

FACULTAD DE INGENIERIA **U.N.A.M.**

**ESTUDIO GEOLOGICO DE LA SIERRA DE LAS MESTEÑAS,  
MUNICIPIO DE FRONTERAS, ESTADO DE SONORA**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO GEOLOGO  
P R E S E N T A

ARMANDO GOMEZ-TAGLE VALDES

México, D. F.  
1967

TGg 0220



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CON PROFUNDO RESPETO Y CARIÑO

A MIS PADRES:

SR. PASCUAL GOMEZ-TAGLE FRANCO

Y

SRA. MA. DEL CARMEN VALDES DE GOMEZ-TAGLE

A MIS HERMANOS:

JAIME Y MARIA DE LOS ANGELES

A MI ESPOSA E HIJO

GRACIELA Y ARMANDO

HAGO PRESENTE MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO  
A LOS SEÑORES:

ING. JESUS RUIZ ELIZONDO  
POR LAS FACILIDADES PRESTADAS PARA LA  
PUBLICACION DE LOS DATOS GEOLOGICOS -  
RESEÑADOS EN ESTE TRABAJO.

ING. MANUEL ALVAREZ Jr.  
POR SU VALIOSA DIRECCION EN EL DESARRO  
LLO DE ESTA TESIS.

ING. ALEJANDRO CALDERON GARCIA E  
ING. MARIANO RUIZ VAZQUEZ  
POR LAS FACILIDADES PRESTADAS PARA LA  
CULMINACION DEL PRESENTE TRABAJO.

ING. VALENTIN IPARREA V.  
POR LAS OBSERVACIONES HECHAS AL MANUS  
CRITO Y PLANOS DE ESTE ESTUDIO.

AL PERSONAL DE LA CIA. GEOLOGOS CONSUL-  
TORES ASOCIADOS, S.A.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
Dirección  
Núm. 73-  
Exp. Núm. 73/ 214.2/1.-

Al Pasante señor Armando GOMEZ TAGLE VALDES  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el señor profesor Ingeniero Manuel Alvarez Jr., para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero GEOLOGO.

ESTUDIO GEOLOGICO DE LA SIERRA DE LAS MESTENAS  
MUNICIPIO DE FRONTERAS, EDO. DE SONORA.

" Capítulo I	Introducción
Capítulo II	Fisiografía
Capítulo III	Geología Regional
Capítulo IV	Geología del Area A. Estratigrafía B. Historia Geológica del Area C. Tectónica del Area
Capítulo V	Geología Económica
Capítulo VI	Conclusiones y Recomendaciones
Capítulo VII	Bibliografía
Capítulo VIII	Ilustraciones
Capítulo IX	Apéndice Petrográfico."

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar examen profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Muy atentamente,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
México, D.F. 23 de Agosto de 1967  
EL DIRECTOR

  
Ing. Manuel Paulín Ortiz

MPO'MEO'pag.

# I N D I C E

	PAG.
<u>I. INTRODUCCION</u> .....	1
<u>A.</u> Situación geográfica y vías de acceso .....	2
<u>B.</u> Area estudiada (Plano 1) .....	5
<u>C.</u> Método de trabajo (Plano 2) .....	5
<u>CH.</u> Trabajos previos .....	6
<u>II. FISIOGRAFIA</u> .....	8
<u>A.</u> Geomorfología (Fots. 1 y 2) .....	8
<u>B.</u> Clima y vegetación .....	9
<u>III. GEOLOGIA REGIONAL</u> .....	11
<u>A.</u> Pre-Cámbrico .....	11
<u>B.</u> Paleozoico .....	12
<u>C.</u> Mesozoico .....	12
<u>CH.</u> Cenozoico .....	12
<u>IV. GEOLOGIA DEL AREA</u> .....	15
<u>A. ESTRATIGRAFIA</u> .....	16
Pre-Cámbrico Inferior .....	17
Formación Esquistos Pinal .....	17
Pre-Cámbrico Medio .....	19
Formación Granito las Mesteñas .....	19
PALEOZOICO .....	21
Cámbrico Medio .....	21
Formación Cuarcita Bolsa (Foto 3) .....	21

	PAG.
Cámbrico Superior .....	25
Formación Caliza Abrigo (Fot. 4) ..	25
Devónico .....	27
Formación Caliza Martin .....	27
Carbonífero .....	30
Misisípico .....	30
Formación Caliza Escabrosa .....	30
Pensilvánico .....	32
Formación Caliza Naco (Fot. 5) ....	32
MESOZOICO .....	34
Cretácico Inferior .....	34
Grupo Bisbee .....	34
Formación Conglomerado Glance (Fot. 6) .....	35
Formación Morita (Fot. 7) .....	37
CENOZOICO .....	38'
Terciario .....	38'
Rocas ígneas intrusivas .....	38'
Granito .....	38'
Rocas ígneas extrusivas .....	39
Tobas y corrientes riolíticas ....	39
Terciario-Cuaternario .....	39
Formación Conglomerado Mesa .....	39
Cuaternario .....	41
Reciente .....	41
Depósitos de talud, materiales alu- viales de relleno de valle y sue- lo vegetal .....	41



	PAG.
B. HISTORIA GEOLOGICA DEL AREA .....	42
C. TECTONICA DEL AREA .....	48
<u>V. GEOLOGIA ECONOMICA</u> .....	53
<u>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u> .....	55
<u>VII. BIBLIOGRAFIA</u> .....	57
<u>VIII. ILUSTRACIONES</u> .....	60
<u>IX. APENDICE PETROGRAFICO</u> .....	62

## I. INTRODUCCION

La Dirección de Explotación y Exploración Minera de la COMISION NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN), organismo del Poder Ejecutivo Federal, tiene a su cargo la localización, valorización y beneficio de los minerales de uranio, de los diferentes yacimientos con que cuenta el país y - consideró que en vista de los datos que rindió la compañía Geólogos Consultores Asociados, S.A. (GEOCA, S.A.) a dicha institución en sus informes de los estudios realizados por su Brigada Geológica, 3 y Brigada Mixto Aerorradiométrica y de Apoyo Terrestre, 1 en la Sierra de las Mesteñas, Municipio de Fronteras Estado de Sonora, la parte de la Sierra estudiada, presenta características favorables para - contener un yacimiento de minerales de uranio u otros minerales radiactivos, por lo que giró instrucciones a - GEOCA, S.A. para que se elaborara un programa de perforación, que debía ser desarrollado en la antes mencionada - sierra para lo cual se comisionó al que suscribe junto - con el personal de la Brigada de Perforación, 3 de la misma compañía, iniciándose los trabajos de perforación en - el mes de octubre de 1966.

En el presente estudio sólo se consigna la información de carácter geológico objeto de nuestro estudio, obtenida en el campo y en el gabinete, haciendo referencia únicamente a datos muy generales de la localidad uranífera que de la Sierra de las Mesteñas en donde el yacimiento uranífero se aloja.

#### A. SITUACION GEOGRAFICA Y VIAS DE ACCESO.

El área estudiada se localiza en la porción NE del - Estado de Sonora, en el Municipio de Fronteras, aproximadamente entre los meridianos 109°45' y 109°48' al W Greenwich, y entre los paralelos 30°58' y 31°5' de latitud Norte.

La Sierra de las Mesteñas y Pico o Cerro de Magallanes, distan 30 Km en línea recta al SW de la ciudad de - Agua Prieta, Son., población que corresponde al límite - fronterizo con los EE.UU.; 45 Km en línea recta al NW del - poblado de Esqueda, y 45 Km, también en línea recta, al E de la población de Cananea.

El acceso a la Sierra de las Mesteñas puede realizarse mediante la carretera federal México-Nogales hasta el - poblado de Imuris, sitio en donde hay una desviación hacia la derecha, que es también carretera pavimentada y que conduce, después de recorrer 84 Km, hasta la población de Cananea-Agua Prieta, con un desarrollo de 86 Km. De aquí se continúa por el camino de terracería Agua Prieta-Nacozari hasta el K-30.8 en donde hay que desviarse a la derecha para seguir por el camino de tierra que conduce a la Sierra de las Mesteñas, después de recorrer un tramo de 25 Km; - una vez estando en dicha sierra, para llegar al Pico de Magallanes se toma una brecha que conduce al Rancho de Maga-

llanes, continuando al W por un camino de tierra que llega a la Mina de Magallanes, localizada en la porción central-del flanco NE del Pico de Magallanes.

Otra vía de acceso viniendo del N la constituyen las carreteras de los EE.UU., a partir de las ciudades fronterizas Nogales, Az. y El Paso, Tex., hasta llegar a la ciudad de Douglas, Az., ciudad que colinda con la de Agua Prieta, Son. y una vez estando en ésta se continúa el recorrido por el mencionado en el párrafo anterior, por la terracería Agua Prieta-Nacozari.

El acceso en avión también es factible, ya que en el rancho denominado La Mesa, situado aproximadamente a 10 Km al S de la Sierra de las Mesteñas, existe una pequeña pista de aterrizaje.

Todos los caminos se pueden recorrer en su totalidad con vehículos pero de doble tracción, ya que las condiciones del terreno y de los mismos caminos no permiten usar vehículos de tracción sencilla.

## B. AREA ESTUDIADA (Plano 1)

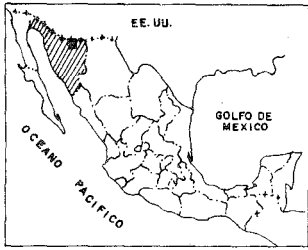
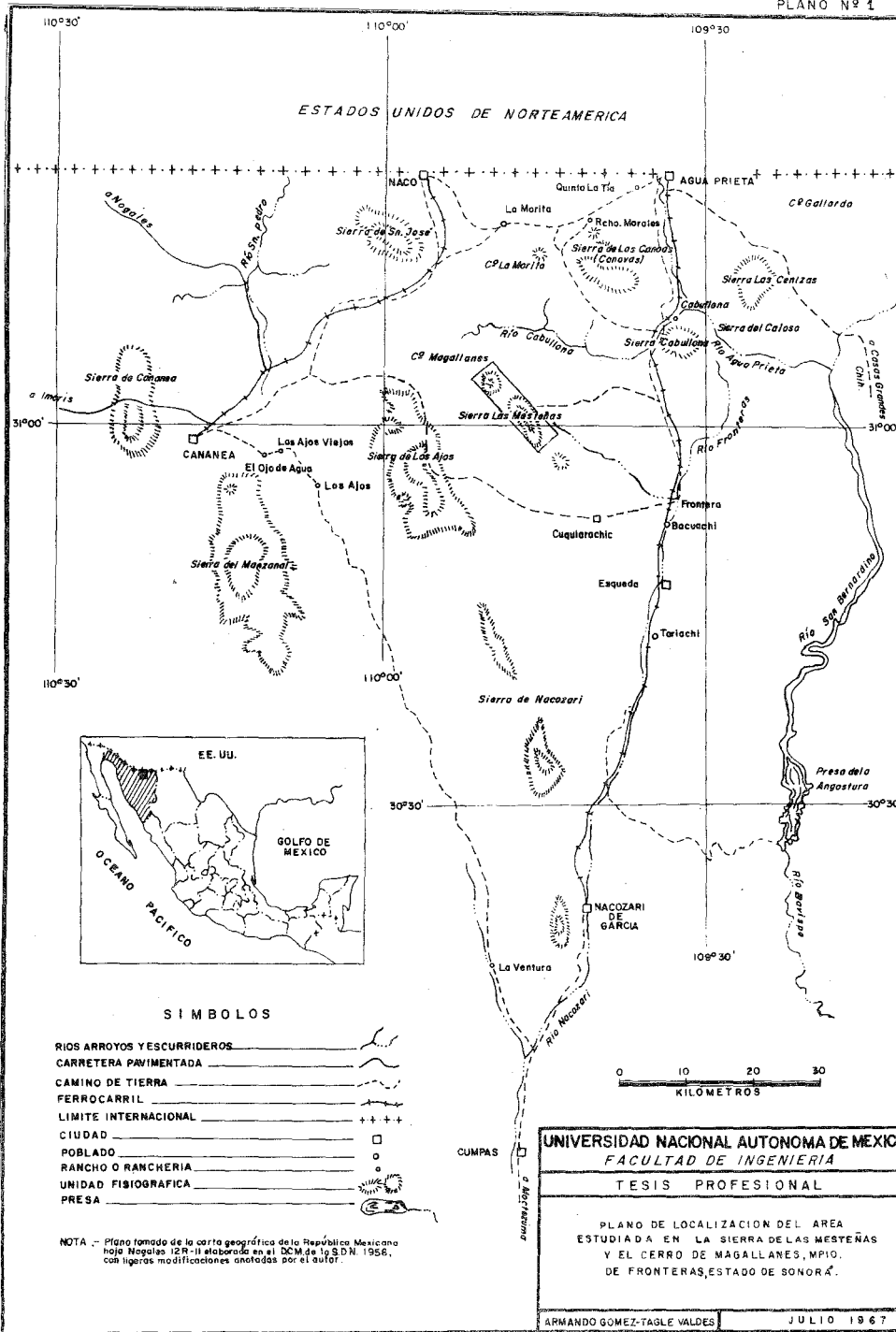
Las áreas objeto del presente trabajo están restringidas a la Sierra de las Mesteñas y al Pico de Magallanes, los que en el plano de localización, se representaron incluidos en un rectángulo, cuya superficie aproximada es de 175 Km<sup>2</sup>.

Se hace hincapié en que el estudio geológico que se realizó en el Pico de Magallanes consistió únicamente en una serie de reconocimientos muy generales, y se dio mayor importancia a la porción de la Sierra de las Mesteñas en la que está expuesta en totalidad, la sección de rocas que serán descritas en el capítulo correspondiente de este trabajo.

Se realizaron también varios reconocimientos en las sierras vecinas de San José, La Morita, Canovas y Cabullona, con objeto de conocer las rocas que afloran en ellas, y se vio que representan formaciones pre-Cámbricas, paleozoicas y cretácicas.

## C. METODO DE TRABAJO

El levantamiento del plano geológico del área se efectuó mediante el uso de un estereoscopio y fotografías aéreas



SIMBOLOS

- RIOS ARROYOS Y ESCURRIDEROS
- CARRETERA PAVIMENTADA
- CAMINO DE TIERRA
- FERROCARRIL
- LIMITE INTERNACIONAL
- CIUDAD
- POBLADO
- RANCHO O RANCHERIA
- UNIDAD FISIOGRAFICA
- PRESA

NOTA: Plano tomado de la carta geográfica de la República Mexicana hoja Nogales 128-II elaborada en el DCM de la SDN, 1956, con ligeras modificaciones anotadas por el autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
TESIS PROFESIONAL

PLANO DE LOCALIZACION DEL AREA ESTUDIADA EN LA SIERRA DE LAS MESTEÑAS Y EL CERRO DE MAGALLANES, MPIO. DE FRONTENAS, ESTADO DE SONORA.

ARMANDO GOMEZ-TAGLE VALDES JULIO 1967

ERA	SISTEMA o sub.	Formación	Esp. m.	REPRESENTACION GRAFICA	CARACTERISTICAS	LITOLÓGICAS
MESOZOICO		INFERIOR				
		MORITA	+ 160		Arenisca de grano medio a grueso de estratificación mediana variando de 10cm hasta 1m de espesor; se presentan en color gris-verdoso y al interperismo su coloración varía del gris oscuro verdoso a café-rojizo predominando el primero, la base de la formación esta representada por una interestratificación de areniscas y lutitas.	
		GLARCE	175		Conglomerado polimictico de color gris rojizo, cuyos principales constituyentes son clastos poco redondeados y no muy bien clasificados de cuarcita, calizas en menor porcentaje de granito y esquistos, el tamaño de los clastos se presentan con diámetro desde un cm hasta 50cm, encontrándose a su vez cementados por un material arenoso.	
DEVONICO	Disc.	MARTIN	+ 238		Calizas de color gris oscuro de estratificación mediana con bandeamientos de sílice (pedernal) de color café a negro, disminuyendo este bandeamiento hacia la porción inferior de la formación, la que se encuentra constituida por calizas de color gris oscuro a gris claro y en estratificación delgada a mediana que varía desde 30cm hasta 1.00m de espesor. Además se observó que se encuentra descansando concordantemente en la Formación Abrigo.	
		ABRIGO	+ 178		Esta formación la constituye una sección de calizas que en la parte superior se encuentran finamente estratificadas de un aspecto margoso y de color crema-amarillento, hacia la base de la formación disminuye el contenido arcilloso y se observan calizas de color gris claro de estratificación mediana, superficie de erosión rugosa, color gris claro amarillento.	
		BOLSA	131		La parte superior de esta unidad la constituye una sección rítmica de areniscas y lutitas de color café-rojizo a violeta. Continuando hacia la base una potente sección de cuarcitas de color gris-rosado de grano medio, en ocasiones se observan delgadas capas de lutitas micácíferas de color gris-verdoso. La base de esta formación está caracterizada por encontrarse una interestratificación de capas conglomeráticas con cuarcitas además de observarse una estratificación cruzada típica.	
CRIPTOZOICO	Disc.	GRANITO MESTEÑAS	~		Roca ígnea intrusiva muy alterada con textura porfirítica de color gris verdoso y al interperismo se presenta crema-amarillento; se puede considerar a esta roca como parte del complejo basal sobre el cual se depositó toda la sección sedimentaria.	
		ESQUISTOS PINAL	~		Rocas metamórficas de color gris-plateado y representado por esquistos micácíferos que se encuentran afectados en parte por el Granito Las Mesteñas. También considerándose a éstos como basamentos sobre el que se depositó la sección sedimentaria que se discutirá en el presente trabajo.	

NOTA:

- 1.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA BASADA CON LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SECCION MEDIDA EN EL ARROYO DE LAS MESTEÑAS.
- 2.- CON DATOS UNICAMENTE HASTA LA BASE DEL CRETACICO INFERIOR.
- 3.- EL CALCULO DE ESPESORES SE OBTUVO CON BRUJULA Y CINTA.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
TESIS PROFESIONAL

COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA DE LA PORCION COMPRENDIDA ENTRE EL TERCIO MEDIO E INFERIOR DEL FLANCO NORORIENTAL DE LA SIERRA DE LAS MESTEÑAS

ARMANDO GOMEZ-YAGLE VALDES JULIO 1967



verticales a escala aproximada de 1:50 000, correspondientes a los vuelos efectuados por la Compañía Jack Amman, para la Secretaría de la Defensa Nacional en el año de 1957. Posteriormente el plano fue restituido en gabinete por métodos fotogramétricos, a una escala menor, 1:20 000, pues se consideró más adecuada para interpretar los datos geológicos del área (Plano 2).

En el campo se utilizaron constantemente las fotografías aéreas con objeto de comprobar y anotar los datos directamente en ellas, y para posteriormente en gabinete variarlos al plano.

Con brújula y cinta se efectuó el levantamiento de una columna estratigráfica que representara el área, consignando en ella datos de las formaciones que comprende desde el Pre-Cámbrico hasta la base del Cretácico Inferior.

#### C. TRABAJOS PREVIOS

Como fuente bibliográfica se consultaron principalmente trabajos realizados en la porción SE del Estado de Arizona, E.E.UU., los que a su vez cubren el área comprendida por el condado de Cochise, localidad que se considera lo bastante cercana como para poder efectuar la correlación

de rocas de esa región con las expuestas en la zona estudiada. De dichos trabajos se citan los siguientes por ser los de mayor interés: Ransome (1904), Cooper y Silver (1964) y Gilluly (1956).

En territorio nacional, Taliaferro en 1933 realizó un estudio geológico al norte de la Sierra de las Mesteñas donde estudió en particular, sedimentos del Cretácico, pero haciendo referencia también a rocas paleozoicas y fenómenos tectónicos que afectaron a la región. Otro de los trabajos consultados es de C. Fries quien en 1962 hizo un estudio general del Estado de Sonora, haciendo énfasis en el Paleozoico.

Para el estudio local se contó con los datos proporcionados en el informe geológico-radiométrico realizado por la compañía GEOCA, S.A., en la porción que comprende el tercio medio y SE del flanco NE de la Sierra de las Mesteñas, en el cual sólo se presentan datos generales en cuanto a - formaciones y espesores del Pre-Cámbrico, Paleozoico y Cretácico.

**TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA DE LAS DIVERSAS FORMACIONES  
EXPUESTAS EN EL NE DE SONORA Y LAS DE SW DE ARIZONA**

ERA	SISTEMA % <sub>0</sub> SERIE	CUADRANGULO DE DRAGON (COOPER Y SILVER 1964)	CUADRANGULO DE BISBEE (RANSOME 1904)	COLINAS TOMBSTONE (GILLULY 1956)	REGION DE CABULLONA (TALIAFERRO 1933)	SIERRAS DE CABULLONA Y DEL CALOSO (VIVEROS 1965)	SIERRA DE LAS MESTENAS Y PICO DE MAGALLANES (ESTE TRABAJO)
<b>CENOZOICO</b>	<b>CUATERNARIO</b>	RECIENTE	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION
		PLEISTOCENO			BASALTO	MESA	MESA
		PLIOCENO	?		CONGLOMERADO GILA	BASALTO	Tobas y Corrientes Rioliticas, Granito
		MIOCENO	VOLCANICOS GALIURO				
		OLIGOCENO	CONGLOMERADO THREELINKS		CONGLOMERADOS Y ARENISCAS		
		EOCENO					
		PALEOCENO					
<b>MESOZOICO</b>	<b>CRETACICO</b>	SUPERIOR	ROCAS SEDIMENTA RIAS Y VOLCANICAS		VOLCANICOS BRONCO	T. RIOLITICAS C. ROJAS SUPR. PACKARD CANALES SNAKE RIDGE	T. R. S. SNAKE RIDGE
		INFERIOR	CINTURA MORITA GLANCE	CINTURA MORITA GLANCE	BISBEE	MURAL MORITA GLANCE	CINTURA MORITA GLANCE
		JURASICO					
			VOLCANICOS WALNUT-CAP				
		TRIASICO					
<b>PALEOZOICO</b>	<b>PERMIANO</b>						
		PERMICO	GRUPO NACO		GRUPO NACO		
		PENSILVANICO	BLACK PRINCE ESCABROSA	NACO		NACO	NACO
		MISISIPICO	MARTIN	ESCABROSA	ESCABROSA	ESCABROSA (?)	ESCABROSA
		DEVONICO		MARTIN	MARTIN	MARTIN (?)	MARTIN
		SILURICO					
		ORDOVICICO					
<b>CAMBRIICO</b>		SUPERIOR	ABRIGO	ABRIGO	ABRIGO		ABRIGO
		MEDIO	BOLSA	BOLSA	BOLSA	BOLSA	BOLSA
		INFERIOR					
<b>PRECAMBRICO</b>		SUPERIOR	GRUPO APACHE				
		MEDIO	GRANITO REYT	GRANITO PORFIRITICO	GRANITO DE ALBITA	GRANITO LAS MESTENAS	GRANITO LAS MESTENAS
		INFERIOR	ESQUISTOS PINAL	ESQUISTOS PINAL	ESQUISTOS PINAL	ESQUISTOS PINAL	ESQUISTOS PINAL

## II. FISIOGRAFIA

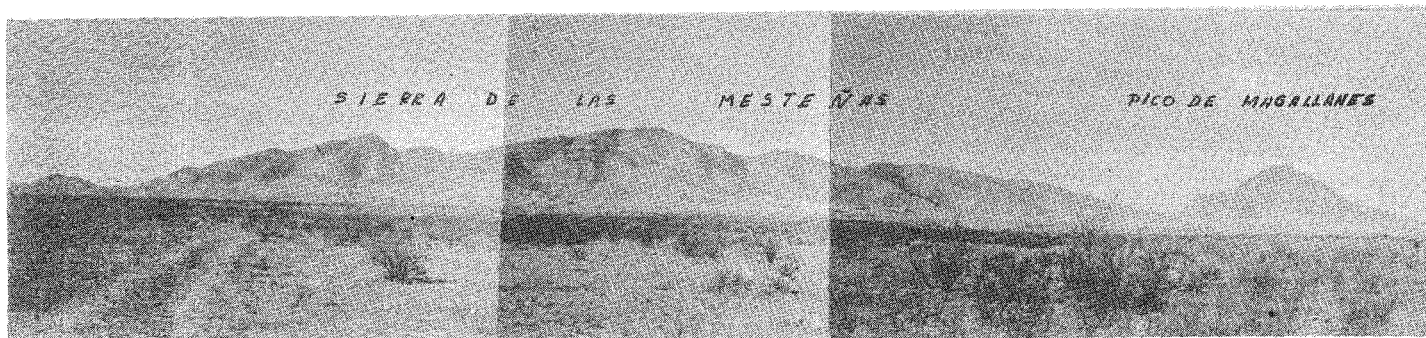
La zona en estudio se localiza dentro de lo que Alvarez (1956) considera como Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental a la que divide en su porción norte de E-W en tres subprovincias: 1a., Zona de Altiplanicie; 2a., - Zona de Barrancas y 3a., Zona de Sierras y Valles Paralelos.

En el presente trabajo se trata con mayor amplitud - la 3a. subprovincia ya que en ella está emplazada la Sierra de las Mesteñas, en la región, no obstante que las sierras - presentan en general una ligera variación en cuanto a la - orientación de las mismas, se puede conservar el mismo nombre de la subprovincia. Dicha variación obedece a un marcado "trend" estructural de afallamientos con dirección NW-SE, misma que más o menos presentan las sierras de la región.

Cabe aclarar que la clasificación fisiográfica antes dada, coincide con la división de las subprovincias de la - Sierra Madre Occidental que hace Raiz, quedando la zona de trabajo dentro de la subprovincia que este autor denominó - Sierras Alargadas.

### A. GEOMORFOLOGIA

La Sierra de las Mesteñas y el Pico de Magallanes --



FOTOGRAFIA 1.- Vista panorámica del flanco NE de la Sierra de las Mesteñas y del Pico de Magallanes, Mpio. de Fronteras, Edo. de Sonora (tomada viendo al SW).

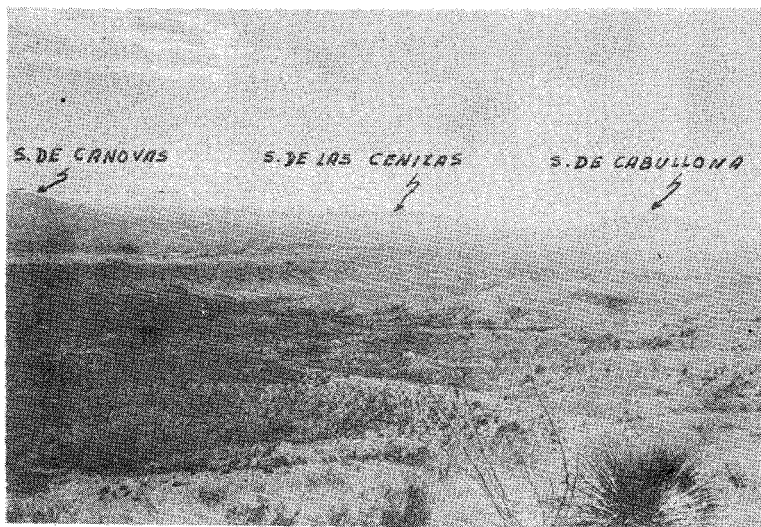
(Fot. 1) se ven rodeadas por unidades orográficas que destacan por su magnitud, tales como la Sierra de los Ajos, Sierra de Cánovas, Sierra de las Cenizas, etc., todas ellas inclusive la zona de la estudiada, se localizan en la porción norte de la Subprovincia Fisiográfica Sierras y Valles paralelos. Presentan como principales características morfológicas, la de tener en su flanco SW escarpes, debidos éstos a los afallamientos y a una erosión diferencial, que dan como resultado pendientes acantiladas, dándose a la mayor parte de estas sierras un origen del tipo estructural.

En general, desde el punto de vista geomorfológico - la región presenta características típicas de una región de rejuvenecimiento, efecto que se manifiesta por la gran cantidad de terrazas aluviales que se observan (Fot. 2).

#### B. CLIMA Y VEGETACION

En la Sierra de las Mesteñas prevalece un clima seco estepario (BS), según la clasificación que hace Koeppen (en Tamayo, 1958, vol. II pág, 173), el cual se caracteriza por una temperatura media anual de 18°, y precipitación de 330-mm anuales.

En la zona el invierno se manifiesta con temperaturas



FOTOGRAFIA 2.- Vista panorámica de la región de la Sierra de las Mesteñas; obsérvense las terrazas - aluviales que se presentan en ésta. Al fondo de la fotografía se observan las sierras de Cabullona, de Las Cenizas y parte de la de Cánovas, Mpio. de Fronteras, Edo. de Sonora.

menores a 0° principalmente por las noches, y además caen - esporádicas y ligeras nevadas; no obstante lo extremoso del clima, éste puede considerarse benigno. En lo referente a - precipitaciones se pueden considerar dos épocas de lluvias, una se inicia en el mes de julio prolongándose hasta sep--- tiembre, y es durante ella cuando se registran las lluvias- más intensas al grado de provocar grandes avenidas en los - arroyos; la segunda época y de menor importancia, está res- tringida a los meses de diciembre hasta febrero, presentán- dose lluvias aisladas y de corta duración.

La vegetación en el área, en general no es muy variada; está representada principalmente por arbustos, tales como gigantillo, ocotillo, mezquites y algunos encinos; todos ellos mezclados con vegetación de tipo herbáceo.



## III. GEOLOGIA REGIONAL

Regionalmente la zona estudiada presenta un gran interés desde el punto de vista geológico, ya que de acuerdo con lo expuesto por Taliaferro (op. cit., pág. 25), la Sierra de las Mesteñas se localiza dentro de lo que consideró como Cuenca de Cabullona, depositándose en ella sedimentos que marcan la línea de costa de un mar del Cretácico Superior; dichos sedimentos fueron depositados en una cuenca de tipo estructural, la que a su vez los protegió de la erosión, de tal manera que parte de ellos han sido preservados.

Taliaferro dice que el mar, al que se hace referencia, tuvo su mayor profundidad hacia las porciones NE y E de la región, encontrándose en éstas potentes espesores de sedimentos del Cretácico Superior.

La región de Cabullona cuenta en general con un ambiente geológico representado por rocas que van desde el Pre-Cámbrico hasta el Cenozoico, las que a continuación se describen en forma breve, con respecto al tipo de rocas que se encuentran expuestas.

a) PRE-CAMBRICO

El Pre-Cámbrico de la región está representado por -

rocas metamórficas de la Formación Esquistos Pinal del Pre-Cámbrico Inferior, e ígneas intrusivas de naturaleza granítica, representadas por un cuerpo ígneo intrusivo de naturaleza granítica y forma irregular, al que se le asignó el nombre de Formación Granito las Mesteñas, y se le consideró como del Pre-Cámbrico Medio (GEOCA, 1965), y que en partes afecta a la formación antes mencionada.

b) Paleozoico

Esta era está constituida principalmente por rocas carbonatadas y clásticas, estas últimas se encuentran en menor proporción y hacia la base.

c) Mesozoico

En su mayor parte se representa por rocas clásticas, pero también se tienen evidencias de la presencia de rocas calcáreas, aunque en un porcentaje mínimo con respecto a las primeras.

ch) Cenozoico

Los materiales de esta era son rocas de tipo marino y continental, encontrándose en su mayor parte las clásticas, pero las hay también calcáreas.

Se puede decir que regionalmente las rocas que afloran en los alrededores de la Sierra de las Mesteñas, son de todos tipos. Al N, en el Estado de Arizona, EE.UU., aflora parte de la sección de rocas de diversas formaciones paleozoicas y mesozoicas, las que dadas sus características geológicas, fueron tomadas como base para la correlación de las formaciones que se discutirán en el capítulo correspondiente del presente trabajo.

Como caso particular, es conveniente hacer mención a una potente sección sedimentaria del Cretácico Inferior que aflora en la Sierra de la Morita, localizada también al N de la región y en el Estado de Sonora, México; y a la que se consideró como localidad tipo de lo que se denominó Formación Morita.

Al S se encuentra la región de Nacozari; en ella se observan rocas volcánicas del Terciario, encontrándose además y como ventanas de erosión rocas del Paleozoico; como ejemplo característico de esto se cita al distrito minero que llaman El Tigere.

Al E de la Sierra de las Mesteñas está la Sierra de Cabullona, en la que aflora una sección sedimentaria del Paleozoico y Mesozoico, constituida por rocas carbonatadas y clásticas, además de encontrarse sedimentos pre-cámbricos,

representados por rocas metamórficas; asimismo las hay volcánicas de edad más reciente (Terciario).

Existe también en esta dirección la Sierra del Caloso que se presenta como una unidad fisiográfica espectacular, producto de un movimiento tectónico que dio lugar a que aflorara una potente sección de rocas calcáreas pertenecientes a la Formación Mural del Cretácico Inferior.

Hacia el W del área en estudio se ubica la Sierra de Cananea la que por sus características geológicas, ocupa un importante lugar en la región ya que en ella se aloja el distrito minero de Cananea. Dicha sierra está constituida por una sección de rocas sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico, pero principalmente se observan rocas volcánicas tanto extrusivas como intrusivas de edad más reciente, y las que probablemente dieron origen a la mineralización de dicho distrito.

## IV. GEOLOGIA DEL AREA

Desde el punto de vista geológico el área estudiada se puede dividir en dos partes: la primera, y a la cual sólo se hará referencia, es el área correspondiente al Pico de Magallanes, que se presenta como una unidad fisiográfica independiente de la Sierra de las Mesteñas; estructuralmente, se manifiesta como un cuello volcánico constituido por rocas de naturaleza riolítica, a las que circunda en forma discordante, una potente sección de sedimentos pertenecientes al miembro inferior de la Formación Morita del Cretácico Inferior.

La segunda área es la comprendida por la Sierra de las Mesteñas, la cual cuenta con un ambiente geológico muy similar al de la Sierra de Cabullona, aunque con algunas variaciones en espesores y formaciones.

Para mayor facilidad del estudio del área, el presente capítulo se subdivide en tres subcapítulos:

- a) Estratigrafía
- b) Historia geológica del área
- c) Tectónica del área

En cada caso se discute la sucesión de eventos geológicos transcurridos desde el período más antiguo que se en-

cuentra representado (Pre-Cámbrico) hasta el estado actual-  
en que se encuentra el área en estudio.

a) ESTRATIGRAFIA

Pre-Cámbrico

En el área se encuentran representados los perío-  
dos Inferior y Medio de esta era, constituidos por rocas -  
metamórficas e ígneas intrusivas; a las primeras se les --  
considera como el cuerpo principal de la sierra; en cambio  
el tercio N-NW está formado principalmente por una potente  
sección calcárea que representa al Paleozoico, observándo-  
se además en las partes bajas de la sierra y en un mínimo-  
porcentaje, rocas clásticas del Mesozoico; también hay ma-  
teriales que representan el Cenozoico que son principalment  
te de tipo continental y un mínimo porcentaje de rocas volu  
cánicas.

Los trabajos realizados por Ransome (op. cit., 1904-  
y Taliaferro (op. cit.), se tomaron como base para la co-  
rrelación y nomenclatura de las formaciones aquí expuestas,  
en particular el segundo, ya que él estudió un área vecina,  
y a su vez se utilizó la misma nomenclatura que Ransome -  
dió para el Cuadrángulo de Bisbee.

Para la descripción de la Formación Morita del Cretácico Inferior se utilizó asimismo lo expuesto por Viveros - (Tesis profesional, 1965), considerando sólo el miembro inferior, ya que el miembro superior de esta formación no se encuentra expuesto en el área de trabajo.

#### Pre-Cámbrico Inferior

#### Formación Esquistos Pinal

##### Definición:

Ransome (1904) define a los Esquistos Pinal, como - "una potente sección de rocas metamórficas, representadas - por esquistos de color gris oscuro verdoso, de grano fino, - textura uniforme y con superficie de erosión que presenta - un lustre satinado, encontrándose como principales constitu- yentes, cuarzo y sericita, y ocasionalmente turmalina y biotita, no observándose minerales del grupo de las anfíbolas". Considera que debido al carácter general de la roca, "originalmente se trató de rocas arcósicas y limolíticas".

Las principales áreas de afloramiento se encuentran en el SE del Estado de Arizona y en el flanco W de las Montañas Pinal de las que se derivó su nombre. Los correlaciona con los Esquistos Vishnú del Gran Cañón; su espesor se desconoce.

### Afloramientos y características litológicas

En la Sierra de las Mesteñas está expuesta una potente sección de la Formación Esquistos Pinal, los que a su vez constituyen el cuerpo principal de la sierra; otro de los sitios donde es posible observar afloramientos de esta unidad es el flanco SW de la Sierra de los Ajos, y en las cercanías del flanco SW de la Sierra de la Morita.

Los Esquistos Pinal, están representados por rocas metamórficas de aspecto micáceo, de color gris claro verdoso, y superficie de erosión con lustre satinado; en ocasiones se ven afectadas por masas graníticas de forma irregular, y de edad Pre-Cámbrica.

### Contactos

El contacto superior fue posible observarlo y se encuentra representado por una superficie de erosión sobre la que se depositaron discordantemente, los sedimentos de la Formación Cuarcita Bolsa del Cámbrico Medio.

### Origen

Es difícil definir el origen de las rocas metamórfi-



cas, y en este caso particular, los esquistos lo enmascaran pues además de su metamorfismo original, han sufrido otros metamorfismos en diferentes épocas geológicas, modificando de esta manera su textura original.

Taliaferro (op. cit., pág. 17) dice, que los Esquistos Pinal originalmente eran rocas sedimentarias y volcánicas que necesariamente sufrieron un intenso metamorfismo.

### Correlación

De acuerdo con las características geológicas que presentan aquí los Esquistos Pinal, pueden correlacionarse perfectamente con afloramientos de los complejos basales metamórficos que existen en el distrito de Bisbee (ver Tabla de Correlación) y con los Vishnú de Yavapai. Por lo que se les ha asignado al Pre-Cámbrico Inferior.

#### Pre-Cámbrico Medio

##### Formación Granito Las Mesteñas

### Definición

La compañía de Geólogos Consultores Asociados, S.A. (GEOCA, S.A.), al realizar en 1965 un estudio geológico-radiométrico en una porción de la Sierra de las Mesteñas, designó con el nombre de Formación Granito las Mesteñas, un cuerpo ígneo intrusivo de forma irregular y naturaleza gra-

nítica, considerándolo además como del Pre-Cámbrico Medio; dicho cuerpo ígneo a su vez intrusiona en algunas partes a la Formación Esquistos Pinal, y se caracteriza por tener xenolitos de la Formación antes mencionada. Se consideró como localidad tipo, la Sierra de las Mesteñas situada en el Municipio de Fronteras Estado de Sonora.

#### Afloramientos y características litológicas

Los afloramientos más característicos de esta formación se observan en el tercio S-SE y Medio del flanco NE de la Sierra de las Mesteñas; en la Sierra de Cabullona sólo existe un afloramiento en una pequeña ventana de erosión ubicada en uno de los arroyos tributarios del Río Cabullona.

Las características litológicas más importantes de esta formación son: rocas ígneas intrusivas de color gris-verdoso que intemperizan en gris-amarillento; textura porfirítica, observándose ocasionalmente xenolitos de esquistos, muy deleznable.

#### Correlación

Dadas las características geológicas que presenta esta formación, es posible correlacionarla con el granitoporfirítico que menciona Ransome (1904) para el Cuadrángulo

lo de Bisbee, en el Estado de Arizona, así como también con el granito Rey T de Cooper y Silver (1964) en el área que comprende el Cuadrángulo de Dragon.

## PALEOZOICO

### Cámbrico Medio

#### Formación Cuarcita Bolsa

#### Definición

Ransome (op. cit. pág. 28) define con el nombre de Cuarcita Bolsa a "las capas paleozoicas pertenecientes al Cámbrico Medio, que afloran en el SE del Estado de Arizona y sobreyacen discordantemente a la Formación de Esquistos Pinal del Pre-Cámbrico Inferior", y descubierta por Taliaferro (1933) en la Cuenca de Cabullona, Son.

La parte superior de esta unidad estratigráfica se encuentra constituida principalmente por una sección rítmica de areniscas y lutitas y hacia la base por varios horizontes conglomeráticos cuyo espesor varía de 15 a 30 cm en los que predominan clastos de cuarzo poco redondeados con diámetros no mayores de 7 cm; otra de las características -

de esta formación es la estratificación cruzada que presenta en las capas de su parte basal. El espesor total de esta formación es de 131.00 m y subyace a la Formación Caliza - Abrigo del Cámbrico Superior.

La localidad tipo se encuentra en el Cañón Bolsa, situado en el flanco SW de la Sierra Escabrosa, la que a su vez se localiza al W de la ciudad de Bisbee en el Estado de Arizona, EE.UU.

#### Afloramientos y características litológicas

En la Sierra de las Mesteñas, afloran potentes espesores de areniscas que forman acantilados prominentes, y dadas sus características litológicas tan claras, con respecto a lo expuesto por Ransome, para la Formación Cuarcita - Bolsa, éstas pueden ser correlacionables con las rocas que afloran en el flanco SW de la Sierra Escabrosa, que pertenecen a la formación antes mencionada; también existen afloramientos de este tipo de rocas, en áreas más restringidas en la Sierra de los Ajos, al SW de la Sierra de la Morita, y en la Sierra de Cabullona.

En la Sierra de las Mesteñas la Formación Cuarcita - Bolsa, está representada por una potente sección de arenis-

cas de color gris-rosado, de grano medio a grueso, cuyos principales constituyentes son clásticos de cuarzo semirredondeados, con diámetro de sólo unos cuantos milímetros, hasta 1 cm como máximo, cementados por clorita y sericita. Otra de las características principales es la estratificación cruzada y las capas conglomeráticas que se encuentran en la base de la formación. La parte superior está constituida por una alternancia rítmica de areniscas y lutitas micáceas.

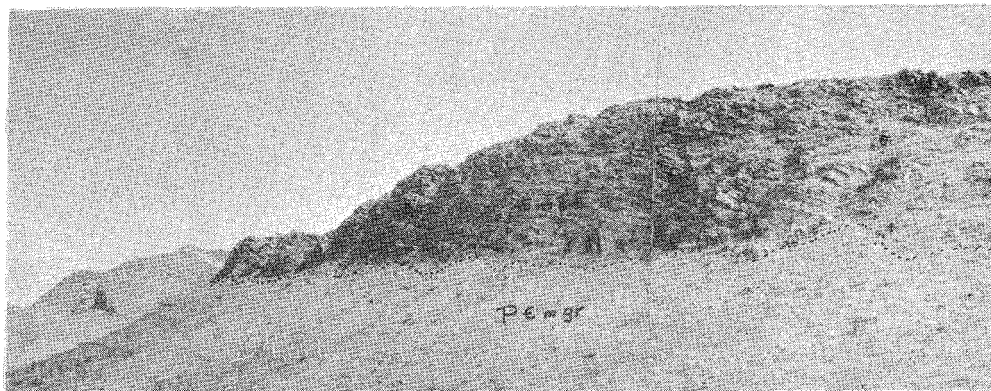
#### Contactos

El contacto inferior de la formación, queda definido por una superficie de erosión (discordancia) sobre la que se depositaron los sedimentos de esta formación, encontrándose que indistintamente descansan sobre los Esquistos Pinnal o sobre el Granito las Mesteñas.

El contacto superior se define por el paso transicional de las cuarcitas a las calizas silicificadas de la base de la Formación Abrigo del Cámbrico Superior. (ver Fot. 3).

#### Origen

Ransome (1904, pág. 29) supone que esta formación se



FOTOGRAFIA 3.- Cantil de cuarcita de la Formación Cuarcita Bolsa del Cámbrico Medio, observándose además en la parte media de la foto el contacto discordante de esta formación con la Formación Granito las Mesteñas, del Pre-Cámbrico Medio; en el extremo izquierdo se observa parte de la sección calcárea que representa a las formaciones paleozoicas. Fotografía tomada en el tercio medio del flanco NE de la Sierra de las Mesteñas, Mpio. de Fronteras, Edo. de Son.

depositó en un ambiente marino de litoral, basándose en sus propias características, tales como el conglomerado basal y la estratificación cruzada de los horizontes inferiores; - además del carácter arcósico de las areniscas se infiere - que los detritos provienen de algunas vetas de cuarzo o - bien del cuarzo presente en la Formación Esquistos Pinal.

En la Sierra de las Mesteñas la sección rítmica de - lutitas y areniscas que constituyen la parte superior de la formación, hace suponer que durante fines del depósito, el fondo del mar se encontró en un período de tiempo en el - cual éste ascendía y descendía alternativamente, también in dica que el medio ambiente en que se depositó no fue favorable para el desarrollo de la fauna.

### Correlación

Las características que presentan las areniscas de - la Formación Cuarcita Bolsa, hace posible que sean correlacionadas con las areniscas que afloran en el SE del Estado de Arizona y en particular en las Sierras Escabrosa, Dragón y Mule; también son correlacionables con las areniscas Tonto del Gran Cañón (Ransome 1904, pág. 30) y con la Cuarcita Capote del Distrito Minero de Cananea (Maldonado-Koerdell, - 1954 pág. 134).

La edad que se le asignó a esta formación (Cámbrico Medio) se hizo basándose únicamente en las relaciones estratigráficas con que se presenta.

### Cámbrico Superior

#### Formación Caliza Abrigo

Ransome (1904) define con este nombre a los sedimentos que constituyen una sección compuesta por estratos delgados y laminares de calizas, con algunos bandeamientos finos de pedernal, y que en la parte superior de ella se encuentran horizontes margosos más o menos fosilíferos, considerando a estos sedimentos como del Cámbrico Superior. Afloramientos característicos de ésta se encuentran en el SE del Estado de Arizona y particularmente en el Cuadrángulo de Bisbee; en Sonora esta formación fue identificada por Taliaferro (1933) en la Cuenca de Cabullona.

#### Afloramientos y características litológicas

En la Sierra de las Mesteñas, en el tercio medio y S-SE del flanco NE aflora una potente sección calcárea, de la cual aproximadamente 78.00 m están constituidos por calizas de color gris oscuro de estratificación delgada a media na, con variaciones en los horizontes, desde 5 cm hasta -



1.00 m de espesor; la parte superior de ésta está constituida por calizas margosas de color amarillento, de estratificación laminar, y presencia de macrofauna (tallos de crinoides y braquiódos).

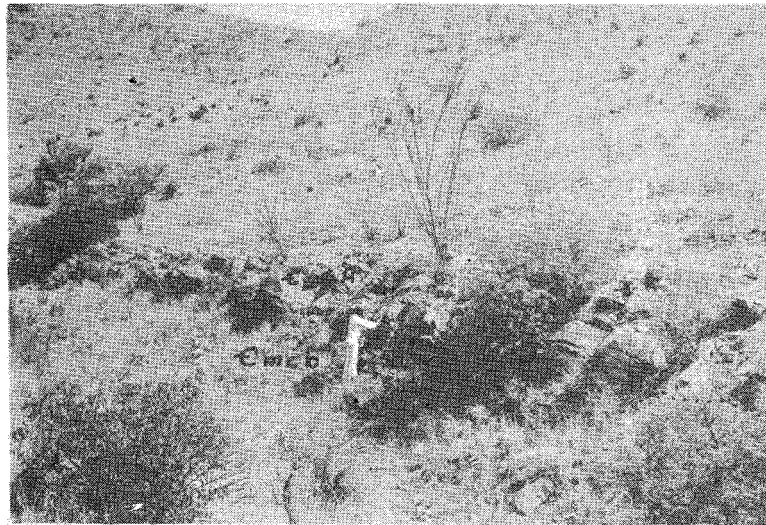
#### Contactos

El contacto inferior está representado por un cambio litológico transicional de areniscas de la Formación Cuarcita Bolsa a calizas silicificadas de la Formación Caliza Abrigo; el contacto superior queda marcado, por una discordancia erosional y por el cambio aparentemente litológico de calizas margosas de la Formación Caliza Abrigo, y las calizas de estratificación mediana de la Formación Caliza Martin. (ver Fot. 4).

#### Origen

Por la fauna que existe en los sedimentos que constituyen la formación que se discute se les considera típicamente marinos, y se puede inferir que, al final del depósito de los sedimentos de ésta, el mar sufrió un ligero levantamiento, teoría que se basa en las características que se presentan en la parte superior de la formación, como lo son las calizas margosas.

1961 D.I.V



FOTOGRAFIA 4.- Obsérvese el contacto de la Formación Cuarcita Bolsa del Cámbrico Medio con la Formación Caliza Abrigo del Cámbrico Superior.  
Fotografía tomada en el tercio medio del flanco NE de la Sierra de las Mes<sub>teñas</sub>, Mpio. de Fronteras, Edo. de Son.

### Correlación y áreas de afloramiento

Las bases que se tomaron al correlacionar la Formación Caliza Abrigo del Cámbrico Superior, son puramente estratigráficas, lo que permitió correlacionarla con las calizas que afloran en el Cuadrángulo de Bisbee (Ransome, 1904) y en el Cuadrángulo de Dragon (Cooper y Silver, 1964) (ver Tabla de Correlación).

#### Devónico

##### Formación Caliza Martin

#### Definición

Ransome (1904, pág. 33) propuso el término de Caliza Martin para una sección de calizas compactas grises oscuras, de estratificación mediana a gruesa, y que ocasionalmente presenta horizontes de lutitas calcáreas; cita como localidad tipo el Monte Martin de la Sierra Escabrosa, en el Estado de Arizona, EE.UU.

#### Afloramientos y características litológicas

En el presente estudio se identificó como equivalen-

te a los materiales de la Formación Caliza Martin a una potente sección de calizas que sobreyacen a la Formación Caliza Abrigo, las cuales tienen sus principales afloramientos en el flanco NE de la Sierra de las Mesteñas, encontrándose además pequeños afloramientos en el flanco SW, que son quizá producto de movimientos tectónicos. Esta sección que representa la Formación Caliza Martin del Devónico; se diferenció en dos miembros, el inferior, constituido por calizas de color gris oscuro, de estratificación mediana, con presencia de fósiles (tallos de crinoideos), y el superior representado por calizas de color gris oscuro, de estratificación delgada a mediana, con abundantes lentes de pedernal y ausencia de macrofauna; en el área estudiada, fue posible medir para esta formación un espesor total de 238.00 m.

#### Contactos

El contacto inferior está marcado por las calizas de aspecto margoso y estratificación laminar de la Formación Caliza Abrigo, y las calizas de color gris oscuro de estratificación mediana de la Formación Caliza Martin; el contacto superior lo representa el cambio litológico, de calizas con pedernal a calizas de color gris claro de estratificación gruesa de la Formación Caliza Escabrosa.

### Origen

Los sedimentos de esta formación son típicamente marinos, hecho que se basa en la presencia de fósiles encontrados en ella, indicando además que fueron depositados en aguas de poca profundidad.

### Correlación

Las características litológicas que presenta esta formación en el área estudiada, permiten la correlación con los sedimentos de la Formación Caliza Martin, que describió Ransome en el Cuadrángulo de Bisbee; haciendo notar que la Formación Caliza Martin de la Sierra de las Mestefias, presenta algunas variaciones con respecto a la anterior, pero dadas las condiciones estratigráficas con que se observa, ésta es perfectamente correlacionable en cuanto a edad.

### Afloramientos

La Formación Caliza Martin, ha sido identificada en el Cuadrángulo de Bisbee (Ransome), en el Cuadrángulo de Dragon (Cooper) y en las Colinas Tombstone (Gylluly, 1956) (ver Tabla de Correlación).

## Carbonífero

## Misisípico

## Formación Caliza Escabrosa

Definición

Ransome (1904, pág. 42), designa con el nombre de Caliza Escabrosa una sección de calizas granulosas, de estratificación gruesa, de color que varía de blanco grisáceo a gris oscuro, encontrándose además en esta formación fragmentos de tallos de crinoideos. Cita como localidad tipo a la Sierra Escabrosa en el Estado de Arizona, EE.UU.

Características litológicas y afloramientos

En la Sierra de las Mesteñas, la Formación Caliza Escabrosa está representada por una gruesa sección de calizas de aspecto granuloso, estratificación gruesa, de color gris claro que al intemperizar cambian a gris-rosado claro, observándose además la presencia de fósiles, que megascópicamente se identificaron como fragmentos de tallos de crinoideos y braquiópodos.

Las áreas de afloramiento se localizan principalmente en las partes altas y únicamente en la porción que constituye el tercio medio y el tercio NNW del flanco NE de la sierra. El espesor que se calculó para esta formación es superior a los 150.00 m.

#### Contactos y edad

El contacto inferior se caracteriza por el cambio litológico que presenta la parte superior de la Formación Caliza Martin, constituida por calizas con abundante pedernal y las calizas de estratificación gruesa de la Caliza Escabrosa; el contacto superior también se observa por un cambio aparentemente litológico, y que se marca por el paso de las calizas de aspecto granuloso de esta formación y las calizas densas de color gris claro de la Formación Caliza Naco; ambos contactos son concordantes.

La edad para esta formación fue determinada únicamente, por la posición estratigráfica que ocupa en la Sierra de las Mestañas.

#### Origen

La presencia de fósiles y las características litológicas de las calizas, indican que son sedimentos típicamente marinos y de aguas no muy profundas.

### Areas de afloramientos

La Formación Caliza Escabrosa, fue identificada por - Ransome (op. cit.) en el Cuadrángulo de Bisbee; y en el Cuadrángulo de Dragon por Cooper y Silver (op. cit.); en la Sierra de Cabullona por Viveros (Tesis profesional, 1965).

### Pensilvánico

#### Formación Caliza Naco

### Definición

Ransome (1904), define con el término de Formación Caliza Naco, a una sección de calizas densas, de color gris - claro, finamente estratificadas, con numerosos fósiles, y en la parte superior interestratificación de capas arenosas y - margosas con estratos calizos; fue identificada por vez primera en el Cuadrángulo de Bisbee por Ransome (1904), e identificada por Taliaferro (1933) en Sonora.

### Afloramientos y características litológicas

En la Sierra de las Mesteñas, los afloramientos de la



Caliza Naco están restringidos principalmente a las partes - altas del flanco NE; están constituidos por calizas densas - de color gris claro, de estratificación mediana a delgada, y aproximadamente en la parte media y superior de esta forma-- ción se presentan capas de calizas arenosas, observándose - además a simple vista la presencia de fragmentos de tallos - de crinoideos fosilizados.

#### Contactos

El contacto inferior está representado por el paso de calizas granulosas de la Caliza Escabrosa, y las calizas den-- sas de la Caliza Naco; el superior queda marcado por una dis-- cordancia erosional y el cambio litológico de calizas a ro-- cas conglomeráticas de la Formación Conglomerado Glance del-- Cretácico Inferior. (ver Fot. 5).

#### Afloramientos, correlación y edad

Esta formación fue plenamente identificada en el Cua-- drángulo de Bisbee por Ransome (op. cit.); en la Cuenca de - Cabullona por Taliaferro (op. cit.); en las Colinas Tombsto-- ne, por Gylluly (op. cit.) y en el Cuadrángulo de Dragon, - por Cooper y Silver (op. cit.) (Ver Tabla de Correlación).

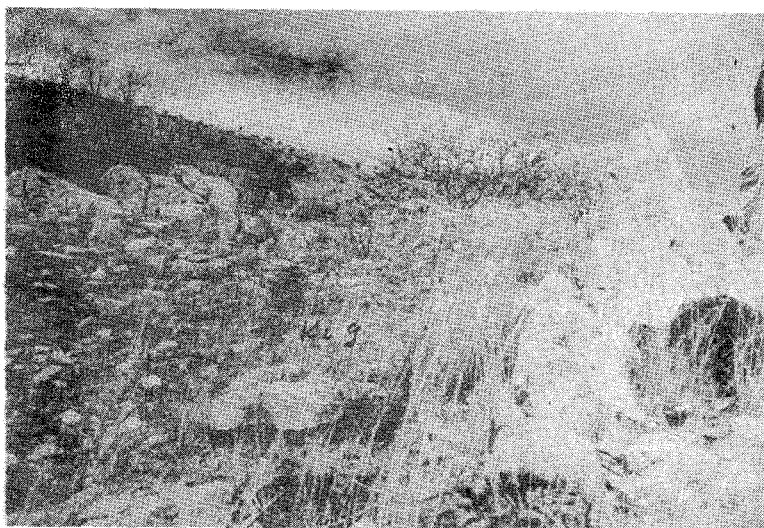


FIG. 5

FOTOGRAFIA 5.- Fotografía que muestra el contacto discordante de la Formación Caliza Naco - del Pensilvánico y la Formación Conglomerado Glance del Cretácico Inferior. Fotografía tomada aproximadamente en - el extremo NW de la Sierra de las Mes-teñas, Mpio. de Fronteras, Edo. de Son.

La correlación fue posible realizarla, dadas las características litológicas tan similares que presentan las calizas de esta unidad, con respecto a las descritas por Ransome para la Formación Caliza Naco; determinándose la edad, tanto por correlación como por la posición estratigráfica que presentan los afloramientos en la Sierra de las Mesteñas.

### Origen

La presencia de organismos marinos y la pureza de esta caliza, indican que se trata de sedimentos típicamente marinos, depositados en aguas de mediana profundidad.

## MESOZOICO

### Cretácico Inferior

#### Grupo Bisbee

El Grupo Bisbee según lo consideró y definió Ransome (op. cit., 1904, pág. 56), está constituido por cuatro formaciones del Cretácico Inferior, las cuales fueron depositadas discordantemente sobre rocas paleozoicas.

Las formaciones que constituyen el Grupo Bisbee son: El Conglomerado Glance, sobre el que se depositó la Formación Morita, que a su vez se encuentra cubierta por la Caliza Mural, y por último la formación más joven de éstas, constituida por la Formación Cintura, que descansa concordantemente sobre la Caliza Mural.

En el área o región de la Sierra de las Mestañas, únicamente afloran las dos primeras formaciones de este grupo, quedando también cubiertas en forma discordante por sedimentos del Cenozoico.

#### Formación Conglomerado Glance

##### Definición

La Formación Conglomerado Glance fue definida por Ransome (op. cit., 1904, pág. 57). La constituye una sección de rocas conglomeráticas, de 4 a 21 m de espesor, que representan la formación basal del Grupo Bisbee; en el área correspondiente al Cuadrángulo de Bisbee, descansan en discordancia sobre los Esquistos Pinal del Pre-Cámbrico Inferior, quedando a su vez cubiertos concordantemente por sedimentos de la Formación Morita.

### Afloramientos y características litológicas

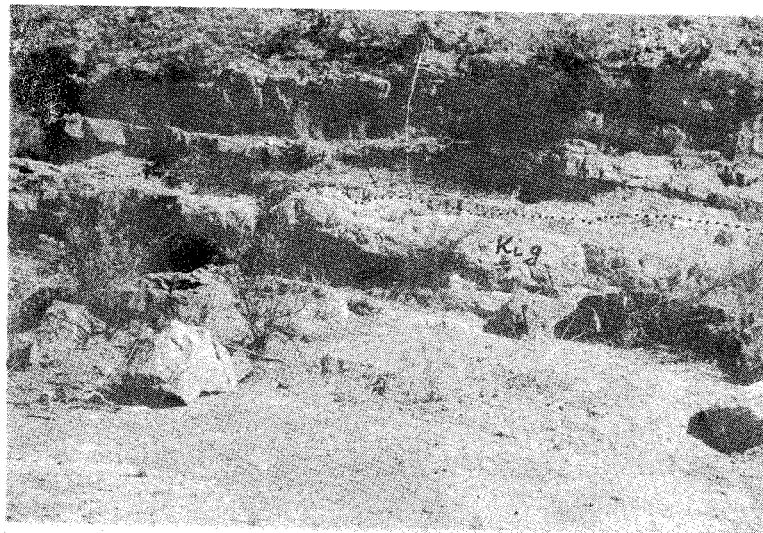
En la Sierra de las Mesteñas, los afloramientos correspondientes a esta unidad, se limitan a pequeñas zonas - cuya continuidad es difícil seguir, debido a los sedimentos de edad más reciente que los cubren; dichas zonas de afloramiento se encuentran principalmente en la porción NNW y partes bajas del flanco NE de dicha sierra.

En el área estudiada el Conglomerado Glance, está representado por una sección de rocas conglomeráticas, cuyos principales constituyentes son: clásticos subredondeados y mal clasificados cuyo tamaño varía entre 2 y 40 cm de diámetro; de calizas y cuarcitas cementadas principalmente por un material arenoso. En general esta formación presenta por intemperismo un color café-rojizo característico de ella - (ver Apéndice Petrográfico, Muestra GT-67-43).

### Contactos

En la Sierra de las Mesteñas el contacto inferior de este conglomerado, está definido por el cambio litológico - de las Calizas Naco y rocas conglomeráticas de la Formación Glance (ver Fot. 5); el contacto superior se presenta transicional y representado por una interestratificación de lutitas, conglomerados y areniscas conglomeráticas de la Formación Morita (véase Fot. 6).

FIG. 1087



FOTOGRAFIA 6.- Obsérvese el contacto de las formaciones Conglomerado Glance y Morita, ambas del-Cretácico Inferior.

Fotografía tomada en el Arroyo de Maga--llanes, aproximadamente en el extremo NW de la Sierra de las Mesteñas, Mpio. de - Fronteras, Edo. de Son.

### Origen

El Conglomerado Glance debe su origen principalmente a la existencia de formaciones pre-cámbricas y paleozoicas, ya que sus constituyentes están representados por clastos - de las antes mencionadas formaciones, efectuándose el depósito de los sedimentos en un ambiente marino de litoral. De acuerdo con las características que se observan en los fragmentos; mala clasificación y angulosidad, se infiere que el depósito se efectuó cerca de la fuente de origen, sufriendo éstos muy poco transporte.

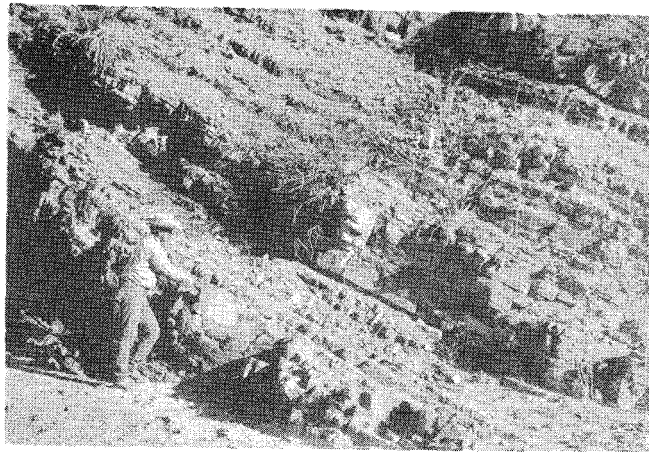
### Areas de afloramiento

A esta formación la identificaron en el SE del Estado de Arizona, Ransome, Cooper y Silver, Taliaferro en el Estado de Sonora y en la Sierra de Cabullona Viveros (1965).

### Formación Morita

### Definición

Ransome (op. cit., 1904, págs. 56 y 63 a 65) consideró a la Formación Morita constituida por una sección rítmica de areniscas rojo-grisáceas y lutitas café-rojizas que - ocasionalmente presentan algunas capas de areniscas conglomerá



FOTOGRAFIA 7.- Afloramiento típico de la base del Miembro Inferior de la Formación Morita del Cretácico Inferior constituido por una interes-  
tratificación de lutitas y areniscas, toma  
da en el Arroyo de Magallanes, en el extre-  
mo NW de la Sierra de las Mesteñas, Mpio.-  
de Fronteras, Edo. de Son.



ticas de granos angulosos y lentes de caliza impura, presentando además en la parte superior de estas capas, lutitas - calcáreas.

La localidad tipo está en la Sierra de la Morita, al norte de la Sierra de las Mesteñas, Sonora.

En el área estudiada se identificó la Formación Morita, y en la misma forma que expuso Viveros (1965), dividida en dos miembros. En la zona antes mencionada únicamente fue posible identificar el miembro inferior de esta formación, - el cual está constituido por una potente sección de areniscas (ver Apéndice Petrográfico, Muestra GT-67-37) de grano-medio, con fragmentos angulosos, formados casi en su totalidad por cuarzo detrítico en matriz clorítica, que imprimen un color gris-verdoso; la base de esta formación está representada por una alternancia rítmica de areniscas conglomeráticas y lutitas de color gris-verdoso. En el área estudiada fue posible medir para este miembro una sección de 160.00 m.

#### Contactos

El contacto inferior está representado como se indica en párrafos anteriores, por una alternancia de areniscas conglomeráticas y lutitas; el contacto superior no fue posible observarlo debido a que éste se encuentra cubierto por materiales del Cenozoico.

### Origen

Ransome (op. cit., 1904, pág. 65) dice que los sedimentos que constituyen la Formación Morita en la localidad estudiada por él, son típicamente marinos de litoral, indicando además que la presencia alternada de lutitas, areniscas y conglomerados, es característica de un fondo marino inestable.

En la Sierra de las Mesteñas estas condiciones se presentaron de manera similar, durante el inicio del depósito de los sedimentos de esta formación, para continuar posteriormente en condiciones típicas de depósito de sedimentos de aguas no muy profundas, como lo indica el potente espesor de areniscas cuarcíferas; considerándose además que la fuente de suministro de los sedimentos, quizá fue una serie de materiales de formaciones pre-cámbricas o paleozoicas, es decir que, o bien se derivaron del Granito las Mesteñas o de la Cuarcita Bolsa.

### Areas de afloramiento

Se encuentran expuestas rocas de esta formación en el Cuadrángulo de Bisbee, en las Montañas Dragon y en otros sitios del SE de Arizona; Viveros (1965) identificó la presen-

cia de rocas de esta formación en la Sierra de Cabullona, -  
 en la Sierra de la Morita (localidad tipo) por Taliaferro -  
 (1933), ambas sierras del Estado de Sonora (ver Fot. 7).

## CENOZOICO

### Terciario

#### Rocas ígneas intrusivas

##### Granitos y granodioritas

Las áreas de afloramiento de las rocas ígneas intru-  
 sivas que representan este período en la Sierra de las Mes-  
 teñas están restringidas a tres sitios que se localizan -  
 aproximadamente en los extremos NNW y SSE de la sierra, y -  
 en las estribaciones del tercio medio del flanco NE de la -  
 misma, los que a su vez están constituidos por cuerpos o pe  
 queñas masas irregulares de rocas de naturaleza granítica -  
 (ver Apéndice Petrográfico, muestras GT-67-9 y GT-67-42), y  
 que afectan o intrusionan parcialmente a las rocas de la for  
 mación Esquistos Pinal del Pre-Cámbrico Inferior y sedimen-  
 tos de las formaciones Glance y Morita del Cretácico Inferior.

La diferenciación de estas rocas con respecto a las -  
 que integran la Formación Granito las Mesteñas del Pre-Cám-  
 brico Medio, se hizo basándose en las relaciones estratigrá-

ficas y petrográficas, de las que se concluyó que en ambos -  
casos se trata de cuerpos diferentes.

#### Rocas ígneas extrusivas

##### Tobas y corrientes riolíticas

En el área estudiada este tipo de rocas se encuentra-  
representado por tobas y corrientes riolíticas (ver Apéndice  
Petrográfico, Muestra GT-67-8) de características litológi--  
cas tales como: roca ígnea extrusiva de color blanco-amari--  
lento, textura porfídica en matriz afanítica, observándose-  
escasos fénocristales incoloros con lustre graso y fractura-  
concoidal. Sus afloramientos más importantes, de acuerdo con  
sus dimensiones, se localizan en el extremo NNW de la sierra,  
encontrándose además pequeñas y aisladas zonas de afloramiento  
en el flanco NE y extremo SSE de la sierra.

#### Terciario-Cuaternario

##### Formación Conglomerado Mesa

##### Definición

"Fue propuesto este término por primera vez por W.P.  
Blake en 1899, para designar a un depósito de gravas y are-

nas provenientes de la destrucción de rocas neísicas y grani-  
tos que forman la mesa sobre la cual se ubica la Universidad  
de Arizona en Tucson, EE.UU., sin que se haya indicado edad-  
a esos sedimentos" (Viveros, 1965, pág. 46).

Taliaferro (op. cit.) sin describir las característi-  
cas litológicas ni la distribución de estas rocas, en el -  
área estudiada por él, las consideró como de fines del Ter--  
ciario y principios del Cuaternario.

#### Afloramientos y características litológicas

En la Sierra de las Mesteñas esta formación aflora -  
principalmente en el valle y como relleno del mismo; en el -  
plano geológico que se anexa al presente trabajo no se indi-  
có la separación de estos materiales con respecto a los de-  
edad más reciente, apareciendo estos como una sola unidad -  
(ver Plano 2).

La Formación Mesa está constituida por un conglomeraa  
do polimíctico mal compactado, cuyos principales componen--  
tes son clásticos poco redondeados y mal clasificados de to-  
das las rocas anteriores a su depósito, encontrándose frag-  
mentos de cuarcita, granito, esquistos, y en mayor porcentaa  
je rocas calcáreas, cementados en un material arcillo-arenoa  
so de color amarillento.

### Contactos

El contacto inferior es fácilmente identificable, ya que se manifiesta mediante la presencia de una discordancia angular característica sobre sedimentos del Paleozoico y Mesozoico.

### Origen

Esta formación se originó como resultado de la destrucción y transporte de las rocas anteriores a ella, por la acción de los agentes de erosión eólica y fluvial; considerándosele por este motivo de origen típicamente continental.

### Cuaternario

#### Reciente

Este período queda representado por los materiales que se están depositando en el área, estando constituidos por depósitos de talud, materiales aluviales y suelo vegetal; los que son producto de la destrucción de todas las rocas que se encuentran expuestas en el área y sobre las que actúan los diversos agentes de erosión, encontrándose representadas en este tipo de materiales todas las edades geológicas que en el presente trabajo han sido discutidas.

## b) HISTORIA GEOLOGICA DEL AREA

En el presente sub-capítulo se tratará de hacer una breve reseña de cada uno de los eventos geológicos a los que ha estado expuesta la zona estudiada, por lo que es necesario para facilitar dicha reseña dividirla en tres partes, de acuerdo con las épocas de depósito de las rocas presentes en el área.

La primera etapa y más antigua corresponde al pre-Cámbrico, la segunda al Paleozoico, y finalmente la tercera, al Mesozoico y Cenozoico.

#### Pre-Cámbrico

El comienzo de la Historia de la Tierra tiene que relatarse en términos muy generales mientras no se cuente con suficientes datos que permitan correlacionarlos con los obtenidos hasta la fecha.

En el área, la primera etapa se encuentra representada por rocas metamórficas e ígneas intrusivas, tal es el caso para las primeras, de la Formación Esquistos Pinal del Pre-Cámbrico Inferior, y para las segundas, rocas de naturaleza granítica que constituyen la Formación Granito las Mesetas del Pre-Cámbrico Medio.

Como es de suponerse la Formación Esquistos Pinal se formó a partir de rocas preexistentes de naturaleza sedimentaria (areniscas Taliaferro op. cit.) e ígneas, las que necesariamente debieron de contar con una cuenca de depósito, o bien con un mar del Pre-Cámbrico de poca profundidad. Posteriormente una vez formadas las rocas emergieron como consecuencia de una orogenia que las modificó y dio origen a la Formación Esquistos Pinal, conociéndose a este período de intensa deformación estructural con el nombre de Revolución Mazatzal (Wilson, 1939) la que culmina con una serie de intrusiones de naturaleza granítica (Granito las Mestefñas).

Tanto el granito como los esquistos quedaron formando parte de un alto topográfico que estuvo sujeto durante un período de tiempo más o menos largo, a la acción de los diversos agentes erosivos, dejando a fines del Pre-Cámbrico una topografía de relieve moderado.

#### Paleozoico

La segunda etapa o sea la correspondiente al Paleozoico se inicia con el hundimiento gradual del suelo preexistente del Pre-Cámbrico, originando como consecuencia la invasión del mar en el continente, iniciándose de esta manera el



primer ciclo de depositación de sedimentos, el que se manifiesta con la Formación Cuarcita Bolsa del Cámbrico Medio, observándose que a fines del depósito de esta formación el mar adquiere mayor profundidad, producto de una transgresión; es así como aparece la parte superior de esta formación caracterizada por una sección rítmica de areniscas y lutitas.

Continúa el mar adquiriendo mayor profundidad hasta que aparece la precipitación de sustancias carbonatadas que dan origen a la Formación Caliza Abrigo, así a fines del depósito de esta formación el mar empieza a perder profundidad, fenómeno indicado por la presencia de calizas margosas de la parte superior de la formación. Con esto termina el primer período de depósito de sedimentos, posiblemente producto de la Orogenia Antlerana, que apareció desde fines del Cámbrico hasta antes del Devónico Medio, comenzando en este último un nuevo ciclo sedimentario, el cual se inicia en el área con el depósito de la Formación Caliza Martin del Devónico y que culmina con el depósito de la Formación Caliza Naco, del Pensilvánico.

La discordancia observada por Gilluly (op. cit.) en las rocas de la Formación Caliza Abrigo y las de la Formación Caliza Martin, en la parte central del condado de Cochise, Estado de Arizona, EE. UU., hace suponer que durante la Orogenia Antlerana debieron existir movimientos epirogé-

nicos entre el depósito de estas formaciones, desconociéndose su magnitud; sin embargo en la Sierra de las Mestañas, no obstante que aparentemente las formaciones antes mencionadas se presentan concordantes, es de suponer que la zona también estuvo sujeta a estas condiciones, ya que en localidades vecinas al área también fue identificada dicha discordancia - (Viveros 1965).

A fines del Pérmico el área vuelve a emerger a consecuencia de lo que Fries (1962 b) postuló como Orogenia Sonorana, teniéndose como resultado una superficie constituida - por formaciones pre-cámbricas y paleozoicas, que estuvieron - sujetas a un prolongado período de erosión que se prolongó - hasta el Cretácico Inferior.

#### Mesozoico y Cenozoico

Se inicia en el Cretácico Inferior el tercer ciclo de depósito de sedimentos, los que a su vez yacen discordantes - a las formaciones paleozoicas y constituidos por rocas que - integran parte de la sección del Grupo Bisbee.

El inicio del depósito de estas formaciones, se presenta cuando el mar sufre una transgresión, y las aguas invaden al continente.

El Conglomerado Glance es la primera formación de este grupo que se deposita continuando el depósito con la Formación Morita del Grupo Bisbee.

En la Sierra de las Mestefñas, a pesar de que no se tienen evidencias de la existencia de las formaciones Mural y Cintura que constituyen la sección más joven del Grupo Bisbee y las formaciones que integran al Grupo Cabullona del Cretácico Superior, se supone que de haberse depositado, éstas fueron totalmente erosionadas, ya que al finalizar este ciclo de depositación, la región se vio afectada a fines del Cretácico y principios del Terciario por los efectos de la Revolución Laramide, dejando el área expuesta a la acción de la erosión, acompañada además de una serie de deformaciones estructurales e intrusiones ígneas; es durante esta Revolución que se origina una serie de afallamientos de considerable magnitud orientados NW-SE, dando origen a una fisiografía muy particular de sierras orientadas paralelamente a esta dirección, tal es el caso de la sierra estudiada.

Las escasas rocas ígneas intrusivas en la zona se manifestaron durante el Terciario, las que probablemente aprovecharon para su ascenso zonas de debilidad producto de los afallamientos de la Revolución Laramide; iniciándose a fines del Terciario el depósito de los sedimentos continentales, que constituyen la Formación Mesa, apareciendo también las tobas y corrientes riolíticas del área.

Durante el Cuaternario, la erosión continúa destruyendo todas las rocas que se encuentran expuestas en el área de trabajo, dando por resultado la formación de depósitos de talud, aluviales y de relleno de valle.

## c) TECTONICA

De acuerdo con lo expuesto por Alvarez (1958), el área estudiada se localiza dentro de la unidad tectónica que él consideró y designó Eugeosinclinal Mexicano.

Debido a la escasez de datos y estudios realizados en la región, es difícil conocer en términos generales la geología, y por consecuencia hacer una interpretación detallada de los fenómenos tectónicos a que ha estado sujeta la zona de trabajo; si a esta situación aumentamos el hecho de que la mayor parte de la porción oriental del Estado de Sonora se encuentra cubierta por derrames volcánicos, se comprende que las condiciones geológicas a que ha estado sometida la región, están completamente enmascaradas.

No obstante esta situación, en el presente subcapítulo se tratará de realizar una interpretación tentativa de los fenómenos geológicos que han aparecido desde la época más antigua representada en el área.

Así se tiene que, a partir de un complejo basal constituido por rocas metamórficas e ígneas intrusivas de edad Pre-Cámbrica, se depositó discordantemente una potente sección de rocas paleozoicas, como se indica en capítulos anteriores; encontrándose que parte de este complejo basal está representando a la Revolución Matzatzal (Wilson, 1939), que-

se manifiesta mediante la presencia de rocas graníticas de carácter intrusivo que afectaron a parte de las rocas de la Formación Esquistos Pinal del Pre-Cámbrico Inferior.

Es conveniente para poder continuar con el desarrollo de este subcapítulo, hacer algunas consideraciones de la tectónica regional que prevaleció en el Estado de Sonora durante el Paleozoico.

Fries (1962) en su estudio geotectónico sobre las rocas de este período en Sonora, afirma, tomando como base la sección restaurada de E a W de Nuevo México y Golfo de California, que la región parece presentar características típicas de una plataforma cratónica, teoría que presenta evidencias en los espesores de sedimentos de la antes dicha sección, piensa que originalmente los sedimentos eran lodos calcáreos fosilíferos, con proporciones menores de arenas, limos y lodos depositados en aguas someras, pasando al W a una cuenca de miogeosinclinal que iba hundiéndose paulatinamente, considerando a su vez que esta última región representó la extensión meridional del Geosinclinal Cordillerano de América del Norte, y propone nombrar a esta parte Fosa Sonorana de dicho geosinclinal. Considerando también que gran parte del Estado de Sonora, representa la parte miogeosinclinal del Geosinclinal Cordillerano, teoría que concuerda con lo expresado por King (1958).

Localmente como ya se indicó que el área estudiada se localiza dentro del Geoanticlinal Occidental; es en el Mesozoico cuando Alvarez (1958) considera que esta zona se ubica dentro del área comprendida por un geosinclinal mesozoico, y que tal vez se originó durante el Triásico Superior, considerando a su vez que el traspais correspondiente a éste se localizaba en la porción W del Estado de Sonora y probablemente prolongándose hasta la península de Baja California.

Las condiciones de depósito de sedimentos de la Sierra de las Mesteñas, en el Paleozoico estuvieron restringidas a una topografía pre-cámbrica preexistente, iniciándose este ciclo con el depósito de las formaciones Cuarcita-Bolsa y Caliza Abrigo, el cual quedó interrumpido a fines del Cámbrico por movimientos tectónicos de importancia hasta antes del Devónico Medio, debido tal vez a la Orogenia Antlerana que afectó a los estados de Nevada y parte de California (Fries, op. cit., 1962 b); continuando posteriormente la depositación hasta que por último fue interrumpida a fines del Pensilvánico, cuya interrupción continuó hasta el Pérmico y Triásico "Temprano" por la orogenia que Fries (op. cit., 1962 b) propone denominar Orogenia Sonorana, que corresponde en edad con la última fase de la Orogenia Apalachana, King (1951) del oriente de EE.UU.

A continuación del gran período erosivo provocado - por la Orogenia Sonorama, hubo un nuevo ciclo de depositación, ciclo que se inicia en el Cretácico Inferior con el Grupo Bisbee, el cual por evidencias encontradas en zonas - vecinas se supone continuó hasta fines del Cretácico Superior, y el que culmina con el Grupo Cabullona, en el que a su vez se manifiesta una época de ligero vulcanismo, como - lo indica la presencia de tobas riolíticas que constituyen la formación superior de este grupo.

Es a fines del Cretácico y principios del Terciario - cuando debido a la Revolución Laramide, la zona vuelve a - plegarse y ser afallada, y que al finalizar estos movimientos, se manifiestan intrusiones ígneas de naturaleza principalmente ácida.

En la zona que constituye motivo del presente trabajo, la orogenia mencionada en el párrafo anterior, se manifiesta por una parte, por la presencia de pequeños cuerpos ígneos intrusivos de forma irregular y naturaleza granítica, y por otra por una serie de afallamientos que se pueden clasificar en dos tipos: unos longitudinales a la sierra, y - los otros transversales y perpendiculares a los anteriores; se considera que los de mayor importancia son los primeros - ya que a los segundos se les considera como de reacomodo de las rocas y dieron por resultado una serie de bloques afa--llados.



La orientación que presentan las fallas y plegamientos, indica que en general las rocas de la porción NE del Estado de Sonora, que representan a todas las diferentes edades geológicas, estuvieron afectadas por una serie de esfuerzos de compresión provenientes del NE, los que finalmente originaron esfuerzos de tensión; esta hipótesis concuerda con lo supuesto por Alvarez, e indicado con anterioridad en este subcapítulo.

## V. GEOLOGIA ECONOMICA

Dentro del territorio nacional se cita el NE del Estado de Sonora, como una de las localidades mineras de mayor importancia y que se manifiesta por distritos mineros de considerable importancia para el desarrollo económico del país; tal es el caso de los distritos mineros de Cananea y Nacozari, en los que se beneficia y explota minerales de cobre; existen además dentro de la región otros distritos mineros de menor importancia, en los que se desarrolla la minería en pequeña escala, ejemplos de ellos se presentan las minas de El Tigere, de Las Chivas y La Barra, ubicadas en la región de Esqueda, Son.

En el área estudiada únicamente se encuentra la Mina de Magallanes, localizada en la porción central del flanco NE del Cerro del mismo nombre y en la que se explotaban minerales de oro, pero en la actualidad ésta se encuentra cerrada.

En lo que respecta a minerales radiactivos, la porción comprendida en el tercio medio del flanco NE de la Sierra de las Mestañas, se ha considerado como una localidad uranífera, que se manifiesta por varias anomalías radiométricas que se designaron con los nombres de anomalías Chémali 1, 2 y 3 y La Cieneguita.

Dichas anomalías se localizan en los conglomerados - basales de la Formación Cuarcita Bolsa, y obedecen a un control de la mineralización de tipo estratigráfico.

Basándose en los resultados de las muestras analizadas en los laboratorios de petrografía de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), se puede decir que la mineralización en este caso es de origen singenético, ya que el mineral uraninita ( $UO_2$ ) se encuentra alojado en el cemento y en asociación con monazita  $(Ce, La, Di)PO_4$  y apatita  $-Ca_5(Cl, F, OH)(PO_4)_3$  por lo que se supone que la mineralización de uranio es contemporánea al depósito de los conglomerados antes mencionados. Irving (Bateman, 1957, pág. - 389), en su clasificación que hizo en este tipo de minerales, concuerda con lo antes expuesto, es decir, también les dá un origen singenético.

En la actualidad las manifestaciones uraníferas mencionadas, se encuentran en la etapa inicial de exploración-geológico-radiométrica del subsuelo.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos al realizar el estudio geológico en las zonas ubicadas en la Sierra de las Mestañas y Pico de Magallanes, se concluye que la sección de rocas pre-cámbricas y paleozoicas expuestas en el área, han sufrido los mismos procesos tectónicos que sufrieron las rocas de la misma edad en el área del SE del Estado de Arizona, considerándose además que las rocas mesozoicas, que sin estar en el área estudiada expuestas en su totalidad, como indica Taliaferro, éstas corresponden a depósitos de litoral de un mar del Cretácico Superior e Inferior que se profundizaba hacia el N y NE de la región; se puede partir de aquí para inferir que el Gran Geoanticlinal Occidental al que se hizo referencia en el capítulo correspondiente, esté fuera de lugar y probablemente se localice más al W.

Con respecto al posible yacimiento de minerales radiactivos que se encuentra restringido a los conglomerados basales de la Formación Cuarcita Bolsa, como se indicó, cuenta en la actualidad con poca información, pues se encuentra en la fase inicial de exploración, por lo que se piensa será de gran utilidad continuar la exploración geológico-radiométrica del subsuelo, en las anomalías que sirven como guía para la exploración.

Es conveniente también realizar estudios de carácter geológico en áreas vecinas, para así tener un conocimiento más amplio de la geología tan interesante y compleja que se presenta en la mayor parte del Estado de Sonora.

## VII. BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ Jr., M. 1956

Apuntes de la clase de Geología, Paleogeografía  
y Tectónica de México. Facultad de Ingeniería,  
U.N.A.M., México, D.F.

ALVAREZ Jr., M. 1958

Tectónica Profunda de México, Bol. Asoc. Mex.-  
Geol. Petrol. Vol. X, Nos. 1 y 2, págs. 163 -  
181, 5 figs.

BATEMAN, A.M. 1957

Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico,  
946 págs. 2a. Ed. John Wiley and Sons, Inc. -  
Nueva York; traducción al español por Copy -  
Right by Ediciones Omega, S.A. 1957. Barcelona.

COOPER, J. y L.T. SILVER 1964

Geology and Ore Deposits of the Quadrangle Co-  
chise Country, Arizona, U.S. Geol. Surv., -  
Prof. Paper 416, VI - 196 págs., 39 figs., -  
Washington, D.C.

FRIES Jr., C. 1962 a

Estudios Geocronológicos de rocas mexicanas. -  
Inst. Geol., Bol. Núm. 64, 451 págs., México,  
D.F.

FRIES Jr., C. 1962 b

Reseña de la Geología del Estado de Sonora, -  
con énfasis en el Paleozoico, Bol. Asoc. Mex.  
Geol. Petrol. Vol. XIV, Nos. 11 y 12, págs. -  
257-273, 5 figs. México, D.F.

GARZA, G.R. 1960

Yacimientos de Berilo en la Sierra de Oposura, Municipio de Moctezuma, Estado de Sonora. Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M. (inédito) México, D.F.

GEOCA, S.A. 1965

Informes de los Estudios Geológico-Radiométricos - realizados para la C.N.E.N., en la Sierra de las Mesteñas, Son. Méx. (inédito).

GILLULY, J. 1956

General Geology of Central Cochise Country Arizona, U.S. Geol. Surv., Prof. Paper 281, VI + 169 págs., - 9 figs., 13 láms., Washington, D.C.

IMLAY, W.R.

Paleogeographic Studies in Northeastern Sonora, - Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 50, págs. 1723 - 1744, 4 láms., 2 figs.

KING, P.B. 1951

The Tectonics of Middle North America XIX - 201 págs., 1 tabla, 52 figs. Princeton University. Press.

KING, E.R. 1939

Geological Reconnaissance of Central Sonora. Am. Jour. Set., 5a. Ser., Vol. 28, Núms. 164, 4 figs., Incl. Geol. Mps.

MALDONADO-KOERDELL, M. 1954

Nomenclatura, Bibliografía y Correlación de las formaciones Arqueozoicas y Paleozoicas de México, - Asoc. Mex. Geol. Petrol., Vol. VI, págs. 113 - 138, México, D.F.

RANSOME, F.L. 1903

The Geology and Ore Deposits of the Bisbee Quadrangle Arizona, U.S. Geol. Surv. Prof. Paper No. 21, 168 págs., 5 figs., 29 láms. 3 planos.

RANSOME, F.L. 1904

The Geology and Ore Deposits of the Bisbee Quadrangle Arizona, U.S. Geol. Surv. Prof. Paper No. 21, 168 págs., 5 figs., 29 láms., 3 planos.

TAMAYO, L.J. 1962

Geografía General de México. Inst. Mex. Invest. -- Econ. Vol. II, págs. 103 - 192, 2a. Ed., México, D.F.

TALIAFERRO, N.L. 1933

An Occurrence of Upper Cretaceous Sediments in Northern Sonora Mexico, Jour. Geol., Vol. 41, No. 91, págs. 12 - 37, 1 plano Geol., 1 mapa.

VIVEROS, M.A. 1965

Estudio Geológico de la Sierra de Cabullona, Municipio de Agua Prieta, Estado de Sonora. Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M. (inédito) México, D.F.

WILSON, E.D. 1939

Precambrian Mazatzal Revolution in Central Arizona, Bull. Geol. Soc. Amer. 50; págs. 113-164.



## VIII. ILUSTRACIONES

## PLANOS

Plano de localización del área comprendida entre la Sierra de las Mesteñas y Pico o Cerro de Magallanes, Municipio de Fronteras, Estado de Sonora .....	Entre págs. 5 - 6
Escala 1:500 000	
Plano fotogeológico de la Sierra de las Mesteñas, Municipio de Fronteras, Estado de Sonora .....	En bolsa al final del texto.
Escala 1:20 000	

## TABLA

Tabla de correlación estratigráfica de las diversas formaciones expuestas en el NE de Sonora con las del SW de Arizona .....	Entre págs. 7 - 8
--	----------------------

## FIGURA

Columna estratigráfica generalizada de la porción comprendida entre el tercio medio e inferior del flanco Nororiental de la Sierra de las Mesteñas .....	Entre págs. 5 - 6
--	----------------------

## FOTOGRAFIAS

## Fotografía 1

Vista panorámica del flanco NE de la Sierra de las Mesteñas y Pico de Magallanes.	Entre págs. 8 - 9
---	----------------------

## Fotografía 2

Vista panorámica de la región de la Sierra de las Mesteñas, Son. ....	Entre págs. 9 - 10
---	-----------------------

## Fotografía 3

Fotografía que muestra un afloramiento de la Formación Cuarcita Bolsa del Cámbrico Medio .....	Entre págs. 23 - 24
--	------------------------

## Fotografía 4

Fotografía que muestra el contacto entre las formaciones Cuarcita Bolsa del Cámbrico Medio y Caliza Abrigo del Cámbrico Superior .....	Entre págs. 26 - 27
--	------------------------

## Fotografía 5

Fotografía que muestra el contacto entre las formaciones Caliza Naco del Pensilvánico y Conglomerado Glance del Cretácico Inferior .....	Entre págs. 33 - 34
--	------------------------

## Fotografía 6

Fotografía que muestra el contacto entre las formaciones Conglomerado Glance y Morita, ambas del Cretácico Inferior.	Entre págs. 36 - 37
--	------------------------

## Fotografía 7

Fotografía que presenta un afloramiento típico del Miembro Inferior de la Formación Morita del Cretácico Inferior.	Entre págs. 37 - 38
--	------------------------

IX. APENDICE PETROGRAFICO

(Los estudios petrográficos, fueron realizados por el  
Ing. Armando Quezadas F.)

MUESTRA No. GT-67-7

COLECTOR: GEOCA-Armando Gómez Tagle V.

LOCALIDAD: Porción central del Cerro de Magallanes, Mpio.  
de Fronteras, Son.

I.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Roca de textura porfídica con matriz afanítica de -  
color anaranjado muy pálido (10YR8/2). Los fenocristales son incoloros, anedrales, lustre graso y fractura concoidea. Se observan escasos de hábito tabular y lustre nacarado. El intemperismo de la roca es zonal.

II.- ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Holocristalina-porfídica con matriz microgranular.

Estructura: Maciza.

Mineralogía:

PRIMARIO

Cuarzo 10  
Feldespato K. 15

SECUNDARIO

Sericita 15  
Hematita

ACCESORIO

Magnetita

MATRIZ

Cuarzo 25  
Feldespato K. 65

Caracteres especiales:

El cuarzo se presenta como fenocristales euedrales bi piramidales con golfos de corrosión y en la matriz - como cristales anedrales en intercrecimiento con el feldespato potásico.

El feldespato potásico es sonodino, forma fenocristales tabulares y euedrales y en la matriz cristales - anedrales que están alterando a sericita.

III.- CLASIFICACION

Riolita anaranjada porfídica hematizada

IV.- ORIGEN

Roca ígnea volcánica e hipabisal somera.  
Familia riolita-granito.

MUESTRA No. GT-67-8

COLECTOR: GEOCA-Armando Gómez-Tagle V.

LOCALIDAD: Extremo sur-occidental del Cerro de Magallanes,  
Mpio. de Fronteras, Son.

I.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Roca de textura porfídica con matriz afanítica de color blanco (N9). Se observan escasos fenocristales incoloros con lustre graso y fractura concoidea.

II.- ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Holocristalina-porfídica con matriz microgranular.

Estructura: Maciza

Mineralogía:

PRIMARIO

Cuarzo 2

Feldespató Or. 8

SECUNDARIO

Sericita 48

ACCESORIO

Magnetita

MATRIZ

Cuarzo 15

Feldespató Or. 75

Caracteres especiales:

El cuarzo formó fenocristales bipiramidales euedrales con golfos de corrosión e intercrecimientos con el feldespató potásico en la matriz.

El feldespató potásico forma fenocristales tabulares euedrales totalmente alterados y es anedral en la matriz.

III.- CLASIFICACION

Riolita blanca porfídica alterada.

IV.- ORIGEN

Roca ígnea volcánica e hipabisal somera.  
Familia riolita-granito.

MUESTRA No. GT-67-34

COLECTOR: GEOCA-Armando Gómez-Tagle V.

LOCALIDAD: Extremo Norte del Flanco Occidental de la Sierra de las Mesteñas, Son. (Arroyo de Magallanes).

DESCRIPCION AFLORAMIENTO: Roca ígnea extrusiva que subyace a una sección sedimentaria.

#### I.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Roca densa de color rosa-anaranjado-grisáceo (10R8/2) dura y con fractura subconcoidea. Se observan cavidades con rellenos drúsicos de cuarzo.

#### II.- ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Metasomática

Estructura: Maciza

Mineralogía:

##### PRIMARIO

Cuarzo 90

Sericita 10

##### SECUNDARIO

Hematita

##### ACCESORIO

Magnetita

Caracteres especiales:

Los cristales de cuarzo son anedrales y están formados mosaicos equigranulares; además hay cuarzo microcristalino que forma lentes. Con dificultad se observa una textura palimpséstica clástica aunque no se pudo determinar si es del tipo piro o epiclástico.

#### III.- CLASIFICACION

Riolita rosa silicificada.

#### IV.- ORIGEN

Se trata probablemente de una riolita o toba riolítica que ha sufrido silicificación.

MUESTRA No. GT-67-37

COLECTOR: GEOCA-Armando Gómez-Tagle V.

LOCALIDAD: Extremo norte de la sierra de las Mestefías, Son.

DESCRIPCION AFLORAMIENTO: Arenisca gris-verdosa interestratificada con horizontes de lutitas.

I.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Roca verde-grisácea (LOGY5/2) en la que se observan - fragmentos angulosos blancos y cristales de pirita, - tiene fractura subconcoidea y unas cavidades que parecen vesículas.

II.- ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Epiclástica samítica

Estructura: Estratificada

Mineralogía:

PRIMARIO

SECUNDARIO

Cuarzo 30

Feldespato 15

Sericita tr

Leucoxeno

ACCESORIO

MATRIZ

SUST. INTRODUCIDAS

Líticos 5

Min. arcillosos 50

Calcita 15

Moscovita

+

Magnetita

Clorita + Sericita

Caracteres especiales:

Es una roca mal graduada, pues contiene fragmentos de un tamaño de 0.11 mm a 1.14 mm. La matriz está constituida por minerales arcillosos, clorita y moscovita, posteriormente se introdujo la calcita, sobre todo en la matriz.

Los fragmentos de cuarzo son angulosos, alargados y - con extinción ondulatoria, se observan algunos fragmentos redondeados pero rotos.

Los fragmentos de feldespato son de plagioclasa sódica y mirmequitas, son angulosos y han alterado ligeramente a sericita.

Los fragmentos líticos tienen forma tabular y son desquisto de cuarzo y mica

III.- CLASIFICACION

Grauvaca verde feldespática

IV.- ORIGEN

Roca sedimentaria marina

MUESTRA No. GT-67-42

COLECTOR: GEOCA-Armando Gómez Tagle V.

LOCALIDAD: Tercio medio del flanco nororiental en su porción inferior de la Sierra de Mesteñas, Son.

DESCRIPCION AFLORAMIENTO: Roca ígnea (granito?) que da la apariencia de un flotado que se encuentra en el valle cercano a las fallas de la sierra antes mencionada.

I.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Roca de color verde-amarillento-grisáceo (5GY7/2) en la que se observan cristales de hábito tabular y color verdoso y otros de hábito micáceo y color café.

II.- ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Holocristalina - fanerítica de grano medio - hipidiomórfica.

Estructura: Maciza

Mineralogía:

PRIMARIO

Plagioclasa 60

SECUNDARIO

Sericita 50

Clorita 20

Epidota 5

Cuarzo 15

ACCESORIO

Biotita 20

Magnetita

Caracteres especiales:

Los cristales de plagioclasa son de composición sódica y están casi totalmente alterados a sericita y reemplazados por cuarzo y epidota.

Los cristales de biotita están alterados a clorita son euedrales.

Los cristales de epidota son anedrales, el cuarzo es de grano fino y xenomórfico.

III.- CLASIFICACION

Diorita verde-amarillenta de grano medio propilitizada de biotita.

IV.- ORIGEN

Roca ígnea plutónica

Familia Andesita - diorita



MUESTRA No. GT-67-43

COLECTOR: GEOCA-Armando Gómez-Tagle V.

LOCALIDAD: Arroyo de las Mesteñas en el flanco nororiental de la Sierra de las Mesteñas, Son.

DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO: Conglomerado polimictico que -  
subyace a una sección de luti-  
tas y areniscas de la Forma-  
ción Morita.

I.- DESCRIPCION MEGASCOPICA

Conglomerado arenoso con matriz de color rosa-naranja moderado (10R7/4). Los fenoclastos son subredondados de forma tabular y de calizas, con tamaños - que varían de 70 a 13 mm. La matriz es arenosa y el cementante calcáreo. Tanto los fenoclastos como la matriz son más resistentes al intemperismo diferencial que el cementante.

II.- ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Epiclástica sefítica y samítica.

Estructura: Estratificada.

Mineralogía:

PRIMARIO

Caliza	40
Arenisca	15
Grauvaca	5
Carbón	5
Esquisto	tr

CEMENTANTE Y MATRIZ

Lodo calcáreo	20
Limonita	tr
Fósiles	5
Cuarzo	10
Moscovita	tr

Caracteres especiales:

Los fragmentos de caliza son subredondeados y son de calcilitita y caliza fosilífera recristalizada.

Los fragmentos de arenisca calcárea son de forma tabular y son subredondeados.

Los fragmentos de carbón son angulosos.

Los fragmentos de cristales de cuarzo son angulosos, - muestran inclusiones y extinción normal, en algunos - casos forma mosaicos.

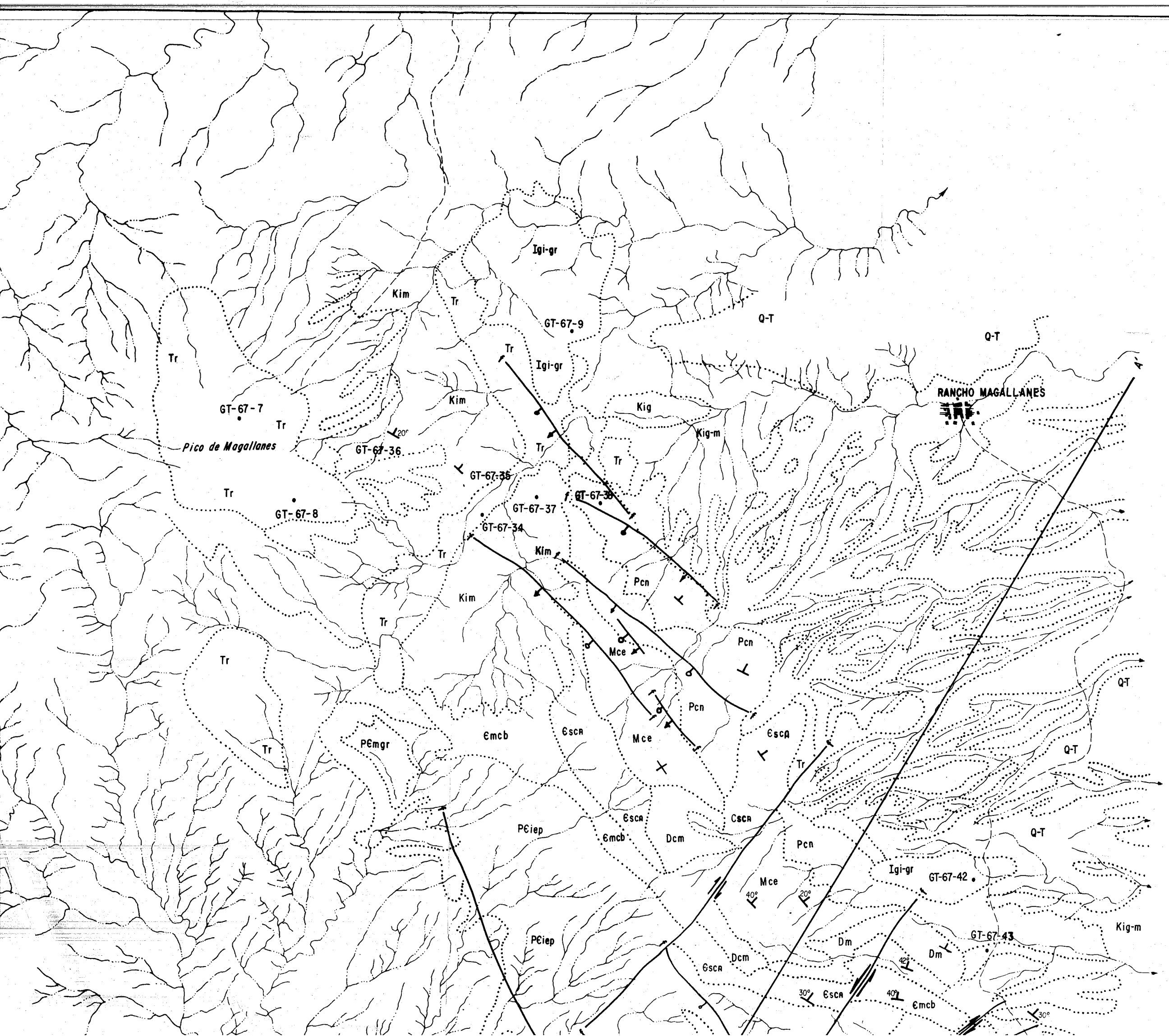
La roca está mal graduada.

III.- CLASIFICACION

Conglomerado rosa naranja polimictico arenoso calcáreo.

IV.- ORIGEN

Sedimentario marino.



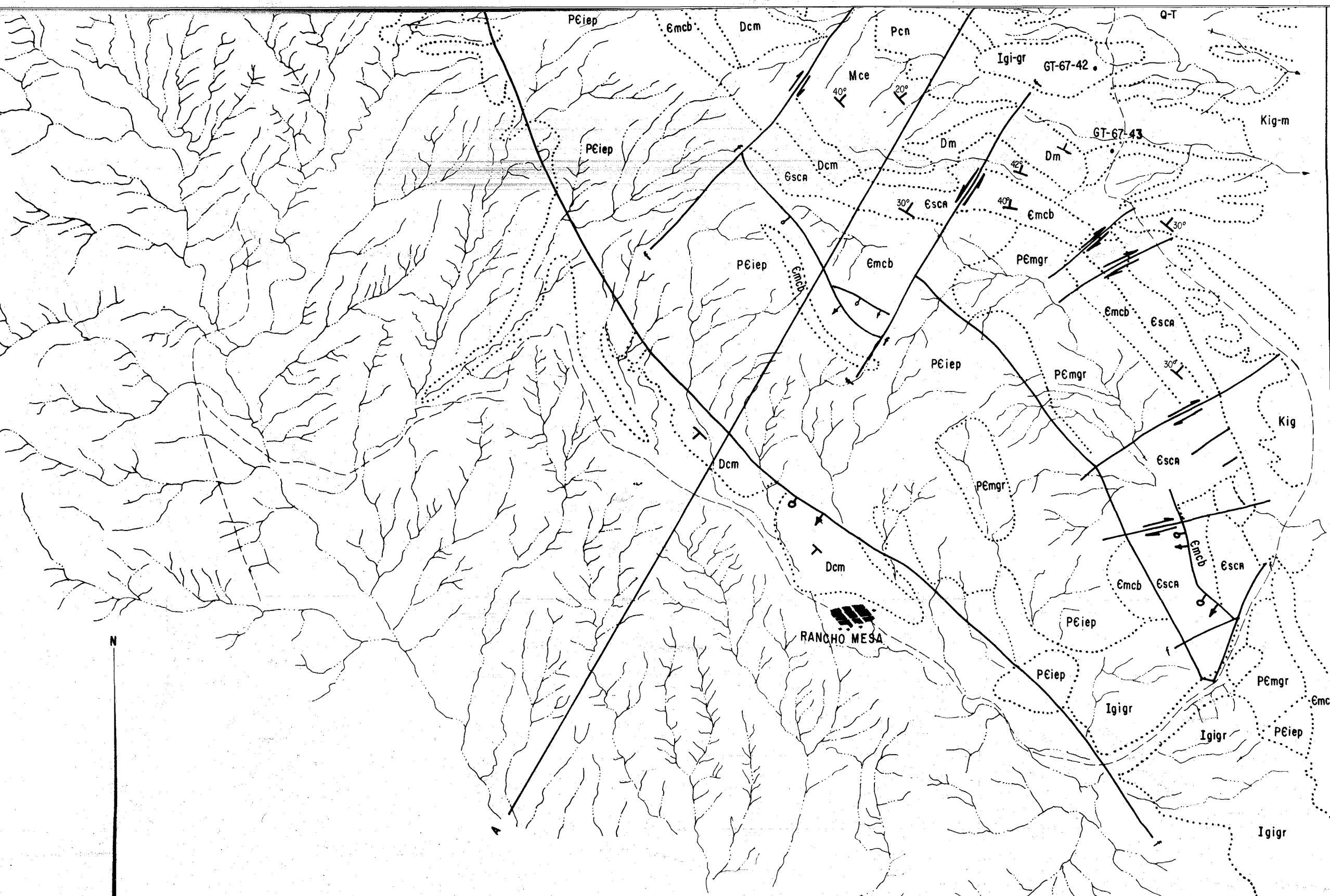
# EXPLICACION

## ROCAS SEDIMENTARIAS

- |                      |                    |                           |   |  |
|----------------------|--------------------|---------------------------|---|--|
| CEÑOZOICO            | RECIENTE           | Q                         | DEPOSITOS ALUVIALES DE TALUD Y SUELO VEGETA |  |
|                      | PLEISTOCENO        | Tm                        | FORMACION CONGLOMERADO MESA                 |  |
| DISCORDANCIA         |                    |                           |   |  |
| MESOZOICO            | CRETACICO INFERIOR | Kim                       | FORMACION MORITA                            |  |
|                      | CRETACICO INFERIOR | Kig                       | FORMACION CONGLOMERADO GLANCE               |  |
| DISCORDANCIA         |                    |                           |   |  |
| CARBONIFERO          | PENSILVANICO       | Pcn                       | FORMACION CALIZA NACO                       |  |
|                      | MISISIPICO         | Mce                       | FORMACION CALIZA ESCABROSA                  |  |
|                      | DISCORDANCIA       |                           |   |  |
| PALEOZOICO           | DEVONICO           | Dcm                       | FORMACION CALIZA MARTIN                     |  |
|                      | DISCORDANCIA       |                           |   |  |
|                      | CAMBRICO SUPERIOR  | Escn                      | FORMACION CALIZA ABRIGO                     |  |
|                      | CAMBRICO MEDIO     | Emcb                      | FORMACION CUARCITA BOLSA                    |  |
| DISCORDANCIA         |                    |                           |   |  |
| PRECAMBRICO INFERIOR | Pciep              | FORMACION ESQUISTOS PINAL |   |  |

## ROCAS IGNEAS

- |                |       |                      |
|----------------|-------|----------------------|
| TERCIARIO      | Tr    | RIOLITA              |
|                | Igigr | GRANITO              |
| CAMBRICO MEDIO | Pcmgr | GRANITO LAS MESTEÑAS |



**ROCAS IGNEAS**

TERCIARIO	Tr	RIOLITA
	Igr	GRANITO
PRECAMBRICO MEDIO	PEmgr	GRANITO LAS MESTEÑAS

CONTACTO GEOLOGICO

FALLA NORMAL } INDICA INCLINACION DEL PLANO DE FALLA  
 DIRECCION DEL MOVIMIENTO DEL ALTO

FALLA DE CORRIMIENTO HORIZONTAL

RUMBO Y ECHADO

ECHADO HORIZONTAL

ECHADO FOTOGEOLOGICO

CATA O MINA

MUESTRA COLECTADA • GT-67-23

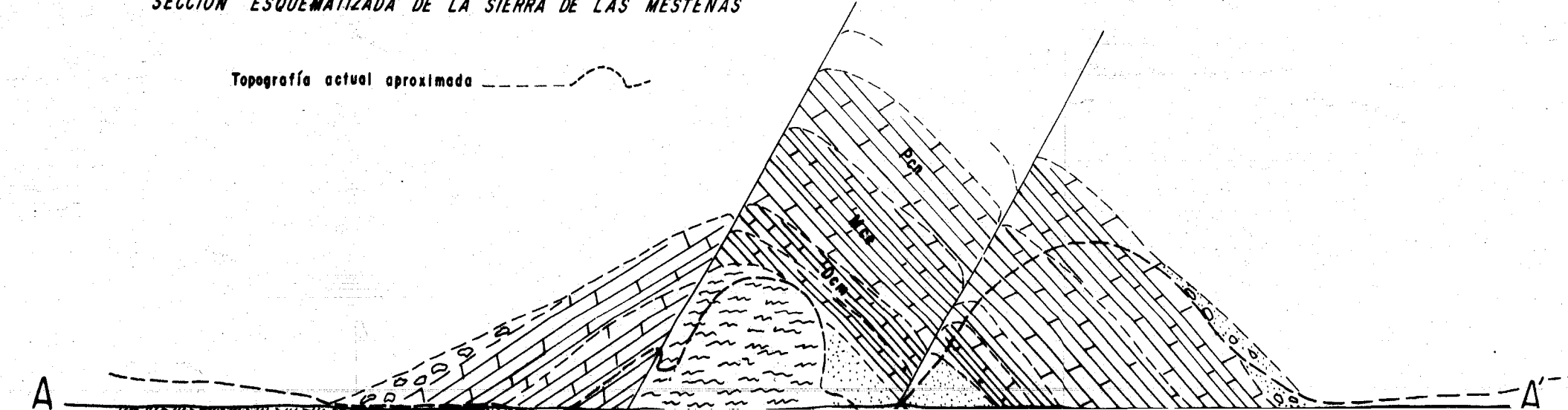
ARROYO O ESCURRIDERO

CAMINO DE TIERRA O BRECHA

RANCHO

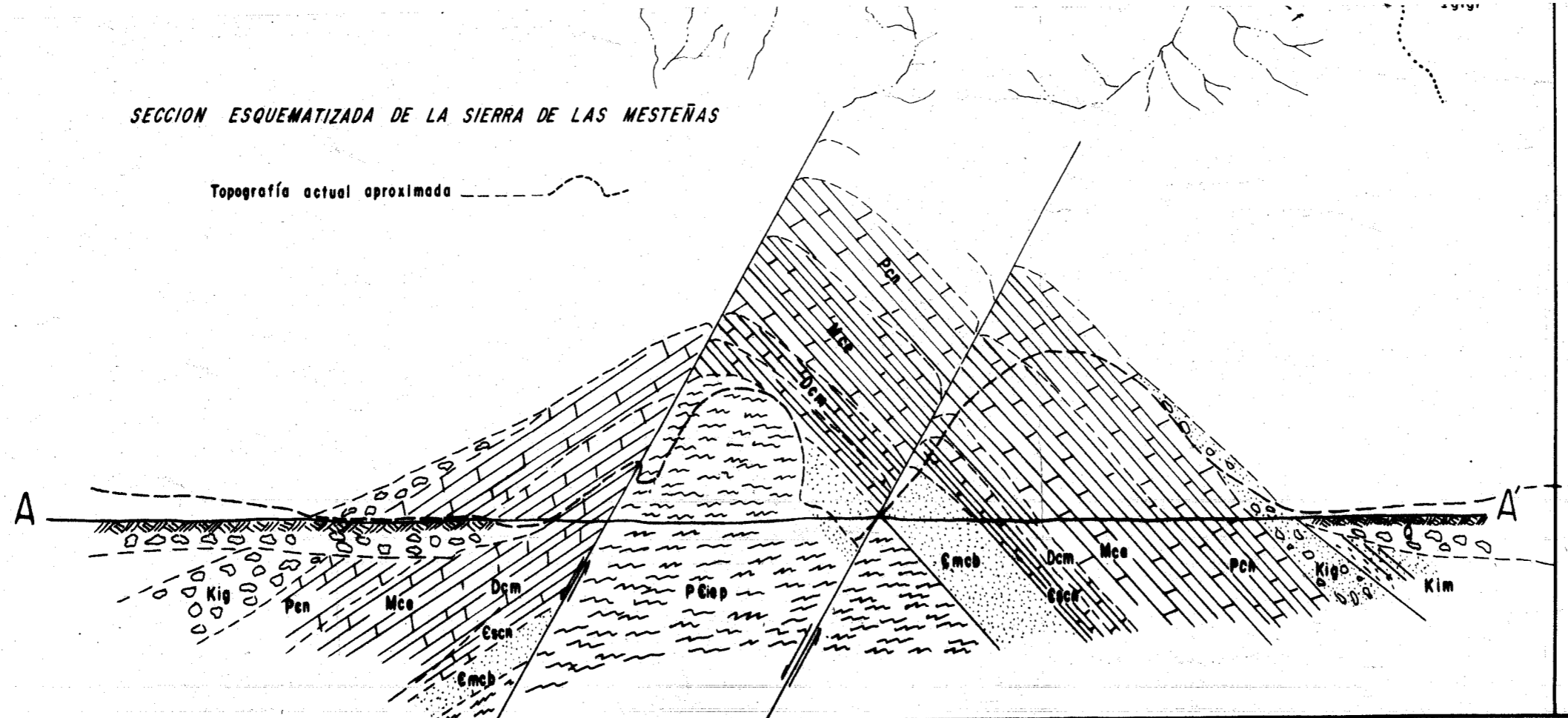
SECCION ESQUEMATIZADA DE LA SIERRA DE LAS MESTEÑAS

Topografía actual aproximada



SECCION ESQUEMATIZADA DE LA SIERRA DE LAS MESTEÑAS

Topografía actual aproximada



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

PLANO FOTOGEOLOGICO DE LA SIERRA DE LAS MESTEÑAS Y PICACHO DE MAGALLANES, MUNICIPIO DE FROBENIO, ESTADO DE SONORA

ARMANDO GOMEZ TAGLE VALDES JULIO 1968