldespatos potásicos, escasos cristales de calcita y también de plagioclasas que no presentan signos de gran alteración. La epidota se presenta tanto en la forma intergranular como reemplazando a los feldespatos. Se encuentran esporádicas vetillas de calcita.

CLASIFICACION: Metaarenisca - arcósica.

GENESIS: Roca producto de metamorfismo de bajo grado de rocas volcánicas - sedimentarias arenó calcáreas.

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: 3 (M.M.)

MUESTRA: Q-40

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 313N + 314E

EL INSTITUTO MIOG
NACIONAL GRANDEZA
Escuela de Ingeniería
Depto. Geología
BIBLIOTECA

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca de color negro superpuesta a un material de carácter granítico (?) blancuzca (probable asimilación, aunque no fue cortada al hacerse la sección delgada). La textura de la roca es clástica relicta en la porción oscura e hipidiomorfica granular en la porción blancuzca, presenta una estructura compacta y densa. La mineralogía de la porción negra esta constituida por muy escasos porfidoblastos de cuarzo embebidos en la matriz de grano muy fino cuarzo - feldespática - micacea.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: (porción oscura), agregado granoblástico de grano fino de cuarzo - feldespato y sericita en bandas irregulares. Porfidoblastos de cuarzo con extinción ondulante y redondeados, bordeados por sericita, mostrando bordes de recristalización.

CLASIFICACION: Metaarenisca - feldespática de grano fino.

GENESIS: Producto de metamorfismo de bajo grado de areniscas (?) feldespáticas.

OBSERVACIONES: Dado que la sección no cubre el material blancuzco, es probable que se trate de una zona de mezcla donde se emplaza un intrusivo en una secuencia volcanosedimentaria.

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: 4 (M.M.)

MUESTRA: Q-41

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 550S + 685E



DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca de color gris oscuro verdoso con textura clástica incluida y estructura compacta y densa con ausencia de laminaciones definidas. Se observan feldespatos y muy escasos fragmentos de cristales de cuarzo embebidos en una matriz de clorita y epidota.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: La roca tiene una textura granoblástica inequigranular y presenta cristales que van de angulosos a subredondeados de plagioclasas, feldepatos potásico y cuarzo formando un agregado granoblástico inequigranular. En forma intergranular y como matriz tenemos epidota - sericita - calcita y clorita, presentándose también remplazando a los feldespatos parcialmente. Se encuentra calcita secundaria cruzando la roca en forma de vetillas.

CLASIFICACION: Metaarcosa - clorítica.

GENESIS: Roca producto de metamorfismo de bajo grado (facies esquistos verdes) de rocas volcánico - sedimentarias y/o arenopelíticas (arcosas arcillosas).

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: 6 (M.M.)

MUESTRA: Q-43

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 600S + 200W



DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca color verde (matriz) con cristales tubulares blancuzcos y manchas dispersas de óxidos rojizos, con textura microporfidica, levemente orientada, estructura compacta y densa, con desarrollo de fracturas. Presenta cristales tabulares de feldespatos blancuzcos embebidos en una matriz completamente clorítica y con óxidos dispersos.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con textura microporfidica orientada, con fenocristales relictos de plagioclasa (oligoclasa - andesina), feldespato potásico, escasos piroxenos parcialmente reemplazados y restos de biotita cloritizados, escaso cuarzo en forma de cristales pequeños. Este conjunto descansa en una matriz completamente cloritizada y epidotizada. La presencia de cristales pequeños de clinozoicita probablemente sean de origen metamorfoico (?).

CLASIFICACION: Dique andesítico propilitizado.

GENESIS: Roca ignea intrusiva, hipabisal de composición intermedia con fuerte alteración hidrotermal.

OBSERVACIONES: similar a: Q-8, 11 y 26. En la muestra Q-8, varía el tamaño de grano.

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: 7 (M.M.)

MUESTRA: Q-44

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 500S + 560E



EL INSTITUTO DE LOS MINOS
DE ESPAÑA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
GEOLOGICAS
BIBLIOTECA

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca con color gris claro en matriz con cristales tabulares rosaseos de feldespatos, plagioclasas y poco cuarzo, parcialmente alterados. La textura de la roca es afanítica - porfídica relictiva y posee una estructura compacta y densa.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: La textura de la roca es porfídica - fluidal relictiva, presenta fenocristales relictos de cuarzo corroído, feldespato potásico y plagioclasa parcialmente sericitados, cloritizados y epidotizados, embebidos en una matriz constituida por material cuarzo - feldespático fino alterado, alternando con finas laminaciones de sericita. La disposición paralela de las laminaciones coincide con el desarrollo de una foliación incipiente bien marcada tanto en los fenocristales como en la matriz.

CLASIFICACION: Metariolita a Metariodacita.

GENESIS: Roca producto de metamorfismo de bajo grado de rocas volcánicas félsicas o ligeramente intermedia (coladas).

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: S (M.M.)

MUESTRA: Q-45

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 1140S + 1200E



RECEBIDO EN LOS
DIA 10 DE JUNIO DE 1975
EN LA OFICINA DE
Dpto. Geología
BIBLIOTECA

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca color blanco cristalino con textura afanítica - microporfídica y estructura compacta, densa y fluida relictas, presenta una matriz afanítica cuarzo - feldespática, embebiendo pequeños fenocristales de cuarzo y feldespatos.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con una textura microporfídica relictas y foliada, con una matriz microcristalina sílico feldespática recrystalizada y foliada. Se observan fenocristales de cuarzo (?) con golfos de corrosión, así como fenocristales de feldespato potásico (microclina) y plagioclasas en forma de ojos, con maclas deformadas, bordeados por una foliación bien desarrollada. Los cristales se encuentran fracturados fuertemente. Existe presencia de epidota en pequeños cristales (origen metamórfico).

CLASIFICACION: Metarrolita Silicificada.

GENESIS: Roca extrusiva afectada por metamorfismo de bajo grado.

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: 9 (M.M.)

MUESTRA: Q-46

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 425S + 0.0



EL SABER ES MI HIJO
HAGA MI GRANDEZA
Escuela de Ingenieros
Depto. Geología
BIBLIOTECA

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca con bandas alternas irregulares de minerales gris claro - blancos y negros, dando una tonalidad que varía del gris claro al negro. La textura es granoblástica - lepidoblástica de grano grueso y con una estructura compacta y densa, gneisica - bandeada, mineralógicamente las bandas de color gris claro blanco están constituidas de feldespatos potásico - cuarzo y plagioclasa, las bandas negras están completamente constituidas por biotita.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con textura inequigranular, porfidica relictiva transformada a granoblástica en el cuarzo y la biotita que actúan como matriz. Se observan grandes cristales relictos de feldespatos potásico (microclina y ortoclasa) y plagioclasa sódica parcialmente sericitizados y bordeados por bandas de cuarzo recrystalizado y bandas de biotita.

El cuarzo y la biotita se alternan en bandas irregulares embebiendo y bordeando los feldespatos. Los feldespatos presentan extinción ondulante débil y ocasionalmente están cortados por vetillas de cuarzo secundario. Están presentes como minerales accesorios: apatito, zircon y rutilo.

CLASIFICACION: Ortogneis de biotita.

GENESIS: Roca producto de metamorfismo regional de grado medio (?) de granitos de biotita.

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: 10 (M.M.)

MUESTRA: Q-47

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 385 + 95E

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca con color gris claro, constituida por cristales de feldespato potásico y fragmentos de roca embebidos en una matriz de cuarzo con aspecto vítreo, presenta una textura clástica sostenida.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con textura granoblástica-porfidoclástica, constituida por plagioclasa, feldespato potásico subredondeados y fragmentos líticos (cuarcita), embebidos en una matriz de cuarzo completamente recristalizado, con abundante sericita que también se encuentra remplazando a los feldespatos. Se observan vetillas de sericita y cuarzo cruzando la roca, opacos diseminados.

CLASIFICACION: Metaconglomerado polimigtico.

GENESIS: Roca producto de metamorfismo de bajo grado a partir de conglomerados arcóscicos

OBSERVACIONES : similar a : Q-6

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: 11 (M.M.)

MUESTRA: Q-48

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 230N + 700E



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

EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA
Escuela de Ingeniería
Dpto. Geología
BIBLIOTECA

DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca con alternancia de bandas discontinuas gris obscuro con estructuras de flamas (?) discontinuas blancas y verde claro, con textura piroclástica-relictiva y estructura compacta y densa, bandeada. La mineralogía corresponde a bandas alternas de material cuarzo - feldespático microcristalino con bandas de clorita - epidota.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con textura piroclástica - relictiva, con fenocristales relictos de cuarzo - plagioclasas y feldespatos potásicos parcialmente sericitizados y epidotizados, presentando rotación parcial, embebidos en una matriz microcristalina foliada de composición silico - feldespática. Se observan estructuras que semejan flamas relictas discontinuas; los cristales de cuarzo - plagioclase presentan golfos de corrosión, algunas siguen a la incipiente foliación. Existe abundante desarrollo de calcita - sericita - muscovita y epidota en bandas alternas con el material silicofeldespático.

CLASIFICACION: Metariolita - riolacita.

GENESIS: Producto de metamorfismo de bajo grado de rocas volcánicas efusivas piroclásticas.

LOCALIDAD: QUITOVAC

NOMENCLATURA ORIGINAL: 15 (M.M.)

MUESTRA: Q-29

ESTUDIO REALIZADO EN:

LOCALIZACION: 1010S + 1500E



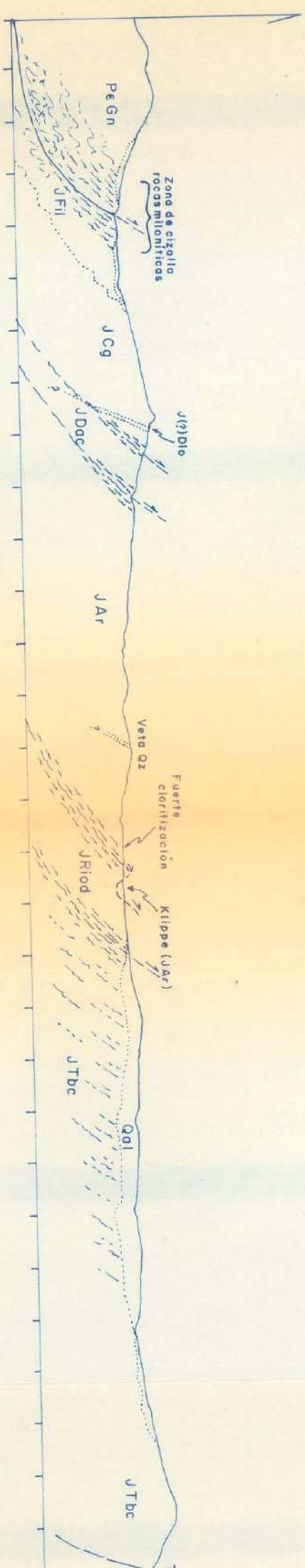
DESCRIPCION MEGASCOPICA: Roca de color gris oscuro con bandas blancuzcas mal definidas, y estructura compacta y densa, con bandeamiento mal definido. En su mayor parte consta de carbonatos (calcita) y mezcla de terrigenos, representados por fragmentos de roca, cuarzo y feldespatos alterados a arcilla.

DESCRIPCION MICROSCOPICA: Roca con textura granoblástica inequigranular de grano fino, formada por un mosaico microcristalino de calcita, observandose parches dispersos de calcita porfidoblástica espática y microcristales formando agregados circulares. Cuarzo en proporción al 1%.

CLASIFICACION: Caliza recristalizada.

GENESIS: Caliza lacustre, intimamente ligada a tobas lapilli terciarias, con las cuales se encuentra interestratificada.

B



METROS



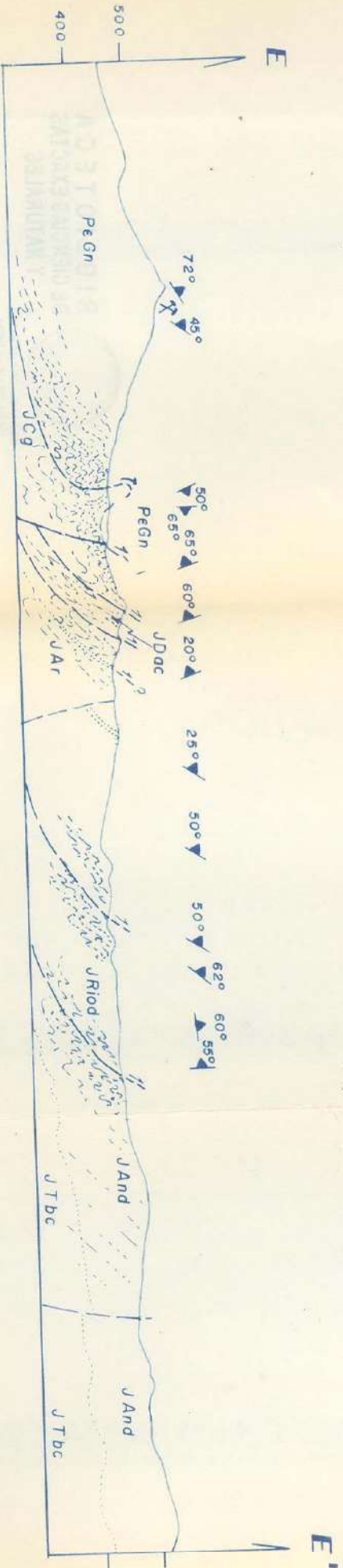
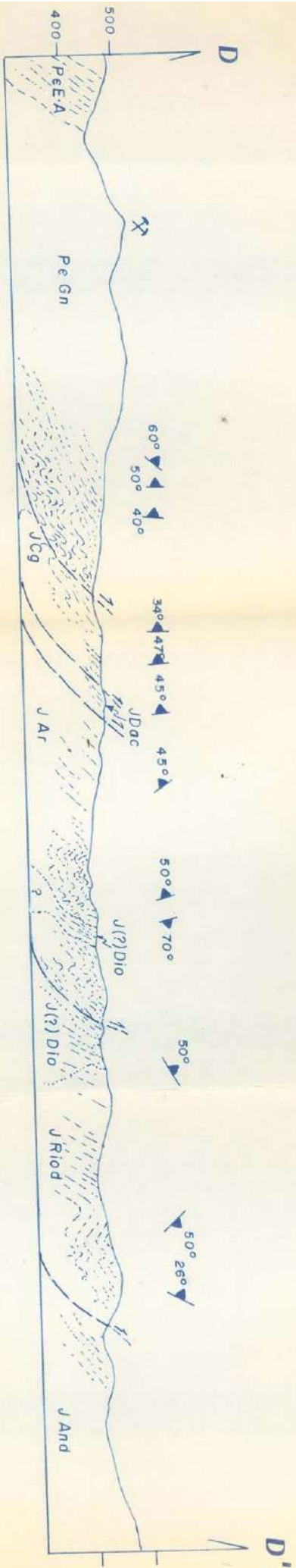
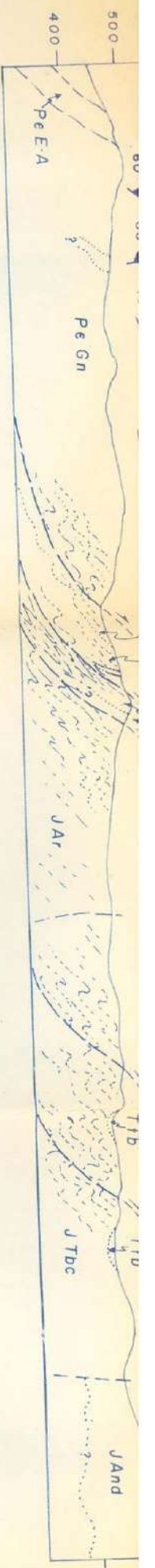
SC 1:5000

INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



UNI

TESIS PRO



ESC. 1 : 10,000



UNIVERSIDAD DE SONORA

FIG. - 23