

UNIVERSIDAD DE SONORA

ESCUELA DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

INTERPRETACION GEOLOGICA DEL DISTRITO FERRIFERO
"EL ENCINO", MPIO. DE PIHUAMO, JALISCO, MEXICO.



T E S I S
QUE COMO REQUISITO PARA
OBTENER EL TITULO DE
G E O L O G O
P R E S E N T A
ALEJANDRO MENDEZ SAINZ

Hermosillo, Sonora, México. Noviembre de 1982

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**

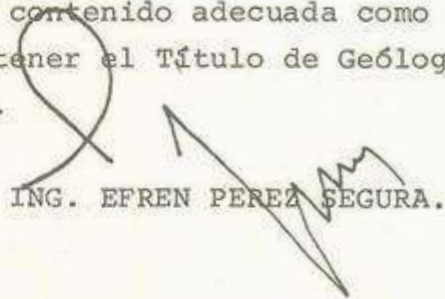


Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

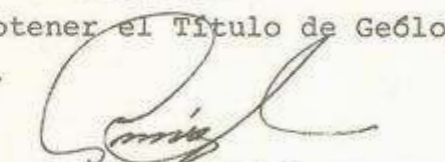


27 de Septiembre de 1982.

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


ING. EFREN PEREZ SEGURA.

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


ING. DAVID GOMEZ JUAREZ.

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


ING. RUBEN VELAZCO.

NOMBRE DE TESIS: INTERPRETACION GEOLOGICA DEL DISTRITO FERRIFERO "EL ENCINO", -
MUNICIPIO DE PIHUAMO, JALISCO, MEXICO.
NOMBRE DEL SUSTENTANTE: ALEJANDRO MENDEZ SAINZ.

mtbr.

CONTENIDO

(PÁG.)

I.-	RESUMEN.....	1
II.-	INTRODUCCION Y GENERALIDADES.....	4
II.1	OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	4
II.2	LOCALIZACIÓN.....	5
II.3	ACCESO.....	5
II.4	CLIMA.....	5
II.5	VEGETACIÓN.....	6
II.6	PROVINCIA FISIAGRÁFICA.....	6
II.7	GEOMORFOLOGÍA.....	7
II.8	HIDROGRAFÍA.....	8
II.9	TRABAJOS PREVIOS REGIONALES.....	9
III.-	MARCO GEOLOGICO REGIONAL.....	13
IV.-	MARCO GEOLOGICO LOCAL.....	15
IV.1	ESTRATIGRAFÍA.....	15
IV.1.1.	FORMACION ENCINO	15
A)	DEFINICION,.....	15
B)	MIEMBRO INFERIOR,.....	16
C)	MIEMBRO SUPERIOR,.....	20
D)	DIMENSIONES,.....	21
E)	CORRELACION Y EDAD,.....	22
IV.1.2.	FORMACION VALLECITOS,.....	24
A)	DEFINICION,.....	24
B)	INTERCALACIONES: CALIZAS-DOLOMIAS	25

C)	INTERCALACIONES: VOLCANICAS FELSI- CO-INTERMEDIO,.....	26
D)	INTERCALACIONES: CONGLOMERADOS RO- JOS DE CUARZO Y FELDESPATO,.....	27
E)	INTERCALACIONES: VOLCANICAS MAFI-- CAS,.....	28
F)	CORRELACION Y EDAD,.....	28
IV.1.3.	FORMACION MORELOS,.....	29
A)	GENERALIDADES,.....	29
B)	DEFINICION,.....	31
C)	MIEMBRO INFERIOR (FACIES LAGUNA-- RES EVAPORITICA) ,.....	31
D)	MIEMBRO SUPERIOR (FACIES DE PLA-- TAFORMA) ,.....	32
E)	EDAD, SEDIMENTOLOGIA Y CORRELACION	33
IV.1.4.	INTRUSION GABROICA Y DIQUES DOLERI- TICOS ASOCIADOS,.....	34
IV.1.5.	DERRAMES ANDESITO-BASALTICOS, SUS PIROCLASTOS Y FACIES SUBVOLCANICAS ASOCIADAS,.....	35
IV.1.6.	INTRUSIVO GRANODIORITICO Y FACIES SUBVOLCANICAS ASOCIADAS,.....	37
IV.1.7.	LAHARES ANDESITO-BASALTICOS,.....	39
IV.1.8.	TUFAS,.....	42
IV.1.9.	DEPOSITOS DE TALUD,.....	43
V.	TECTONICA.....	44
V.1.	GENERALIDADES.....	44

V.2.	PLIEGUES.....	45
V.3.	FALLAS Y JUNTAS.....	47
V.4.	ESTRUCTURA INTRUSIVA TIPO DOMO.....	48
VI.	ANALISIS CRONOLOGICO DE LAS DEFORMACIONES Y SU - RELACION GENETICA CON EL SISTEMA GEOTERMAL FE--- RRIFERO DE LA REGION.....	50
VI.1.	GENERALIDADES.....	50
VI.2.	PRIMERA FASE COMPRESIVA Z_1	54
VI.3.	SEGUNDA FASE COMPRESIVA Z_2	56
VI.4.	PRIMERA FASE DISTENSIVA X_1	58
VI.5.	SEGUNDA FASE DISTENSIVA X_2	59
VI.6.	FASE MINERALIZADORA.....	60
VI.7.	MOVIMIENTOS POST-OROGÉNICOS.....	60
VII.	MINERALIZACION DE FIERRO EN LA REGION.....	61
VII.1.	GENERALIDADES.....	61
VII.2.	CORRELACIÓN LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL DE LA - MINERALIZACIÓN.....	62
A)	GENERALIDADES.....	62
B)	INTRUSIVO ASOCIADO.....	62
C)	SKARN ASOCIADO.....	63
D)	ESTRUCTURAS ASOCIADAS.....	67
VII.3.	ARREGLO ZONIFICADO DE LOS MINERALES DEL -- SKARN ENTRE LAS ROCAS VOLCANO-SEDIMENTA--- RIAS Y EL INTRUSIVO.....	68
A)	GENERALIDADES.....	68

B)	SKARN DE: BIOTITA (FLOGOPITA?) > FEL- DESPATO POTASICO > ANFIBOL > EPIDOTA Y CLORITA,.....	69
C)	SKARN DE:EPIDOTA > ANFIBOL > CLORITA Y SERICITA,.....	71
D)	SKARN DE: CLORITA > EPIDOTA > ESCAPO- LITA,.....	71
VII.4.CUERPOS DE MENA,.....		72
A)	GENERALIDADES,.....	72
B)	MASIVA ESTRATIFORME,.....	72
C)	DISEMINADA ESTRATIFORME,.....	73
D)	FILONIANO,.....	74
E)	DISEMINADA CON ESTRUCTURA MOTEADA,....	74
VIII. MINERALOGIA Y QUIMICA DE LA MINERALIZACION.....		76
VIII.1.MINERALOGÍA,.....		76
VIII.2.Química,.....		76
IX. INTRODUCCION DE FIERRO SILICE Y POTASIO,.....		79
X. GENESIS DE LA MINERALIZACION,.....		84
XI. CONCLUSIONES,.....		87
APENDICES,.....		89
A.	PETROGRAFÍA,.....	90
B.	MINERAGRAFÍA,.....	102
BIBLIOGRAFIA CITADA Y COMPLEMENTARIA,.....		105

ILUSTRACIONES

PLANOS Y DIAGRAMAS

ENTRE PÁGINAS

LÁMINA No. 1.-	PLANO DE LOCALIZACION,.....	5-6
LÁMINA No. 2.-	PLANO DE PROVINCIAS FISIOGRAFICAS,...	6-7
LÁMINA No. 3.-	PLANO DE PROVINCIAS GEOLOGICAS,.....	7-8
LÁMINA No. 4.-	CORRELACION ESTRATIGRAFICA DE JALISCO-COLIMA Y LA REGION DE PIHUAMO, JAL.	13-4
LÁMINA No. 5.-	PLANO GEOLOGICO REGIONAL DEL DISTRITO FERPIFERO "EL ENCINO",.....	15-16
LÁMINA No. 6.-	PLANO GEOLOGICO DE MINA "EL ENCINO",	15-16
LÁMINA No. 7.-	SECCION GEOLOGICA-ESTRUCTURAL DE LA BARRANCA DE LA NAVIDAD,.....	15-16
LÁMINA No. 8.-	DIAGRAMA DE LAS PRINCIPALES REACCIONES INFERIDAS COMO OCURRENTES DURANTE LA FORMACION DE ESPILITAS,.....	17-18
LÁMINA No. 9.-	CLASIFICACION DE ROCAS VOLCANICAS EN EL DOBLE TRIANGULO Q-A-P-F, DE ACUERDO A SU COMPOSICION MINERALOGICA; DE STRECKEISEN,.....	16-17
LÁMINA No. 10.-	CLASIFICACION DE ROCAS PLUTONICAS EN EL DOBLE TRIANGULO Q-A-P-F, DE ACUERDO A SU COMPOSICION MINERALOGICA; DE STRECKEISEN,.....	16-17
LÁMINA No. 11.-	SECCION GEOLOGICA-ESTRUCTURAL DE LA BARRANCA DEL GALAN,.....	24-25
LÁMINA No. 12.-	DIAGRAMA A.F.M. DE LAS LAVAS DE LOS PRINCIPALES VOLCANES DE LA PARTE OCCIDENTAL DEL EJE NEOVOLCANICO,.....	41-42
LÁMINA No. 13.-	DIAGRAMAS ESTEREOGRAFICOS CON LAS DIRECCIONES DE PLEGAMIENTOS Y FRAC--TURACION DE LAS FASES COMPRESIVAS Z_1 Y Z_2 ,.....	45-46

LÁMINA No.14.-	DIAGRAMAS ESTEREOGRAFICOS CON LAS DIRECCIONES DE FRACTURACION DE LAS FASES DISTENSIVAS X_1 Y X_2 ,.....	45-46
LÁMINA No.15.-	SECCION GEOLOGICA A-A' DEL "CUERPO SAN PASCUAL",.....	46-47
LÁMINA No.16.-	SECCION GEOLOGICA B-B' DEL "CUERPO SAN PASCUAL",.....	68-69
LÁMINA No.17.-	SECCION A-A' DEL "CUERPO SAN PASCUAL" MOSTRANDO SU ALTERACION HIDROTHERMAL,	69-70

FOTOGRAFÍAS Y FOTOMICROGRAFÍAS

FIGURA 1.-	FOTOMICROGRAFIA DE UN TROZO DE PILLOW LAVA CON TEXTURA VACULAR,.....	18-19
FIGURA 2.-	FOTOMICROGRAFIA DE FENOCRISTALES DE PLAGIOCLASA EN MATRIZ DE FLUJO DE MICROLITOS PLAGIOCLASICOS (TROZO DE PILLOW LAVAS),.....	18-19
FIGURA 3.-	FOTOGRAFIA MOSTRANDO LA ABUNDANCIA DE MACROFAUNA EN CALIZAS DE LA FM. ENCINO,.....	20-21
FIGURA 4.-	FOTOGRAFIA MOSTRANDO LA ESTRUCTURA KARSTICA EN CALIZAS DE LA FM.ENCINO,	20-21
FIGURA 5.-	FOTOMICROGRAFIA DE GRAUWACKA CON MATRIZ MARGOSA Y SILICIFICADA,.....	21-22
FIGURA 6.-	FOTOMICROGRAFIA DE CALIZA RECRISTALIZADA; CON ROMBOS DE DOLOMITA,.....	25-26
FIGURA 7.-	FOTOMICROGRAFIA DE LATITA; FENOCRISTAL DE PLAGIOCLASA CON TEXTURA DE FLUJO EN LA MATRIZ,.....	26-27
FIGURA 8.-	FOTOMICROGRAFIA DE TOBAS CUARZO-LATITICAS CON MATRIZ DE FLUJO EUTAXITICO	26-27

FIGURA 9.-	FOTOMICROGRAFIA DE TEXTURA ALGO DIABASICA EN EL GABRO,.....	34-35
FIGURA 10.-	FOTOMICROGRAFIA DE DIQUE DIABASICO - DE TEXTURA SUBOFITICA,.....	35-36
FIGURA 11.-	FOTOMICROGRAFIA DE ANDESITA BASALTICA CON TEXTURA FLUIDAL,.....	36-37
FIGURA 12.-	FOTOMICROGRAFIA DE TONALITA ANHIDRA CON TEXTURA HETEROGRANULAR,.....	37-38
FIGURA 13.-	FOTOMICROGRAFIA DEL DIQUE CUARZOMONZONITICO DE TEXTURA GLOMEROPORFIDICA	38-39
FIGURA 14.-	FOTOMICROGRAFIA MOSTRANDO ALTERACION POTASICA SOBRE ALBITA PREEXISTENTE - DE LA ESPILITIZACION,.....	70-71
FIGURA 15.-	FOTOMICROGRAFIA DE CONCENTRACIONES - MICROGRANULARES DE BIOTITA, ENGLOBANDO MICROLITOS DE PLAGIOCLASA,.....	70-71
FIGURA 16.-	FOTOMICROGRAFIA MOSTRANDO INTIMA -- ASOCIACION DE MAGNETITA Y FLOGOPITA,	70-71
FIGURA 17.-	FOTOMICROGRAFIA DE PLACAS DE FLOGOPITA CRECIENDO SOBRE CLORITA,.....	70-71
FIGURA 18.-	FOTOMICROGRAFIA MOSTRANDO INTIMA -- ASOCIACION DE APATITO-MAGNETITA-FLOGOPITA,.....	71-72
FIGURA 19.-	FOTOMICROGRAFIA MOSTRANDO EL RELLENO AMIGDALOIDE DE CALCITA CON GRANATE - NEOFORMADO,.....	71-72
FIGURA 20.-	FOTOMICROGRAFIA MOSTRANDO CRISTALES OSCUROS DE TURMALINA PRISMATICA,....	71-72
FIGURA 21.-	FOTOGRAFIA MOSTRANDO APATITOS EN -- CUERPO DE MENA MASIVA,.....	72-73

FIGURA 22.-	FOTOGRAFIA DE MENA DE FIERRO BANDEADA,.....	73-74
FIGURA 23.-	FOTOGRAFIA DE MENA DE FIERRO FILONIANA; MOSTRANDO LA SUCESION PARAGENETICA	74-75
FIGURA 24.-	FOTOGRAFIA DE TREMOLITA DESARROLLADA EN LAS CAVIDADES CRUSTIFICADAS,.....	74-75
FIGURA 25.-	FOTOMICROGRAFIA MOSTRANDO EVIDENCIAS DE REEMPLAZAMIENTO DE MAGNETITA A -- CALCITA,.....	82-83
FIGURA 26.-	FOTOMICROGRAFIA MOSTRANDO EVIDENCIAS DE REEMPLAZAMIENTO DE MAGNETITA A - SILICATOS DE LA TACTITA,.....	82-83
FIGURA 27.-	FOTOMICROGRAFIA MOSTRANDO MAGNETITA Y HEMATITA REEMPLAZANDO A PIRITA SIN GENETICA,.....	83-84
FIGURA 28.-	FOTOMICROGRAFIA DE HEMATITA REEMPLAZANDO A MAGNETITA,.....	83-84

TABLAS

TABLA No. 1.-	MINERALIZACION DE FIERRO EN LA REGION DE PIHUAMO,.....	62-63
TABLA No. 2.-	QUE RESUME LOS ELEMENTOS ENCONTRADOS EN LA MENA DE MINA "EL ENCINO" Y SU - CORRELACION CON ALGUNOS DEPOSITOS DEL MUNDO,.....	78-79

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS.

Estaré particularmente en deuda con el Ing. Guillermo - Labarthe H., por su infinita ayuda brindada con su asesoramien- to técnico a todo lo largo de la elaboración del presente tra- bajo.

Con el Ing. Alberto Manera Bassa por su valiosa colabo- ración en cuanto a la interpretación de la tectónica de la re- gión.

Con los Ingenieros José Luis Carreón Sandoval y Víctor M. Ibarra Adame por el patrocinio brindado a nombre de la Corpo- ración HYLSA (Las Encinas, S. A.); que gracias a ellos fué po- sible su elaboración.

Agradezco a los Ingenieros Efrén Pérez S., David Gómez J., y Rubén Velasco por sus correcciones y sugerencia efectua- das.

Siempre estaré en gratitud con la Srita. Graciela Gari- bay García y Sr. Germán Delgadillo Delgadillo, por hacer posi- ble la preparación de la mecanografía y dibujos, respectivamente.

Mis agradecimientos a todas aquellas personas que en -- una forma u otra han contribuido en su elaboración.

I.- RESUMEN

En el suroeste del Estado de Jalisco, ya en sus límites con los estados de Colima y Michoacán, aflora una secuencia volcánico-plutónica-sedimentaria de edad cretácica, cuyo ambiente de depósito puede corresponder a una cuenca de facies miogeosinclinal asociada a un borde de placa tipo Arco Insular.

La secuencia estratigráfica se encuentra en posición -- normal; estructuralmente de la base hacia la cima está definida por una intercalación repetitiva de flujos y piroclastos submarinos de andesita basáltica espilitizada con lentes y bancos de caliza de facies arrecifal de rudistas, que pasan gradualmente a un espesor menor potente de grauwacas, margas y cuerpos lenticulares de caliza, (biohermas) ⁽¹⁾, sobreyaciendo y en una actitud concordante descansa una potente secuencia de derrames, autobrechas, tobas e ignimbritas de composición que varía de latitas y cuarzolatitas a riolitas con intercalaciones de lentes de caliza de facies arrecifal, calizas de estratificación gruesa, derrames escoriáceos de basaltos alcalinos de olivino, areniscas-conglomerados, y conglomerados rojos de cuarzo y feldespato ⁽²⁾. Por otra parte, y en un contacto discordante, prosigue la superposición de un potente paquete de calizas de facies de deposición lagunares evaporíticas y de plataforma hacia la parte alta, formalmente conocida como Fm. Morelos.

(1) Informalmente conocida como Fm. Encino.

(2) Informalmente conocida como Fm. Vallecitos.

En base a estudios faunísticos para los sedimentos calcáreos se ha determinado una edad que varía del Aptiano Tardío - al Cenomaniano.

El plutonismo asociado lo constituye el emplazamiento - de varios "stocks" de gabro de texturas, comprendidas entre poikilitica y subofítica; de una edad radiométrica (método de potasio/argón) de Cenomaniano (93.1 ± 4.7 m.a.), con la subsecuente inyección de innumerable cantidad de diques doleríticos.

Cubriendo discordantemente la secuencia descrita, se - presentan remanentes de derrames y brechas soldadas de composición andesita basáltica de emisión subaérea, así como sus facies subvolcánicas asociadas (diques y "stocks" de pórfido basáltico).

Como última evidencia del magmatismo félsico-intermedio se presenta la intrusión hipabisal de dimensiones batolíticas -- de granodiorita-tonalita con variaciones locales a dioritas y - cuarzodioritas, con sus facies subvolcánicas asociadas (diques y domos cuarzomonzoníticos) de una edad radiométrica (método - de potasio/argón) de Maestrichtiano (65.6 ± 3.3 m. a.); portador de las soluciones mineralizadoras de fierro (magnetita) - y trazas de cobre, oro y cobalto. Considerado según la clasificación de Shunso Ishihara (1971) en la serie Granitoide del - Tipo I, produciendo skarn cálcicos (de grosularita-hedenbergita) que acompañan como litología huésped a algunos de los yacimientos, mientras otros se emplazan en skarn de biotita (flogo-

pita ?), anfíbol y apatito, con o sin granate,

Como lógica consecuencia, asociada respectivamente a los procesos intrusivos mencionados, se manifiestan dos fases compresivas, con el consecuente desarrollo de pliegues, fallas y fracturas, Z_1 y Z_2 de direcciones $N 42^\circ E$ y $N 40^\circ W$; y dos fases distensivas posteriores X_1 y X_2 de direcciones $N 40^\circ W$ y $N 50^\circ E$; y por último un proceso mineralizador con movimientos de relajación que afectan en mayor o menor grado a los cuerpos de mena.

Finalmente, y como una última manifestación de magmatismo en el área, se presentan los rellenos de las depresiones topográficas pliocénicas por los lahares andesíticos provenientes de las emisiones pliocuaternarias del Volcán de Colima; el cual geográfica y genéticamente está relacionado a la evolución de la Trinchera de América Central (Trinchera Acapulco) (James F. Lubrand Ian, S. E. Carmicheal., 1981), mismos que poseen pequeños dislocamientos por fallas normales; productos de una tectónica reciente.

II.- INTRODUCCION Y GENERALIDADES

II.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO

Debido al aumento del consumo nacional de acero que se ha venido incrementando año con año, las empresas siderúrgicas del país se han visto en la necesidad de ampliar continuamente sus instalaciones para abastecer la fuerte demanda de los diferentes productos comerciales del acero. Como una lógica consecuencia de lo anteriormente expuesto, se ha hecho necesario desarrollar, paralelamente a dicho incremento, las fuente de abastecimiento de la materia prima para la industria siderúrgica, de la cual el mineral de fierro es básico. Para ello, la Corporación HYLSA, posee la concesión de varios yacimientos de mineral ferrífero en el Municipio de Pihuamo, Estado de Jalisco; en los cuales ha tenido el buen cuidado de intensificar sus estudios - de exploración geológica, sistemática y exhaustiva, con la finalidad de incrementar continuamente sus reservas. Por lo que, - siguiendo los métodos de investigación empleados para esta clase de trabajos, se procedió a hacer el levantamiento geológico regional y a detalle a nivel de yacimiento, de manera que en el - aspecto regional se incluyese a todos los yacimientos de fierro conocidos, con el objeto de agruparlos y relacionarlos en todos los aspectos; morfológico, estructural, litológico, estratigráfico, genético, etc., y poder así posteriormente hacer una mejor interpretación de las reservas de dicho mineral.

Es evidente que el objetivo primordial del presente - trabajo será el de servir como base para efectuar interpretaciones de los levantamientos magnetométricos, locales y regionales, que en futuras exploraciones de la región se realicen.

II.2.- LOCALIZACIÓN.

El distrito ferrífero " El Encino ", está ubicado en la porción SW del Estado de Jalisco, perteneciendo al Municipio de Pihuamo; Municipalidad que sirve como delimitación legal con los Estados de Michoacán y Colima, estando a 40 Kms. en línea recta al SE de la Capital de esta última Entidad. Por sus coordenadas geográficas queda localizado en los 19° 11' al Norte del Ecuador y a los 103° 21' al W del Meridiano de Greenwich, ver Lámina No. 1.

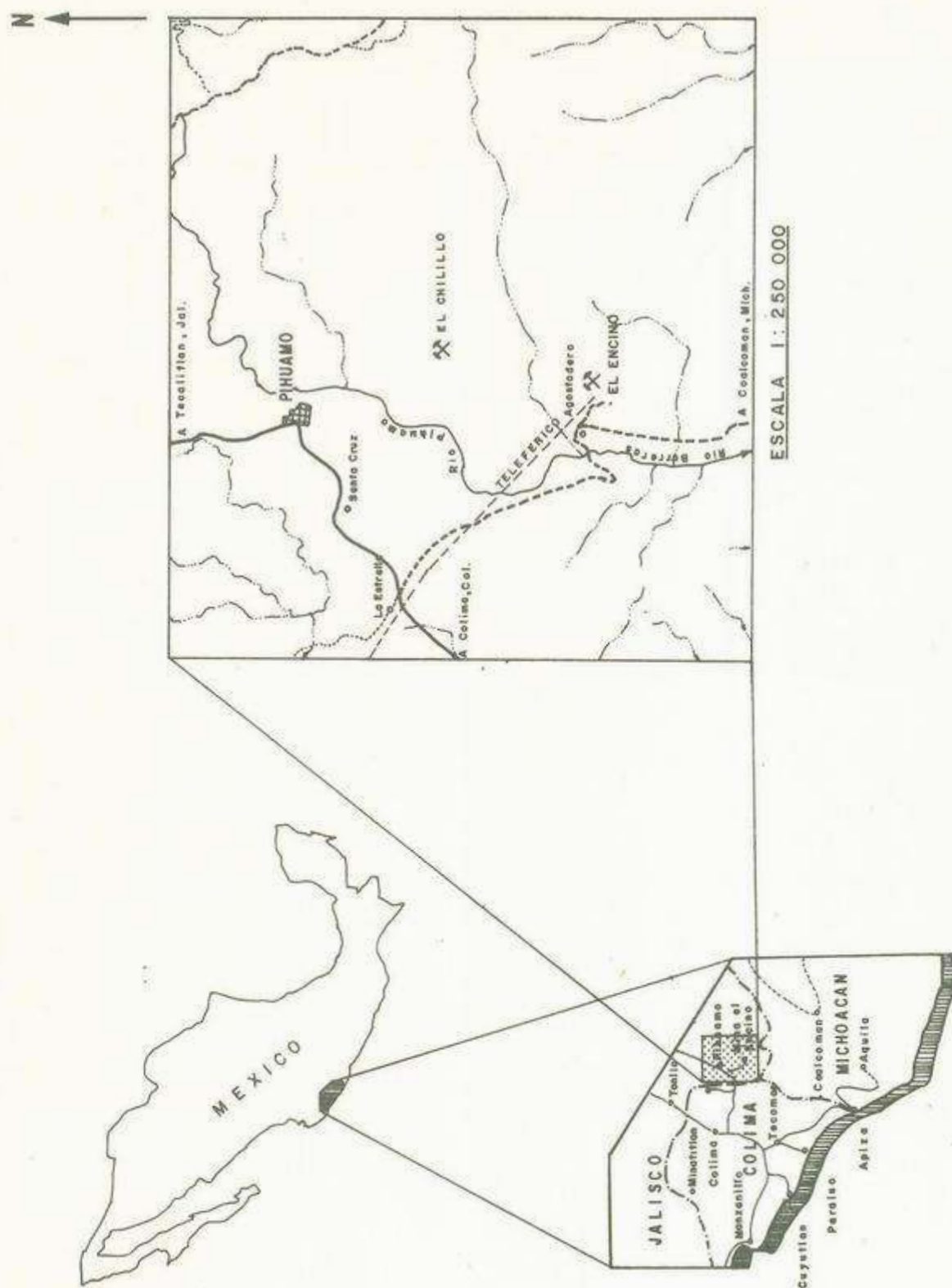
II.3.- ACCESO.

El acceso al Yacimiento se logra por un camino de terracería de 22 Kms., que parte del Km. 209 de la Carretera Jiquilpan, Mich., Manzanillo, Col. (Carretera Federal 110).

La distancia por carretera de la Mina a la Población de Pihuamo, es de 31 Kms., de los cuales 9 son pavimentados y el resto de terracería. A la Cd. de Colima, la distancia por carretera es de 64 Kms. de los cuales 42 son pavimentados.

II.4.- C L I M A.

La región está considerada según la clasificación de Koeppen como de tipo tropical lluvioso y queda comprendida dentro de la provincia climatológica semiseca-cálida con cuantiosas lluvias en verano y otoño, con invierno seco. Su temperatura media anual es de 25°C, con precipitación media anual de 1,500 mm. y humedad relativa de 70-80 %.



ESCALA 1: 250 000

II.5.- VEGETACIÓN

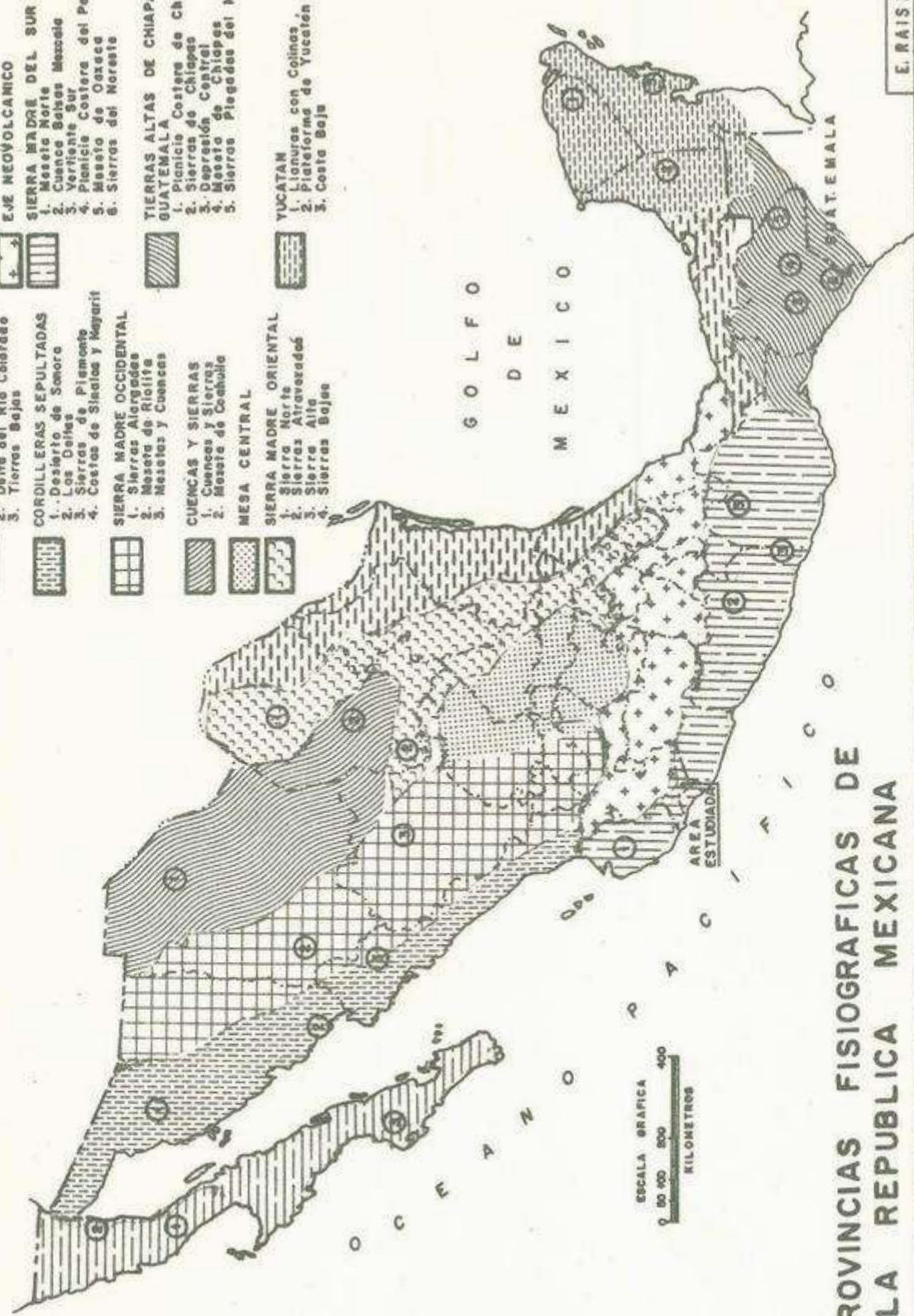
La vegetación en el área es muy variada, predominando en los valles la de tipo tropical con abundancia de árboles de gran tamaño, entre los que sobresale la parota, el papelillo y guayabillo. En las laderas de los cerros, la vegetación es dominada por arbustos y es lo bastante espesa para dificultar demasiado el acceso a estas áreas. En las partes topográficamente más elevadas abundan el pino, roble y encino.

II.6.- PROVINCIA FISIAGRÁFICA

De acuerdo a la clasificación de las provincias fisiográficas de la República, elaborada por Raisz en 1964, ver Lámina No. 2, el Distrito pertenece a la Provincia de la Sierra Madre del Sur, sub-provincia de la Cuenca Balsas-Mexcala y está localizada en el extremo nororiente de la mencionada provincia, la cual se puede describir de la siguiente manera :

" Las rocas que la constituyen son metasedimentos paleozoicos - cubiertos por sedimentos marinos del cretácico y depósitos continentales. En general, está constituida por cuencas con depresiones centrales, drenadas por los Ríos Tepalcatepec, Balsas,

- BAJA CALIFORNIA**
1. Baja California
 2. Delta del Rio Colorado
 3. Tierras Bajas
- CORDILLERAS SEPULTADAS**
1. Desierto de Sonora
 2. Cordillera de Pinar
 3. Cordillera de Sinaloa y Nayarit
 4. Cordillera de Sinaloa y Nayarit
- SIERRA MADRE OCCIDENTAL**
1. Sierras Altiplanas
 2. Meseta de Riolita
 3. Mesetas y Cuencas
- CUENCAS Y SIERRAS**
1. Cuencas y Sierras
 2. Meseta de Coahuila
- MESA CENTRAL**
- SIERRA MADRE ORIENTAL**
1. Sierra Norte
 2. Sierras Atravesadas
 3. Sierra Alta
 4. Sierras Bajas
- PLANICIE COSTERA DEL GOLFO**
- EJE NEOVOLCANICO**
- SIERRA MADRE DEL SUR**
1. Meseta Norte
 2. Cuencas Balsas Mezales
 3. Vertiente Sur
 4. Planicie Costera del Pacifico
 5. Meseta de Oaxaca
 6. Sierras del Noreste
- TIERRAS ALTAS DE CHIAPAS Y GUATEMALA**
1. Planicie Costera de Chiapas
 2. Sierras de Chiapas
 3. Depresión Central
 4. Meseta de Chiapas
 5. Sierras Pliegadas del Norte
- YUCATAN**
1. Llanuras con Colinas
 2. Plateformas de Yucatán
 3. Costa Baja



PROVINCIAS FISIGRAFICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA

E. RAISZ 1964

San Pedro, Mexcala, Verde y Tehuantepec que los separan en subcuencas, E. Raisz (1964).

Hacia el norte se encuentra la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico representada por numerosos aparatos volcánicos".

Geológicamente, el Distrito se localiza en el extremo Norte de la Sierra Madre del Sur, la cual está limitada al Norte por la Provincia del Portal del Balsas de acuerdo con la clasificación de Pémex, ver Lámina No. 3.

II.7.- GEOMORFOLOGÍA

Las formas terrestres predominantes en la región están representadas por lomeríos de pendientes suaves donde afloran areniscas volcánicas; lomeríos con escarpes, topografía cárstica y abrupta donde existen calizas; cerros arredondados donde se encuentran secuencias volcano-sedimentarias.

Partiendo de una superficie original plana, denominada "superficie primitiva", que se encuentra levantada, dejando de lado las condiciones litológicas, estructurales y dinámicas, y suponiendo la región tectónicamente estable, el desarrollo de ciclo de erosión, de acuerdo a la Morfología Davisiana (W.M. Davis); la región se ha considerado como perte--

PROVINCIAS GEOLOGICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA

PROVINCIA GEOLOGICA SUB-PROVINCIA

VII ALTIPLANO MEXICANO (Mesa Central)

VIII PLANICIE COSTERA DEL PACIFICO

IX EJE NEOVOLCANICO

X CUENCA DE GUERRERO

XI CUENCA DE TLAXIACO

XIIa CUENCA DE VERACRUZ XIIb Sierra de Juárez

XIII SIERRA MADRE DEL SUR Y ALTIPLANO DE OAXACA XIIIa Porción Sur del Istmo de Tehuantepec

XIV SURESTE DE MEXICO XIVa Cuencas Terciarias del SE

XIVb Sierra de Chiapas

XIVc Mecizo de Chiapas

XIVd Planicie Costera de Chiapas

XV PLATAFORMA DE YUCATAN-CAMPECHE

XVI SAN ANDRES Tuxtla



G O L F O D E M E X I C O

O C E A N O P A C I F I C O

PROVINCIA GEOLOGICA SUB-PROVINCIA

BAJA CALIFORNIA

Ia Mexicali

Ib Sierra de Juárez

Ic San Sebastian Vizcaino

Id Sierra de la Giganta

Ie Purisima-Iray

If Sierra de La Victoria

II SONORA

III SIERRA MADRE OCCIDENTAL

IV CHIHUAHUA

V COAHUILA

VI MORESTE DE MEXICO

Va Parras

Vb Sierra de Torreón-Monterrey Vc. Sabinas

Via Cuenca de Burgos, Vlb Sierra de Tamulipas

Vic Plataforma Burgos-Picachos; Vid S. Madre Oriental

Vle Cuenca Tampico-Misantla

E. LOPEZ RAMOS 1978

LAMINA 3

neciente a un estadio de juventud, en el que se desarrolla una red hidrográfica que se encaja profundamente en la superficie primitiva, de tal manera que los diminutos valles, con vertientes cóncavas, tienen un perfil en V; cuyo relieve evoluciona por el retroceso regresivo de la red hidrográfica y de las vertientes, que terminan por recortarse para formar interfluvios en crestas agudas limitadas por vertientes cóncavas.

Sus diferencias topográficas varían de 400 a 1 400 metros sobre el nivel del mar.

II.8.- HIDROGRAFÍA

La región está drenada por un sistema hidrográfico de tipo dendrítico, perteneciendo a la cuenca del Río Coahuayana, el cual se encuentra en un estado de madurez y drena hacia el SW, desembocando en el Océano Pacífico. El Río Pihuamo, afluente del Río Coahuayana que pasa por el área estudiada, presenta un cauce de características que varían de juventud tardía en sus cabeceras a madurez incipiente en sus desembocaduras; e él fluyen numerosos arroyos de cauce juvenil de tipo torrencial y de régimen intermitente provenientes del Distrito Minero en cuestión.

II.9.- TRABAJOS PREVIOS REGIONALES.

Entre los investigadores que a fines del siglo pasado y principios del corriente se preocuparon por estudiar - algunas partes de la zona que tiene por objeto el presente estudio, se puede mencionar a: Rosalío Banda, Dr. Ernesto Angerman, Carl Burckart, los cuales estudiaron la estratigrafía, su flora y su fauna.

" La Reseña Geológica del Estado de Jalisco ", fué editada por el Instituto de Geología de la U.N.A.M., en el año de 1937.

En 1948, Teodoro Flores presenta un estudio sobre la -- geología, génesis y condiciones estructurales de los Yacimien-- tos de Fierro de México ante el XVIII Geológico Internacional - en Londres.

En 1954, los Ingenieros J. González Reyna, y Edgardo -- Meave a través del I.N.I.R.M. (Hoy Consejo de Recursos Minerales) realizaron estudios sobre los Yacimientos de Hierro de -- los Municipios de Pihuamo y Cd. Guzmán, Jal., y Villa de Alva-- rez, Col.

En 1955, el Ing. Rafael Alexandri, estudió el Yacimien-- to Ferrífero de Ahuijullo, Jal., por parte del I.N.I.R.M.

Abraham Téllez y Reniery Elvir, E. Mapes y J. J. Pérez Martínez (1956), hicieron estudios de interpretaciones geoló-- gico económicas de los Yacimientos Ferríferos de La Huerta, Jal y Peña Colorada, respectivamente.

En 1957, los Ingenieros Edgardo Meave T. y José Echegoyen S. y los Pasantes Guillermo Labarthe H. y José Alcocer, a través del Instituto Nacional para la Investigación de los Recursos Minerales, efectuaron un estudio geológico-económico de algunos Yacimientos de Mineral de Hierro en los Municipios de Pihuamo y Tecalitlán, Jal.

R. Pesquera, M. Carbonell, J. López Avila y A. Pineda, en 1958, efectuaron reinterpretaciones de evaluaciones geológico-económico de algunos Yacimientos ferríferos de los Municipios de la Huerta, Purificación y Cihuatlán, en los Estados de Jalisco y Colima.

En 1960, E. Almanza, L. de Castillo y S. Romero, estudiaron desde el punto de vista geológico-económico el Yacimiento ferrífero de " Cerro Náhuatl ", en el Municipio de Coquimatlán, Col.

En 1961, el Consejo de Recursos Minerales, publica un inventario de los Yacimientos Ferríferos de México por el Ing. David Gómez Ruíz.

Durante 1962 y 1963, A. Pineda y H. López llevaron a cabo estudios de geología y geofísica de la porción oriental de la zona ferrífera de Minatitlán, Col.

El Consejo de Recursos Minerales en 1965, a través de un fondo especial de las Naciones Unidas, elabora " Geología Regional y Yacimientos minerales de una porción de los Estados de Jalisco y Colima, México ".

Recientemente han efectuado estudios inéditos geológico-económicos de la región, los Ingenieros Samuel Estrada, Jerjes Pantoja Alor, Guillermo Labarthe H. y John Cuthill et al.

La mayor parte de los trabajos efectuados con relación al presente estudio hacen énfasis sobre las evaluaciones de carácter económico en base a interpretaciones de levantamientos geofísicos (magnetometría); pasando las relaciones litológicas, estructurales y genéticas de los yacimientos, a líneas de segundo orden, excepto los investigadores Rosalío Banda, Dr. Ernesto Angerman y Carl Burckhart que han detallado estudios de macro y micropaleontología sobre la lito-estratigrafía de las formaciones calcáreas de la región; el Ing. Teodoro Flores ---- (1948), que correlaciona " Geología, Génesis y Estructura de los Yacimientos de Fierro de la República Mexicana ", y recientemente el Ing. Guillermo Labarthe H., que ha profundizado sus estudios sobre la génesis de tales yacimientos de la región. Es pues, de hacerse notar la existencia de relativamente escasa literatura disponible en cuanto al actualmente extenso, controversial y debatido tema relacionado a la génesis de los yacimientos ferríferos contenidos en el borde rocoso de la cuenca del Océano Pacífico; en nuestro caso, en el cordón orográfico de la Sierra Madre del Sur, del cual forma parte el Distrito Minero - cuya interpretación ha sido el objeto primordial del presente trabajo y con ello sólo se desea agregar una mínima idea a lo - que es tan compleja tarea, y más que todo, esperando sea un ali

ciente para promover futuras inquietudes a tan interesante tema dentro de la geología económica en nuestro País.

III.- MARCO GEOLOGICO REGIONAL

Son varios los autores que han realizado estudios en la porción comprendida entre el Eje Neovolcánico y la República de Guatemala, sobre el borde rocoso de la costa del Pacífico; formalmente conocida como Sierra Madre del Sur. Ellos coinciden en establecer un basamento constituido por un Complejo Precámbrico y Paleozoico de gneisses, que corresponden a tres secuencias -- con rasgos litológicos-metamórficos y estructurales distintos, de las cuales la primera corresponde al Precámbrico (900-1100 m.a.); la segunda y tercera parecen definir un sistema paralelo de cinturones metamórficos que sugieren la existencia de una paleozona de subducción paleozoica en esta parte del Continente. La serie precámbrica probablemente representa el craton parcialmente retrabajado y fragmentado por la orogenia paleozoica (Ortega G. F., 1976). Los cuales correlacionan con los gneisses - aflorante en la región de Tomatlán, Jal., y algunos de el Oeste de Michoacán, al Sur de Coalcomán, en su dirección de orientación de la foliación con los correspondientes a una edad precámbrica (López, Ramos. E., 1981). En tanto que el espesor paleozoico en la región está ausente; es decir, se ha detectado la existencia de un " hiatus " para tal eón, ver Lámina No. 4.

Por otra parte, del eón mesozoico únicamente se tiene conocimiento a la fecha de Formaciones post-jurásicas.

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA DE LA REGION COLIMA-JALISCO

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO EUROPEO	EDAD	AREA COLIMA-JALISCO COLUMNA INTEGRADA *	AREA "EL ENCINO" Mpio. DE PIHUAMO, JALISCO.
CENOZOICO	TERCIARIO	REC. PLEISTOCENO		1	ALUVIO RECIENTE, CONGLOMERADOS COLMA, PROCLASTICOS, UNIDAD TOSA YALA	ALUVIONES (Se) TUFAS (St)
		PLIOCENO		10		LAHAR ANDESITICO- BASALTICO (Tel) disc.
		MIOCENO		26	ANDESITAS BASALTOS	
		OLIGOCENO		40		
		EOCENO		60		
		PALEOCENO		65		
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHTIANO		?	?
			SENOCIANO			
			CAMPANIANO	82	?	?
			SANTONIANO		?	?
			CONIACIANO		?	?
			TURONIANO	80	?	?
		MEDIO	CENOMANIANO	110	MORELOS	MORELOS (Kmm) VALLECITOS (Kmv)
			ALBIANO		MORELOS SUP. MORENAS MORELOS MORELOS INF. MADRID	
		INFERIOR	APTIANO	120		ENCINO (Kie)
			NEOCOMIANO		RANCHO VIEJO	
			BARREMIANO		SAN LUCAS	
			HAUTERIVIANO			
			VALANCINIANO			
			BERRIASIANO	135		
	JURASICO	SUPERIOR	TITHONIANO		CERRO PRIETO	
			PORTLANDIANO			
			KIMMERIDGIANO			
			OXFORDIANO			
			CALLOVIANO			
		MEDIO	BATONIANO			
			BAJOCIANO			
			ALENIA	166		
		INFERIOR	LIASICO			
			TOARCIANO			
	TRIASICO	SUPERIOR	PLEINSBACHIANO			
		MEDIO	SINEMURIANO			
		INFERIOR	HETTANGIANO	195		
PALEOZOICO	PERMIANO			200		
				210		
				215		
				315		
				355		
				410		
				440		
				500		
				570		
				800		
PROTEROZOICO	PRE-CAMBRIICO			1600		
				2500		
				3800		
				4500		
					BASAMENTO	ESQUISTOS, GNEISES Y ANFIBOLITAS.

* INFORMACION ESCRITA PROPORCIONADA POR PEMEX, 1981.

La base de la estratigrafía cretácica la constituye una intercalación de lutitas negras, margas y tobas de edad berresiano-barreniano (Neocomiano); pues poseen impresiones de Amonites del Hauteriviano, informalmente conocida como Fm. Alberca^(*); del Aptiano al Maestrichtiano comprende la sección volcano-plutónica-sedimentaria; considerado como el resultado de la actividad magmática de un límite convergente de placas, cuyo conjunto petrotectónico corresponde al tipo de Arco Volcánico - Insular.

(*) Información proporcionada por PEMEX (1981).

IV.- MARCO GEOLOGICO LOCAL

IV.1.- ESTRATIGRAFÍA

IV.1.1.- FORMACION ENCINO: CRETACICO INFERIOR; ENCINO (Kie).

A.- DEFINICION

Informalmente se ha asignado tal nombre a una potente secuencia de rocas ígneas efusivas representativas de productos de erupciones volcánicas submarinas de composición máfica a intermedia, con interestratificaciones de cuerpos lenticulares de caliza de facies arrecifal de rudistas con gradación - en su parte alta a una secuencia puramente sedimentaria, turbidítica de grauweekas, interestratificada con cuerpos lenticulares de caliza rodeados, sobre y subyacidos por calcilutitas laminadas o grauweekas; a los cuales se les ha designado como --- Miembro Inferior al paquete volcánico-sedimentario, y superior al integrado solamente por las unidades sedimentarias; interdigitándose en su cima con horizontes volcano-sedimentarios de la base de la Formación Vallecitos que la sobreyace concordantemente, ver Láminas Nos. 5, 6 y 7.

EXPLICACION
GEOLOGICA

FORMACION

E R A						S E R I E		P I S O	
E R A T E R C I A R I O						S E R I E		P I S O	
I N F E R I O R		M E D I O		S U P E R I O R		P L O C E N O		P L E I S T O C E N O	
A P T I A N O		A L B I A N O		C E N O M A N I A N O		S E N O N I A N O		M A S T R I C H T I A N O	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
PM. VALLECTOS Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	
INVASIVO GABARRO Intensiva cantidad de hojas y frutos efícos de tallos acortados a intersección de las espigas de un mango. PM. ADOBELO Puntas pequeñas de espigas gruesas de amarillos, puestas con gineceos y flores mueras, disminuidas con hachas, por un fuste de platanos y ligeros mueras o miembros infelices.						GRANDONERA PULIDO Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras. ANDINOS Y BASALTOS CON SUS POCOS LOS Y... FACES SUAVES, CASCAS ASOCIADAS, y fuste de los fustes de los fustes.		LAHARES ANDÉSITICO-BASALTICOS Intensivo fuste de diámetro de los conchas en composición a fuste conchas de los, mueras y ligeros, puestas de amarillos, mueras, mueras.	

ESTRUCTURAS

llamada por algunos autores como miembro rojo de la Fm. Mariassae y por otros Fm. Cicopo.

CONTACTO LITOLÓGICO CONCORDANTE

DISCORDANTE--

MECANIZADO -

FALLA NORMAL-----

FALLA ó FRACTURA (sin especificar)-----

RUMBOS Y ECHADOS DE CAPAS-----

EJE DE ANTICLINAL

END OF SINGULAR.....

EISENBERG, J. L., AND R. A. WILSON. 1970. The effect of insecticide resistance on the control of the diamond-back moth (*Mamestra brassicae*) by the parasitic wasp (*Dacnusa adducta*). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 63:81-85.

EJE DE ANILCLINAL DOZANIE

EJE DE SINCLINAL BOZANTE-----

LINEA DE SECCION-----

SIMBOLOS TOPOGRAFIA

100

CANNETERA-----

BRECHNAAAAAAAAAAAAA

VEREDA -----

CURVA DE NIVEL.....

ARROYO-----

CATA d' MINA DE F8 -----

CASERIO

CERRO

NOTA 1: El control terrestre es lo hidrogel.

tema de corias do DETENAL.

serios de edad Reclamo con la finalidad

[illegible]

GRAPHIC 1.00

--



B.- MIEMBRO INFERIOR: CRETACICO INFERIOR; ENCINO INFERIOR (Kiei).

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

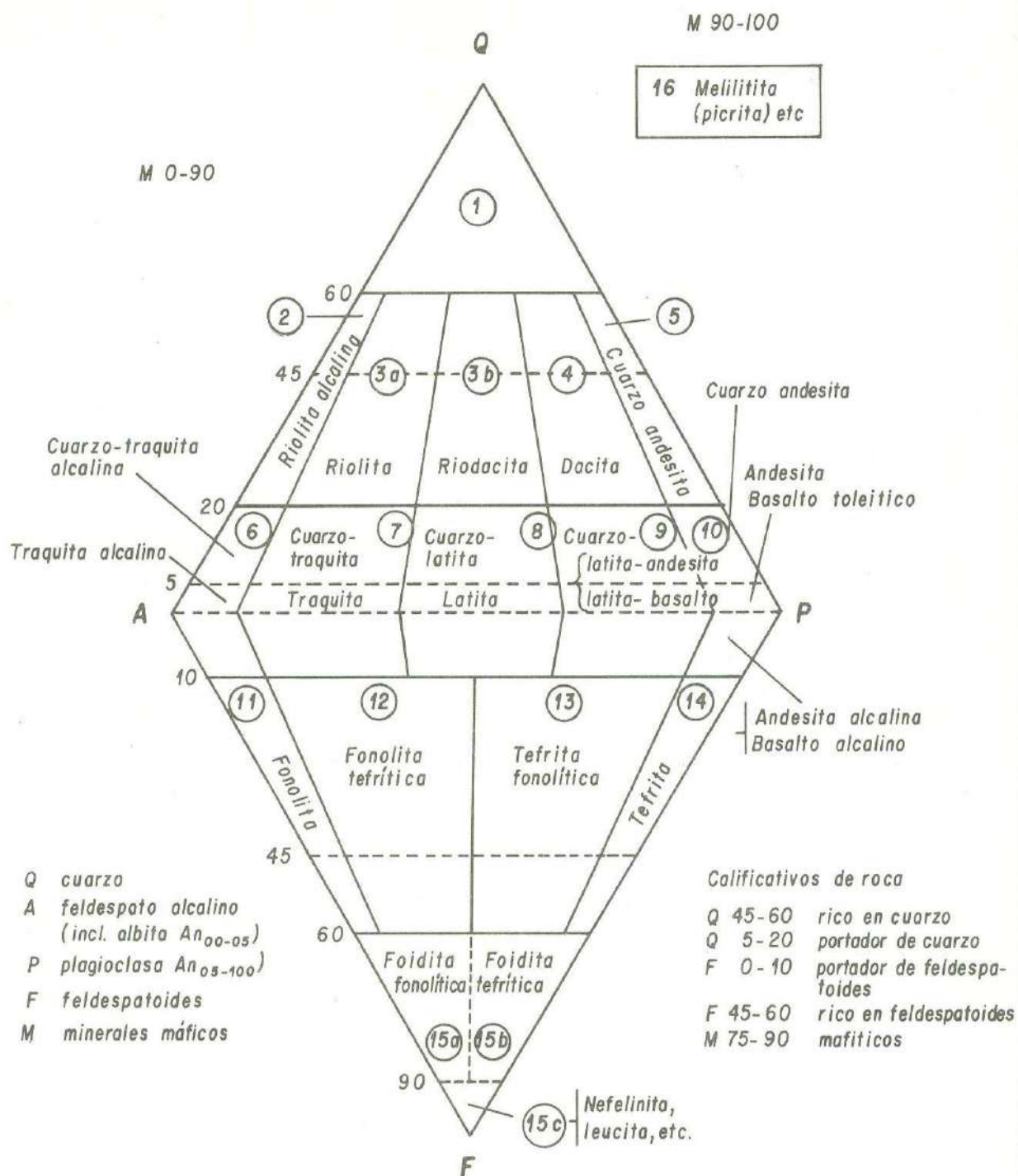
a).- Unidad Volcánica

Se le ha agrupado en este paquete a una secuencia repetitiva de efusiones lávicas y piroclásticas de composición andesítica-basáltica* espilitizada; aunque hay que hacer notar que, ocasionalmente, tal alteración es incipiente o bien ausente. De acuerdo a observaciones petrográficas se ha decidido en clasificarlas como productos típicos de erupciones explosivas máficas en ambiente submarino, consideradas como hialoclastitas para los de gradación tobácea y derrames vitrofídicos de estructura vesicular para los flujos, presentándose como fragmentos de almohadillas (Pillow lavas).

Su origen parece ajustarse a la mayoría de las características que presentan tales efusiones con sus alteraciones, las cuales involucra la contaminación de un basalto nor--

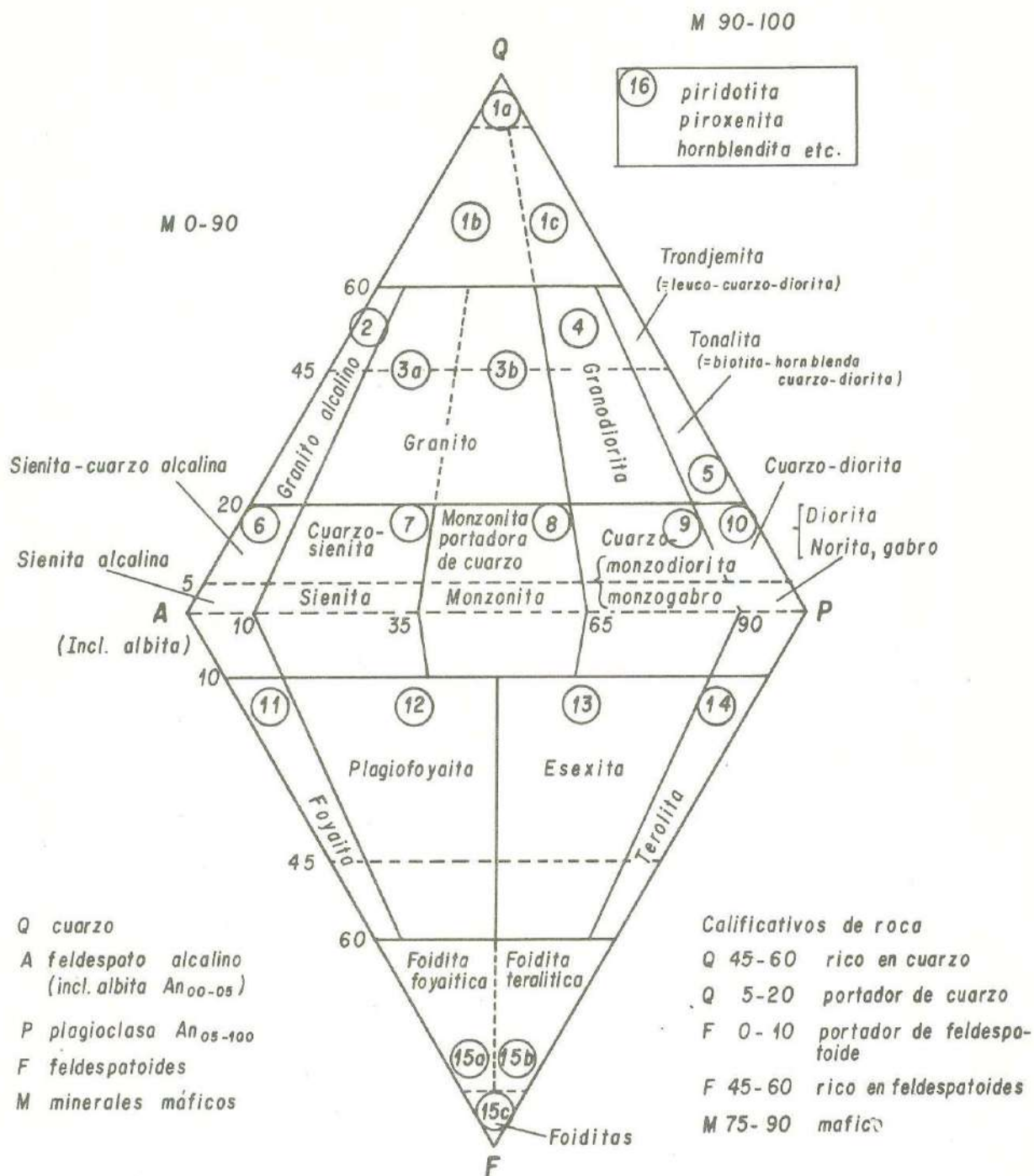
* NOTA: Para la clasificación modal de las rocas volcánicas y plutónicas del presente trabajo se ha utilizado la clasificación de rocas ígneas de Streckeisen. En su reciente modificación y publicada por " Geotimes " de Octubre de 1973, Pag. 34, 35, misma que ha sido presentada bajo previa discusión de la Comisión de Petrología de la Unión Internacional de la Ciencia Geológica "I.U.G.S." "Commision Of Petrology", ver Láminas Nos. 9 y 10.

ROCAS VOLCANICAS



Clasificación de rocas volcánicas en el doble triángulo Q-A-P-F, de acuerdo a su composición mineralógica; De Streckeisen; 1970.

ROCAS PLUTONICAS



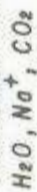
Clasificación de rocas plutónicas en el doble triángulo Q-A-P-F, de acuerdo a su composición mineralógica; De Streckeisen; 1970.

mal por el flujo dentro de aguas salinas en el Océano, cercano a la superficie de sedimentos marinos o sedimentos ya depositados. Como sugirió Park y otros, el agua calentada y absorbida, percolaría a través de la lava todavía fundida produciendo alteraciones de baja temperatura e intercambiando materiales. El sodio del agua afectaría las almohadas (Pillow lavas), removiendo el calcio y el magnesio para combinarse con el agua marina para formar calizas. La sílice disuelta especialmente de la matriz lodosa precipitaría como chert (pedernal). El magnesio y fierro de las almohadas aparecería en la matriz clorítica, el manganeso formaría óxidos y silicatos propios. Una representación diagramática de estas relaciones se muestra en la Lámina No. 8.

Por qué tan pocos basaltos de los fondos oceánicos aparecen espilitizados y por qué la costra de las almohadas tan bajos en sodio?; son las dificultades con esta interpretación.

Quizás una mejor explicación para el metamorfismo de bajo grado (facies esquistos verdes) de basaltos sólidos en aguas someras bajo el piso oceánico es sugerido por Vollance (1965), Cann y Vine (1966) y Cann (1969). El calor para el metamorfismo puede ser aportado por los flujos tardíos - sobreyacientes o por posterior inyección de diques cerca de la cresta de la Cordillera Mediooceánica. La inyección prolífica de diques en la vecindad de las cordilleras mediooceánicas, donde el basalto es arrojado, ahora parece bien establecido (Henson et al 1949, Moores 1969; Vine and Moores 1969; Mopres and

Aguamarina y sedimentos ricos en soda



Lixiviación de soda y sílice soluble Na_2O, SiO_2 ($\rightarrow$ chert)

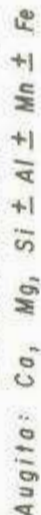


Caliza

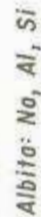


$\pm Mn$ óxidos

Basalto en almohada



Espilita en almohada



Contaminación de Fe

Matriz lodosa

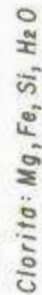


Diagrama representativo de las principales reacciones inferidas como ocurrientes durante la formación de espilitas de un basalto normal.

Vine 1969; Thayer 1969). Logrando aportar así el calor necesario por suficiente tiempo para lograr tales reacciones y explicar la distribución irregular de la espilitización".

Su estratificación es bien marcada en espesores delgados (laminados) cuando los fragmentos son tobáceos y burdamente para los aglomerados y derrames; lo cual dificulta determinar su actitud en las observaciones de campo; es común que los piroclastos en ciertos horizontes se encuentran embebidos en una matriz calcárea. La espilitización de tales efusiones, rasgo característico de este miembro, está representada por la presencia de albita u oligoclasa, clorita, epidota, calcita y escasa tremolita, como principales componentes secundarios de los afloramientos rocosos alterados, de coloración verde a --- gris claro, en tanto que en localidades donde la alteración es ausente su color es de gris oscuro o negro con alto contenido de andesina como principal mineral esencial, augita y olivino como constituyentes accesorios.

" Por otra parte, la estructura de almohadillas ha sido formada probablemente cuando las emisiones de lava fluyen pendiente abajo sobre el piso oceánico o sedimentos húmedos -- (Moore, et al., 1970) de grano más fino en una superficie suavemente alaveada, libre de fracturas en su costra de almohadilla, sugiriendo un enfriamiento rápido del basalto contra el agua fría o sedimento lodoso húmedo para formar tal estructura, donde la cutícula elástica le permite adoptar la forma de gota



Fig. 1.

Derrame de andesita basáltica con textura vacuolar; de origen -
submarino (trozos de pillows - lavas) .

Cl = Clorita

(N// - X 125).

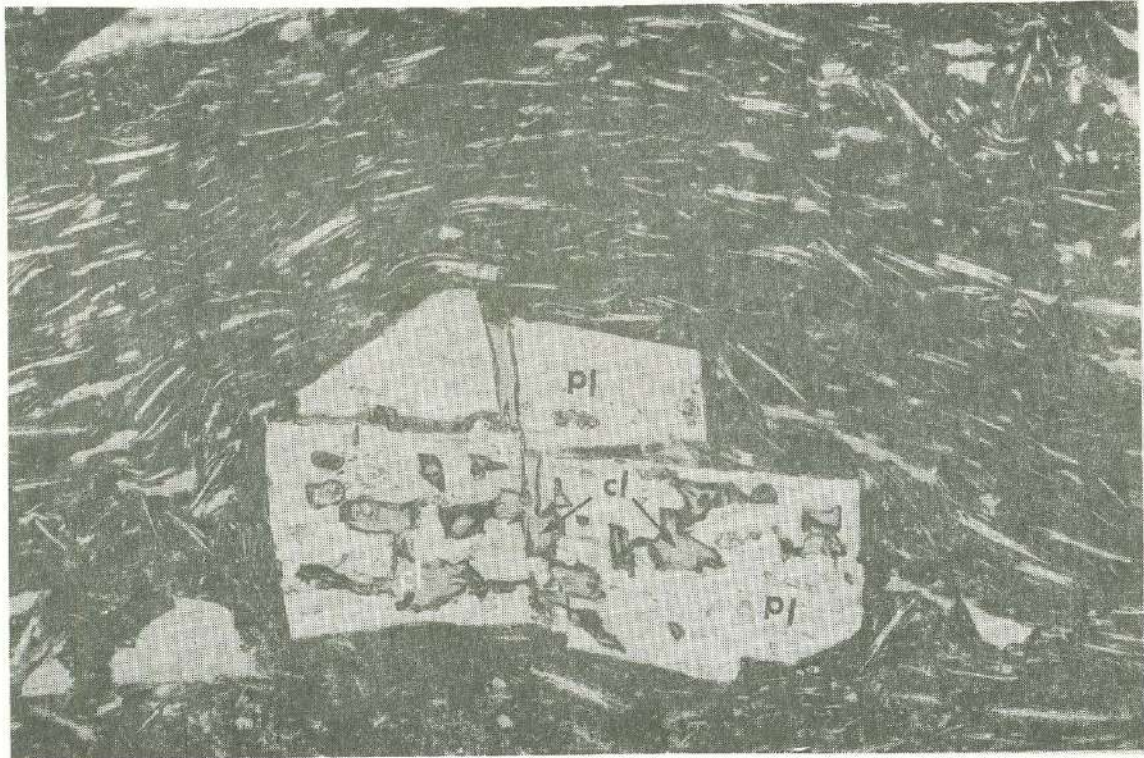


Fig. 2

Fenocrystal de plagioclasa algo cloritizado, en una matriz con flujo evidente de microlitos plagioclásicos, (en trozo de pillows-lavas).

Pl = Plagioclasa

Cl = Clorita

(N// - X 312.5).

(Snyder Frasser, 1963; Yagi, 1969). Las variaciones composicionales en cada unidad implican contaminación del magma por los materiales absorbidos o "intrusionados". El número y tamaño de las vesículas en las almohadillas puede dar una indicación de la profundidad en el sitio de la erupción (Moore, 1965; Jones, 1969). Así, si el rango en el diámetro de las vesículas varía de 1 a 2 mm. la profundidad de las aguas será de 0.15 a 0.4 kms. con 0.5 mm. en 1 km. de profundidad y desapareciendo por debajo de los 5 kms." De esta forma las dimensiones de las vesículas de la Fm. aflorante en la región, así como su asociación a horizontes calcáreos de facies arrecifal, se han considerado dentro de la primera categoría.

Hay que tomar en consideración que las características texturales y estructurales producidas en las lavas depende de muchos factores; incluyendo la composición química del derrame, contenido de volátiles, velocidad de enfriamiento, temperatura, talud del terreno y características de cuello volcánico, etc.- Si el gas contenido en la lava se perdió por explosión, resulta un depósito fragmentario, pero si lo ha perdido lentamente, puede ser altamente vesicular constituyendo una escoria.

b).- Unidad Calcárea

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, la secuencia volcánica se interestratifica con lentes y bancos de caliza masiva con fauna de rudistas y bivalvos clasificados -- como Coalcomana Ramosa (Bohem), Chondronta sp., presentando

posiciones que indican desarrollo "in situ" (Pantoja A. J.; -- Estrada B. S. Alencaster G.; en 1973). Su carácter arrecifal - evidenció aguas someras cálidas, muy oxigenadas, con períodos - de tranquilidad, alternados con otros de alta actividad volcó-- nica marina.

Es pertinente hacer notar que hacia la cima del Miembro Inferior de la Formación, los espesores calcáreos incrementan - su potencia, pues generalmente los lentes alternantes con la secuencia volcánica son de 5 a 20 metros, logrando alcanzar de -- 40 a 50 metros, hacia la cima, con gradaciones laterales a --- aglomerados volcánicos contenidos en una matriz tobácea con cementante calcáreo de similares dimensiones, que sirven de base gradacional al Miembro Superior sobreyacente.

C.- MIEMBRO SUPERIOR: CRETACICO INFERIOR; ENCINO SUPE-
RIOR (Kies).

Lo constituye una secuencia sedimentaria volcano-- clástica (grauwackas); microbrechas, brechas y areniscas-conglomerados de estratificación delgada a laminar, con intercala-- ción de cuerpos lenticulares de caliza (facies arrecifal de rudistas) sepultados (encerrados) en paquetes calcáreos de calcirudistas, calcarenitas, y margas de estratificación laminada, cuya proporción terrígena corresponde a cenizas volcánicas, o - bien los lentes calcáreos se presentan como inclusiones en las grauwackas.

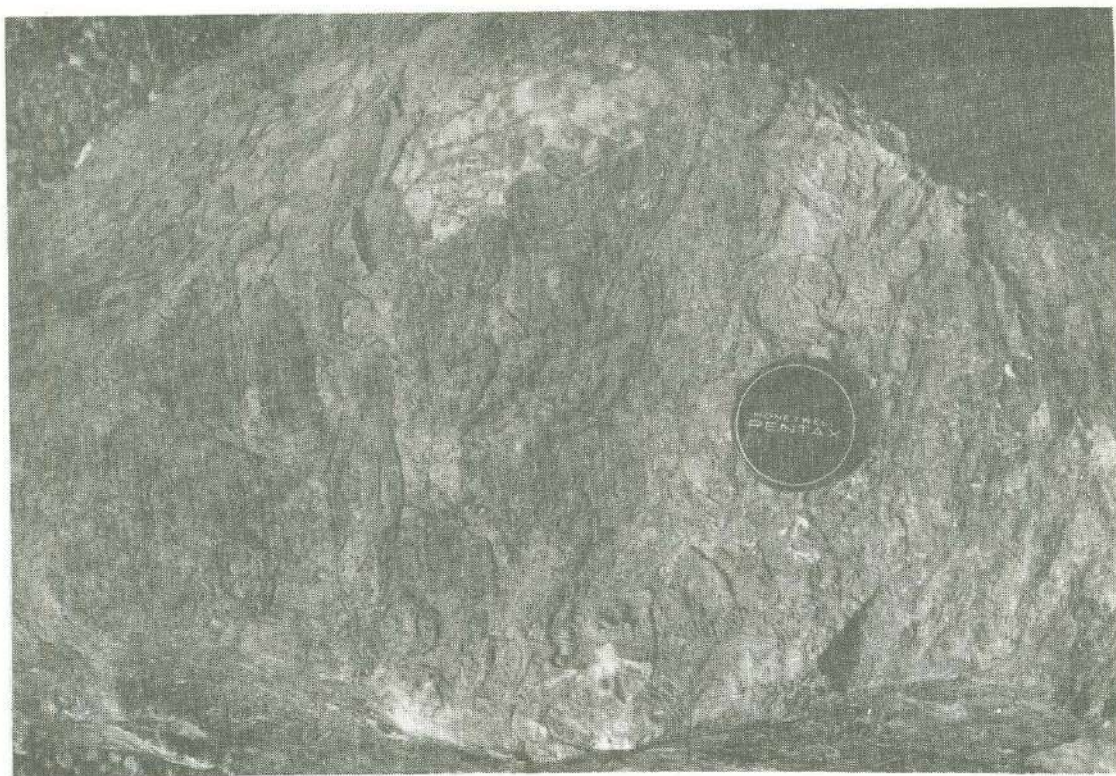


Fig. 3

Abundancia de macrofauna en los cuerpos lenticulares de caliza de
1a Fm. Encino.

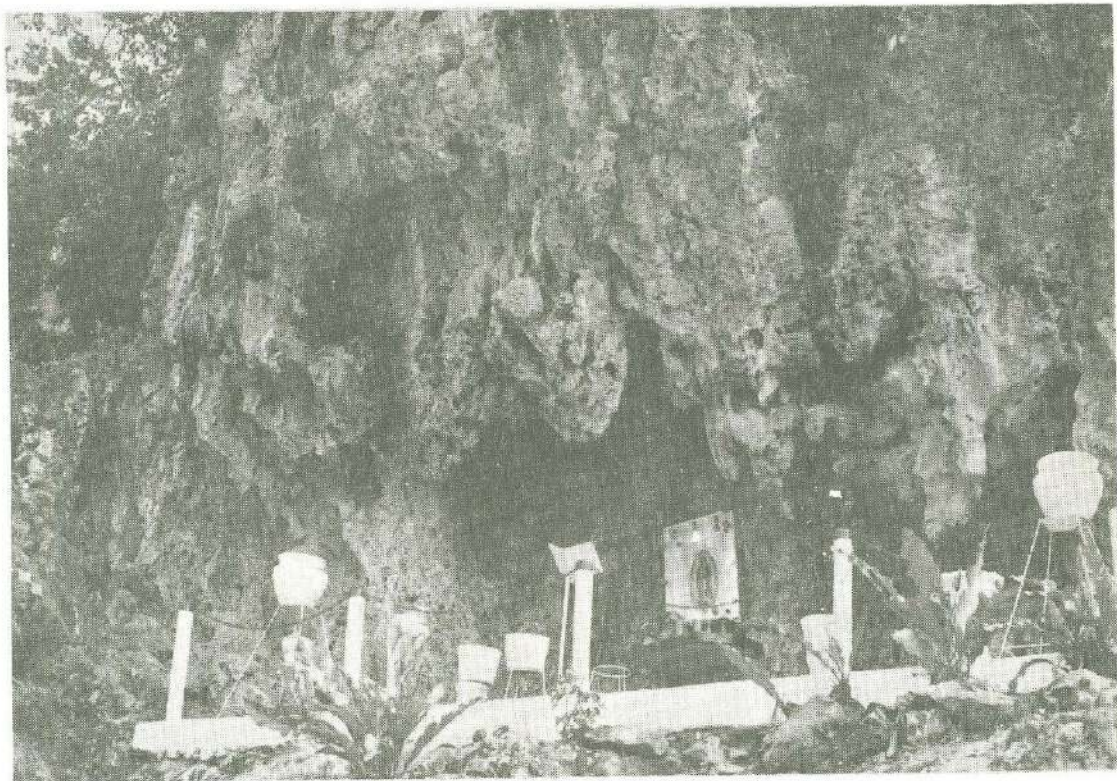


Fig. 4
Estructura kárstica típica en calizas de la Fm. Encino.

Es característico de este Miembro, la presencia de cambios gradacionales de las facies volcánicas altamente carbonatadas a puramente volcánicas (serie volcanoclástica), lo mismo que la presencia repetitiva de horizontes laminares de areniscas con intensa silicificación o bien constituyendo horizontes de nódulos ovoides cuyos diámetros fluctúan desde milímetros a 5 cms., a los cuales se les atribuye como un producto de reemplazamiento diagenético de los fragmentos tobáceos o bien contemporáneos a la depositación para las estructuras nodulares.

Es típico en la parte baja de la secuencia la presencia de estructuras de depósito característico de un ambiente de turbidez, como son estructuras de flama y estratificación gradada (grano selección), marcas de obstáculos formados aguas abajo de cantos, improntas de carga, estratificación deformada y ---- otras microestructuras generadas durante los procesos de diagenesis temprana (Pettijohn and Potter, 1964), al igual que las calcilutitas laminadas con alto contenido de materia orgánica carbonosa (caliza bituminosa), o con interestratificación de horizontes milimétricos de pirita framboidal, atribuidos a un ambiente reductor (depósitos sapropélicos).

D).- DIMENSIONES

El espesor para el Miembro Inferior es desconocido, ya que investigaciones efectuadas en la región por PEMEX - en el Pozo Jalisco No.1., no logró sobrepasar la secuencia "Enci

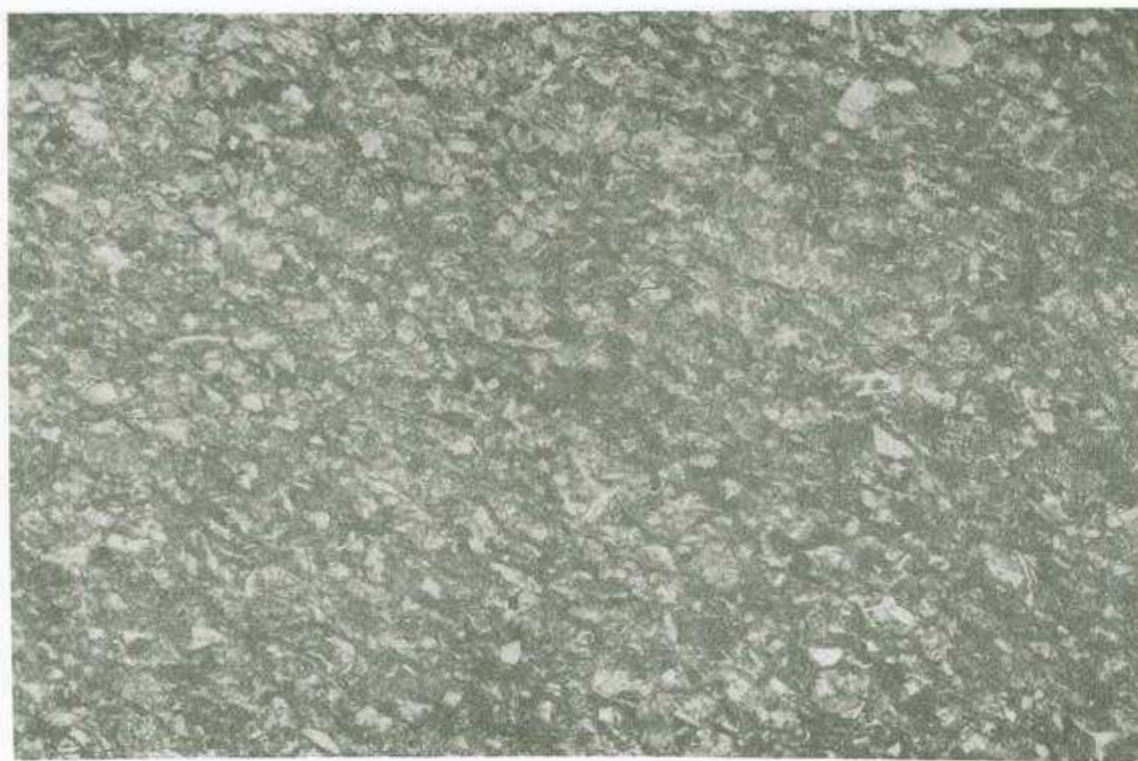


Fig. 5

Grauwacka con matriz margosa y silificada. El esqueleto está formado por : cuarzo, plagioclasa, fragmentos metamórficos, fragmentos sedimentarios (carbonatos), y micas (clorita).

(N// - X 125).

no Inferior" a una profundidad de 3860 metros; para el Miembro Superior su espesor es bastante variable debido a su propio ambiente de depositación (arrecifal), su espesor máximo ha sido obtenido en el área de la Mina "El Encino" con una potencia de 225 metros. Como anteriormente se ha mencionado, es particularidad del Miembro Superior su carácter lenticular, dado que hacia la porción noroccidental del área presenta un gradual adelgazamiento (se acuña) hasta desaparecer, para permitir la sobreposición concordante de la Fm. Vallecitos directamente sobre el Miembro Inferior.

D).- CORRELACION Y EDAD

Los Miembros Superior e Inferior son correlacionables con la "Secuencia Volcano-Plutónica-Sedimentaria de Edad Cretácico (Albiano) aflorante en el Norte de Sinaloa (Bacubirito, Sin.); considerada como un probable Complejo Ofiolítico (Ortega, G. F., Vélez, P. R., Zúñiga, Y., Flores, S., 1979).

El Miembro Inferior es correlacionable a lo que - Carl Fries Jr. (1960) asignó el nombre Roca Verde Taxco Viejo aflorantes al oriente de Taxco Viejo, Gro., posteriormente estudiadas por Campa y otros (1974), que la describen en la siguiente forma :

"En la región comprendida entre el Eje Neovolcánico y - la cuenca del Río Balsas, aflora una alternancia de rocas meta- volcánicas (roca verde) y metasedimentarias (principalmente filita, metarenisca, cuarcita y caliza foliada)".

"Entre los sedimentos más finos de esa secuencia se en- contraron amonitas del grupo de los berriasélidos y douvilicerá tidos así como lamelibranquios y tintínidos, cuya determinación permitió dotar la secuencia dentro del Titoniano-Neocomiano (?) -Aptiano. Las rocas son lavas andesítico-dacitas, tobas y aglo- merados afectados por un metamorfismo esencialmente dinámico re- gional correspondiente a la facies metamórfica más baja. Las - lavas llegan a presentar estructuras de "almohadillas", típicas de derrames oceánicos. La toba y el aglomerado asociados, están foliados burdamente siguiendo los planos de depósito, en ocasio- nes con micropliegues. La filita es una lutita apenas metamorfi- zada con foliación muy fina paralela a la estratificación y con pliegues diversos. La caliza interestratificada en forma de ca- pas y lentes se han convertido en mármol cataclástico. Las are- niscas son metagrauwackas foliadas, cuarcitas granoblásticas y simples filitas que transicionalmente llegan a ser metareniscas e incluso metaconglomerado".

Es importante el hacer notar que en la región no hay las evidencias de el metamorfismo dinámico que menciona Campa et al; 1974 y 1977, en Taxo Viejo, Guerrero.

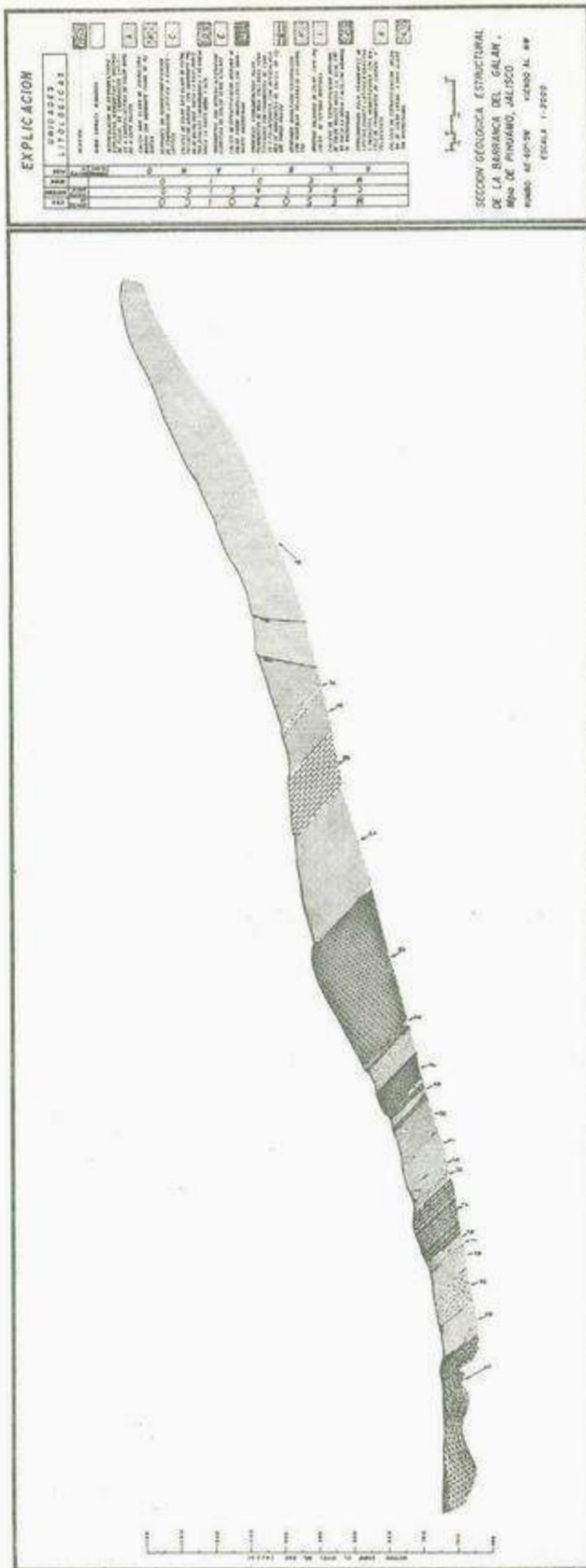
Por la notable abundancia de macrofauna, coquinas arrecifales, de rudistas como *toucasia* s. p., bivalvos *Coalcomana* - *Ramosa* (*Bohem*); *Chondronta* s. p. (*Alencaster, G., et al;* -- 1973), se ha considerado de una edad Aptiano Tardío-Albiano.

IV.1.2.- FORMACION VALLECITOS: CRETACICO MEDIO VALLECITOS (KmV).

A.- DEFINICION

Es un potente paquete volcano-sedimentario de espesor indeterminado de ignimbritas, flujos de lava, brechas explosivas, brechas de flujo y tobas líticas trabajadas en ambiente submarino, cuya composición varía de latitas a cuarzolatitas - en transición a riolitas propiamente dichas, areniscas-conglomerados, conglomerados rojos de cuarzo y feldespato; que intercalan con calizas de muy diversos ambientes de depósito, pues - sus espesores varían desde cuerpos lenticulares de dolomita a - calizas de estratificación delgada, cuerpos lenticulares de brecha calcárea gris clara con fragmentos de rocas volcánicas submarinas y continentales, algunos horizontes de derrames basálticos intercalados en distintas cotas en la sección expuesta.

Sus afloramientos se encuentran distribuidos en toda la región, caracterizados por su típica coloración rojiza y viole-



ta hematizados intensamente y asociados a calizas; excepto en la parte baja de su sección en donde su carácter leucócrato es debido a su composición félsica (riolitas y riodacitas), --- y/o bien de coloración verde azulada en donde las erupciones -- han sido vertidas en un medio submarino; indicado por la presencia de fósiles (macrofauna) y abundante glauconita.

Con cartografía detallada se ha logrado diferenciar las intercalaciones calcáreas, conglomerados rojos, volcánicas félsico-intermedio, y volcánicas máficas, ver Lámina No. 11.

B.- INTERCALACIONES CALCAREAS: (Kmvc).

Las constituyen cuerpos lenticulares de calizas y dolomías de textura sacaróide, con facies laterales y verticales, de estratificación gruesa y color gris claro.

La estratificación varía de delgada a gruesa y masiva - con tintes de intemperismo color crema, gris, pardo amarillento y rojizo, debido al alto contenido de arcillas, limos, arenas - hematizadas y a otras impurezas.

Sus texturas y estructuras varían desde brechas calcáreas con alto contenido de fragmentos volcánicos, latíticos y - cuarzo-latíticos, calizas masivas que forman cuerpos lenticulares de coquinas a calizas afaníticas de estratificación delgada.

La magnitud de la potencia de las capas no sigue secuencia alguna en cuanto a su posición en la sección estratigráfica



Fig. 6
Caliza recrystalizada; porfirotópica con rombos de dolomita;
(N// - X 125).

de la formación; es decir, que los espesores masivos son comunes tanto en su base como en su parte media o alta.

La macrofauna de rudistas (*toucasia* s. p.) es muy abundante, con escasas nerineas, formando "bancos" o cuerpos lenticulares con espesores arrecifales o subarrecifales; disminuyendo - en proporción directa a medida que las potencias de las capas de crecen, con la subsecuente presencia de foraminíferos (*Nommolocolina heimi bonet*) y rudistas (*caprínidos*), Labarthe H. G., 1981.

C.- INTERCALACIONES VOLCANICAS FELSICO - INTERMEDIO:

(Kmvv).

Tienen cambios gradacionales en cuanto a su composición mineralógica y texturas, variando de una naturaleza felsítica en su base a intermedia hacia la parte alta de la sección al igual que presenta variaciones locales en cuanto a su ambiente - de depositación.

La parte baja la constituyen derrames vitroclásticos en proceso de desvitrificación (presenta esferulitas con microcristales aciculares de feldespato potásico), con cavidades relle--nas de cuarzo policristalino en composición que varía de cuarzo--latitas en transición a riolitas o riodacitas de origen subaéreo gradando en la vertical a espesores de depósito en agua, indicado por la presencia de tobas líticas de fragmentos: latíticos, - andesíticos, riolíticos, calizas, en una matriz feldespática ---

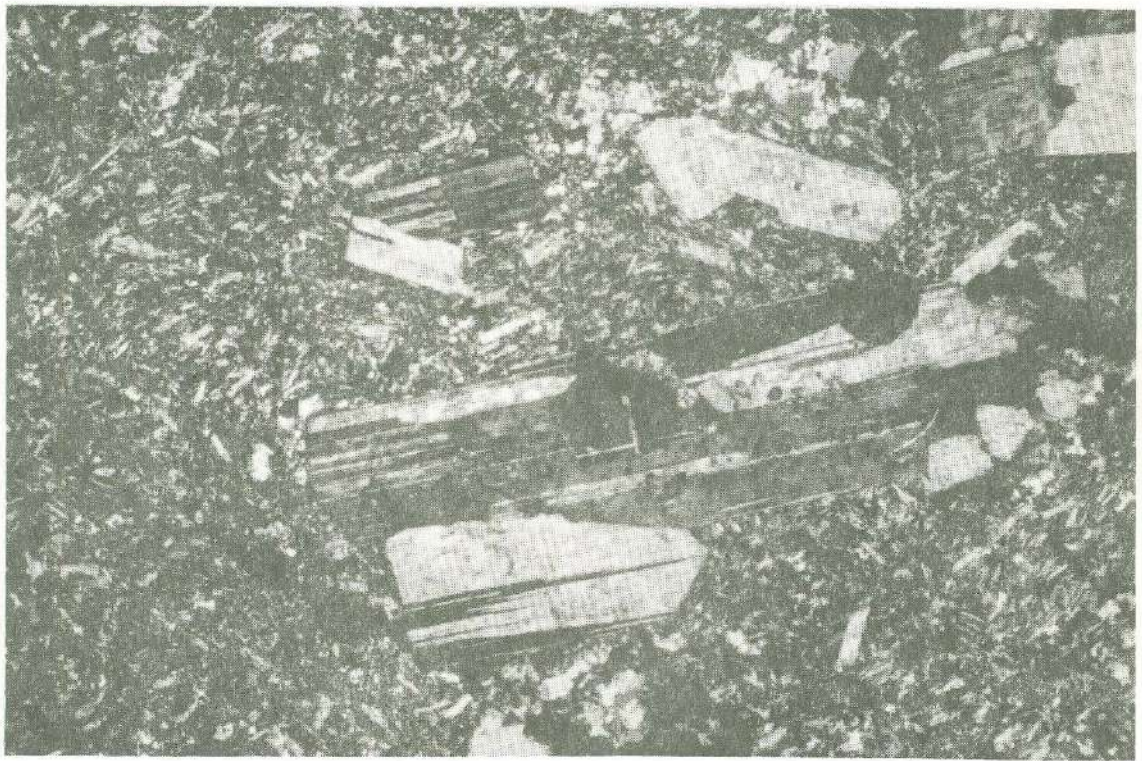


Fig. 7

Latita. Fenocrystal de plagioclasa, se observa cierta textura de flujo en la matriz.

(NX - X 125).

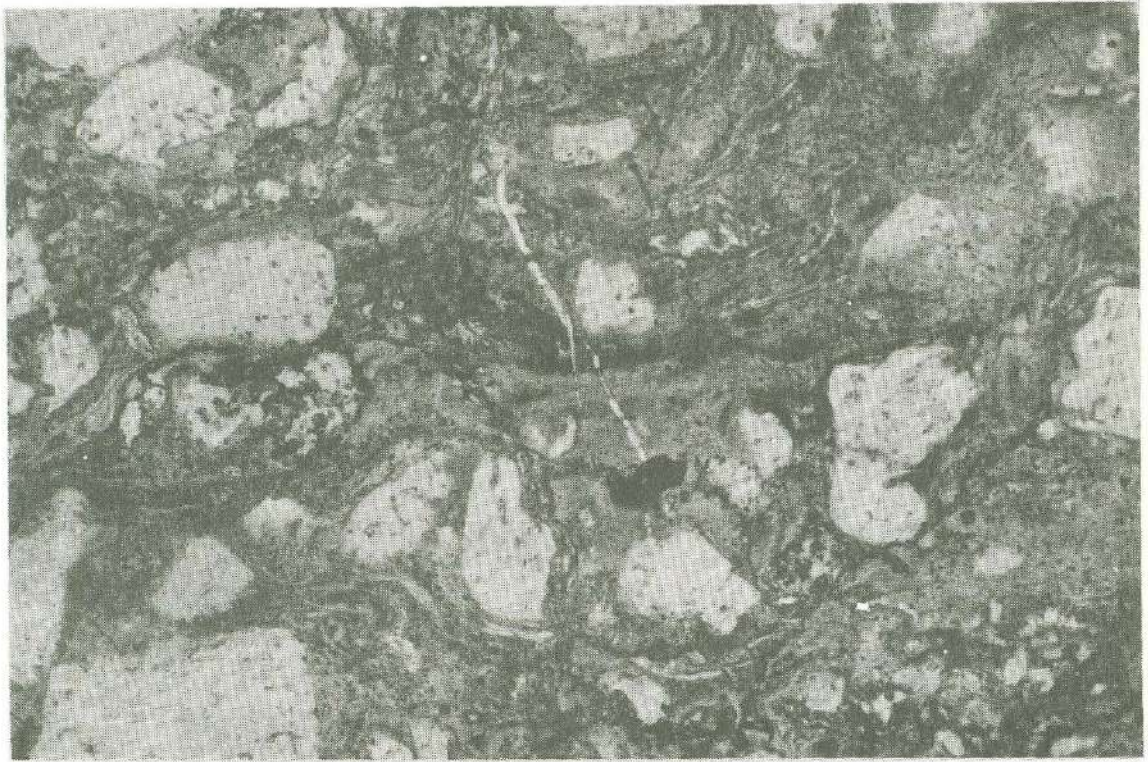


Fig.8

Tobas cuarzo-latíticas o latíticas con matriz de flujo eutaxítico;

(plagioclasas desgastadas) y ferromagnesianos cloritizados, en un fondo félsico; intercalando con potentes cuerpos de caliza masiva dolomitizada (espesores de decenas de metros) a pequeños horizontes de decímetros de potencia.

Hacia la parte media y alta, los derrames y efusiones explosivas tienen una composición latítica con intensa alteración hematítica de ferromagnesianos que otorgan una típica coloración de rojo a violeta.

D.- INTERCALACIONES DE CONGLOMERADOS ROJOS DE CUARZO Y FELDESPATO: (Kmvr).

La parte media de la sección la integran varios horizontes de areniscas-conglomerados y conglomerados rojos de -- cuarzo y feldespatos, sub-redondeados y sub-angulosos con abundante cantidad de fenofragmentos sub-angulosos de rocas volcánicas y caliza de composición de latitas y riolitas (con intensa alteración hematítica); localmente presentan intercalaciones con derrames basálticos y latíticos u horizontes de caliza de facies - sub-arrecifal a bancos arrecifales (coquinas), o bien su intercalación es por cambios gradacionales en la vertical, incrementando el contenido calcáreo hasta constituir un conglomerado calcáreo con escasos fragmentos rojos de las volcánicas o espesores puramente calcáreos con abundante macrofauna de bivalvos chondronta y rudistas.

Es pertinente hacer notar que las condiciones oxidantes

de climas cálidos y húmedos no fueron constantes durante el depósito, dado que escasos horizontes de espesores menores poseen -- una coloración verde debido a la intensa cloritización de los -- fragmentos volcánicos; quizás corresponden a cambios de facies -- de coloración roja o solamente sean intercalaciones locales; sus contactos son concordantes con los horizontes volcánicos y gradacionales localmente con las calizas de facies sub-arrecifal y -- arrecifal.

E.- INTERCALACIONES VOLCANICAS MAFICAS: (Kmvm).

Acompañando estratigráficamente a los conglomerados rojos, se presentan varios horizontes de derrames basálticos esoriáceos, cuyas vesículas se encuentran rellenas de celadonita, otros flujos son vítreos en proceso de desvitrificación (microcristalinos) con intensa alteración sericítica; lo cual le otorga una típica coloración parduzca, contrastante con los horizontes rojos que los sobre y subyacen.

Sus contactos con los horizontes tanto sobreyacentes como subyacentes con latitas, cuarzolatitas, calizas y conglomerados son concordantes.

F.- CORRELACION Y EDAD

La base de la formación se encuentra sobreyaciendo al Miembro Superior de la Formación Encino; deducido ello por la intercalación de un horizonte de 3 a 5 metros de espesor areniscas (grauwackas) que intercalan en la base del Miembro Volcánico.

co-Félsico; además de la continuidad en la actitud concordante - de las capas laminadas del Miembro Superior de la Formación Enci no con los flujos de ignimbritas cuarzolatíticas y lentes de bre chas calcáreas. Por otra parte, en las inmediaciones del Rancho - El Galán (sobre el Río Pihuamo), pudo observarse el contraste en la actitud con fuerte buzamiento existente entre la secuencia volcánico-sedimentaria de esta Formación con la posición sensible mente horizontal de la Fm. Morelos, que la sobreyace, de lo cual se ha deducido un contacto discordante.

Por sus características sedimentológicas y sus relacio-- nes estratigráficas, la Formación Vallecitos es correlacionable con la Formación Cicapa, aflorante en la región nororiental del Estado de Guerrero, colindante con Oaxaca y Puebla, (J. M. Que zada, informe inédito, 1971 y últimamente de Czerna et al., 1980).

En base a estudios macrofaunísticos sobre los rudistas y bivalvos chondronta (Alencaster G., Pantoja, J., y Estrada S., 1972) se les ha asignado una edad Albiano.

IV.1.3.- FORMACION MORELOS: CRETACICO MEDIO MORELOS

(Kmm).

A.- GENERALIDADES.

A lo largo del extremo poniente del área estudiada aflora un potente espesor de calizas, caracterizadas por tener - un drenaje escaso con respecto a las otras formaciones afloran--

tes, presentando una "textura hidrológica gruesa", de tipo den--
drítico con innumerable cantidad de karst. Las pendientes de las
laderas de sus cerros son suaves, pero sin embargo, cuando algún
río ó arroyo importante las corta, origina profundas y angostas
barrancas con un incremento notable en sus sinuosidades. La vege-
tación es densa y baja, salvo en las barrancas y partes bajas --
donde existen grandes arboledas.

Su estratificación es bien marcada en capas gruesas, cu-
yos espesores varían entre 0.30 y 2.00 metros de potencia; es --
densa y de color azulado a gris oscuro, intemperizando a gris --
claro ó blanco lechoso; al partirla ofrece un olor fétido sulfu-
roso; abundante microfauna de miliólidos.

Su actitud es sensiblemente horizontal, aunque localmen-
te llega a tener hasta 20° de echado, donde por plegamientos se
han distorsionado y han perdido su arreglo estructural original.

La potencia de la sección expuesta en la región es de --
aproximadamente 1000 metros, localizándose en su cota más baja -
el Pozo "Jalisco Número Uno" de Pemex, registrando 600 metros --
más, con similar actitud a la sección expuesta.

La Formación Morelos ha sido ampliamente estudiada en --
los Estados de Colima, Guerrero, Michoacán y Morelos, por varios
investigadores desde el principio del siglo, tales como: Rosalío
Banda, Dr. Ernesto Angerman, Carl Burckhart y otros; es Carl ---
Fries (1960) quien la ha estudiado, compilado información y --
asignado formalmente tal nombre a la Formación. De ellos se ----
transcribe su trabajo, obtenido del volúmen "Geología de México"
de E. López Ramos (1981).

B.- DEFINICION.

"Carl Fries fué quien primeramente asignó tal nombre a esta formación; a un potente espesor de calizas y dolomitas de edad Albiano Cenomaniano que aflora en los Estados de México, Guerrero y Morelos, encontrándose su localidad tipo en este último Estado".

C.- MIEMBRO INFERIOR (FACIES LAGUNARES EVAPORITICAS).

Está bien definidas en toda la porción central, correspondiendo a una secuencia de dolomitas sacaroides, de color gris oscuro, con olor fétido al golpe del martillo, su porosidad primaria es baja y secundaria regular por fracturamientos: Por lo general se encuentran estratificadas en capas de 15, 30 y 40 cms. En estudios llevados a cabo al norte del área de Tomatal, Huitzuco y Maganolón; (Bolívar J. M., 1963 p. 12), sitúa un "Miembro Anhídrita" en la parte basal de la Formación Morelos; por su estrecha relación con las dolomitas, esta misma es observada en el anticlinal Tlapehualapa y en sección medida en la carretera Atliaca-Apango a Hueyitlalpan, pero no se pudo definir, debido al carácter incompetente de las anhídritas y yesos que en parte se encontraron como remanentes y en otros burdamente estratificados, por lo que se piensa que al plegarse estos sedimentos perdieron su arreglo estructural original.

La potencia máxima para esta facies lagunar evaporítica es de 550 metros, medida en la sección Esperanza-Apango, en el -

anticlinal San Francisco, (Estado de Guerrero). "En la región no aflora tal miembro, sino que únicamente fué registrado por el sondeo petrolero Pozo "Jalisco Número Uno".

D.- MIEMBRO SUPERIOR (FACIES DE PLATAFORMA).

Se trata de una secuencia de rocas carbonatadas depositadas en una plataforma continental, correspondiendo en una forma muy generalizada a alternancias de mudstone, wackstone y - en ocasiones packstone y grainstone, de color gris a gris oscuro con abundante microfauna y restos de toucasias y pelecípodos; -- pueden verse capas que varían de 20 a 50 cms., y hasta 1 metro - de espesor, parcialmente recristalizadas, con algunas inclusio-- nes de dolomitas estratificadas en capas de 10-15 cms. Dentro de estos cuerpos calcáreos se tiene la presencia de yesos que co--- rresponden probablemente a pequeños cambios de ambiente de depó-- sito, observados en la sección Tlapehualapa-Cuatzon. La edad se pudo comprobar con fósiles encontrados en calizas estratificadas de 20 cms. de espesor, Nummuloculina Heime y mudstone dolomitiza-- do con restos de pelecípodos, lo que ésto permite situar estos - yesos entre el Albiano Superior-Cenomaniano, pero los encontra-- dos en los depósitos dolomíticos no tienen una relación estrati-- gráfica clara, ni se observaron evidencias paleontológicas, por lo tanto, la edad no se puede generalizar ni restringir al Albia-- no Superior-Cenomaniano.

El espesor medido para la Formación Morelos fué de 450 = metros en la Sección Esperanza-Carretera Apango-Zotoltitlán ----

(anticlinal San Francisco).

E.- EDAD, SEDIMENTOLOGIA Y CORRELACION.

Las rocas sedimentarias de la Formación Morelos, se consideran de edad Albiano-Cenomaniano, en base al estudio de la microfauna contenida; especialmente los foraminíferos bentónicos que se mencionan: *Nummuloculina Heimi* Bonet; *Nummuloculina Steinman*; *Dicyclina Schlumbergeri* Munier-Chalmas; *Quinqueloculina* --- D'Orbigny; *Valvulina Picardi* Henson; *Pyrgo Defrance* y *Bolivina* nopsis Yakevlev.

En lo que respecta a macrofósiles los gasterópodos, *Toucasias* y *Carpetas* de Algas, no fueron identificados, en la parte E. del Estado de Guerrero.

De acuerdo a la posición estratigráfica de la microfauna estudiada en las facies de plataforma, se puede dividir ésta en dos biozonas: la primera hacia la base, con la marcada presencia de *Nummuloculina Heimi* y la segunda hacia la cima con *Dicyclina Schlumbergeri*; estos horizontes faunísticos y la aparición del Miembro Dolomítico se tomaron como referencia en las correlaciones de secciones estructurales.

En la sección de Teacalco-Carretera Taxco-Iguala, Ontiveros (1973) hace la siguiente descripción de la base a la cima: mudstone gris claro a oscuro con escaos miliólidos y horizonte - dolomitizados, en alternancia de wackstone, de pellas, miliólidos y bioclastos de color gris claro y en parte ligeramente arcilloso y bandeado, con líneas estilolíticas, fracturas con calci-

ta, horizontes con huellas dejadas por gusanos, carpetas de algas, bancos de requiénidos (*Toucasia* s. p.), gasterópodos (*Actacomella* s. p. y *Nerítica* s. p.) y con intercalaciones de dolomías gris oscuro, de textura media, se apreciaba un cuerpo de 40 - metros de espesor constituido por brechas calcáreas mal clasificadas; espesor medio de 1 430 metros.

Según la litología y paleontología, reflejan un depósito de ambiente de plataforma somera, sin aporte terrígeno, desde ambientes con alta evaporación y baja circulación que permitió el depósito de yesos y dolomitas, hasta ambientes de plataforma somera que permitió los depósitos calcáreos con el desarrollo de organismos bentónicos.

Esta formación es correlacionable con las formaciones El Abra de la Plataforma de Valles, S. L. P. y Faja de Oro; con las calizas Teposcaliela de Oaxaca, con las calizas de la Sierra Madre de Chiapas y con la Formación Xochicalco en su parte alta, - en el Estado de Guerrero (Ontiveros et al., 1973).

IV.1.4.- INTRUSION GABROICA Y DIQUES DOLERITICOS ASOCIADOS : CRETACICO MEDIO GABROICO (K m g).

Es característica en la región, que únicamente se encuentre restringida la presencia de cuerpos plutónicos, --- "stocks" máficos, a la porción Norte del área cartografiada; sobresaliendo por su contraste geomorfológico con las unidades litológicas restantes debido a que su red hidrológica es bastante

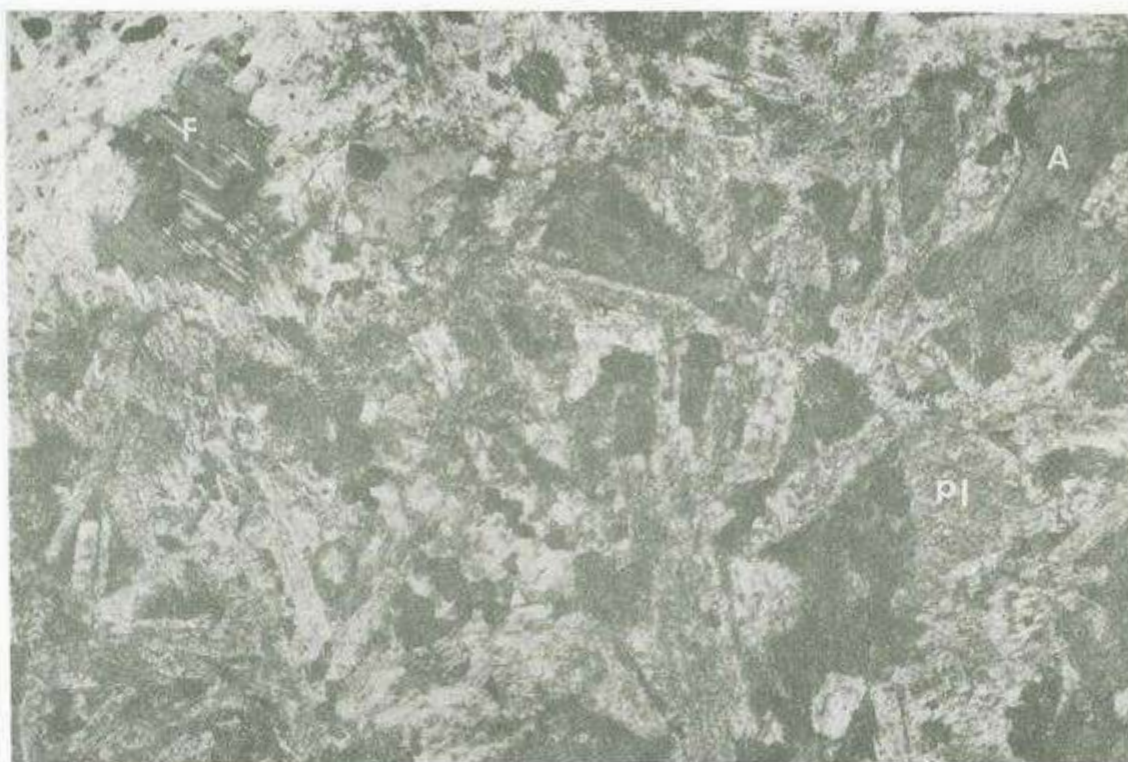


Fig. 9
 Gabro de textura algo diabásica con desarrollo de anfíbol y flogopita sobre opacos. F = Flogopita Pl = Plagioclase A = Anfíbol
 (N// - X 125).

fina y sus prominencias topográficas se expresan por lomeríos -- bajos de suaves pendientes ocasionados por un intemperismo esferoidal; con una vegetación constituida por matorrales y pastos.

En su aspecto megascópico es notable su color gris verdoso a verde oscuro, fanerítico de textura subofítica; donde los cristales de plagioclasa (labradorita y bitownita) encierran - en sus angulosos intersticios a piroxenos (clino > ortopiroxenos), comunmente transformados (alterados) a hornblenda o uralita (actinolita), epidota y clorita; en sus minerales accesorios es típica la abundancia de apatito, magnetita e ilmenita y localmente, sulfuros de fierro y cobre (pirita y calcopirita). Intimamente asociados (espacial y genéticamente) a las intrusiones de "stocks" de diabasa, se presentan la inyección de innumerable cantidad de diques doleríticos con iguales características texturales y mineralógicas.

Es pertinente hacer notar la abundante proporción de magnetita y specularita, llegando ocasionalmente a prometer buenos prospectos de mena por su magnetita diseminada y por sus escasas segregaciones de magnetita masiva, que alcanzan hasta 3 metros - en sección.

Su posición en la columna estratigráfica está bien definida por sus diques de granodiorita que la cortan, además que intrusiona a las formaciones sedimentarias descritas en párrafos - anteriores; por otra parte, su edad radiométrica obtenida por el método de K/Ar, queda colocada en las postrimerías del cretácico medio; es decir, correspondiente al cenomaniano (93.1 ± 4.7 -- m. a.).

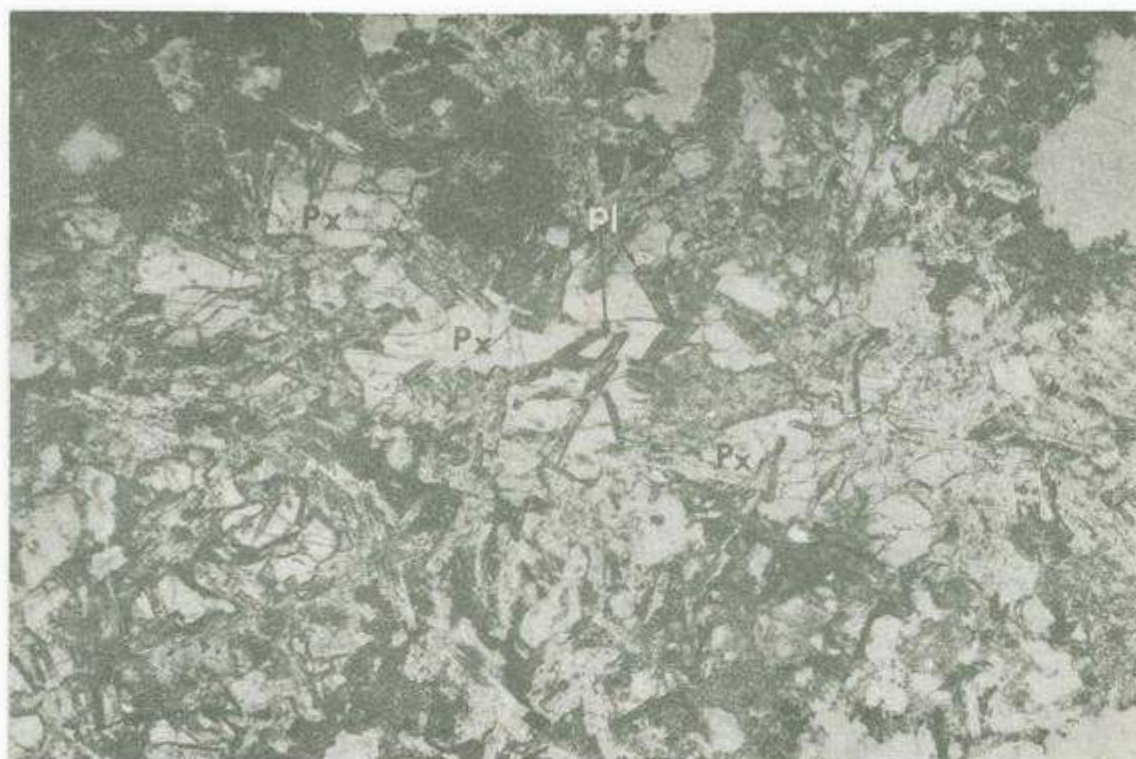


Fig. 10

Dique diabásico de textura subofítica con clinopiroxeno englobando a la plagioclasa.

Px = Clinopiroxeno

Pl = Plagioclasa

(N// - X 125).

IV.1.5.- DERRAMES ANDESITO-BASALTICOS, SUS PIROCLASTOS
Y FACIES SUBVOLCANICAS ASOCIADAS: CRETACICO -
SUPERIOR VOLCANICO (K s v).

La extensión de los afloramientos para los derrames y piroclastos de andesita en la región es mínima; pues sólo lo constituyen pequeños rellenos de depresiones topográficas pertenecientes al Cretácico Tardío; exceptuando una diminuta estructura con apariencia de cono volcánico expuesto en la inmediación NW de la Mina El Encino, en el Cerro de Jilotlán.

Su posición estratigráfica está determinada por un contacto discordante sobre la sección geológica precedente y cortada por potentes diques de granodiorita; además que por otra parte, se encuentra cubierta por los lahares andesíticos-basálticos depositados en la región durante el Plioceno-Pleistoceno.

Su espesor es indeterminado, ya que sólo representa pequeños y delgados remanentes de decenas de metros donde las depresiones topográficas fueron mayores.

Petrográficamente su clasificación ha sido considerada como una andesita para el cono volcánico del cerro mencionado, no así para un pequeño "stock" de pórfido basáltico, aflorante en las cercanías del Yacimiento "El Yunque"; donde los fenocristales de labradorita de 5 mm. a 1 cm., poseen una orientación azarosa en una matriz microlítica gris oscura; correspondiendo a la misma posición estratigráfica que los derrames antes citados;

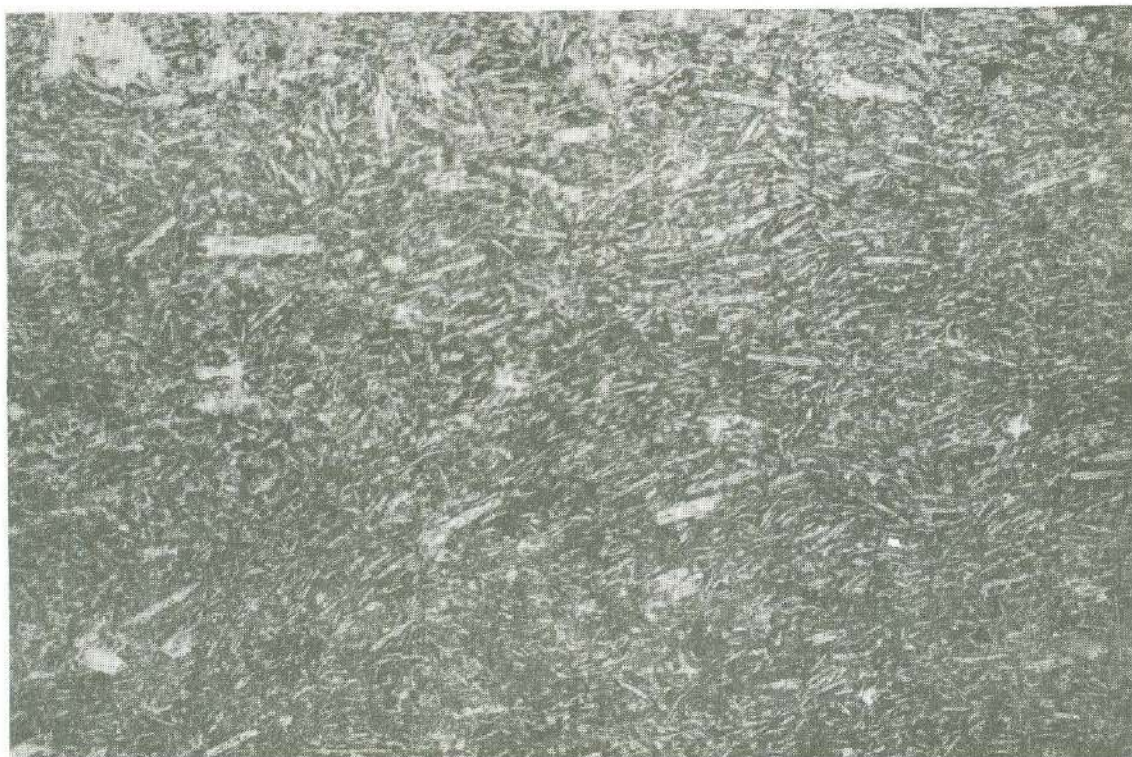


Fig. 11
Andesita basáltica con textura fluidal, marcado por los microlitos de -
plagioclasa. (N// - X 125).

algunos autores (Labarthe H. G., et al., 1981) mencionan la -- presencia de vestigio de estructura cordada en los derrames aflo-- rantes en el Cerro de Jilotlán, Lámina No. 5.

IV.1.6.- GRANODIORITA PIHUAMO Y SUS FACIES SUBVOLCANI-
CAS ASOCIADAS: CRETACICO SUPERIOR GRANITICO.
(K s g).

Es el cuerpo plutónico de mayores dimensiones aflorantes en la región y de gran importancia en cuanto a su com-- portamiento como elemento portador de la mineralización ferrífe-- ra en el área; es característico en su aspecto geomorfológico -- por su textura hidrológica fina, parte aguas bastante agudos y - abundante vegetación.

Aunque en el área de trabajo aparecen sus afloramientos constituyendo "stocks", sus dimensiones regionales corresponden a magnitudes batolíticas.

Su posición estratigráfica está bien definida al intru-- sionar a las andesitas y basaltos subyacentes en la sección es-- tratigráfica regional y sólo es cubierto discordantemente por -- los lahares andesito-basálticos; su edad radiométrica datada por el método Potasio-Argón, sitúa a la intrusión en el piso Maes--- trichtiano (65.6 ± 3.3 m. a.).

Por sus rasgos texturales, de textura porfídica a pórfi-- do y granítica de grano medio a fino, se ha interpretado como -



Fig. 12
Tonalita anhidra(cuarzodiorita) con textura heterogranular, donde destacan las plagioclasas y un mosaico de cuarzo intersticial.

Q = Cuarzo

Pl = Plagioclasa

(NX - X 125).

una intrusión de emplazamiento hipabisal.

Su petrografía es variable, muestra cambios gradacionales en su composición mineralógica, que no se han detallado en las observaciones de campo; notándose que la facies dominante es de granodiorita-tonalita, algunos "stocks" que pertenecen a cuarzomonzonita y diorita se les ha interpretado como derivaciones similares.

Asociada a la misma etapa de evolución magmática del -- plutonismo granodiorítico se presenta en sus facies subvolcánica: diques y domos cuarzomonzoníticos, con variaciones en su mineralogía desde granito hasta pórfidos sieníticos, pasando a -- través de granodiorita y monzonita, sus rasgos texturales no difieren de la intrusión batolítica del cual derivan (granodiorita Pihuamo).

Su emplazamiento en la columna estratigráfica se asocia a fallamiento inverso; es decir a una etapa de dislocamiento -- compresivo y se manifiesta en el área mineralizada por el "di-- que mayor" que pasa los cuerpos; San Pascual y Número Uno, gradando su actitud a "sill" hacia la Barranca de la Membrila, ver Plano geológico local, e innumerable cantidad de diques de menor potencia se encuentran generalmente alojados en fisuras de echado bajo ó bien concordantes con la estratificación, como se observan en los Cuerpos Número Uno, Barranca de la Membrila y - Cuerpo Cero.

Su posición en la escala de tiempo se asocia a una etapa ligeramente posterior al emplazamiento plutónico de la grano

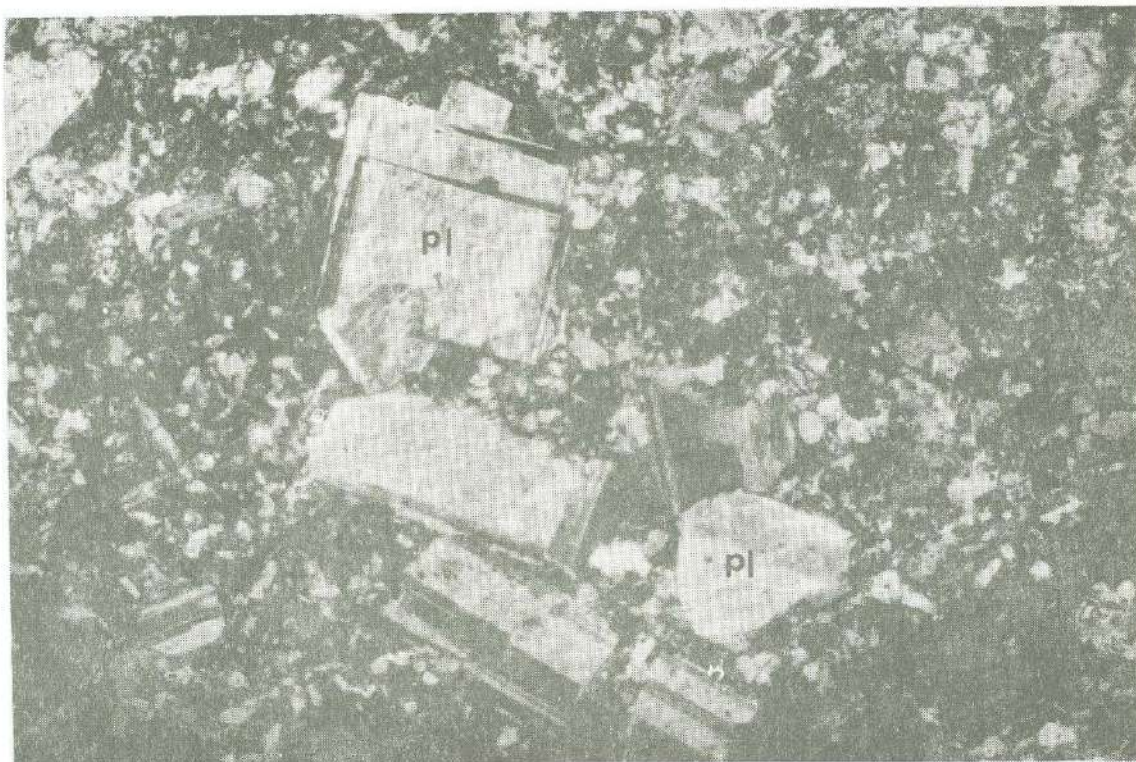


Fig. 13

Dique cuarzomonzonítico de textura glomeroporfídica con matriz microcristalina sin flujo. Fenocristales de plagioclasa.

Pl = Plagioclasa

(NX - X 125).

diorita, dado que la cortan.

Por otra parte, su posición respecto a fase de mineralización es intramena; es decir, se presentan cortando al mineral de fierro en el área de la Mina El Chilillo y contrariamente a ello; mineralizados, en El Encino, que muestra de esta forma la íntima relación existente de la mineralización ferrífera con la etapa final de consolidación del magmatismo félsico.

IV.1.7.- LAHARES ANDESITO-BASALTICOS: TERCIARIO SUPERIOR. LAHARES (Tsl).

Gran parte de la porción norte y pequeñas --- áreas aisladas en el resto de la región (paleotopografía) se encuentran rellenas discordantemente por un delgado pero extendido espesor de lahares, provenientes de las erupciones plio---cuaternarias de los Volcanes de Fuego y Nevado de Colima, y depositados regionalmente en una edad, que por su grado de erosión de los arroyos que lo cortan, se calcula en pleistocénica.

Se trata de depósitos volcánicos y sedimentarios con estratificación burda; que Mooser (1961) designó como Formación Atenquique. En los niveles sedimentarios que son frecuentes, se observan capas primeramente estratificadas ó grandes conglomerados constituidos por fragmentos de rocas volcánicas sin estructura de depósito alguna.

Las facies volcánicas varían desde cenizas grises bien estratificadas, hasta brechas de explosión y depósitos de ava--

lanchas ardientes, en los cuales los bloques pueden alcanzar -- hasta varios metros de diámetro, contenidos en cementante cinerítico gris. Los fenofragmentos son de dos tipos: bombas volcánicas vítreas poco vesiculares, de color negro y porfídicas, y elementos angulares de andesita porfídica gris correspondientes a pedazos de lava escoriácea.

Los espesores del relleno volcano-detrítico alcanzan localmente espesores de 200 metros, y comunmente constituyen terrazas en las orillas del Río Naranjo hasta más de 100 metros de altura.

Petrográficamente los fenofragmentos de las andesitas, son de textura microlítica porfídica (30 %), con fenocristales de plagioclasas, hornblenda café, clino y ortopiroxenos y -- ocasionalmente se ha destacado la presencia de grandes cristales de olivino rodeados por clinopiroxenos y plagioclasas; matriz constituida por microlitos de plagioclasas, vidrio, magnetita automorfa y numerosos gránulos opacos. (Demant et al., -- 1976), han destacado la presencia local en la región del carácter potásico de los basaltos (traquibasaltos) en esta etapa -- efusiva del Eje Neovolcánico; son andesitas ricas en sílice, cuyos valores varían dese 58.5 hasta 61 %; generalmente porfídicas y caracterizadas por la asociación de plagioclasas + ortopiroxenos + clinopiroxenos + hornblenda. Sin embargo, también se observan cristales de olivino inestables, como lo demuestra su aureola de plagioclasas + clinopiroxeno, que son bastante fre--

cuentes en los pómez de composición muy próxima a las dacitas, y explicado ello por la presencia de un magma basáltico primario que se mezcla en forma imperfecta con las lavas diferenciadas de una manera cíclica en la cámara magmática de estos volcanes.

La distribución de los análisis químicos en un diagrama A.F.M. nos proporciona la evolución típicamente calcoalcalina de las efusiones del Eje Neovolcánico en la región. Ver Lámina No. 12, en el cual puede observarse que el carácter magmático de los basaltos es bastante particular; no son basaltos calcoalcalinos (high alumina-basalts), puesto que los valores de Al_2O_3 no son muy elevados, sino que son rocas saturadas ó ligeramente subsaturadas (con nefelina normativa) de carácter transicional (Demant et al., 1976). En cambio las lavas de los volcanes Nevado y de Fuego de Colima se muestran más diferenciados, que obedecen a varios elementos que denotan el carácter particular de la región. (Demant et al., 1976), tales diferencias se explican por la posición geodinámica diferente de este sector del Eje, relacionado con la subducción de la placa de Rivera, mientras que los demás volcanes del Eje Neovolcánico se ubicaron según direcciones tectónicas inducidas por el desplazamiento relativo entre la Placa Norteamericana y la Caribeña, y se deban al hundimiento de la Placa de Cocos (Demant et al., 1978).

EXPLICACION

X VOLCAN SANGANGUEY.
 + VOLCAN DE TEQUILA.
 o VOLCAN DE COLIMA.
 ● VOLCAN CEBORUCO.

A = $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$,

F = $\text{FeO} + 0.8998 \text{ Fe}_2\text{O}_3$

M = MgO

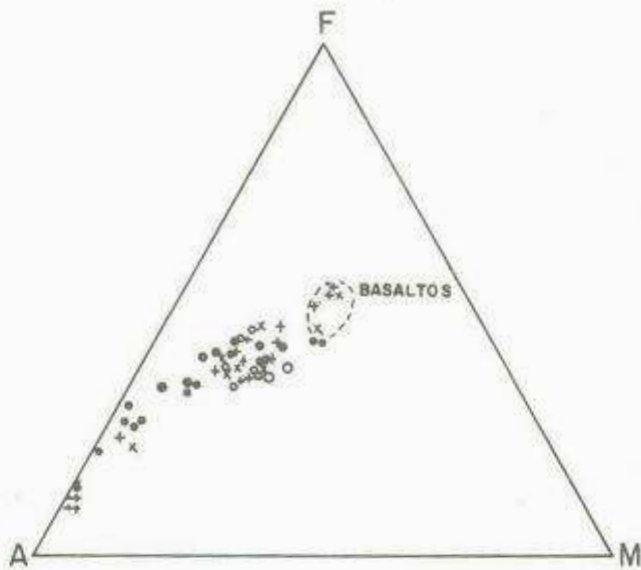


Diagrama A,F,M. de las lavas de los principales volcanes de la parte occidental del Eje Neovolcánico. (Demant et al., 1976)

IV.1.8.- TUFAS: QUATERNARIO TUFAS (Qt).

Hacia la parte SW del área, cerca de la Navidad, afloran depósitos de manantial; cuyas aguas contienen algo de materia disuelta. Generalmente éstos son: bicarbonatos y sulfatos de calcio, magnesio y sodio, con cantidades pequeñas de cloruros, silicatos, fosfatos y otros elementos, ver Lámina No. 6.

Algunos de estos materiales entran en solución por la acción del bióxido de carbono, absorbido de la atmósfera y suelo por el agua de la lluvia. Otros materiales proceden de descomposición de rocas y de las materias orgánicas del suelo y ayudan a descomponer minerales y formar sales solubles.

Cuando emergen del suelo, las aguas de los manantiales cargadas con minerales en solución, están sujetas a evaporación al enfriamiento de las soluciones calientes, a pérdida de bióxido de carbono (por agitación, descanso de presión o calentamiento de las soluciones frías) y a la acción de las bacterias y de otros organismos. Todos estos posibles cambios tienden a originar la depositación de materias minerales; todos estos procesos son muy complicados y poco conocidos.

El depósito de tufa es de carbonato de calcio-magnesio, esponjoso y celular, de color crema, que en ocasiones tiene restos de plantas; se usa como material para construcción (ornato).

IV.1.9.- DEPOSITOS DE TALUD: CUATERNARIO TALUD DE -
VALLECITOS. (Q t v).

El Miembro Volcánico Vallecitos ha caído hacia las partes bajas de la sierra, dando lugar a depósitos de talud, brechosos, mal clasificados, sin cementación, con fragmentos angulares o subangulares que van de unos cuantos centímetros a varios metros de diámetro. Son notables al SE del Cuerpo No. 1., y se llegaron a encontrar al Norte de los afloramientos de mineral de fierro. Su espesor es de 1 a 20 m., ver Lámina -- No. 6.

V.- TECTONICA

V.1.- GENERALIDADES

Se ha tratado de realizar un modelo tectónico de las deformaciones habidas en la Sierra Madre del Sur durante el Cretácico y principios del Terciario, lo cual para poder -- realizar dicho estudio se ha tratado de enfocarlo bajo tres -- puntos de vista basados en el concepto de escala; dentro de ca da escala se definirán los aspectos estructurales más importantes y sus relaciones temporales.

Los tres tipos de escalas manejadas en el estudio han sido :

a).- ESCALA LOCAL: Que abarcaría unas dimensiones que van desde el Hectómetro a los 4 kilómetros y comprende la Mina El Encino.

b).- ESCALA REGIONAL. Comprendida entre los 4 y 50 Ki lómetros y abarca el marco tectónico regional de los alrededores de la Mina El Encino.

c).- ESCALA GLOBAL: Cuyas dimensiones son superiores a los 50 kilómetros y comprende extensiones de provincias geológicas, en el sentido de López Ramos (1981) como son : La Cuenca de Guerrero, Morelos y Sierra Madre del Sur.

Partiendo del modelo tectónico a escala local, que es el mejor conocido, el propósito ha sido el relacionarlo con los

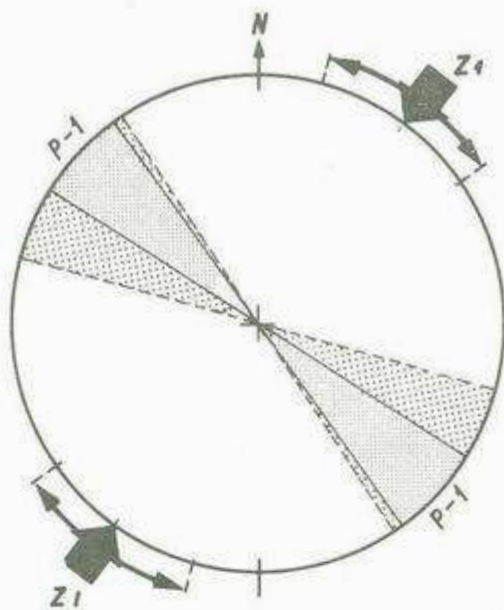
modelos de deformación a escala regional y global y ver cuales son sus semejanzas para poder realizar un modelo tectónico evolutivo de la deformación dentro de la tectónica global de la -- Sierra Madre del Sur.

Hay que tener en cuenta que los datos de partida son -- muy pocos debido a la falta de información existente sobre este sector de México. Aquí se ha tratado de realizar un modelo de -- deformación basado en los datos bibliográficos en existencia y en la información propia tomada en el campo, no pretendiéndose hacer un modelo rígido, sino que dicho modelo puede estar sujeto a cambios en función de la nueva información que se vaya tomando. El propósito del trabajo ha sido el marcar una línea de investigación dentro del confucionismo existente en este sector altamente complejo y que pueda tener una aplicación práctica para la investigación de los recursos naturales no renovables.

V.2.- PLIEGUES

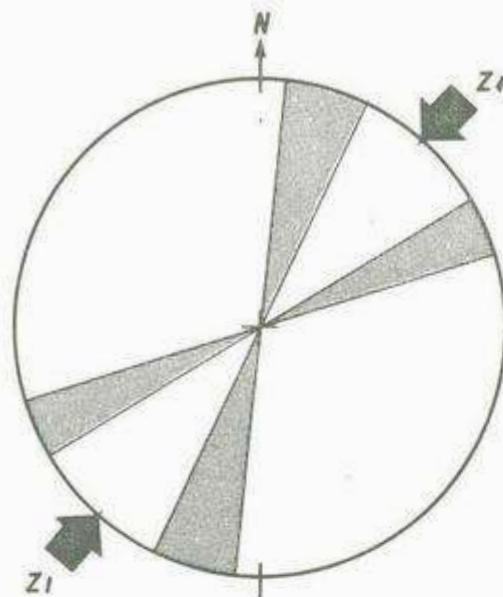
Dentro del marco tectónico local, se han determinado cartográficamente dos direcciones principales de plegamiento ligadas a dos fases de deformación; la primera dirección de plegamiento P-1, es de N (31-74) °W, siendo pliegues cuyas dimensiones varían en longitud entre 100 y 1,000 metros. Lámina - No. 13 (a). Regionalmente y en el marco tectónico de los alrededores del Distrito, los pliegues P-1 se manifiestan con direcciones de N (36-58) °W, con unas dimensiones que varían entre dos y siete kilómetros. Por último, a escala global, es decir, a escala de provincia geológica, vemos cómo y a manera de hipótesis, en función de la bibliografía consultada, los pliegues -

DIAGRAMAS ESTEREOGRAFICOS* CON LAS DIRECCIONES DE PLEGAMIENTOS Y FRACTURACION DE LAS FASES COMPRESIVAS Z_1 Y Z_2 .



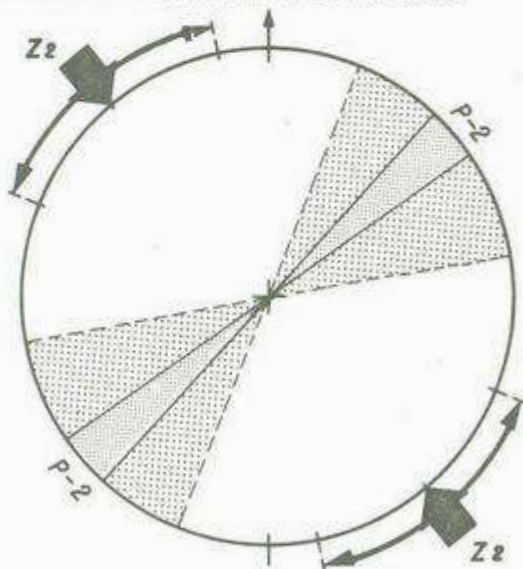
(a)

FASE COMPRESIVA Z_1 , QUE DA LUGAR A PLIEGUES P-1; SE MUESTRAN LAS DISPERSIONES DE LAS DIRECCIONES DE LOS EJES DE LOS PLIEGUES A ESCALA LOCAL Y REGIONAL.



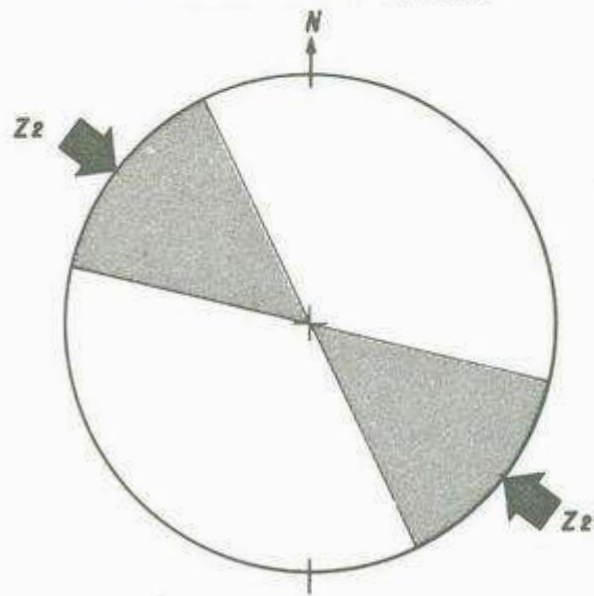
(b)

FASE COMPRESIVA Z_1 , CON LOS DOS SISTEMAS DE FALLAMIENTO ASOCIADOS, CON REFLEJO A ESCALA LOCAL Y REGIONAL.



(c)

FASE COMPRESIVA Z_2 , QUE DA LUGAR A PLIEGUES P-2; SE MUESTRAN LAS DISPERSIONES DE LAS DIRECCIONES DE LOS EJES DE LOS PLIEGUES A ESCALA LOCAL Y REGIONAL.

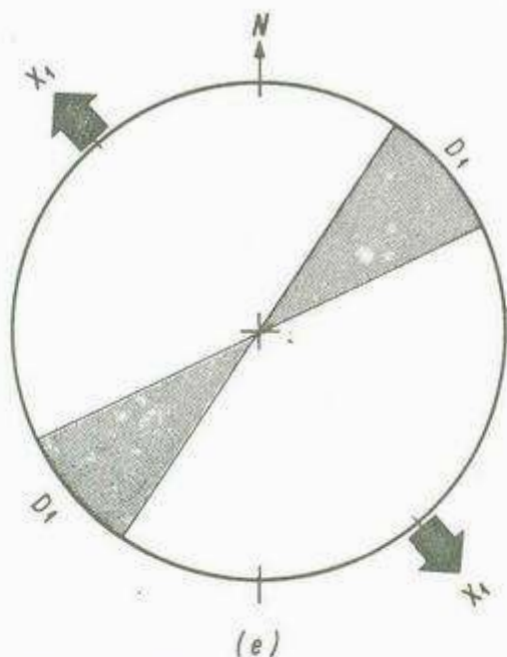


(d)

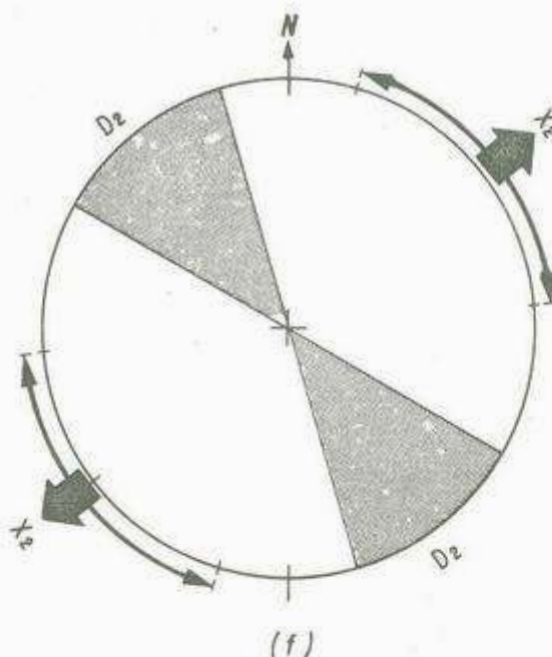
FASE COMPRESIVA Z_2 CON EL SISTEMA DE FALLAMIENTO ASOCIADO; CON REFLEJO A ESCALA LOCAL Y REGIONAL.

* PROYECCION EN LA ESTEREOFALSILLA DE SCHMIDT O EQUIAREAL

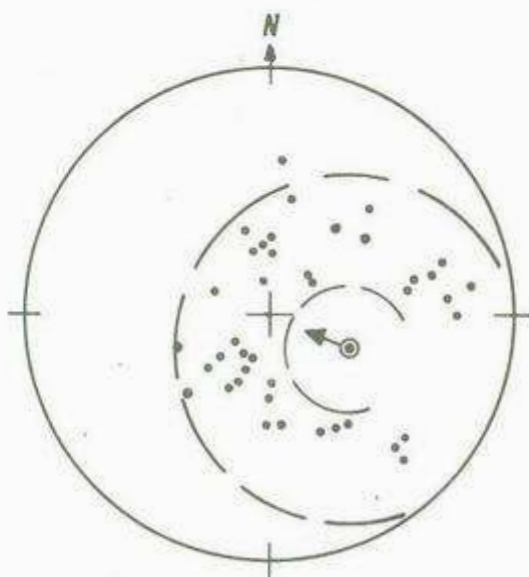
DIAGRAMAS ESTEREOGRAFICOS* CON LAS DIRECCIONES DE FRACTURACION DE LAS FASES DISTENSIVAS X_1 Y X_2 .



FASE DISTENSIVA X_1 , CON LAS DIRECCIONES DE FALLAS NORMALES ASOCIADAS, D_1 .



FASE DISTENSIVA X_2 , CON LAS DIRECCIONES DE FALLAS NORMALES ASOCIADAS, D_2 .



REPRESENTACION ESTEREOGRAFICA DE LA ESTRUCTURA DOMICA SITUADA AL SUR DE LA MINA.

LEYENDA

DISPERSION LOCAL Y REGIONAL.....	
DISPERSION LOCAL.....	
DISPERSION REGIONAL.....	
DIRECCIONES DE ESFUERZOS.....	
INCLINACION DE LA DIRECCION DE MAXIMO ALARGAMIENTO DEL DOMO.....	
POLOS DE ESTRATIFICACION.....	

* PROYECCION EN LA ESTEREOFALSILLA DE SCHMIDT O EQUIAREAL

P-1 pueden tener en este sector direcciones comprendidas entre N 55°W a N 5°E de más de diez kilómetros de longitud.

La segunda dirección de plegamiento P-2, a escala local, presenta direcciones comprendidas entre N (20-80)°E, --- siendo pliegues cuyas dimensiones varían entre 100 y 2,000 metros, Lámina No. 13 (a), a escala regional estos pliegues se manifiestan con direcciones comprendidas entre N (44-56)°E, - Lámina 13 (c), dando lugar a estructuras de más de diez kilómetros de longitud; a escala global y en la Cuenca de Guerrero-Morelos se observa, en función de los datos bibliográficos que estos pliegues se manifiestan con direcciones de N (25-65)°E⁽¹⁾.

A escala local, la geometría de los pliegues P-1 y P-2, es de tipo isopaco, como corresponde a un nivel estructural medio, en el sentido de Mattauer, M., 1976. Los pliegues P-1, tienen una cierta vergencia hacia el Sureste, con los planos axiales subverticales o inclinados ligeramente hacia esta zona, la simetría de los pliegues es monoclinica, con un único plano de simetría perpendicular al Eje A del pliegue; la inmersión de los pliegues es indistinta hacia el Noroeste o Sureste, con inclinaciones de escasos grados hacia ambas direcciones.

La dirección de plegamiento P-2, tiene vergencia hacia el Noroeste, con los planos axiales inclinados hacia esta zona; no obstante, en las Láminas Nos. 15 y 6, sección estructural y plano de líneas isoestructurales, se ve cómo existe un claro -- amortiguamiento en la vergencia de los pliegues al pasar de la zona Sureste de la Mina hacia el Noroeste; se observa cómo se -

(1) Estas direcciones de plegamiento se han tomado en la Cuenca Guerrero-Morelos (López Ramos 1981).

EXPLICACION

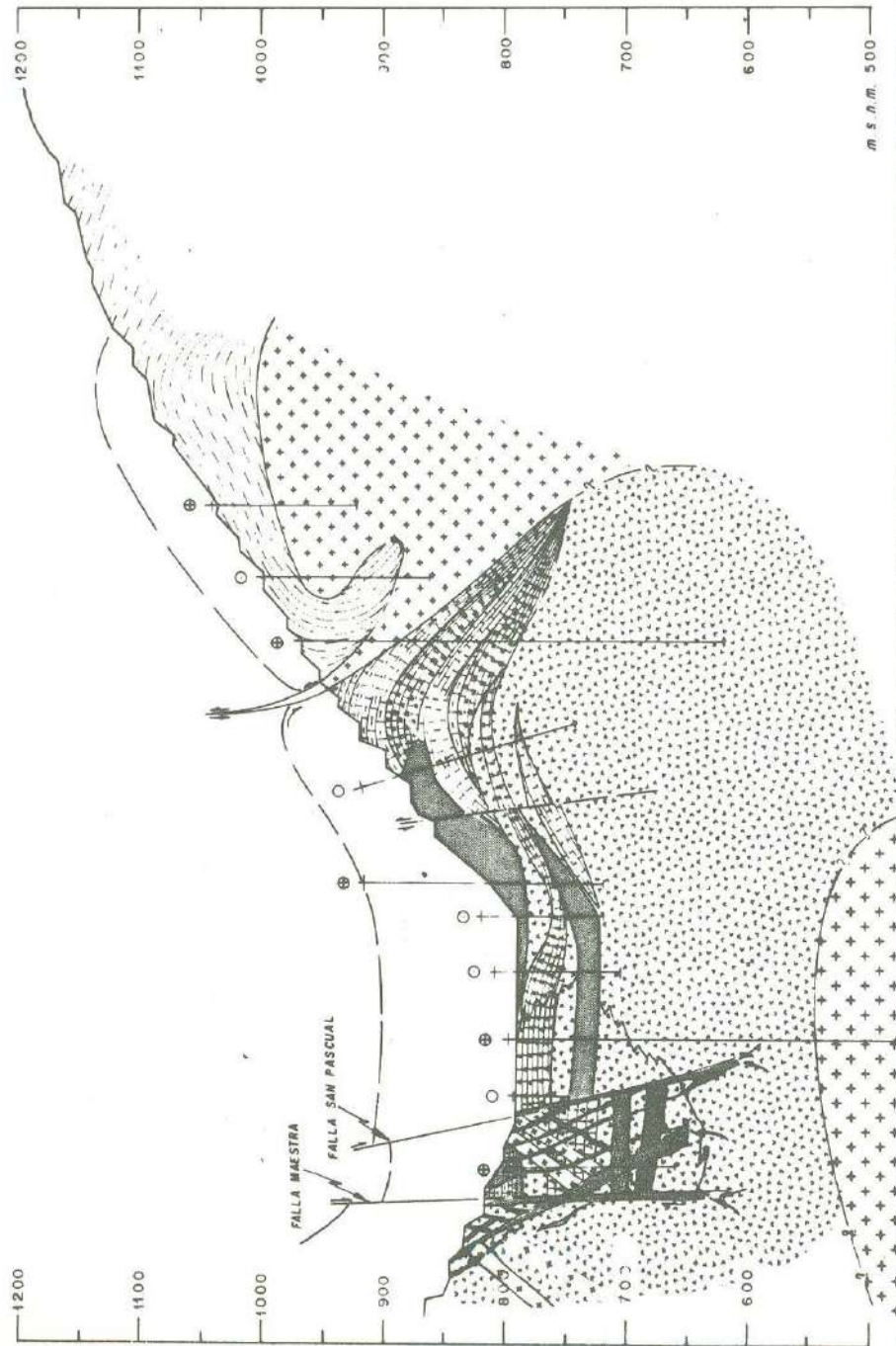
- LIMOLITAS, ARENISCAS Y BRECHAS; TOBACERAS NO CARBONATADAS DE ESTRATIFICACION DELGADA.
- LIMOLITAS, ARENISCAS Y BRECHAS; TOBACERAS CARBONATADAS DE ESTRATIFICACION DELGADA.
- CUERPOS LENTICULARES DE LIMOLITA CALCAREA.
- CUERPOS LENTICULARES DE CALIZA (FACIES ARENOCIFAL).
- CALCIURIDITAS.
- CUERPOS LENTICULARES DE BRECHAS VOLCANICO CALCAREAS.
- DEBRANES TORAS Y ABLOMERADOS; DE ANDESITA BASALTICA ESPLITIZADA.
- DIQUE ASOCIADO A DOMO CUARZOMONZONITICO.
- ZONA MINERALIZADA CON LEY MAYOR DEL 40% DE Fe TOTAL.
- ZONA MINERALIZADA CON LEY DE 10-40% DE Fe TOTAL.
- VEIAS Y VETILLAS DE MAGNETITA.
- INTRUSIVO DE DIORITA LEUCOCRATA.
- SONDEO SOBRE LINEA DE SECCION.
- SONDEO DELANTE DE LA LINEA DE SECCION.
- SONDEO DETRAS DE LA LINEA DE SECCION.
- PERFIL DE OBRAS DE MINADO A TAJO ABIERTO.

ESCALA GRAFICA

SECCION GEOLOGICA A-A'

DEL CUERPO SAN PASCUAL

ESCALA 1:4000



pasa de un dominio en donde los pliegues son asimétricos con el flanco Sureste tendido con buzamientos del orden de 20 a 35° y el flanco Noroeste vertical o invertido acompañado por fallas inversas de la misma dirección que los pliegues, a un dominio más al Noroeste donde la geometría de los pliegues se hace más suave, como sucede en el sinclinal de dirección N 40°E que pasa por el centro del Cuerpo San Pascual, Lámina No. 6, el cual --- tiene una geometría de pliegue encofrado y con la estructura -- anticlinal, situada más al Noroeste, que presenta la misma dirección.

La simetría de estos pliegues puede ser rómbica o monoclinica.

V.3.- FALLAS Y JUNTAS

En el marco tectónico local y regional se pueden diferenciar tres direcciones principales de fracturación, Láminas Nos. 13 y 14, el primer sistema tiene un rumbo comprendido entre N (5-26) °E. La segunda dirección tiene un rumbo comprendido entre N (60-74) °E y la tercera dirección de fracturación varía entre N (25-75) °W.

La primera dirección de fracturación son fallas en su mayoría inversas cuyos ángulos varían entre 30° y 70° y suelen dar amplias zonas milonitizadas de espesor variable entre decímetros y tres metros; no habiéndose podido determinar su movimiento a escala regional.

La segunda dirección de fracturación suelen ser fallas

normales de alto ángulo comprendido entre 70° y 80° ; estas fallas suelen dar zonas milonitizadas de gran espesor comprendidas entre 3 y 100 metros.

La tercera dirección de fracturación son en su mayoría, fallas normales que suelen dar amplias zonas milonitizadas.

Coincidiendo con las direcciones de fallamiento anteriores existen unos sistemas de juntas perfectamente desarrollados con variaciones en su buzamiento comprendidos entre 50° y 90° .

Los tres sistemas de fracturación, han tenido en las sucesivas etapas de deformación, diversos movimientos, traducidos en estrías con diferentes direcciones.

V.4.- ESTRUCTURA INTRUSIVA TIPO DOMO

En la zona Sureste de la Mina, existe una clara interferencia de plegamientos entre las direcciones P-1 y P-2, como consecuencia de una estructura intrusiva profunda que ha dado lugar, en esta zona, a una estructura tipo domo. En las Láminas Nos. 6 y 15, plano de líneas isoestructurales se puede observar las dos direcciones de plegamiento, así como la estructura cómica situada al Sureste de la Mina; esta estructura es una apófisis dentro de una estructura de dimensiones batolíticas aflorantes en la región.

Desde el punto de vista geométrico, el domo tiene dos direcciones de alargamiento, una principal y con una dirección de N ($50-60$) $^{\circ}$ W, que coincide con la dirección de los pliegues

P-1, la cual presenta una cierta vergencia hacia el O.S.O., y otra prácticamente perpendicular a la anterior con una vergencia hacia el Noroeste, de dirección N 30°E, que coincide con la dirección de los pliegues P-2.

La estructura batolítica hipabisal, con sus diferentes apófisis, apéndices dómicos, ha provocado en parte, en los materiales de la cobertera, y en las sucesivas etapas de su emplazamiento, las diferentes direcciones de plegamiento observadas en el área. A lo largo de toda la zona Sureste de la Mina El Encino, la dirección de alargamiento máximo del domo N 60°W, se ve traducida en una serie de pliegues con esta misma dirección, comprobándose esto en la denominada Barranca de Membrila, Lámina No. 6.

VI.- ANALISIS CRONOLOGICO DE LAS DEFORMACIONES Y SU RELACION GENETICA CON EL SISTEMA GEOTERMAL FERRIFERO.

VI.1.- GENERALIDADES.

Para poder entender los procesos evolutivos, -- tanto paleogeográficos como tectónicos y mineralizadores que -- han sucedido en este sector de la Sierra Madre del Sur, es necesario apoyarse en la tectónica de placas y su influencia en este sector de México.

Son numerosos los autores, que basados en los estudios realizados, sobre todo al Norte del Eje Neovolcánico, dividen a la República Mexicana en dos sectores, uno occidente de Cordillera, que comprendería la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur, afectado fundamentalmente por los movimientos cenozoicos y laramídicos, un dominio oriental constituido por la Sierra Madre Oriental que nace como consecuencia de la tectónica Laramídica.

De los recientes estudios realizados a lo largo de la Costa del Pacífico, casi todos los autores están de acuerdo en la existencia de un arco volcánico circumpacífico que en mayor o menor grado ha sido el responsable de la evolución, como consecuencia de la subducción de la placa paleopacífica hacia el Este, de todo el sector Oeste de México, dominado por la Sierra Madre Occidental, al Norte del Eje Neovolcánico y de la Sierra

Madre del Sur, al sur de dicho eje; así, por ejemplo, Campa y - otros (1974) establecen sobre la Tectónica y Evolución en el Tiempo del Magmatismo en el Margen Pacífico de México, la existencia de "Arco Volcánico Alisitos", que aflora desde Baja California Norte, hasta Valle de Bravo México y Teloloapan, Gro., y en muchos lugares del margen occidental de México. Posteriormente lo reafirman Tardy (1977), al Norte del Eje Neovolcánico; Servais et, al., (1982), al Norte y Sur del Eje Neovolcánico; Gastill, et, al., (1977), ponen en evidencia la existencia -- del Arco Volcánico Alisitos, basados en los estudios de Bonneau, M. (1973), Ranguin (1976), en la Sierra Madre Occidental y en las de Anderson, Silver y Córdova (1969) en Guaymas, Sonora.

Para el propósito del presente estudio es muy importante el definir, dentro de la evolución de este arco volcánico, - sus episodios tanto desde el punto de vista volcánico, como sedimentario y plutónico, ya que van a ser definitivos para poder determinar los procesos mineralizadores del área que nos afecta. Hay numerosas evidencias, respecto a la evolución de los cuerpos intrusivos a lo largo del período evolutivo de la historia geológica de México en relación a la evolución a lo largo del - tiempo de la placa paleopacífica en su proceso de subducción; - así Clark, Damon, Schutter, y Shaffigullah (1980), en un trabajo realizado al Norte del Eje Neovolcánico, mediante el estudio de 461 edades de rocas ígneas, establecen tres épocas de ac

tividad magmática: del Triásico Tardío al Jurásico Tardío ----- (190-143 m. a.); del Cretácico Tardío al Terciario Tardío --- (135-16 m. a.); y del Terciario Tardío al Reciente; por otra parte, la distribución del magmatismo indica que, entre los 140 y 16 m. a., empezó cerca de la costa, en el Oeste, y migró 1000 Kms. hacia el Este; respecto a las mineralizaciones, apuntan como las asociaciones de elementos relacionados con depósitos metálicos están vinculados con fases magmáticas separadas en cinturones paralelas a la zona de subducción.

Tardy (1977), pone también en evidencia la migración de los procesos magmáticos de Oeste a Este, relacionándolos con diferentes fases de deformación.

Anderson y Silver (1974), observa en Sonora cómo las intrusiones son más jóvenes cerca de la Sierra Madre Occidental, lo que pone en evidencia que las fases tectónicas son mucho más tardías conforme avanzamos hacia el Este, lo que coincide con las hipótesis de Tardy (1977).

Está claro que los procesos magmáticos que han dado lugar a cuerpos intrusivos de dimensiones variables, han tenido una relación directa con muchos fenómenos deformativos corticales y con los procesos mineralizadores.

Respecto a la relación existente entre los procesos deformativos y las intrusiones, algunos autores nos dan datos al respecto; así en Sinaloa, Fedrikson (1974), señala cómo las intrusiones producidas en este sector tienen una edad comprendida entre 130 y 20 m. a., (Mioceno Inferior), con paroxismos a

90 m. a., (Cretácico Superior basal), a 70 m. a., (Cretácico Terminal), y 50 m. a., (Eoceno Inferior); Clabaugh y Mc Dowel (1976), apuntan cómo existe una elevación y una deformación con el emplazamiento de dichos intrusivos.

Refiriéndonos ya a la zona de estudio, en función de las observaciones de campo y de los datos regionales recopilados, se pueden definir tres etapas orogénicas principales que han condicionado la historia geológica de este sector; la primera etapa, es una etapa pre-orogénica y comprendería el Cretácico Inferior y Cretácico Medio, (Aptiano, Albiano y Cenomaniano); la segunda etapa sería una etapa orogénica que comprendería desde el Cretácico Medio al Superior (Cenomaniano-Senonian-Maestrichtiano), y por último la tercera etapa sería una etapa post-orogénica que comprendería desde el Cretácico Superior al actual, aunque esta etapa en otros sectores de México por sus características geológicas es considerada como orogénica.

En la región, la actividad tectónica de la etapa pre-orogénica se caracteriza por el depósito de una secuencia de materiales volcánicos en medio submarino, Miembro Inferior de la Formación Encino, ó a veces submarino y aéreo como la Formación Vallecitos, acompañado como en el caso del Encino Inferior por un metamorfismo de bajo grado, perteneciente a la facies de los esquistos verdes; períodos de actividad volcánica han tenido unas etapas de tranquilidad orogénica en las que se han deposti-

tado los materiales pertenecientes al Encino Superior, Aptiano, y las Calizas de la Formación Morelos, Albiano-Cenomaniano.

Por las características de los materiales volcánicos, - durante el Aptiano-Cenomaniano, y por las características regionales de estos materiales podemos decir que nos encontramos en una zona de arco insular donde los procesos volcánicos y plutónicos han tenido un papel decisivo en la evolución geológica -- del área, por lo que coincide con las ideas de Fries (1960), Campa (1974), respecto al volcanismo de la denominada Roca -- Verde de Taxco y la existencia de un probable complejo ofiolítico en el Norte de Sinaloa, determinado por Ortega, G. F., Vélez P. R., Zúñiga, Y., Flores, S., en 1979.

VI.2.- PRIMERA FASE COMPRESIVA Z_1 .

Mediante análisis estratigráfico, estructural y genético del distrito ferrífero El Encino, se ha podido diferenciar dos fases de deformación compresivas Z_1 y Z_2 , las fases -- distensivas X_1 y X_2 y un proceso mineralizador.

De esta forma, partiendo de la base de que se va a relacionar los diferentes períodos intrusivos con los procesos deformativos, se pueden postular dos hipótesis al respecto, en función de la información existente.

En el Cenomaniano se produce la primera intrusión gabroica de edad 93.1 ± 4.7 m. a.; tal intrusión, y en una primera hipótesis, puede suponerse que es la que ha dado lugar a la

primera fase de deformación Z_1 del área, traducida en pliegues P-1, acompañando a los pliegues, se producen los dos primeros sistemas de fracturación⁽¹⁾; hay que tener en cuenta que esta dirección de plegamiento es paralela a la costa e implica una compresión Z_1 de dirección N 42°E, Lámina No. 13 (a).

La primera fase compresiva Z_1 correspondería a los movimientos Austrícos, originados en el Cenomaniano, los cuales han tenido un papel decisivo en la historia geológica de México; -- así Tardy (1977), cita en el Cretácico Medio, al Norte del -- Eje Neovolcánico, una fase tectónica que pliega la serie volcánica sedimentaria del antiguo arco, depositada durante el Triásico Superior hasta el Cretácico Medio; cita cómo la deforma--- ción va acompañada de un metamorfismo de facies, esquistos verdes, reconocido en la Baja California por Silver (1963) en -- Sinaloa por Bonneau (1977), y al Sur del Eje Neovolcánico, en la Sierra Madre del Sur, por Campa (1974); a todos estos procesos le siguieron importantes episodios de granitización que -- dieron lugar a numerosos plutones de edad Cretácico Medio y Superior, en Baja California, Sonora y Sinaloa; por otra parte, -- Marc Servais, et. al., (1982), citan en Sinaloa un levanta---

(1) No existen evidencias claras de campo respecto a si estos dos sistemas de fallas, Láminas Nos. 13 (a y b), están -- asociadas a los pliegues P-1, aquí se ha tratado de rela-- cionarlas mediante un criterio geométrico y mecánico de la rotura, ayudados con la proyección estereográfica, a la -- Fase Z_1 .

miento general del arco insular en el Cretácico Medio; que coincide con las ideas de Tardy (1977), al Norte del Eje Neovolcánico; por lo que a manera de una primera hipótesis se puede considerar que los movimientos Austrícos citados al Norte del Eje Neovolcánico, son los responsables de la primera fase compresiva Z_1 , del sector estudiado, y vemos también cómo en la cuenca de Guerrero-Morelos, se manifiestan estas direcciones de plegamiento, posiblemente, originadas por este mismo período deformativo.

Realmente, no existe una evidencia muy clara en el sector de la Mina El Encino, de que el intrusivo gabroico pudiera haber provocado los pliegues de dirección P-1, lo cual permite el poder hacer una segunda hipótesis al respecto, suponiendo -- que la intrusión del gabro no produjo casi deformación en los materiales de la cobertera; aunque esto se contradice, con las ideas de Tardy (1977), Marc Servais et. al., (1982) citadas anteriormente.

VI.3.- SEGUNDA FASE DE COMPRESIÓN Z_2 .

Después de un período de relativa calma en el -- que se manifiestan algunos fenómenos volcánicos de tipo continental, en el Cretácico Superior y con una edad de 65.6 ± 3.3 m. a., se produce una nueva intrusión de tipo granodiorítico, -- respecto a la cual se pueden plantear dos tipos de hipótesis, -- al igual que con la fase compresiva Z_1 .

En una primera hipótesis, se puede plantear que la intrusión granodiorítica ha sido la responsable de la fase de deformación Z_2 , de dirección $N 40^\circ W$, que ha dado lugar a los pliegues P-2 de dirección $N (20-80)^\circ E$ a escala local y de dirección $N (44-56)^\circ E$ a escala regional, Lámina No. 13 (c); existen, además una dirección de fracturación^(1), asociada a la compresión Z_2 ; la cual varía, en dirección, entre $N (25-75)^\circ W$ Lámina No. 13 (d).

En algunas zonas, se ha observado cómo esta fase de compresión ha dado lugar a fallas inversas de dirección $N(12-20)^\circ E$ como sucede en el sector local, Lámina No. 6.

Como consecuencia del ascenso vertical y tangencial de los cuerpos intrusivos, en esta segunda etapa de deformación sobre los materiales de la cobertera se ha producido un metamorfismo de alta temperatura, lo cual ha dado lugar a una zona tazitizada según una dirección NE-SW que coincide con la dirección de los pliegues P-2 de la segunda fase de deformación.

Esta fase de deformación podría corresponder con los primeros movimientos laramídicos; en Sinaloa, Marc Servais, ---

(1) No hay evidencias claras de campo, respecto a la asociación entre las fallas y los pliegues P-2. Aquí se ha tratado de relacionarlos mediante un criterio geométrico y mecánico con ayuda de la proyección estereográfica.

Roberto Rojo y Daniel Colorado (1982), citan una fase de relajamiento con la intrusión del batolito de Sinaloa, en las formaciones alóctonas, durante el Cretácico Superior-Eoceno; en el área de estudio, la fase de deformación Z_2 , puede estar relacionada con la mencionada por los anteriores autores, correspondiendo con los primeros movimientos laramídicos. Por otra parte, se tienen datos de que esta fase deformativa está íntimamente asociada al intrusivo de tipo granodiorítico de edad 65.6 ± 3.3 m. a., existente en la región de El Encino; no obstante, se ha observado que la primera fase de compresión Z_1 está asociada, también, al intrusivo granodiorítico, por lo que se plantea una segunda hipótesis, consistente en suponer que las dos deformaciones Z_1 y Z_2 , se hayan podido producir en el Cretácico Superior, como consecuencia del ascenso de los intrusivos granodioríticos los cuales han dado lugar a los procesos deformativos y metamórficos; es decir, las dos fases de deformación habría que enmarcarlas dentro de la tectónica Laramídica, siendo fases muy simultáneas.

Lo anterior se contradice, con las ideas de los diferentes autores, no obstante se necesitan hacer estudios más concretos para poder definir este punto.

VI.4.- PRIMERA FASE DISTENSIVA X_1 .

Una vez producida la segunda fase de deformación Z_2 con el proceso de tectitización en las zonas favorables

y cercanas a las áreas batolíticas, se producen dos procesos de relajación de los intrusivos que van a dar lugar a dos períodos distensivos.

La primera fase distensiva X_1 que va a dar lugar a las fallas de dirección, N (34-66)°E; tiene una dirección de --- N 40°W, es decir de la misma dirección que la fase compresiva - Z_2 , lo que indica que al terminar el esfuerzo compresivo Z_2 se produjo casi simultáneamente una distensión X_1 con la misma dirección que la anterior pero en sentido contrario, Lámina No. - 14 (c).

Estas fallas a escala regional dan lugar a grabens de - grandes dimensiones, como las que se encuentran al Sur de la Mi na El Encino, Lámina No.5

VI.5.- SEGUNDA FASE DISTENSIVA X_2 .

Posterior a la Fase X_2 , se produce una nueva re lajación X_2 con una dirección de N 50°E, que da lugar a fallas normales de dirección N (16-60)°W, Lámina No. 14 (c), que - cortan a las originadas por la fase distensiva X_1 ; como vemos, esta fase X_2 coincide con la dirección de compresión Z_1 , lo --- cual nos indica que la actividad dinámica del ó los intrusivos en su emplazamiento en el tiempo ha estado regida por las dos - direcciones compresivas Z_1 y Z_2 , que son las que nos definen -- los rasgos tectónicos del área.

Este sistema de fallamiento, regionalmente se encuentra muy marcado dando lugar a fallas de varios kms. de longitud.

VI.6.- FASE MINERALIZADORA.

Una vez que se han producido los dos procesos -- distensivos X_1 y X_2 y casi simultáneamente, tiene lugar la inyección de las soluciones hidrotermales ácidas portadoras de la mineralización de fierro con el subsecuente reemplazamiento de la magnetita en los horizontes favorables al ponerse en contacto las soluciones con un medio geoquímicamente básico, como son las calizas y tramos más ó menos carbonatados, ó bien, una roca básica, se produce la neutralización y la precipitación de la mena de fierro. La inyección de las soluciones con mineral se realiza a favor de las fracturas provocadas por los movimientos distensivos X_1 y X_2 ; por tanto, en los procesos de reemplazamiento existe un control estructural muy grande definido por -- las fracturas y por la estratificación, las cuales determinan y dan la geometría característica a los cuerpos minerales.

VI.7.- MOVIMIENTOS POST-OROGÉNICOS.

Después de que se produce la mineralización existen una serie de movimientos de relajación traducidos en fallas normales, que afectan en mayor ó menor grado a los diferentes materiales de la región.

VII.- MINERALIZACION DE FIERRO EN LA REGION.

VII.1.- GENERALIDADES.

La distribución de los depósitos estudiados en el área cartografiada puede apreciarse en el plano geológico regional, y como es de hacerse notar, su ubicación geográfica está íntimamente asociada al intrusivo félsico-intermedio, citado en párrafos anteriores (granodiorita Pihuamo); sus formas y actitudes son muy variadas, al igual que la estructura y naturaleza particular de cada una de las unidades litológicas en que arman pero en conjunto todos ellos están presentando una amplia correlación en cuanto al metal de mena, roca mineralizada, roca ígnea mineralizadora y el marco tectónico que encuadran regionalmente; así de ello se desprende que: "una mena es una parte intrínseca de un ambiente geológico dado, al igual que clases particulares de ambientes son caracterizados por clases particulares de menas". (Stanton, R. L. 1972).

"Pues las concentraciones de minerales metálicos útiles no son formados por situaciones fortuitas en los fenómenos naturales; sino como un resultado previsto y producto de eventos -- geológicos ó los efectos combinados de procesos interrelacionados, los cuales son reconocidos y diferenciados por evidencias en las rocas". (Gross, A. G. 1975).

VII.2.- CORRELACIÓN LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL DE LA MINERALIZACIÓN

A.- GENERALIDADES

De los depósitos detalladamente estudiados, -- que comprenden los Cuerpos: San Pascual, Número Uno, Número Dos, Número Tres, Cero, Norte, El Chilillo, El Venado y Barranca de Membrila e infinidad de estudios preliminares a pequeños prospectos (ver Plano Geológico Regional y Tabla No. 1.) se ha logrado resumir la información recabada en la elaboración de un -- modelo geológico de mineralización de fierro para la región; integrado por la asociación litológica, estructural y un zoneamiento de los minerales de alteración hidrotermal que acompañan a -- los cuerpos de mena.

B.- INTRUSIVO ASOCIADO

El intrusivo plutónico granitoide (granodiorita Pihuamo) muestra una marcada influencia asociativa con los - yacimientos; con una peculiar variación petrográfica hacia los - contactos o cercanías con los cuerpos de mena; gradando desde -- una granodiorita, pasando por tonalita y cuarzodiorita hasta una diorita leucócrata con una coraza de "alto contenido" de magnetita subyaciendo a los yacimientos, Lámina No. 15.

"De acuerdo a la clasificación establecida (por Shunso

MINERALIZACION DE FIERRO EN LA REGION DE PIHUAMO

TABLA No.1

N O M B R E	ROCA HUÉSPED	INTRUSIVO ASOCIADO	ESTRUCTURA ASOCIADA	MINERALES DE ALTERACION	MINERALES DE MENA
Los Mangos y la Relumbrosa	Intrusivo diorítico (?).	Granodiorita y diorita.	Cuerpos irregulares enbebidos en el intrusivo; quizás sea un endoeskarn (?).	Intensa silicificación que -- oblitera la naturalaleza de la roca preexistente.	Magnetita y hematiterrosa.
El Yunque y Lodo Grande	Pórfido basáltico.	Granodiorita.	Filones o bien en el contacto entre ambas unidades.	Silicificación.	Magnetita y hematiterrosa.
Cofradía	Caliza y derrames latíticos.	Granodiorita.	Filones y estratiforme.	Epidota, anfíbol grosularita.	Magnetita, hematiterrosa y pirita.
Piedra Imán y Agua del Perro	Caliza y monzonita.	Monzonita.	Estratiforme y filoncillos en ambas unidades.	Epidota y granate (serie granadita).	Magnetita, hematiterrosa y especularita.
Yacimientos del Río de Pihuaño y Presa de Lepe	Derrames y piloclastos latíticos.	Gabro.	Filones y diseminado en la roca volcánica.		Magnetita y hematiterrosa.
San Antonio	Calizas	Cuarzomonzonita.	Filones.	Cuarzo y granates (serie granadita).	Magnetita y hematiterrosa.
El Saucito El Presidio El Guayabito La Desconocida	Calizas	Monzonita	Estratiformes o masas irregulares en costra sobre el intrusivo.	Anfíboles, granates, epidota, especularita e intensa silicificación.	Magnetita, hematiterrosa, hematita -- especular y pirita diseminada.

CONTINUACIÓN

TABLA No. 1

N O M B R E	ROCA HUÉSPED	INTRUSIVO ASOCIADO	ESTRUCTURA ASOCIADA	MINERALES DE ALTERACION	MINERALES DE MENA
F1 Venado	Calizas.	Granodiorita.	Estratiforme.	Granates, epidota e intensa -- silicificación.	Magnetita y hematiterrosa.
Cuerpo San Pascual y Cuerpo 3.	Calizas, margas, rocas volcánicas máficas y volcánicas félicas.	Diorita.	Estratiforme y filoniana.	Biotita, Feld.K ⁺ anfíboles, epidota, clorita, apatito.. sin granates.	Magnetita, hematita
Cuerpo No. 1.	Calizas, margas y rocas volcánicas máficas.	Diorita.	Estratiforme y filoniana.	Biotita, Feld.K ⁺ anfíboles, epidota, clorita, apatito.. con erráticas trazas de granate (serie granadita).	Magnetita, hematita
Bca. de Membrilla y Cuerpo Cero	Margas.	Diorita-tonalita.	Estratiforme.	Biotita, Feld.K ⁺ anfíboles, epidota, clorita, apatito.. sin granates.	Magnetita.
Cuerpo Norte	Roca volcánica máfica.	Tonalita.	Filoniana.	Biotita, epidota, clorita, sericita, anfíboles, granates (trazas).	Magnetita y especularita.

Ishihara, 1971) para granitoides en serie magnetita portadora de magnetita y serie ilmenita libre de magnetita. ó bien series granitoides tipo I y S respectivamente; de las cuales, la primera se asocia a la mineralización de sulfuros, a una alta proporción de ión férrico a ferroso y de manifiesto por la presencia de hornblenda y biotita magnesianos y pobres en ión ferroso, -- además que poseen magnetita e ilmenita como óxidos accesorios. En tanto que la serie S es libre de magnetita y poca ilmenita -- con alta proporción de fierro ferroso asociándose a mineralización de wolframita y casiterita; y múltiples observaciones más sofisticadas que se han considerado para tal clasificación; como son: susceptibilidad magnética, abundancia relativa de elementos litofílicos, minerales accesorios, etc."

En base a estudios minuciosos, como son alta proporción de magnetita, concentraciones locales (en áreas mineralizadas) de magnetita, biotita magnesiana (flogopita) y anfíboles ---- (tremolita) como mineral de alteración; se ha considerado tentativamente clasificado dentro de la serie granitoide tipo I.

C.- SKARN ASOCIADO.

De acuerdo a la clasificación basada sobre el ensamblaje de minerales calcosilicatados dominantes; considerados como skarn magnesiano y los resultantes como producto del -- reemplazamiento de dolomías, consistentes en silicatos magnesianos tales como forsterita y serpentina, y skarn cálcicos a los --

resultantes del reemplazamiento de calizas, constituidos por silicatos de fierro y calcio, tales como andradita y hedenbergita; los existentes en la región quedan considerados dentro de la segunda categoría. Por otra parte, de la clasificación basada en la abundancia del metal económico dominantes, que comprende --- seis subclases mayores, que son de Fe, W, Cu, Zn-Pb, Mo y Sn; - el nuestro está restringido a la primer subclase, y es conve--- niente hacer notar cualquiera de las subclases se presentan tan to en los cálcicos como en los magnesianos, aunque son extrema- damente escasos los skarn magnesianos de W, Cu y Pb-Zn, además hay que considerar que existen variaciones dentro de estas sub- clases, que están en función de: tipo de magma, profundidad de emplazamiento, capacidad reductora y composición de la roca --- huésped, distancia del horizonte carbonatado a la fuente magmá tica, y grado de intervención de las aguas meteóricas en el sis tema, así; estos factores pueden combinarse para ofrecer transi ciones entre algunas subclases.

Los skarn cálcicos de magnetita, virtualmente son sola- mente encontrados en terrenos de Arco de Islas Oceánico (Einau di, M. T., Meinert, L. D., and Newberry, R. J., 1981) y están asociados a mineralización en menor grado de Cu, Co, Au y Zn; - características que son tangibles para los depósitos del área - de estudio ya que se han observado vetillas superpuestas de sul foarseniura de cobalto (cobaltita) y su óxido correspondiente (eritrina) como relleno de oquedades entre los cristales euhe

drales de magnetita y pirita que en conjunto configuran unas --
texturas de depositación de crustificación y peine (Charles F.
Park, Jr., and Roy A. Mac Diarmid., 1970), como parte de un fi
lón de magnetita (Mina La Esmeralda), cuya fase final de mine
ralización correspondió a la depositación de escasas vetillas -
de cobaltita; además de que por otra parte, se tiene conocimien
to de pequeñas fisuras rellenas de cuarzo, calcita y pirita con
valores económicos de oro emplazados en rocas volcánicas (Fm.
Vallecitos) y asociados al intrusivo granodiorítico, (Ubica--
dos en la Ranchería Belén)., Ver Lámina No.5 .

Sulfuros de Cobre y Fierro (calcopirita y bornita) es
común observarlos como rellenos de drusas contenidos en los len
tes de mineral masivo (magnetita) en los Cuerpos San Pascual,
Número Uno, Número Tres, que junto con la pirita ocupan fases -
finales de depositación en el orden paragenético del Yacimiento.

Unicamente, se carece de manifestaciones de mineraliza
ción de Zn (esfalerita y/o marmatita) en la región.

Es de capital importancia hacer hincapié que en los de
pósitos de mayores dimensiones (Cuerpo San Pascual, Número Uno
Número Tres y El Chilillo) no poseen como roca huésped de mena
al tipo clásico de skarn conocido, definido por varios autores
como: "Una roca constituida principalmente de silicatos de Ca.
Mg - Fe - Al (hidratados ó anhidros) ó raramente rocas de car
bonatos de manganeso que reaccionan químicamente (descarbonati
zación) con soluciones hidrotermales conteniendo Fe - Al - Si,
etc., (Hideiko Shimazaki., 1981)". Una mezcla zonificada de -

grano basto constituídos generalmente de silicatos de magnesio ó calcio ricos en fierro, (Rose W. Arthur and Burt M. Donald., 1979).

Una roca de grano basto de calcosilicatos, en carbonatos puros, relativamente, formada por infiltración y difusión - de fluidos metasomáticos que llevan componentes exóticos (M. - T. Einaudi and D. M. Burt., 1982).

De minuciosas observaciones se ha concluido que los citados cuerpos de mena poseen un "skarn" con la presencia ocasional de un contenido de granates (serie grandita) en áreas muy restringidas y de distribución muy errática, asociada generalmente al halo de alteración hidrotermal constituido por epidota > anfíbol > clorita > sericita, (ver Lámina de alteración hidrotermales.

Sobre este "tipo especial" de skarn han hecho importantes comentarios algunos investigadores, diciendo:

"Poco es conocido en relación a los depósitos de fierro de tipo skarn de magnetita - apatito - anfíbol, que ocurren alrededor de la periferia del Pacífico. Muchos de estos depósitos parecen ser distintos de los "skarn clásicos" de tungsteno, cobre y zinc que ocurren en las partes más internas del continente, (Park, C. F. Jr., 1972)". Ensamblajes de alteración y ganga en depósitos de magnetita de esta clase son distintivos e incluyen apatito (localmente puede dominar sobre magnetita), anfíbol, escapolita, biotita, epidota y albita. Sin embargo, evi-

dencias de campos sostienen ambigüedades; es conclusivo que estos depósitos fueron generados ya sea por intrusión ó extrusión de un líquido inmiscible y volátil rico en magnetita y/o como -- un resultado de metasomatismo de contacto (Sillitoe, R. H., -- 1981).

Por otra parte, en cambio existen varios yacimientos en la región (Jilotlán, Cofradía, Piedra Imán, Agua del Perro, -- San Antonio, etc.) de dimensiones despreciables con una sobresaliente aureola de minerales típicos de metamorfismo ígneo --- (granates zonificados de la serie grandita).

Es por ello que no se ha considerado un halo de granatización como parte de la zonificación de la alteración hidrotermal en el modelo confeccionado para la mineralización ferrífera de la región.

D.- ESTRUCTURAS ASOCIADAS.

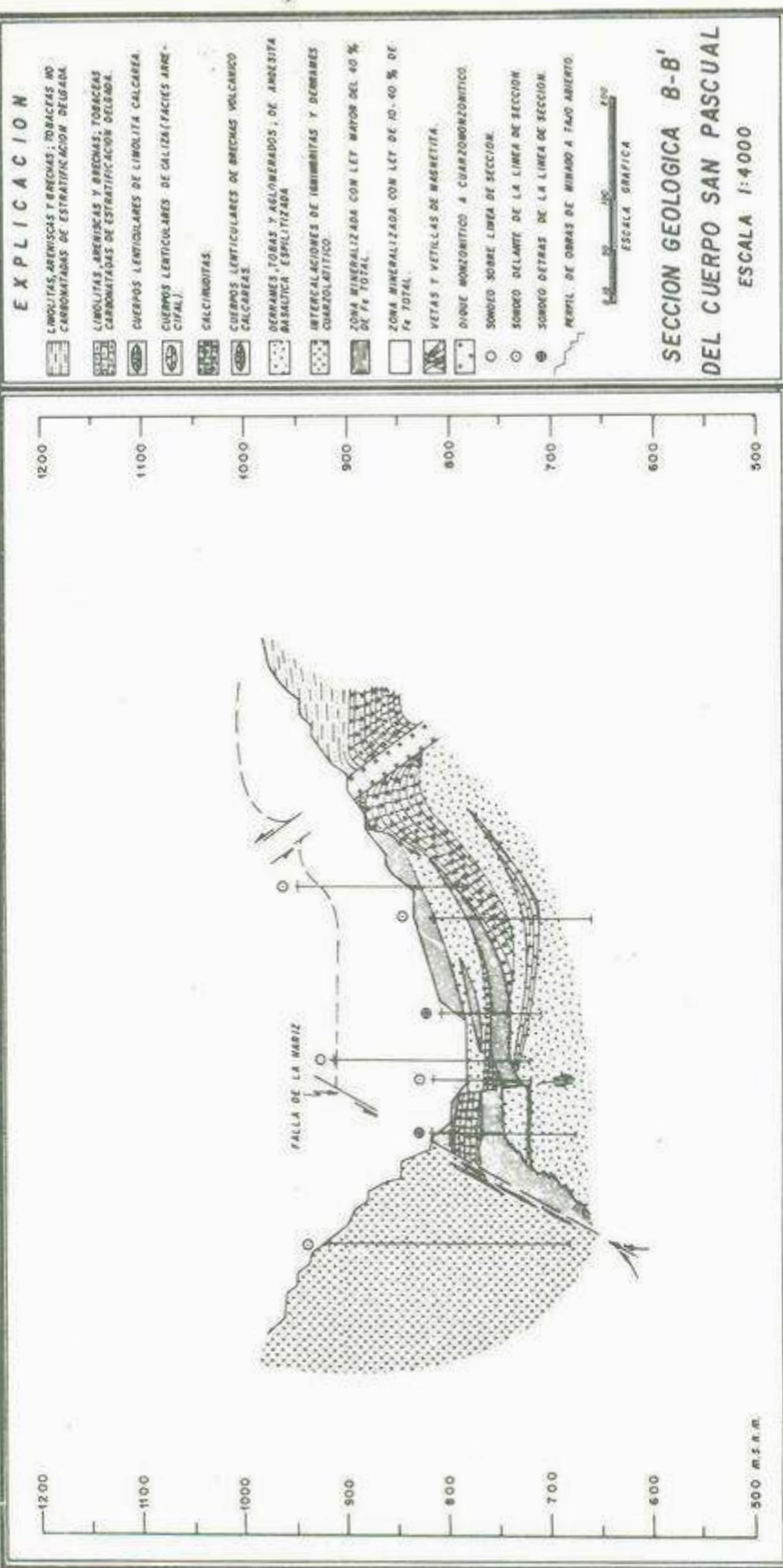
Las discontinuidades corticales, fallas y/o -- juntas, que sirvieron como medios canalizadores de las soluciones hidrotermales, y cuya influencia ha sido decisiva en la deposición de los yacimientos de fierro de la región, corresponden a las agrupaciones de los dislocamientos pertenecientes a -- los dos procesos distensivos X_1 y X_2 ; por lo que existe un control estructural definido por las fracturas y estratificación, las cuales determinan y dan geometría a los cuerpos de mena, -- ejemplo de ello: Falla Maestra, Falla San Pascual, Falla de la

Nariz, Falla Norte. Ver Láminas Nos. 6, 15 y 16.

VII.3.- ARREGLO ZONIFICADO DE LOS MINERALES DEL SKARN ENTRE LAS ROCAS VOLCANO-SEDIMENTARIAS Y EL INTRUSIVO.

A.- GENERALIDADES

Es común el conocimiento que el emplazamiento somero de intrusiones calcoalcalinas (granodiorita, cuarzodiorita, cuarzomonzonita...) muestren una consanguinidad con sus menas y fluídos concentrados; como un producto derivado principalmente por la acción de fluídos acuosos durante e inmediatamente después de su separación de la cristalización magmática; sin menospreciar la posible intervención de aguas meteóricas en la fase tardía de alteración hidrotermal y mineralización epigenética. Alteración en la roca encajonante que incluye cambios mineralógicos y químicos traídos por la circulación de las soluciones que migraron dentro de la roca huésped o de los cuerpos de mena; "que depende del carácter original de la roca afectada; del carácter de los fluídos (su Eh, Ph, presión del vapor y -- grado de hidrólisis); la temperatura y presión en el cual las reacciones se efectúan" (Park, C. H., 1975). Ocasionando así en la roca huésped, que es inestable a los fluídos hidrotermales durante el inicio del proceso mineralizador, sea sometido -

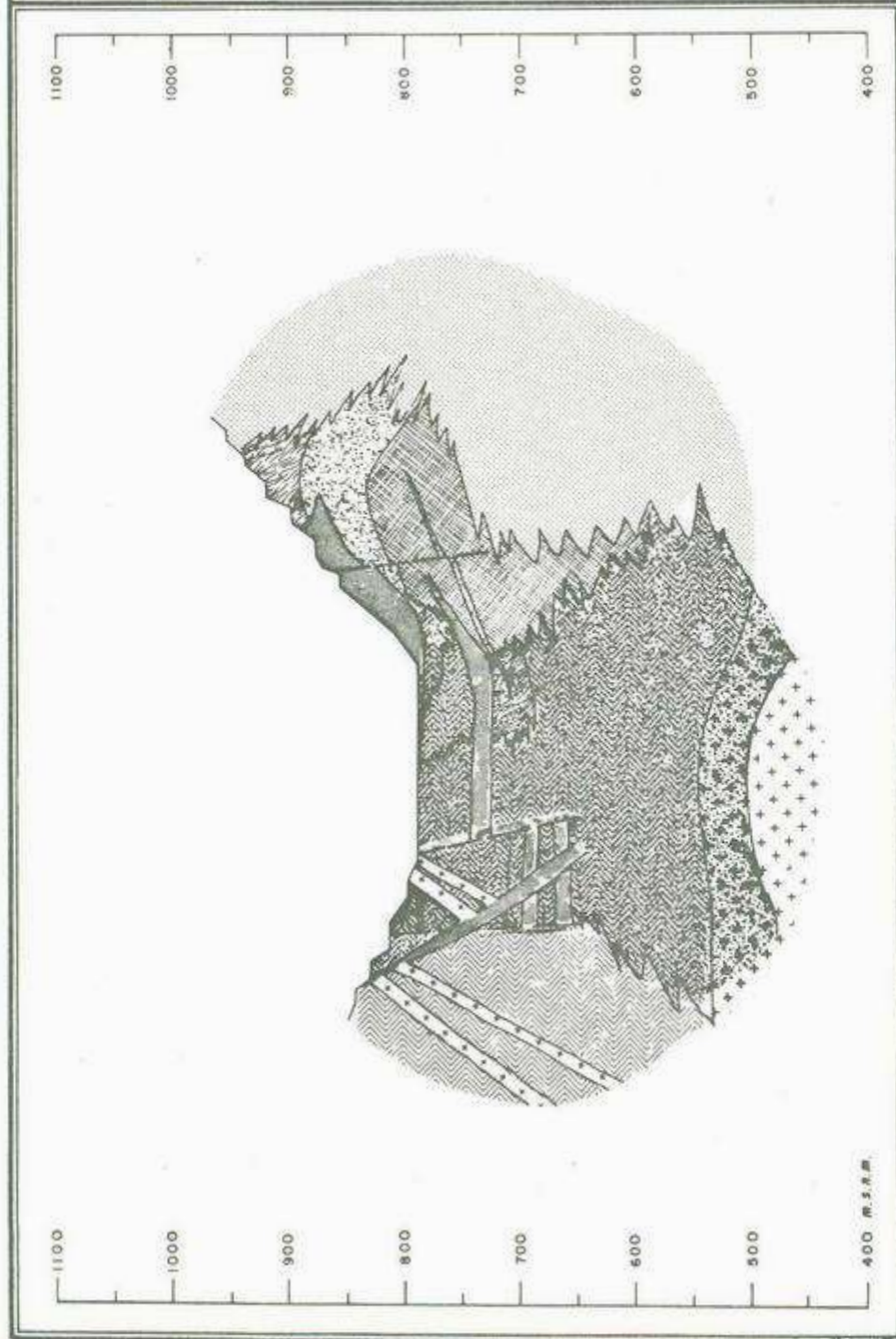


a cambios físicos y químicos hasta alcanzar el equilibrio bajo las nuevas condiciones prevalecientes; soluciones cuyo carácter es neutral ó ligeramente ácido en altas temperaturas, y es mostrado por fuertes evidencias en la naturaleza de los minerales de alteración en la roca caja afectadas por el proceso hidrotermal (Park, C. H., 1975); ello reafirmado por Helgeson (1964) quien establece que mucha alteración hidrotermal es esencialmente un proceso de intercambio de iones H^+ por otros cationes en la roca.

Es pues, como de esta forma la transferencia de elementos procedentes de las soluciones regionales de la intrusión de emplazamientos someros de naturaleza calcoalcalina, en la región, ha desarrollado un arreglo zonal en los minerales del skarn; en el cual se han considerado los siguientes tipos de skarn. Ver Lámina No. 17.

B.- SKARN DE: BIOTITA (FLOGOPITA?) > FELDESPATO
POTASICO > ANFIBOL > EPIDOTA Y CLORITA.

La biotita reemplaza preferentemente a la clorita (producto de la espilitización pre-existente) y rocas volcánicas no alteradas previamente, como son: andesita basáltica no espilitizada ó latitas y cuarzolatitas; en menor proporción a epidota y albita.



El Feldespato Potásico* (ortoclasa) reemplaza preferentemente a la calcita y albita, ambos como producto de la espilitización, ó bien la calcita de los horizontes calcáreos de las formaciones de la región.

El anfíbol (Tremolita?) con desarrollo preferente sobre las facies tobáceo-carbonatadas (horizontes de margas, areniscas y brechas con matriz de ceniza volcánica y cementante -- calcáreo).

Epidota: Se desarrolla masivamente en los horizontes -- carbonatados, y su abundancia depende principalmente de la mayor ó menor proporción calcárea de los mismos.

Pirita, Pirrotita, Apatito y Turmalina: Ocurren diseminados uniformemente en el todo del skarn.

Es importante hacer notar que los minerales de mena hipogénicos (magnetita y specularita), se encuentren espacialmente asociados a este "tipo de skarn", y su distribución se esparce desde el intrusivo (diorita leucócrata) hasta la base ó parte baja del horizonte ó filón de mena más distanciado de aquél; es decir, en ningún caso se presenta el skarn considerado por encima de los cuerpos de mena.

*La biotita, feldespato potásico y pirita se presentan constituyendo parches, vetillas, y diseminado en el (endoeskarn) e intrusivo propiamente dicho.



Fig. 14

Alteración potásica (Feld K^+) sobre albita pre-existente de la espi-
litización. (NX - X 125).

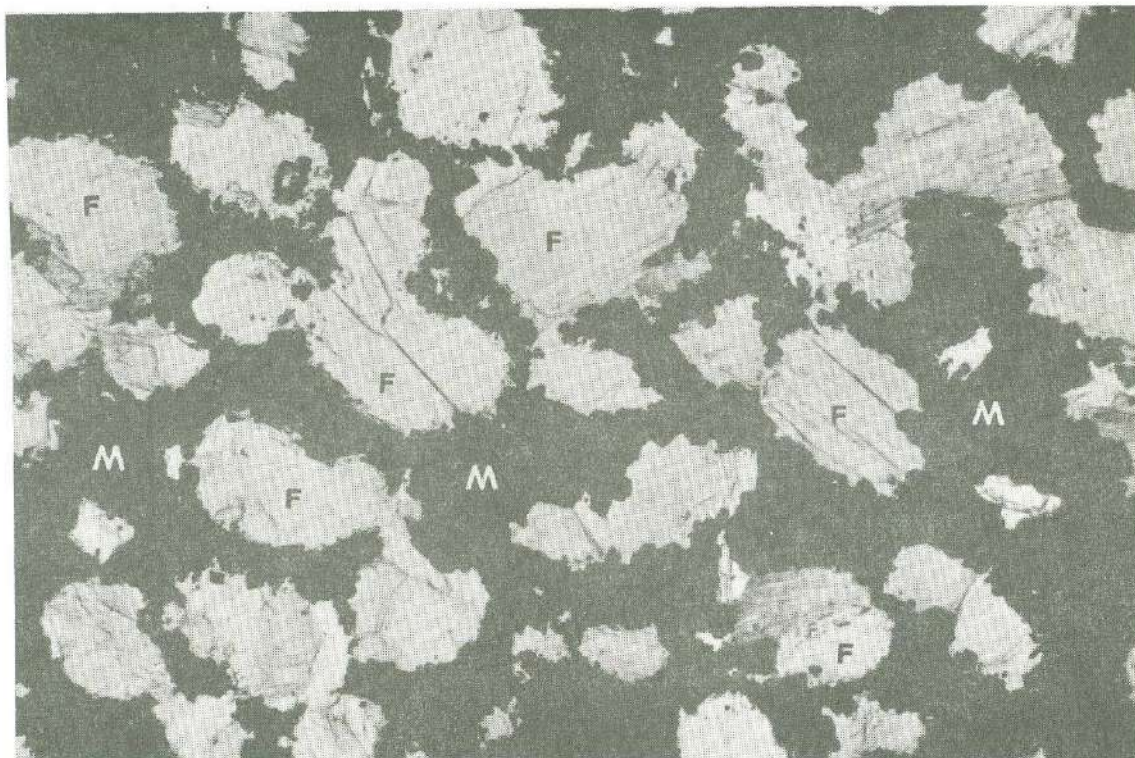


Fig. 15

Intima asociación de opacos (magnetita) - flogopita, donde la flogopita es primero y el opaco precipita posteriormente.

F = Flogopita

M = Magnetita

(N// - X 312.5).



Fig. 16

Concentraciones microgranulares de biotita (flogopita?), englobando a - microlitos de plagioclase. A la derecha microfracturas rellenas de magnetita?.

F = Flogopita

(N // - X 125).

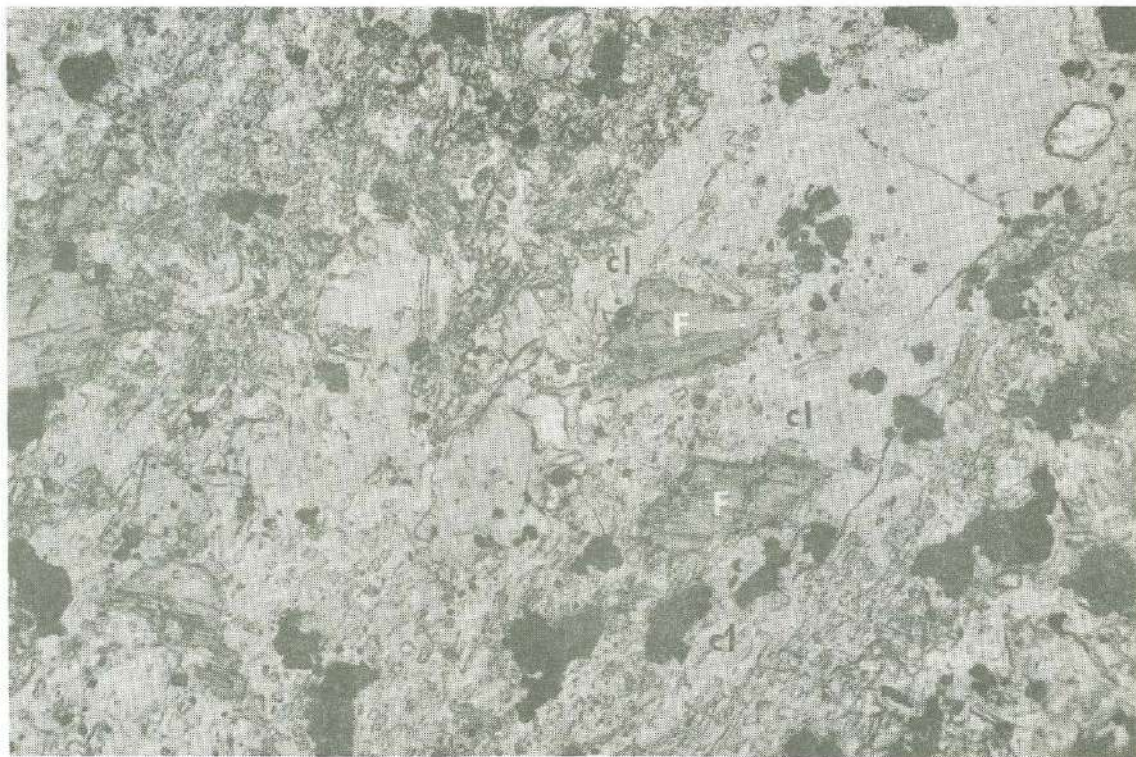


Fig. 17

Placas de flogopita creciendo sobre clorita.

cl = Clorita

F = Flogopita, (N// - X 312.5).

Por otra parte, no es común la presencia de trazas de granates (serie grandita) desarrollados en las vesículas rellenas de calcita; vesículas, cuyo relleno fué producto de la espilitización .

C.- SKARN DE: EPIDOTA > ANFIBOL > CLORITA Y SERICITA

Es distintivo por su típica coloración verde pistache con pirita. Como es obvio de explicar, su matriz verde amarillenta deriva de la abundancia relativa de epidota sobre los sobresalientes acículos plumosos de tremolita?, y clorita. Su distribución es de menor espaciamento que el skarn biotítico-feldespático y su delimitación entre ambos es gradacional; puede poseer erráticas concentraciones de granates ó carecer de ellos.

D.- SKARN DE: CLORITA > EPIDOTA > ESCAPOLITA.

Es característico por su coloración "verde clorita", de ahí su marcada abundancia sobre la epidota y escapolita; la mena de fierro contenida es en filoncillos con distribución errática; pues constituye las evidencias de mineralización más alejadas de los cuerpos de mena masiva.

La marmorización y silicificación son las evidencias -- más distantes de la presencia del sistema geotermal; pues aún -- cuando tan solo se presentan trazas de mineralización ferrífera

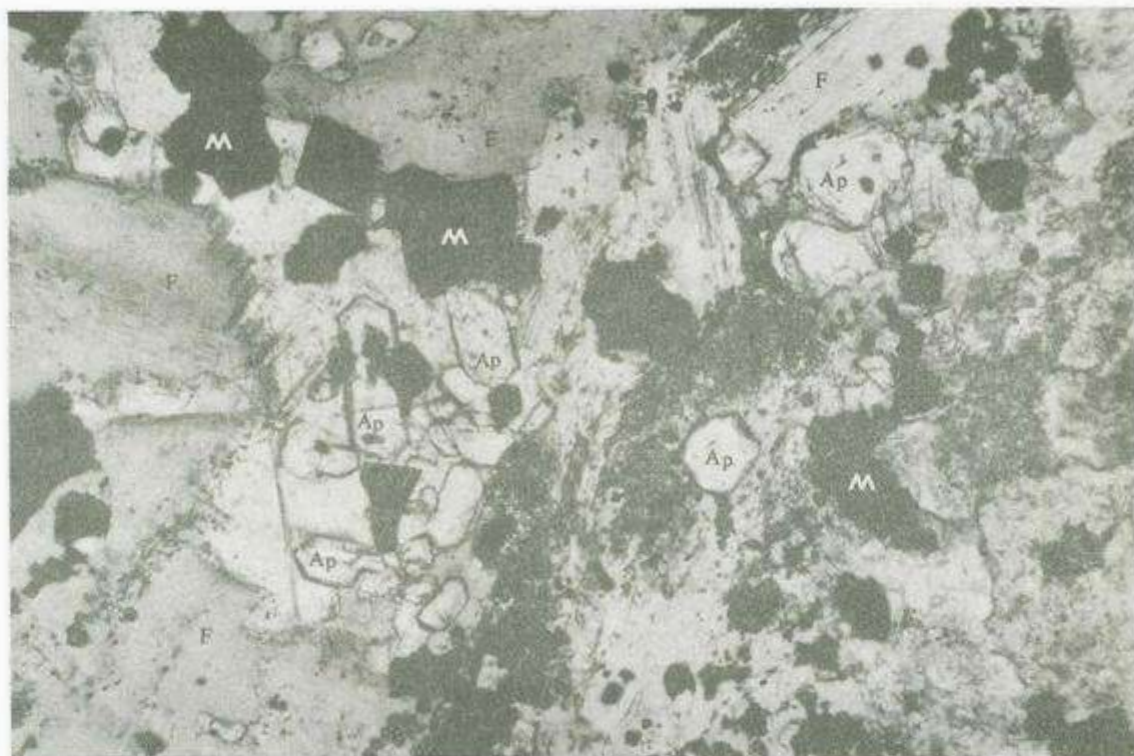


Fig. 18
 Asociación apatito-magnetita-flogopita. Ap = Apatito.
 F = Flogopita M = Magnetita (N// - X 312.5).

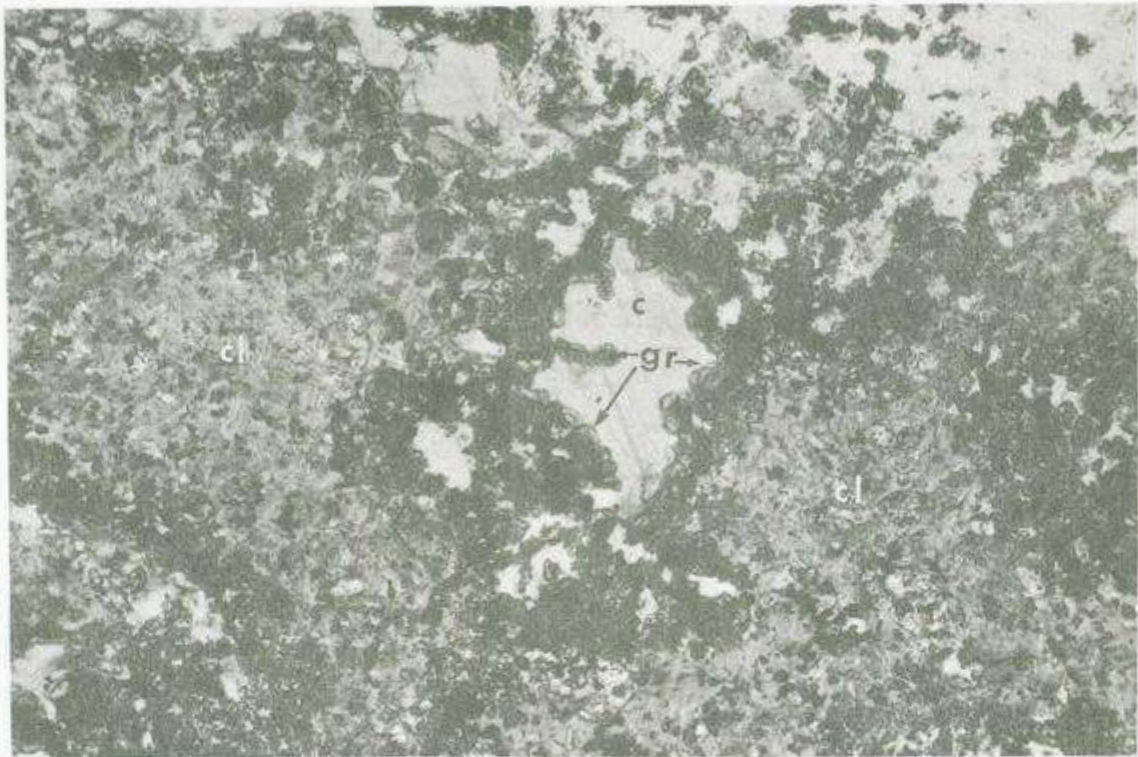


Fig. 19

Relleno amigdaloidal de calcita, con aureola de granate neoformado. El resto de la roca es andesita basáltica intensamente clorotizada.

c = Calcita cl = Clorita gr = granate (N// - X 125).

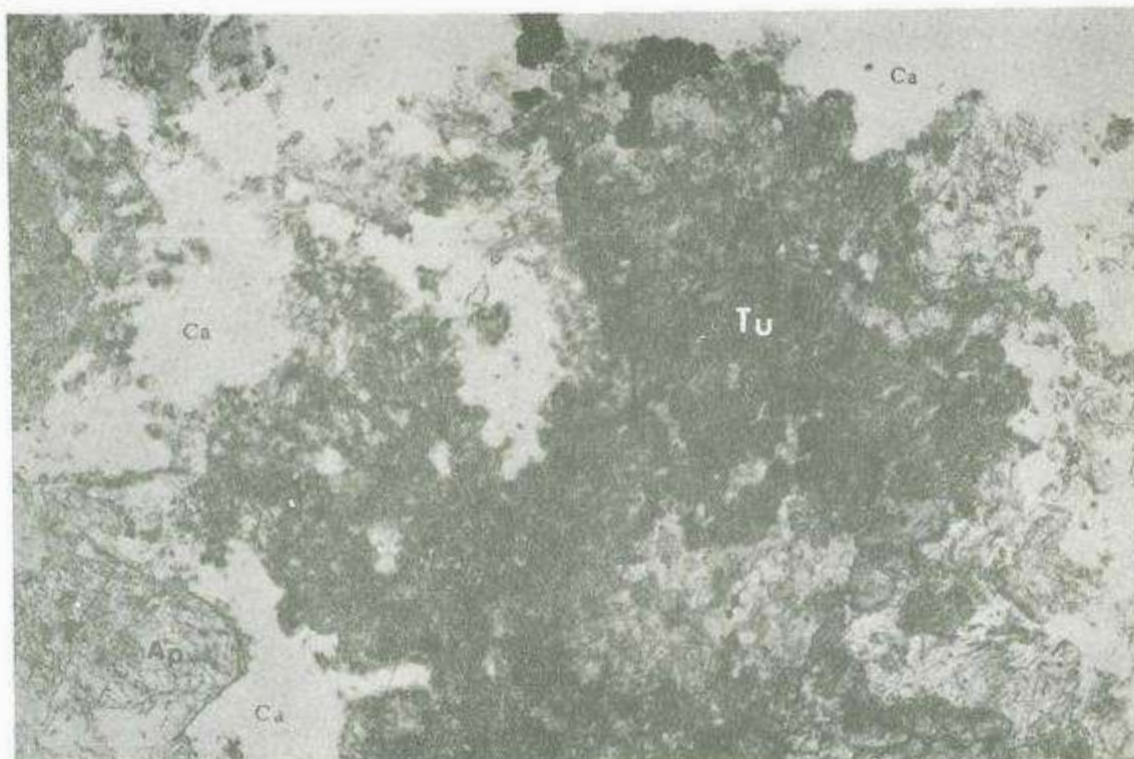


Fig. 20
 Cristales oscuros, prismáticos de turmalina. Ap = Apatito
 Tu = Turmalina Ca = Calcita (N// - X 125).

(vetillas), es sobresaliente la presencia de amplios espesores de mármol en contacto con el intrusivo afectados en mayor ó menor grado por el reemplazamiento silíceo.

VII.4.- CUERPOS DE MENA.

A.- GENERALIDADES.

Los depósitos de relativamente mayor importancia económica en la región adoptan morfologías propias de las unidades litológicas metasomatizadas ó bien como simples filones que sirven de relleno a discontinuidades ocasionadas por los dislocamientos corticales (fallas y fisuras); así y en base a ello, se han considerado tres tipos morfológicos de mena: masiva estratiforme (lenticular), diseminada estratiforme --- (mena de fierro bandeada), filoniana (vetas) y diseminada de estructura moteada.

B.- MASIVA ESTRATIFORME.

Dado que los horizontes de caliza (cuerpos -- lenticulares) han constituido la principal unidad litológica receptora de la mineralización masiva en la región, lo cual ha obligado a que los cuerpos de mena se configuren morfológicamente unidades estratiformes, en conformidad con los horizontes de rocas volcánicas que los encajonan; es decir, es evidente que -



Fig. 21
Apatitos de colección en cuerpo de mena masiva.

los fluidos mineralizadores reemplazaron masivamente los horizontes sedimentarios constituidos únicamente por carbonato de calcio y la roca volcánica ó de caja (relativamente menos reactiva) muestra menores evidencias de metasomatismo: (Ejemplo: Cuerpo San Pascual, El Chilillo, El Venado, etc.).

C.- DISEMINADA ESTRATIFORME.

Espesores de sedimentos con mayor ó menor proporción carbonatada; como margas, areniscas y limolitas tobáceas de matriz calcárea de estratificación laminada a delgada (de m.m. a 0.10 metros de espesor); cuya propia naturaleza (composición química mixta) ha obligado a que los procesos metasomáticos originen cuerpos de mena bandeada (estratificación relictas), donde la proporción calcárea ha sido totalmente reemplazada y los fragmentos volcánicos quedan restringidos a constituir los minerales de ganga (epidota, clorita, anfíboles, biotita, etc.), ofreciendo típicas evidencias de un reemplazamiento selectivo de los sedimentos de naturaleza geoquímicamente básica; lo cual se refleja por la interestratificación rítmica en bandas laminadas de mineral masivo, diseminado y de ganga. Ejemplos típicos de ello son, los Cuerpos Número Uno, Cuerpo Cero y Barranca de Membrilla.

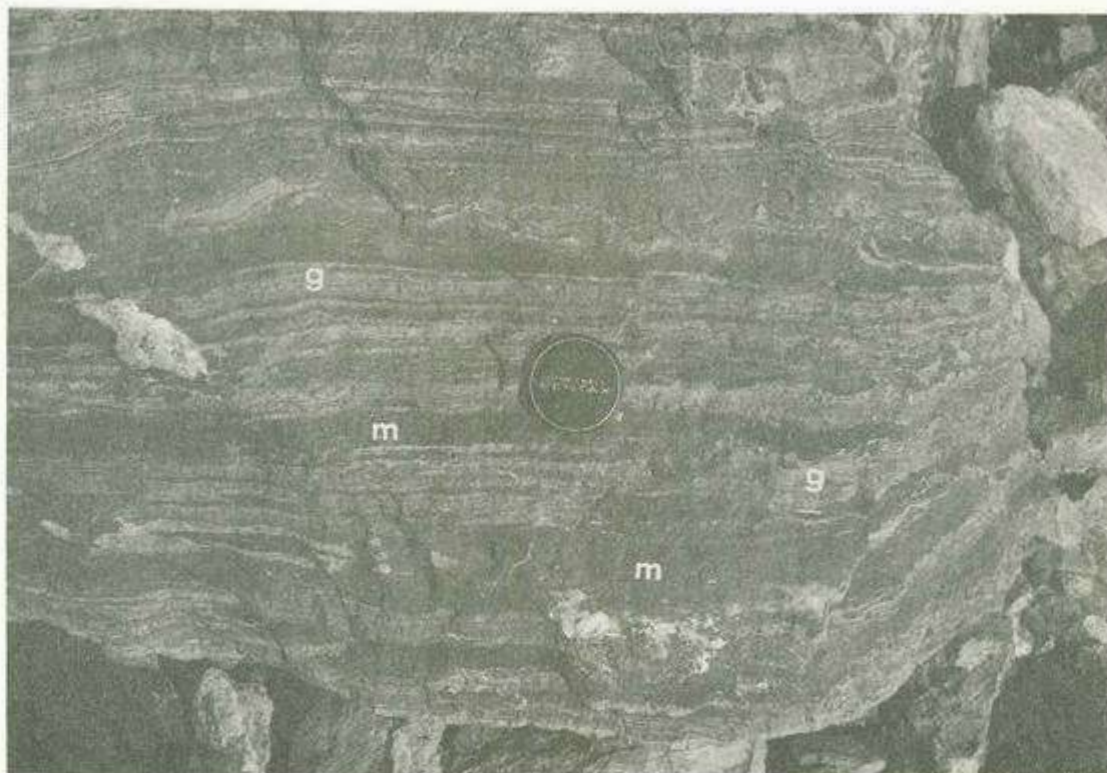


Fig. 22
Mena de fierro bandeada del Cuerpo San Pascual.

m = mena

g = ganga

D.- FILONIANO.

Algunos cuerpos de mena masiva constituyen sim ples rellenos de fallas y/o fisuras con texturas de deposita--- ción típicas de un emplazamiento donde existieron condiciones -- de una libre circulación de los fluidos mineralizantes, como -- son: el desarrollo de cristales de grano fino en las paredes, -- gradando hacia el centro a cristales de grano basto; abundancia de drusas, crustificaciones, estructuras con bandeamiento simé-- trico, estructura cockade, etc. Ejemplo de ello son los filones alimentadores de la mineralización de los Cuerpos San Pascual, Número Uno y Número Tres, conocidos como: Falla Maestra, San -- Pascual y de la Naríz, y Cuerpo Norte en la Falla del mismo nom-- bre, Láminas Nos. 6, 15 y 16.

E.- DISEMINADA CON ESTRUCTURA MOTEADA.

Donde las rocas cristalinas, como son los de-- rames y piroclastos de las Formaciones Encino y Vallecitos es-- tuvieron en conexión con las estructuras canalizadoras de los -- flujos hidrotermales, sirvieron como unidades huéspedes poco -- apropiadas para su reemplazamiento, lo cual permitió la forma-- ción de "cuerpos de mena de baja ley"; ello explicado por la na-- turaleza química "poco reactiva" de su mineralogía, pues su con-- tenido de minerales de carácter geoquímicamente básico (plagi-- clasas cálcicas y/o ferromagnesianos), apropiadas para un reem--



Fig. 23

Sucesión paraquénética de los cuerpos de mena filoniana en el -
Cuerpo San Pascual.

M = Magnetita

T = Tremolita

Cpy = Calcopirita

C = Calcita

Py = Pirita

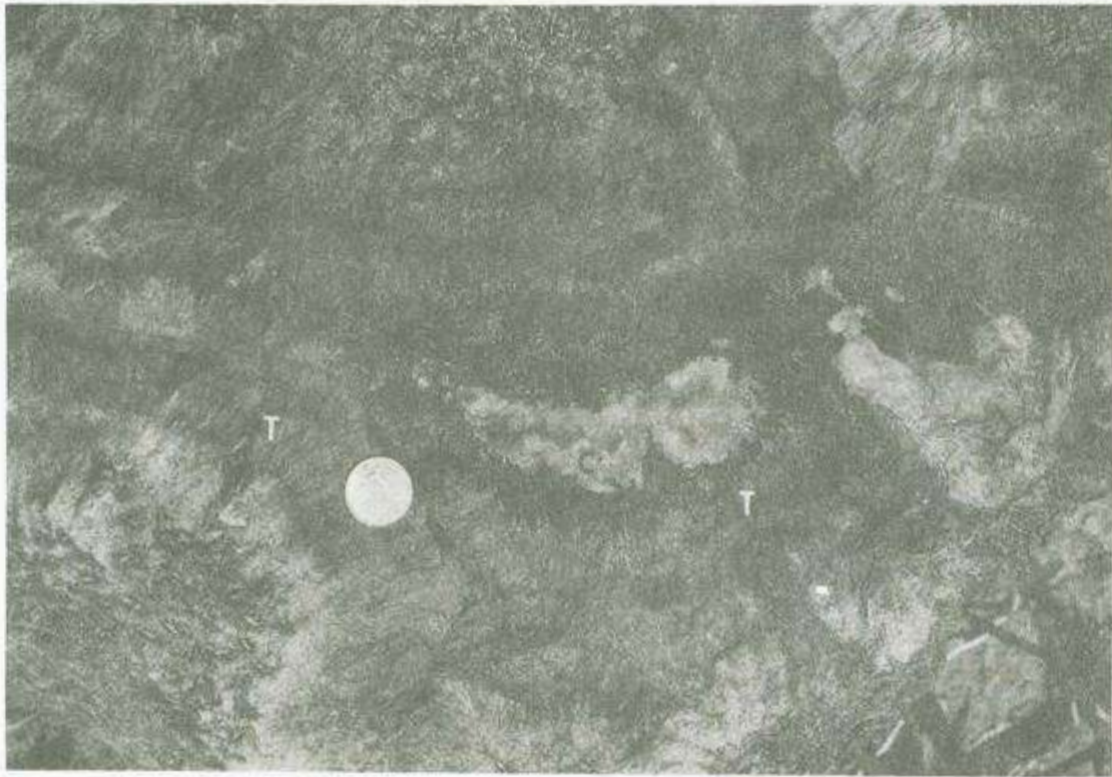


Fig. 24

Desarrollo de tremolita en cavidades crustificadas en la Falla Maestra.

T = Tremolita

C = Calcita

plazamiento, no fueron suficientemente abundantes para ofrecer las condiciones idóneas para el emplazamiento de cuerpos masivos, como son: el Yacimiento de la Presa de Lepe en derrames ríolíticos y parte del Cuerpo San Pascual en derrames y piroclastos de andesita basáltica, etc.

VIII.- MINERALOGIA Y QUIMICA DE LA MINERALIZACION

VIII.1.- MINERALOGÍA

Los minerales constituyentes de los cuerpos - de mena, mencionados en orden decreciente de acuerdo a su abundancia relativa, son: magnetita, hematita secundaria, pirita, - hematita hipogénica (especularita), con ganga de calcita, siderita, melanterita, epidota, anfíboles, biotita, clorita, feldespato potásico, sericita, serpentina y concentraciones erráticas de apatito; con trazas de sulfuros de cobre y fierro, como son calcopirita y bornita.

Se ha observado (en base a análisis químicos de mena) que existe cierta tendencia a incrementarse las leyes de fósforo (apatito) a medida que la mena se aproxima a las estructuras alimentadoras de la mineralización; como las Fallas Maestra San Pascual y de la Nariz (en el área de la Mina del Encino), no así en el azufre (pirita y pirrotita), que muestra mayor - uniformidad en su distribución.

VIII.2.- QUÍMICA*

Dos muestras compósito de mena masiva de los Cuerpos Número Uno y San Pascual fueron enviados para su análisis químico completo a Lerch Brothers Laboratory en Hibbing, Minnesota, U. S. A., que ha reportado sus resultados en términos de fierro total y fierro ferroso, los cuales convertidos a óxi-

dos, arroja los siguientes valores:

OXIDOS	CUERPO No. 1.	SAN PASCUAL
Fe_2O_3	66.87	70.19
FeO	27.81	24.83
SiO_2	1.96	1.29
Al_2O_3	0.50	0.27
MnO	0.10	0.03
CaO	0.43	1.32
MgO	0.95	0.38
Na_2O	0.019	0.01
K_2O	0.01	0.01
P_2O_5	0.14	0.16
FeS_2	0.61	0.03
TiO_2	0.22	0.10
CO_2	0.10	0.62
C	0.02	0.30
H_2O^+		0.44
	99.74	100.00

Asumiendo que el fierro se presenta todo en forma de -- magnetita, hematita y pirita, y que el CO_2 está en calcita. P_2O_5 en apatito; se ha calculado la siguiente abundancia relativa de minerales.

MINERAL	CUERPO No. 1.	SAN PASCUAL
Magnetita	89.6 %	65.8 %
Hematita	5.1 %	12.4 %
Pirita	0.6 %	0.1 %
Calcita	0.2 %	6.3 %
Apatito	0.3 %	1.6 %
Restantes	4.2 %	13.8 %
	100.0	100.0

* El estudio químico de mena fué elaborado por el Ing. Henry -- Lepp, en Marzo de 1977.

TABLA No. 2 QUE RESUME LOS ELEMENTOS ENCONTRADOS EN LA MENA
DE LA MINA "EL ENCINO" Y SU CORRELACIÓN CON ALGUNOS DEPÓSITOS DE FIERRO DEL MUNDO
(ECON. GEOL., 1972, P. 956 Y MODIFICADA POR HENRY LEPP EN 1977)

	Fe	P	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Mn	S	CaO	MgO	Ti	V	Cr	Mo	Ni	Cu	Sum*
El Encino															
Cuerpo No. 1.	68.67	0.062	1.96	0.50	0.08	0.33	0.43	0.95	0.15	0.03	0.01	0.002	0.015	0.002	0.601
San Pascual	56.35	<u>0.308</u>	5.75	1.22	0.10	0.071	5.88	1.70	0.38	0.03	0.01	0.002	0.015	0.002	0.818
Brazil (Itabira)	68.50	0.035	0.39	0.76	0.05	0.008	0.01	0.03	0.014	--	0.008	0.004	0.006	<u>0.018</u>	0.093
Chile (Tofo)	60.30	0.042	7.49	1.76	0.09	0.021	1.41	2.00	<u>0.59</u>	<u>0.28</u>	0.008	---	<u>0.15</u>	0.01	1.101
Kiruna (Suecia)	66.35	<u>0.485</u>	1.97	0.50	0.11	0.006	2.24	0.94	0.04	0.074	---	<u>0.010</u>	0.009	0.004	0.628
Venezuela	64.85	0.13	0.98	2.45	0.10	0.043	0.017	0.084	0.20	0.006	0.009	Tr.	---	0.003	0.391
California (Eagle Mtn).	55.00	0.080	11.00	1.60	0.08	0.40	1.80	3.50	0.13	0.003	0.005	0.001	0.005	0.05	0.674
Pensylvania (Connwall)	62.8	0.005	5.10	1.52	0.072	0.031	1.40	1.60	0.08	0.011	0.013	---	0.013	<u>0.021</u>	0.174
Utah	57.81	0.310	4.29	1.17	0.06	0.07					0.001		0.005	<u>0.014</u>	0.386
Minnesota Mesabi	63.20	0.118	3.18	11.48	5.48	0.073	0.72	0.21	0.21	0.010	0.018	0.005	0.005	<u>0.019</u>	0.458
Cuyuna	55.83	<u>0.367</u>	10.61	4.60	12.92	0.093	0.84	0.35	0.090	0.009	0.019	0.005	0.002	0.011	0.596
- No existe															
Espacio en blanco - no reportado.															

Sum* = Total de P+S+Ti+V+Cr+Mo+Ni+Cu.
0.0 - Indicador de valores altos.

IX.- INTRODUCCION DE FIERRO, SILICE Y POTASIO.

El fenómeno más sobresaliente en la formación de yacimientos ferríferos de la región, es la introducción de grandes cantidades de sílice, feldespato potásico, biotita y óxidos de fierro. El procedimiento por el que pueden transportarse grandes cantidades de fierro y de sílice en solución ha sido estudiado por More, G. W., 1917, quien experimentalmente demostró que la presencia de potasio, bajo presiones elevadas, aumenta el punto crítico de la temperatura del agua, en tal forma que es posible tener agua en el estado líquido a temperaturas mayores de 500°C. Ross; 1925., aplicó este principio a los yacimientos y ha demostrado que, en la formación de los yacimientos minerales hidrotermales y de metasomatismo ó de contacto, pueden ser transportados grandes cantidades de sílice en soluciones a grandes temperaturas y presiones, si existen suficientes cantidades de potasio. En las soluciones mineralizantes del área de estudio existieron fuertes cantidades de potasio, como lo prueba la relativa abundancia de feldespato potásico y de biotita asociados a los cuerpos de mena. Posteriormente Beane, R. E., 1974, calcula temperaturas de 350-500°C para la coexistencia de biotita hidrotermal con feldespato potásico y magnetita en Sta. Rita, Nuevo México, y estima FO_2 , FS_2 y otros parámetros químicos. Con ello se demuestra que es muy probable que las soluciones ferríferas con sílice y potasio de la región hayan sido transportados a esas temperaturas.

Es por todos conocido, que la mayor parte ó al menos la mitad del fierro de las rocas ígneas máficas se presenta en estado ferroso; por lo tanto, el fierro concentrado en líquidos residuales también debe de estarlo, y su presencia en estado férrico en los depósitos de mena (como magnetita y especularita) es explicado por Bulther, B. S., 1923., quien sugirió que el fierro es oxidado de acuerdo a la reacción $3\text{FeO} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}$ el dióxido de carbono es liberado de las rocas carbonatadas durante la intrusión y reemplazamiento, reacción que es favorecida por las altas temperaturas que caracterizan las zonas de metamorfismo ígneo, y la reacción inversa es favorecida bajo condiciones de más baja temperatura y más baja presión del CO_2 . -- Por ello, la depositación cercana al plutón de magnetita y especularita, y la depositación distante de compuestos de fierro ferroso (sulfuros, carbonatos y silicatos) queda favorecido por tal argumento; Park., C. F., Jr. 1975.

Por otra parte, se ha considerado probable que el fierro puede ser transportado en forma de cloruro ferroso, que es soluble, el cual se transforma a óxido precisamente en el momento de precipitarse. Leith, C. K., 1908, consideró este procedimiento como enteramente adecuado para poder precipitar grandes cantidades de magnetita bajo las condiciones de sistemas hidrotermales, y la siguiente fórmula química como probable:



reacción que se lleva bajo temperaturas superiores a los 500°C,

dando simultáneamente magnetita, ácido clorhídrico e hidrógeno libre.

Como la magnetita es soluble en ácido clorhídrico, razón por la cual no podría haber precipitación de ella, mientras se encuentre presente dicho ácido, pero al reaccionar rápidamente con el carbonato de calcio de las calizas, neutraliza de inmediato, dando lugar a la precipitación de los óxidos de fierro.

Este proceso no solamente explica satisfactoriamente en la forma en la que el fierro pudo haber sido transportado, sino que explica también la preponderancia de magnetita sobre hematita en el mineral hipogénico de los depósitos de metasomatismo de contacto en caliza, y la marcada influencia que tiene la caliza en la localización de los óxidos de fierro.

Por último, existe la posibilidad de que el fierro haya sido transportado en forma de óxidos. Hay algunos investigadores que creen que los óxidos son casi tan solubles como la sílice en agua a altas temperaturas, por lo que consecuentemente, éstos podrían ser transportados en la misma forma que se ha descrito para la sílice. La preponderancia de la magnetita sobre la especularita en este caso, probablemente puede ser explicado simultáneamente por la teoría de Butler, B. S., 1923, y Von Eckerman, H., 1923, quienes según su teoría el CO_2 liberado por la acción del calor en las calizas reacciona con el óxido ferroso (FeO) para formar óxido férrico (Fe_2O_3). Lasky, S. G., - 1931, en virtud de evidencias físico-químicas más recientes, ha

modificado esta teoría y mostrado que al oxidarse el FeO se forma magnetita, y que para producir hematita debería reaccionar con una segunda molécula de CO_2 con la magnetita. Lasky indica que la segunda reacción casi nunca tiene lugar debido a que es necesario un gran predominio de CO_2 sobre el CO para transformar magnetita en hematita; y concluye que toda la hematita de este tipo de yacimientos minerales debió haber sido transportado en forma de Fe Cl_3 , y precipitada directamente del cloruro ya como hematita.

Para la región, la teoría más aceptable es que: las soluciones hidrotermales ácidas con fierro en estado ferroso, --- agua, fósforo, boro, potasio... viajaron desde el intrusivo hasta que encontraron una roca geoquímicamente básica como caliza ó ígnea ligeramente básica (plagioclasas y/o ferromagnesiano cálcicos) que las neutralizaron y subsecuentemente precipitaron como magnetita; constituyendo cuerpos de mena masiva cuando la neutralización fué completa; como en la caliza y diseminado en las rocas volcánicas (Andesita basáltica) cuyo comportamiento fué en mayor ó menor grado neutralizante, ya cuando las soluciones ferrosas se agotaron en la caliza el reemplazamiento en la caliza fué parcial, lo cual ocasionó que obligadamente hubiera una menor proporción de siderita en una etapa final de -- precipitación de fierro. Ello es evidente por la escasez de flo-- gopita en los cuerpos estratiformes de mena masiva (reemplazamiento completo de bancos y lentes de caliza de facies arreci-- fal) con ganga de siderita, melanterita, calcita, apatito, ---

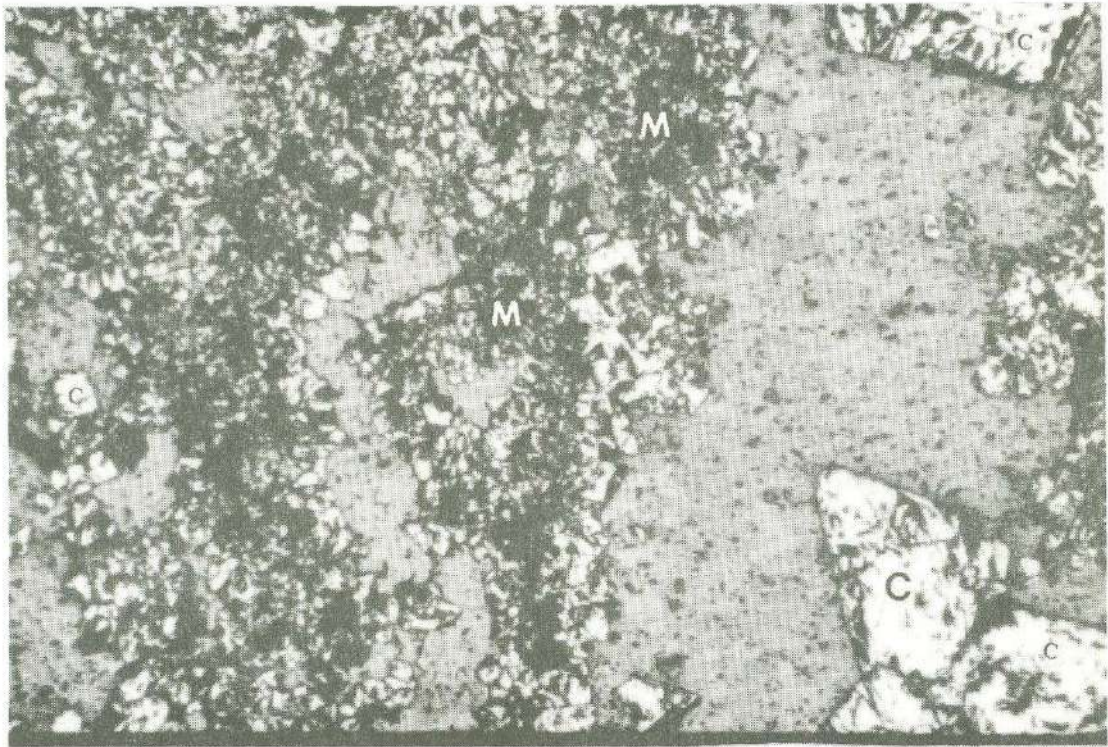


Fig. 25

Magnetita reemplazando calcita en forma de " continentes e islas ".

M = Magnetita

c = Calcita

(50 X LN).

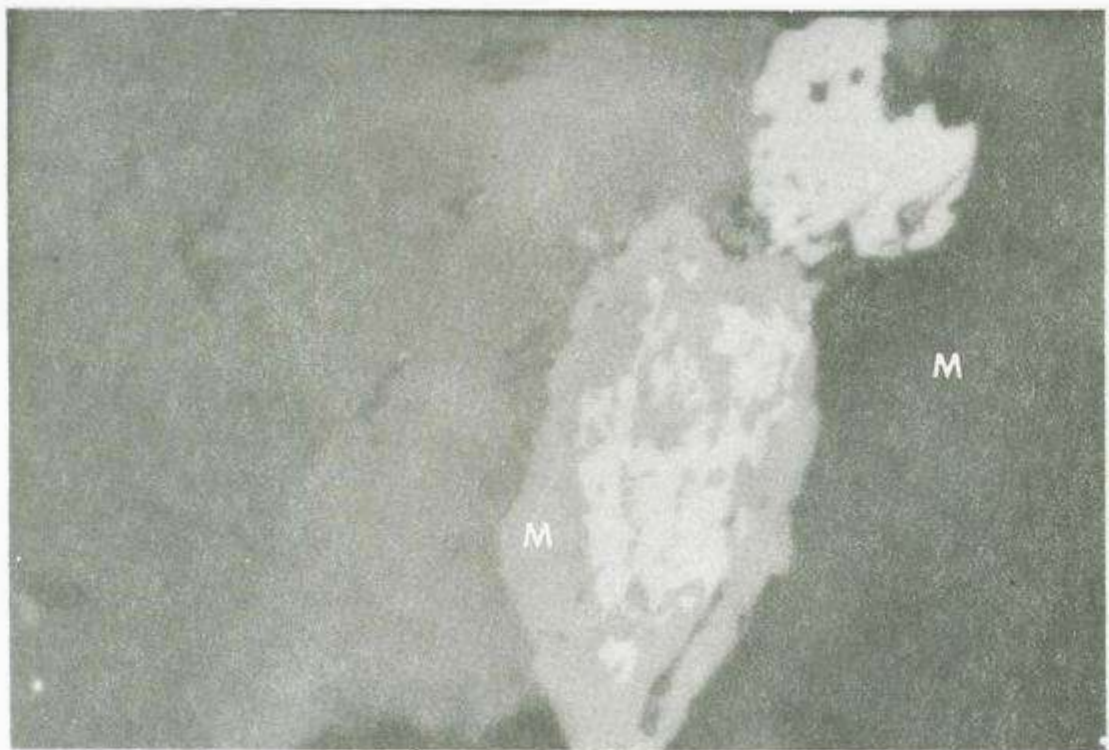


Fig. 26

Magnetita reemplazando un silicato de la tactita.

M = Magnetita

(400 X LN).

pirita y turmalina; en cambio, es sobresaliente su abundancia - en las rocas volcánicas donde no hubo una neutralización completa.

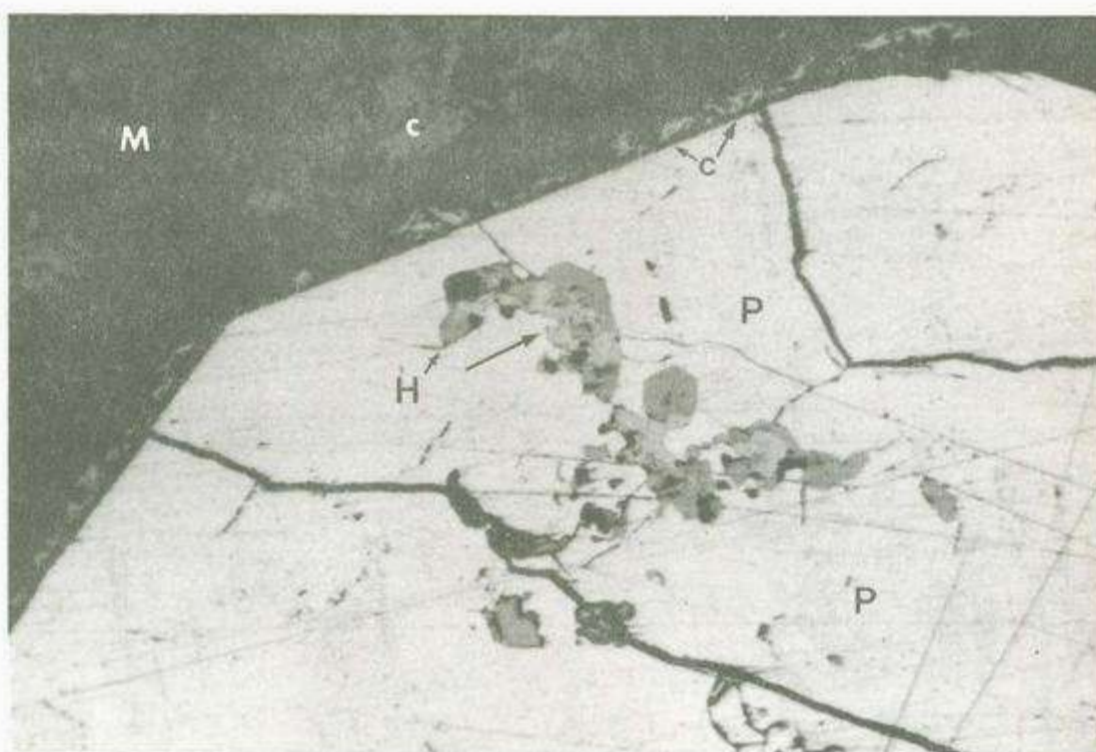


Fig. 27

Magnetita y hematita reemplazando a pirita singenética. En la parte superior la magnetita reemplaza a la calcita. M = Magnetita

H = Hematita

c = Calcita

P = Pirita

(100 X LN).

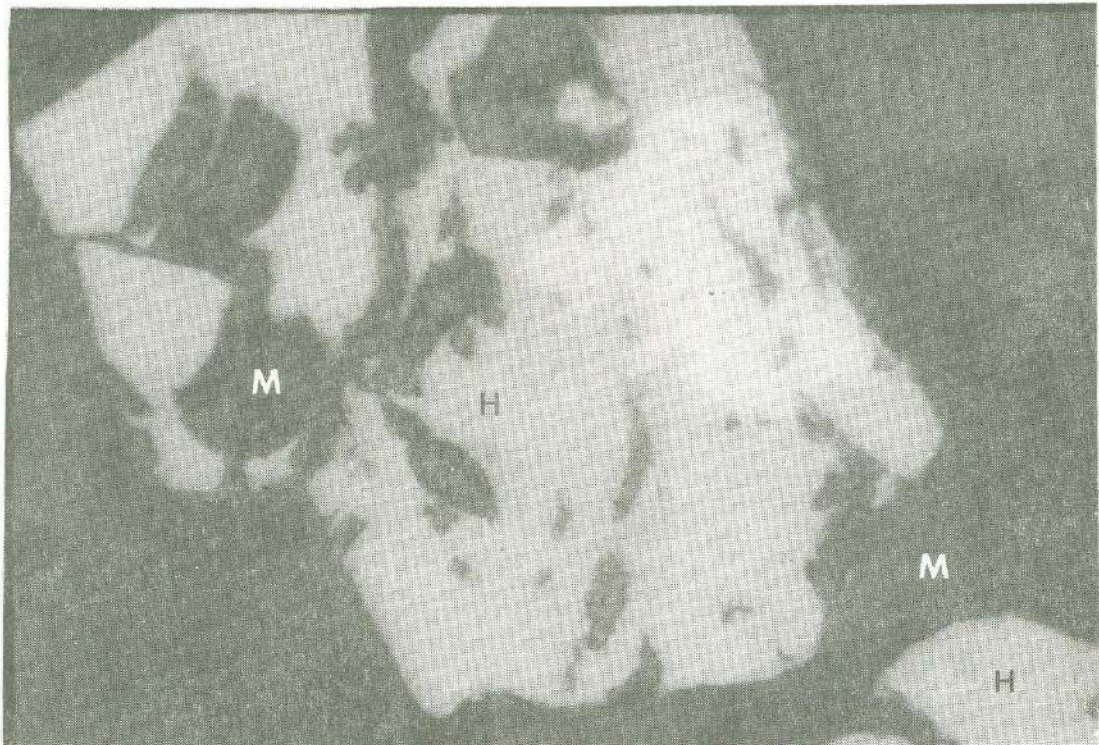


Fig. 28

Hematita (color más claro), reemplazando a magnetita.

H = Hematita

M = Magnetita

(800 X LN).

X.- GENESIS DE LA MINERALIZACION

Es evidente que los fluidos mineralizantes provinieron de la misma fuente que la roca intrusiva (diorita leucócrata), también es posible precisar la época en que actuaron con referencia al emplazamiento del magma; pues en ello cabe pensar en las siguientes hipótesis: Que los fluidos mineralizantes procedentes de la intrusión del magma calcoalcalino que obró como un proceso simultáneo a la intrusión, y, por lo tanto, los cuerpos de fierro se formaron precisamente durante el emplazamiento del mismo intrusivo; o bien que los fluidos mineralizantes estuvieron íntimamente relacionados a la intrusión, tratándose de emanaciones procedentes de dicho magma que empezaron a liberarse casi desde el momento mismo de la intrusión y que terminaron -- probablemente cuando ya se encontraba algo avanzado el proceso de consolidación; es decir que, aunque provenientes de la misma fuente magmática, representan los fluidos residuales que fueron introducidos como inyecciones, ligeramente posteriores al emplazamiento.

En favor de la primera hipótesis, se puede citar que -- existe en el intrusivo un frente férrico (alta concentración de magnetita) y potásico (biotita y feldespato potásico) en vetillas y diseminado, que está caracterizado desde un punto de vista regional como un cambio gradacional desde una granodiorita hasta la diorita pasando a través de tonalitas y cuarzodioritas.

Apoyando la segunda hipótesis, se ha observado que en la roca intrusiva está muy bien desarrollado un sistema de diques emplazados en fallas inversas, producidas por la fase compresiva asociada a la intrusión y en ningún caso se ha observado mineralización de fierro, ni aún siquiera alteración hidrotermal prominente en esas fracturas, cosa muy probable si éstas hubiesen sido utilizadas por las soluciones mineralizantes para escapar hacia las rocas adyacentes.

En segundo lugar puede decirse que: es "muy lógico" -- pensar que el proceso que dio origen a masas de fierro tan grandes, debió tomar un tiempo considerable, durante el cual debió haberse solidificado cuando menos una costra del frente intrusivo (con abundante magnetita) directamente en contacto con la roca intrusionada, a la vez que se efectuaba la expulsión de emanaciones de materiales provenientes del magma a medida que éste se cristalizaba, pues los bordes del magma deben haber -- perdido mucha sílice y potasio para formar los silicatos de la aureola de metamorfismo en la roca encajonante, por lo que el -- magma pudo haber sido de composición granodiorítica y no diorita en las áreas inmediatas a los yacimientos. Así pues, es probable que se trate de un intrusivo granodiorítico con una facies marginal de tipo diorítico formada por la influencia de -- las rocas calcáreas que asimilaron las altas cantidades de la -- sílice y potasio (feldespato potásico) del intrusivo y las -- rocas volcánicas el potasio como biotita. Por lo que puede decirse que la mineralización ferrífera no comenzó con el aumento

de la intrusión, sino poco después; y como corolario de ello, - está la segunda fase de fisuramiento con subsecuente emplaza--- miento de diques cuarzomonzoníticos que cortan al mineral de -- fierro; es decir, que ya cuando la base hidrotermal llegó a su fin, el intrusivo experimentó relajamientos que fracturaron su costra cuando aún en su seno se encontraba en su fase de consolidación; relajación que provocó fisuras en la mena, y que sirvieron como los medios para el emplazamiento de las citadas inyecciones hipabisales que no poseen, ni tan siquiera, trazas de magnetita.

En resumen: puede considerarse que la mineralización -- ferrífera es ligeramente posterior a fase compresiva asociada a la intrusión batolítica (calcoalcalina); es decir, a la fase distensiva X_2 , con relajamientos posteriores que ocasionaron -- discontinuidades en la mena y que sirven como estructuras pro-- pias para el emplazamiento de las inyecciones de diques cuarzo-- monzoníticos, Mina El Chilillo.

XI.- CONCLUSIONES

En el Sureste del Estado de Jalisco (Municipio de Pi--huamo), aflora una secuencia volcano-plutónica-sedimentaria de edad cretácica, cuyo ambiente de depósito puede corresponder a una cuenca de facies miogeosinclinal asociada a un borde de --placa de tipo Arco Insular.

En base a la estratigrafía y tectónica, fundamentada en una cartografía local y regional, se ha realizado un modelo --tectónico de deformación en el que se han diferenciado dos procesos compresivos Z_1 y Z_2 , con direcciones N 42°E y N 40°W, y --dos procesos distensivos, X_1 y X_2 , de direcciones N 40°W y ---N 50°E.

Las diferentes direcciones de plegamientos, P-1 y P-2, y fracturación del área, obedecen, en mayor o menor grado, a la actividad plutónica manifestada por las intrusiones de edades --radiométricas 93.1 ± 4.7 m. a., y 65.6 ± 3.3 m. a.

Asociada a la actividad dinámica del batolito granodiorítico, en sus dos periodos distensivos X_1 y X_2 , se manifiestan las discontinuidades, fallas y juntas, en los materiales de la cobertera, las cuales se encuentran agrupadas en dos sistemas --de direcciones, N (34-66)°E y N (16-60)°W, siendo éstas las estructuras canalizadoras de las soluciones hidrotermales por--tadoras de la mineralización ferrífera de la región, cuyo último origen pertenece a los fluidos residuales de los emplazamiento

tos dómicos hipabisales derivados de tal intrusión; dando origen al emplazamiento de cuerpos de mena ferrífera de metamorfismo -- ígneo, y sus gradaciones a facies hipotermiales.

Cuando las soluciones residuales, de carácter ácido, encontraron unidades litológicas geoquímicamente básicas, calizas, margas....., se neutralizaron, produciéndose la precipitación de cuerpo de mena masivos de magnetita; también en su ascenso pudieron encontrar litologías de naturaleza mixta, parcialmente reactivas, que tan sólo ofrecieron las condiciones físico-químicas - para el depósito de menas de fierro bandeado y diseminado. Por - último, cuando no existió reacción alguna, litología inerte, entre los fluidos y la roca caja, rocas cristalinas, los emplazamientos constituyeron estructuras filonianas.

A P P E N D I C E S

A.- P E T R O G R A F I A

(K i e i).

ENCINO INFERIOR

T E X T U R A M I N E R A L O G I A

ESENCIALES ACCESORIOS

SECUNDARIOS

O B S E R V A C I O N E S

M O N I T O R E O

Equigranular
fino.

Microclitos de Plagio-
clasa (abundantes).

Anfibol (tipo
hornblenda).
Biotita (desa-
rrollándose pre-
ferentemente so-
bre opacos y de
manera intersti-
cial).

Clorita (poca)
Epídota
Calcita
Leucoceno

Textura: Equigranular de grano fino afieltrado; abundantes micro-
clitos de plagioclasa con ligera morfología esquelética, forman el
afieltrado sin ninguna orientación de flujo. Pequeños cristales --
de anfibol y biotita intersticiales, que se representan en un --
principio de recristalización metamórfica. Estos basaltos son --
pícos de las primeras emisiones de los edificios de las Igmbri-
tas y Tuff-Lavas de los Arcos Islas Alpinos, es decir, de bordes
de placas activas.

Basalto plagioclásico

Piroclástica?

Plagioclasa
(prismas pequeños)

Clorita
Sflice
Carbonato

Clorita
Albita
Carbonato

Es una roca monofítica soldada. Los fragmentos son principalmen-
te de basaltos plagioclásicos (andesita basáltica) redondeados
con abundantes vacuolas rellenas de clorita, y con un intenso --
flujo marcado por los microclitos de plagioclasa. Matriz de igual
composición. Su origen es submarino. Probablemente son trozos de
pillows-lavas; con una alteración hidrotermal de bajo grado del
tipo submarino.

Toba basáltica.

Clástica

Plagioclases mi-
croclíticas.

Opacos

Clorita
Calcita

La roca contiene bastantes fragmentos angulosos de roca volcáni-
ca de composición basáltica, conteniendo microclitos de plagiocla-
sa en una matriz oxidada parcialmente, vítreas, además contiene
microcristales de plagioclases automorfas, manchones burdamente
arredondados de constitución clorítica, bastante calcita en for-
ma de placas xenomorfas, polimicrocristalinas que generalmente --
engloban a los otros componentes de la roca.

Toba
(bastante alterada)

Clástica

Plagioclases

Opacos

Clorita
Calcita
Sflice

Los fragmentos líticos forman entre un 30 y 40 % del volumen to-
tal de la roca, están compuestos de fragmentos angulosos de roca
basáltica, microclítica. Los microclitos son plagioclases que se --
encuentran en una matriz vítreas y a menudo cloritizada. Además --
de los fragmentos se encuentran microcristales de plagioclasa --
automorfas. La matriz es muy fina, formada de cenizas, en partes
cloritizadas y en partes vítreas.

Toba
(andesítica-basálti-
ca).

Microgranuda

Plagioclases

Opacos

Clorita
Albita
Sflice
Granates
Calcita

Clorita metamórfica aproximadamente un 50 % y granates en egrega-
dos granoblasticos pseudo-isotrópicos (20 %), están en íntima --
relación con las zonas calcíticas. El metamorfismo es hidroter-
mal de bajo grado del tipo clorita-albita-calcita. El granate --
puede ser reacción de la calcita, habiéndose producido según --
reacciones que implican: zoisita, calcita, sflice y sflice. Pa-
ra formar grosularita, bixido de carbono y agua. El origen de --
la roca puede ser basáltica submarina.

Metabasita

ENCINO INFERIOR (X i e t).

M I N E R A L O G Í A

T E X T U R A	E S E N C I A L E S	A C C E S O R I O S	S E C U N D A R I O S	O B S E R V A C I O N E S	N O M B R E
Cádtica cristalina a mesohialina.	Plagioclases sódica (albita?) micro- ítica.	Opacos	Clorita (cloro- facita). Zeolitas ó albita sfílica.	En algunas partes domina la plagioclase esclada sobre los otros componentes y a veces coexiste con abundante clorita y adn mata- ria vítreas poco desvitrificadas. Amígdalas rellenas con aparentes zeolitas ó albita son relativamente frecuentes.	Espilita (basalto toléitico subaerino)
Clástica (cádtica)	Plagioclases sódica (albita) micro- ítica.	Opacos (pocos)	Hidrobiofita (clorita) Calcita Zeolita	La clorita altera partes importantes de la roca. Glóbulos peque- ños que pueden representar pequeñas amígdalas, están totalmente formadas de clorita y calcita.	Hialoclastita.
Microítica (a veces parece brecha).	Plagioclases sódica (albita) microí- tica.	Opacos (pocos) Rutilo	Hidrobiofita (clorita) Calcita Zeolita Cuarzo	La hidrobiofita y clorita están en la mesóstasis ó bien parece - reemplazar antiguas gotas vítreas. La calcita rellena lo que apa- rentemente funciona como cemento de los fragmentos. Amígdalas -- con calcita, clorita y ocasionalmente zeolitas. El origen de es- ta roca es volcánico basáltico, pero derramada en el mar.	Hialoclastita.
Hialofítica a intersticial.	Plagioclases	Opacos	Epídota	Los fragmentos de roca son de: 1.- Roca basáltica (aparente espilita) con microilitos de albi- ta no orientados y posiblemente piroxena rellenos intersticios amígdalas de zeolita, cuarzo, albita y clorita. 2.- Fragmentos de textura microporfídica con cristales de plagi- oclase en una matriz muy fina, casi felsítica (andesina?). La roca consiste de cristales de plagioclase a veces parcialmen- te moldeados por vidrio. Hay numerosas cavidades (amígdalas) -- con clorita. En los intersticios parece haber epídota (pumpo- llyita). La roca probablemente cristalizó en el fondo del mar. Lo importante es que parece miembro de una serie ofiolítica.	Hialoclastita de composición basálti- ca (espilitica).

* PROF. J. L. BARRETA
** DR. ARIEL ECHAVARRI.

FORMACION VALLECITOS

(K m v v),

M I N E R A L O G I A

TEXTURA	ESENCIALES	ACCESORIOS	SECUNDARIOS	OBSERVACIONES	NOMBRE
Microporfídica	Plagioclasa maclada (idiomorfos y subidiomorfos) feldespato potásico, tridimita (?).	Zircón	Apatita Sericita Albita Mica Blanca Calcedonia (?)	Matriz: microcristalina, es un microagregado leucocrático, muy feldespático. Hay pseudomorfos de micas blancas con epidotas. Posee un ligero proceso de transformación postmagmática.	Latita ó cuarzo-latita.
Microporfídica	Plagioclasa maclada, no zonada, algo albitizada. Feldespato potásico.	Opacos subidiomorfos. Zircón alotrópico morfo.	Albitización y Silicificación? Postmagmática Sericita Apatita	Posee ligero proceso de transformación postmagmática. No poseen texturas que las definan como ignimbritas; son rocas leucocráticas del tipo cuarzo-latitas ó latitas; que muy probablemente estén en transición (dado su carácter tan leuco) a riolitas. No presentan metamorfismo regional ó de contacto, sino únicamente una transformación hidrotermal postmagmática de naturaleza siliceo-feldespática, típica de las emisiones Tuff-Lavas, asociadas a riolitas ignimbritas.	Toba cuarzo-latítica.
Microporfídica	Plagioclases en prismas idiomorfos, subidiomorfos, maclados con ligera textura en glomerulos. Su composición es oligoclasa-andesina.		Sílica (calcedonia?) Albita (relleno de cavidades). Clorita Sericita y Leucóxeno	Matriz microcristalina, es de composición preferentemente feldespática, con abundantes cavidades rellenas de sílice, proceso típico postmagmático en rocas de este tipo.	Latita ó cuarzo-latita.
Microporfídica	Plagioclasa en prismas subidiomorfos con algo de albita.	Pocos opacos Cuarzo (calcedonia).	Albitización (ligera). Carbonatación y silicificación postmagmática. Apatita (prismas).	Matriz granoblástica feldespática de grano fino sin orientación. Hay microcavernas rellenas de calcita. Rocas leucocráticas de composición muy feldespática con claros y evidentes signos de transformación hidrotermal del tipo albitización, silicificación y carbonatación.	Pórfido latítico ó cuarzo-latítico. (coladas ó de formación subvolcánica).
Vitrocristalina	Plagioclasa subidiomorfa maclada con algunos " golfos " de corrosión.	Pequeños y muy opacos.	Clorita rodeando a la plagioclasa y en microfrazuras silicificación.	Toba ácida con flujo y con rellenos postmagmáticos de probable tridimita. Matriz hialopélica (en parte vítrea, en parte cristalina). Los fenofragmentos rocosos son cuarzo-feldespáticos con texturas granuladas algo granoblásticas. No se aprecia una deformación por aplastamiento como para formar " Planas ".	Toba cuarzo-latítica ó latítica.
Vitrocristalina	Plagioclasa subidiomorfa maclada de composición: oligoclasa-andesina.		Clorita, albita, carbonatos.	Matriz microcristalina feldespática de composición latítica. Metamorfismo hidrotermal de bajo grado. No hay reemplazamientos posteriores.	Toba polimíctica.

FORMACION VALLECITOS

(X m v v).

T E X T U R A M I N E R A L O G I A E S E N C I A L E S

SECUNDARIOS

O B S E R V A C I O N E S

N O M B R E

Porfídica con fragmentos líticos.

Plagioclases euhedrales ó subeuhedrales, macías polisintéticas con bordes irregulares por reabsorción.

Caolínítica (poca) Clorita (submicroscópica). Silicificación.

Matriz felsítica, formada por feldespatos recrystalizados, mostrando trazos de fluidez.

Andesita cuádricea dacita.

Porfídica

Plagioclases euhedrales con macías polisintéticas. (Ley de la albíta).

"ojos" de Cuarzo pirita diseminada.

La matriz contiene microlitos de plagioclasa no orientados, con macías polisintéticas dentro de un fondo feldespático de recrystalización. Considerando al cuarzo secundario, se clasifica como traquandesita cuádricea y en caso contrario como riolacita.

Traquandesita cuádricea a dacita.

Porfídica

Plagioclases euhedrales con macías polisintéticas, mostrando bordes irregulares que indican reabsorción magnética. Feldespato potásico (?).

Pirita diseminada Clorita Cuarzo (anhedral) Leucóxeno

Matriz felsítica en parte recrystalizada y compuesta predominantemente por feldespatos.

Andesita cuádricea dacita.

Porfídica

Plagioclases euhedrales, con macías polisintéticas. (Ley de la albíta).

Caolínítica (poca) "ojos" de Cuarzo pirita diseminada y en fracturas.

La matriz contiene microlitos de plagioclasa no orientados, con macías polisintéticas dentro de un fondo feldespático de recrystalización. Cuarzo xenomorfo y probablemente secundario, se encuentra también en la mesostasis. Los ojos cuarzo son aparentes angulares rellenos de cuarzo granular secundario. Considerando el cuarzo secundario se clasifica como traquandesita cuádricea y en caso contrario como riolacita ó derrame lávico ó intrusión sub-volcánica ?.

Traquandesita cuádricea ó riolacita.

Clásica

Calcita (venillas)

Brecha volcánica de composición traquandesítica.

Microcristalina

Zeolita (heulandita?) subeuhedral; arredondados después en forma de mosaico.

Rutilo (granulados)

Montmorillonita Leucóxeno Zeolitas

Entre los cristales de las zeolitas se observan microcristales en forma de lentejuelas que están constituidos por una arcilla de la familia de la montmorillonita. Al parecer estas arcillas son producto de alteración hidrotermal.

Toba de composición intermedia.

Porfídica

Plagioclases fenocristalinas, euhedrales.

Clorita Ilita Montmorillonita

La matriz es muy fina, casi criptocristalina, estando constituida por feldespatos alterados a montmorillonita. Raros fragmentos de basalto. La roca fué parcialmente vítreo en su origen.

Toba de cristales de composición andesítica.

(K M V V).

FORMACION VALLECITOS

TEXTURA	MINERALOGIA		ACCESORIOS	SECUNDARIOS	OBSERVACIONES	NOMBRE
	ESENCIALES					
Porfídica	Plagioclases euhedrales con inclusiones de vidrio (originalmente), masclas polissintéticas.	Minerales opacos. (diseminados)	Clorita Calcita Cuarzo		La matriz fué originalmente vítrea, con trazas de fluidez. Está recristalizada en glóbulos de feldespato potásico principalmente.	Latita porfídica.
Clástica	Feldespato alcalino y plagioclasa. Feldespato potásico.	Minerales opacos.	Cuarzo Calcita		Los fragmentos son todos de riolita con estructura fluidal, que está definida por la orientación preferencial de microlitos feldespáticos entre los que alternan pequeñas bandas de cuarzo microcristalinas. Estas brechas se producen por solidificación diferencial durante el escurrimiento de la lava en la superficie.	Autobrecha riolítica.
Porfídica Fragmentos líticos.	Plagioclase euhedral. Feldespato potásico.		Cuarzo Óxidos de Hierro		El cementante tiene feldespato potásico y bastante cuarzo de recristalización muy fina. Además de los óxidos de hierro diseminados.	Traquiandesita ó latita.
Porfídica	Feldespato	Minerales opacos.	Cuarzo Biotita		Los fenocristales de feldespatos son automorfos y la gran mayoría están fuertemente substituidos por aglomerados de microcristales de biotita. La matriz está constituida por finos cristales de feldespato.	Latita ó andesita con biotización y silicificación parciales.
Clástica	Plagioclases	Minerales opacos.	Clorita Calcita Vidrio		Los fragmentos líticos son: roca felsítica feldespática con probable vidrio, caliza, micrita, traquiandesita ó latita microporfídica, microlítica con feldespato alcalino y plagioclasa, roca de grano fino (Chert), toba andesítica con feldespato-clorita y vidrio. El cementante es de composición andesítica y se compone de cristales euhedrales (algo desgastados) de plagioclasa y de minerales ferromagnesianos cloritizados que se encuentran en un fondo felsítico, seguramente cinerítico. Aparece solamente algo trabajada en agua.	Toba lítica y de cristales traquiandesíticos

aa DR. ARIEL ECHAVARRI.

FORMACION VALLECITOS

(K M V V).

T E X T U R A	M I N E R A L O G Í A	ACCESORIOS	SECUNDARIOS	O B S E R V A C I O N E S	N O M B R E
Porfídica	Plagioclasa euhedrales y subeuhedrales con macias polistintéticas; feldespato potásico.		Apatita (poca) Caolinita (alteración). Clorita	La matriz está totalmente recristalizada en microcristales de plagioclasa, desarrollos axiolíticos y semiesferolíticos de feldespato potásico. Fragmentos como flama. Es posible discernir a pesar de la recristalización, que la textura original de la matriz fue vitrocristalina.	Ignimbrita latfática.
Porfídica con fragmentos	Plagioclases euhedrales, con macias polistintéticas, muestran corrosión de los bordes por reacción con el magma antes de la efusión. Cuarzo, feldespato potásico.	Cuarzo	Sericita Caolinita Clorita Cuarzo	La matriz de la roca es vitrocristalina, pero está desvitrificada, recristalizando en feldespato potásico, plagioclasa, clorita y zonas con bastante cuarzo. Hay diferentes tipos de fragmentos litocócos: 1.- Los formados por pedazos de la misma lava que se observan actualmente como partículas alargadas en las que existen fenocristales de plagioclasa y la matriz es feldespática, compuesta de feldespato potásico de desvitrificación. 2.- Fragmentos de ignimbritas de textura vitrocristalina recristalizada en feldespato, minerales opacos, clorita y poco cuarzo. 3.- Fragmentos de andesita de textura porfídica con fenocristales de plagioclases macladas, alteradas parcialmente a sericita, clorita y caolinita. La textura de la matriz es intersticial, con microlitos abundantes de plagioclasa. En los intersticios de los microlitos hay zonas con vidrio parcialmente desvitrificados y zonas con clorita.	Ignimbrita latfática. Latita y traquandesita.
Porfídica	Plagioclases con macias polistintéticas. Feldespato potásico.	Cuarzo	Sericita Cuarzo	Hay dos partes con texturas diferentes: la primera presenta fenocristales euhedrales, grandes, en una matriz desvitrificada y la segunda, fragmentos de fenocristales en una matriz feldítica. La matriz tiene una estructura fluidal y se encuentra totalmente recristalizada en forma de esferulitos. Los productos de desvitrificación y recristalización dominantes son feldespato potásico y la plagioclasa sodica asociados con pequeñas cantidades de cuarzo. El feldespato potásico y la plagioclasa sodica se distinguen en su conjunto siguiendo bandas definidas por la estructura fluidal. Dentro de esta matriz se notan microinclusiones de una roca holoplágica microcristalina, hipidiomórfica que parece de composición andesítica.	Traquandesita porfídica.
Porfídica	Plagioclasa euhedral con macias; con escasa alteración en feldespato alcalino y feldespato potásico, cuarzo.	Minerales opacos (euhedrales)	Cuarzo Clorita	La matriz contiene microlitos de plagioclasa no orientados incluidos en unidades globulares de feldespato, hay bastante cuarzo granular en la matriz. El origen de esta roca puede ser sub-volcánica ó volcánica.	Latita porfídica.

FORMACION VALLECITOS

(K M V V).

M I N E R A L O G Í A

N O M B R E

O B S E R V A C I O N E S

ACCESORIOS

SECUNDARIOS

TEXTURA	ESENCIALES	ACCESORIOS	SECUNDARIOS	OBSERVACIONES	NOMBRE
Vitrocristalina	Plagioclasa subidomorfa maclada de textura glomeroporfídica.	Muy pocas opacas	Apatito (prismas). Albitización y silicificación (ligeras).	Fragmentos poliaxiales (latitas y rocas similares) englobados en una roca porfídica con fenocristales de plagioclasa y matriz microcristalina ligeramente recristalizada. Su origen es posiblemente subaéreo.	Toba latítica.
Porfídica	Plagioclasa subidomorfa maclada.	Muy opacas, leucoceno, poco zircón.	Sílice, albita, minerales arcillosos y sericiticos.	Matriz microcristalina sin flujo, feldespática-silíceas, indiferenciada, algo recristalizada.	Latita ó cuarzo latita.
Porfídica	Plagioclasa idiomorfa subidomorfa maclada y sin zonar, ortosa.	Pocas opacas y dispersas.	Silicificación intensa. Apatita.	Matriz microcristalina, las plagioclasas poseen cierta orientación de flujo. Hay amígdalas y cavidades rellenas de cuarzo policristalino.	Latita ó cuarzo latita.
Porfídica	Plagioclasa subidomorfa, maclada y anubarrada. Cuarzo en la matriz.	Zircón (pocos). Opacos intersticiales. (pocos).	Silicificación y albitización.	Matriz de grano fino medio sin flujo. Fenocristales de plagioclase (mayoritariamente) y cuarzo.	Cuarzo-latita (muy leucocrata en tránsito a riolitas.
Vitrocristalina?	Plagioclasa idiomorfa y subidomorfa, maclada y anubarrada. Cuarzo.	Pocas opacas	Clorita, Albita, Sílice.	Fragmentos, microagregados y porfídicos de rocas leucocráticas englobados por una roca porfídica de matriz microcristalina-vitrea con fenómenos de desvitrificación. Silicificación intensa que rellena amígdalas dando agregados policristalinos que pueden confundirse con cuarzoes primarios.	Toba sílice, cuarzo-latita en tránsito a riolita.

GRANODIORITA PIHUAMO

(K s g).

TEXTURA	MINERALOGÍA		OBSERVACIONES	NOMBRE
	ESENCIALES	ACCESORIOS		
Porfídica	Plagioclasas	Magnetita y Pirita	La mesóstasis está transformada en clorita submicroscópica y zeolitas, en microcristales granulares. Este fenómeno de cloritización y zeolitización acompaña aparentemente a la mineralización de magnetita y pirita que en la mina son abundantes (± 30 %).	Diorita porfídica (mineralizada).
Porfídica	Plagioclasas euhedrales y subeuhedrales (totalmente alterados).	Rutilo Leucóxeno Pirita	La clorita es finamente microcristalina y las zeolitas están en aglomerados de microcristales granulares. La matriz está ocupada casi totalmente por clorita, relacionada con aglomerados formados de prismas microcristalinos de leucóxeno y rutilo y con microcristales subeuhedrales y euhedrales de pirita diseminados (0.5 %). El conjunto de alteraciones: clorita-zeolitas-pirita-leucóxenos.	Diorita porfídica (alterada hidrotermalmente).
Hipidiomórfica granular.	Plagioclasas euhedrales y subeuhedrales con macías polisintéticas. Feldespato potásico perfitico. Cuarzo	Hornblenda	Se observan texturas micrográficas que indican cristalización común del cuarzo y del feldespato potásico. Es una roca leucocrática con cierta tendencia a variación aplítica.	Monzonita de cuarzo
Porfídica	Plagioclasa euhedral, maciada.	Opacos (muy finos)	La matriz es granodiorítica, globular con microilito de plagioclasa-clorita y cuarzo xenomorfo. El feldespato potásico es escaso en pequeños cristales, parte de este feldespato reemplaza a la matriz.	Diorita, porfídica de cuarzo ó tonilita.
Heterogranular	Plagioclasa con macías polisintéticas.	Piroxena	Es una roca con textura variable, existiendo zonas de cristalización con secciones rectangulares y otras de grano grueso casi equigranular. El mineral dominante es plagioclasa. Los piroxenos se encuentran como microcristales.	Diorita leucocrata
Porfírica seriada.	Oligoclasa fenocrística maciada (albita caribad). Ortoclasa y microclina. hornblenda escasa.	Opacos	La matriz es afanítica microcristalina compuesta por acículas de andesina y/o oligoclasa con algunos minerales máficos intersticiales y cuarzo.	Granodiorita porfídica.
Porfídica	Plagioclasas (oligoclasa) con macías polisintéticas. Feldespato potásico (ortoclasa) con macías caribad, muscovita y hornblenda, cuarzo.	Opacos (diseminados)	La matriz de grano más fino compuesta por un agregado cuarzo-feldespático y abundante clorita y sericita. Como productos de alteración hidrotermal leve.	Granodiorita porfídica.
Holocrística, equigranular, hipidiomórfica.	Feldespato potásico (ortoclasa) y sódico-cálcico (oligoclasa). Hornblenda, -cuarzo.	Opacos (diseminados)	Cuarzo anhedral intersticial entre los feldespatos, leve alteración hidrotermal.	Granodiorita.

GRANODIORITA PIHUAMC

(K s g).

T E X T U R A	M I N E R A L O G Í A		O B S E R V A C I O N E S		N O M B R E
	ESENCIALES	ACCESORIOS	SECUNDARIOS	***	
Holocristalina, hipidiondrítica.	Ortoclase anhedral con macías carlsbad y algunas veces micropertítica. Microclina. Albite con macías polisintéticas. Muscovita y biotita, cuarzo.	Muscovita y biotita	Cuarzo	Cuarzo alotriomorfo intersticial entre los feldespatos. Como minerales máficos se encuentra muscovita y escasa biotita.	Granito.
Equigranular	Ortoclase y oligoclase euhedrales y subeuhedrales - hornblenda. Biotita y clorita.		Sericita Clorita Cuarzo	Trazas de cuarzo sin llegar a ser mineral esencial.	Monzonita.
Heterogranular	Plagioclase prismática maclada. Clinopiroxeno. Cuarzo (poiquilítico).	Opacos	Epídota Albitización Leucoxeno	Ligera tendencia al porfidoismo por parte de la plagioclase y de los grandes cristales de clinopiroxeno. El resto son cristales de grano medio de cuarzo (abundante), intercreciendo con albite a modo de textura porfídica.	Cuarzo diorita tonalita.
Heterogranular	Plagioclase maclada. Clinopiroxeno; pasando a anfibol. Cuarzo alotriomorfo e intersticial.	Esfena Opacos (escasos) Apatitos	Sericita Carbonatos Caolinita	La plagioclase es subidiomorfa entre la cual se desarrolla cuarzo de textura en mosaico. El metamorfismo es casi nulo.	Tonalita anhidra.
Holocristalina, porfídica seriada.	Feldespatos potásicos (ortoclase) con macías carlsbad, microclina (escasa). Feldespatos sódico-cálcicos (plagioclases), oligoclase con macías albite-carlsbad.	Muscovita piroxenos	Sericita	Matriz microcristalina compuesta por un agregado feldespático muy sericitizado. Escasa magnetita diseminada y en microvetillas - microvetillas de calcita atravesando la roca.	Porfido sienítico con alteración hidrotermal, representada por sericitita.

a PROF. J. L. BARRERA
de DR. ARIEL ECHAVARRI
*** ING. FLORENTINO MUÑOZ

INTRUSIVO GABROICO

(K m g) .

M I N E R A L O G Í A

T E X T U R A	E S E N C I A L E S	A C C E S O R I O S	S E C U N D A R I O S	O B S E R V A C I O N E S	N O M B R E
Subofítica a intersertal.	Plagioclases tabulares, euhedrales.	Leucóxeno Magnetita Uralita	Clorita Flogopita Pirita	La flogopita substituye parcialmente a las plagioclases. Rara - uralita en los intersticios, pero al contrario, en éstos abunda la clorita casi criptocristalina. La flogopita es un mineral - deutérico que se desarrolla en microcristales anfolíticos ó es- ferulíticos. La mineralización y alteración son deutéricas.	Diabasa (dolerita alterada).
Intersertal a subofítica	Plagioclases en cristales tabulares, euhedrales reemplazados parcialmente.	Hornblenda Uralita Ilmenita Apatito	Clorita Calcita Pirita Flogopita Escapolita	Las plagioclases están alterados a clorita y a veces se notan - afectados por reemplazamiento parcial de flogopita. Entre los - intersticios de las plagioclases hay cristales de hornblenda ó uralita. (actinolita) probablemente derivada de la alteración de una piroxena existente.	Diabasa (hipobasita)
Holocristalina, hipidimórfica.	Plagioclases. (labradorita-bytownita).	Máficos (diopsida-augita) Uralita	Clorita Sericita	La plagioclase está moderadamente alterada por sericita y los - máficos están en parte reabsorvidos a hematita y parcialmente - uralitizados pasando por alteración a hornblenda. Hay magnetita diseminada en la roca.	Gabro
Holocristalina, equigranular, burdamente ofítica	Plagioclase cálcica (labradorita y/o bytownita).	Máficos (olivinos y augita)			Gabro
Ofítica	Plagioclases zonadas, sódico-cálcicas (andesina y/o labradorita).	Máficos (augita-diopsida y hornblenda)	Clorita Sericita	Las plagioclases están muy alteradas a clorita-sericita.	Diabasa.
Subofítica de grano fino.	Plagioclase prismática maclada, sin zonación, clinopiroxeno incoloro prismático.	Opacos (ilmenita?) leucóxenos	Clorita Carbonato	Puede ser una facies fina de borde, de un macizo de gabros. (dioritas).	Metagabro.
Heterogranular	Plagioclase con hábito idiomorfo-subidiomorfo clinopiroxeno en cristales subidiomorfos.	Opacos (heterométricos)	Albita-Carbonato Epídota Clorita	La plagioclase está albitizada y carbonatizada, con algo de epídota sobre ellos, los clinopiroxenos tienen una textura poliquíptica. Alteración hidrotermal con clorita-albita-epídota. ---- (poca) carbonato.	Metagabro (metabasita) de grano fino
Equigranular de grano medio	Plagioclase maclada clinopiroxeno prismático	Opacos (ilmenita?) Apatitos	Clorita Epídota Carbonatos Albita	La plagioclase está muy anubarrada por sericita-arcillas, la alteración es hidrotermal de bajo grado, con clorita-albita-epídota-carbonatos.	Metagabro.
Equigranular de grano medio, algo diabásica.	Plagioclase prismática muy albitizada y anubarrada, anfíbol, clinopiroxenos, biotita-flogopita.	Apatitos (subidiomorfo)	Clorita	No quedan rastros de maclación. Anfíbol marrón anubarrado que está pasando en parte a biotita - flogopita, y a anfíbol incoloro fibroso.	Metagabro.

* PROF. J. L. BARRERA

** DR. ARIEL ECHAVARRI

*** ING. FLORENTINO MUÑOZ C.

DERRAMES ANDESITICO-BASALTICOS Y SUS

PIROCLASTOS ASOCIADOS (K s v).

M I N E R A L O G Í A		O B S E R V A C I O N E S		N O M B R E
T E X T U R A	E S E N C I A L E S	A C C E S O R I O S	S E C U N D A R I O S	
Porfídica seriada.	Plagioclasas (oligoclasa y/o andesina). Con macías combinadas albíta-carlsbad.	Opacos Diopsida	Serícita Epídota Clorita	Andesita porfídica.
Piroclástica brechoíde			Tridímíta Clorita Serícita	Brecha volcánica de composición andesítica.
Porfídica, matriz microcrística fina pilotaxítica.	Feldespatos sódico-cálcicos (plagioclasas) con macías albíta-carlsbad.	Opacos Hornblenda		Andesita porfídica.
Porfídica seriada.	Plagioclasas (andesina). Feldespato potásico.	Hornblenda Muscovita Opacos	Serícita Clorita	Andesita.
Microfídica burdamente pilotaxítica, fluidal, vesicular, amigdaloidal.	Plagioclasas microfídicas (andesina).	Opacos	Clorita	Andesita vesicular.

*** ING. GERMÁN ARRIAGA

B.- M I N E R A G R A F I A

M I N E R A G R A F í A

**

N O M B R E

O B S E R V A C I O N E S

Toba andesítico-basáltica

(K i e i)

Formando entre el 0.5 y 1 % del volumen total de la roca, se observan diseminados dos minerales: pirita y calcopirita. La pirita es finamente microcristalina, euhedral; la calcopirita es igualmente fina y subhedral. Además, se observó magnetita microcristalina subhedral igualmente diseminada.

Andesita cuárcica

(K m v v)

Existen pocos cristales subhedrales o euhedrales de magnetita diseminada en la roca, se nota la presencia de probable rutilo (alrededor del 2 %) diseminado a través de toda la superficie en forma de grupos de dos o tres diminutos cristales.

Diabasa, mineralizada

(K m g)

Se reconocieron los siguientes minerales: pirita, calcopirita, magnetita, ilmenita y titanohematita. La pirita se encuentra en pequeñas zonas o en vetillas, en forma de aglomerados de cristales euhedrales relacionados siempre espacialmente con la calcopirita, mineral que se encuentra como cristales xenomorfos cerca de los cristales de pirita, aunque a veces se observa incluída en zonas definidas dentro de algunos cristales de pirita de cristalización tardía. La magnetita es rara y representa un mineral magnético generalmente microcristalino y automorfo, la ilmenita que forma exsolución con la titanohematita parece representar una fase de cristalización deutérica, pues se le encuentra en formas aisladas, esqueletales o en configuraciones de cristales que recuerdan las microvetillas. Los bordes de la ilmenita parecen estar formados por rutilo microgranular.

Pórfido de diorita mineralizado y alterado por procesos hidrotermales.

(K s g) .

La magnetita se observa reemplazando la roca en forma de cristales subhedrales o euhedrales muy puros en su composición. La pirita mucho menos abundante, contiene ocasionales y raras exsoluciones de calcopirita microscópicas, aparentemente cristalizó después que la magnetita, pues contiene también raras microsecciones de este mineral incluídas.

** DR. ARIEL ECHAVARRI.

MINERAGRAFÍA

*

NOMBRE

OBSERVACIONES

Mena masiva

En tres secciones pulidas escogido ex-profeso del área El Encino se han obtenido las siguientes observaciones :

La mena consiste magnetita de grano fino subhedral a euhedral; aparece moderadamente porosa y hay algo de relleno en el espacio entre los granos de magnetita por ganga.

La magnetita se formó antes que la ganga porque fracturas dentro de los granos de magnetita están rellenas por minerales de ganga.

Localmente hay escasa oxidación a hematita; tanto a lo largo de los límites de los granos, como dentro de los planos de la celosía de los cristales de magnetita.

Algunas placas euhedrales de hematita (especularita) fueron encontrados dentro de vetillas microscópicas de ganga cortando la magnetita; lo cual sugieren que una pequeña cantidad de hematita se formó en una fase tardía durante el proceso de mineralización.

* HENRY LEPP, 1977.

BIBLIOGRAFIA CITADA Y COMPLEMENTARIA

- Anderson, T. H., Silver, L. T., 1969. Mesozoic magmatic events of the northern Sonora Coastal región, México: Geol Soc. Amer. V.2. No. 7 3-4, (Abc).
- Araña, V., y López, R. J., 1974. Volcanismo, p.p. 96-105. Colegio Universitario. Ediciones Itsmo, España.
- Aubouin, J., Brousse, R., Lehman, J-P., 1980. Tectónica, Tectonofísica, Morfología, Tomo III. Editorial Omega.
- Aubouin, Jean., 1977. Tethys Atlantique et Pacifique: Regard Tectonique. Bull Soc. Geol. France 1977. Min.
- Bazán, S., 1980. Metalogénesis de la Faja Estructural Mexicana. Geomimet, -- 3a. Epoca. Ene./Feb. No. 103, p.p. 65-86.
- Berner, R. A., 1970. Sedimentary Pyrite Formation, Rev. Amer. Journal of --- Sciencie (Yale University), 1, p.p. 13-23.
- Bonneau, M., 1971. Nueva Area cretácica fosilífera en Sinaloa. Bol. Soc. --- Méx., V. 32, No. 2, (1969) (71).
- Bookstrom, Arthur, A., 1977. The Magnetite Deposits of El Romeral, Chile. -- Rev. Economic Geology. Vol. 72, p.p. 1101-1130.
- Bubela, B., 1981. Banded Sulfide Ores: The Experimental Formation of Sulfide Bands in Sediments from Flowing Liquids. Rev. Economic Geology - Bull. V. No. 1., p.p. 171.
- Butler, B. S., 1923. Ferric Oxide Content of Limestone Contact Zones: Econ. Geol., Vol. 18, p. 398.
- Burt, D., and Petersen, U., 1974. Características Generales de Yacimientos - de Skarn. Soc. Geol. del Perú, p. 42-79.

- Campa, M. F., Campos, C., Oyiedo, R., 1974. La Secuencia Mesozoica, Volcánico-Sedimentaria Metamorfizada de Ixtapan de la Sal, México. *Teloloapan, Gro. Bol. Soc. Geol. Méx.*, XXXV: 7-28.
- Campa, M. F., et al, 1977. La Evolución Tectónica y la Mineralización en la Región de Valle de Bravo, México, e Iguala, Gro. A.I.M.M.G.M. *Mem. Tec. XII*, p. 143-169, México, 1977.
- Cann, J. R., and Vine, F. J., 1966. An Area on the Crest of the Carlsberg -- Ridge Petrology and Magnetic Survey, *Roy. Soc. Lond. Phil Trans.* -- Ser. A., 259 No. 1099 p.p. 198-217.
- Cann, J. R., 1969. Spilites from the Carlsberg Ridge, Indian Ocean, *J. Petroleum. 10*, p.p. 1-19.
- Clabaugh, S. E. y Mc. Howell., 1976. Volcanismo Cretácico-Cenozoico y su Relación con la Evolución Tectónica del Occidente de México. *Resúmenes III Congreso Latinoamericano de Geología, Acapulco, Gro. México.*
- Clark, F. K., Damon, D. E., Shafiqullah, M., Shutter, S. R., 1980. Magmatismo en el Norte de México en relación a los Yacimientos Metalíferos. *Geomimet. 3a. Epoca. Jul./Ago. 1980. No. 106.*
- Demant, Alain., 1979. Vulcanología y Petrografía del Sector Occidental del Eje Neovolcánico. *U.N.A.M., Inst. de Geología. Rev. Vol. 3, Número 1*, p.p. 39-57.
- Dickinson, W. R., and Seely, D. R., 1979. Structure and Stratigraphy of Forearc Regions. *The American Association of Petroleum Geologists -- Bull. V. 63. No. 1*, p.p. 2-31.
- Einaudi, M. T., Meinert, L. D., and Newberry, R. J., 1981. Skarn Deposits. - *Economic Geology. 75th Anniversary. Volume*, p.p. 317-391.
- Einaudi, M. T. and Burt, D. M., 1982. Introduction. Terminology Classification, and composition of Skarn Deposits, *Economic. Geology, Vol. 77* p.p. 745-754.
- Eugster, Hans, P., and Chou, Ming, I., 1979. A Model for the Deposition of Cornwall-Type Magnetite Deposits. *Rev. Economic Geology. Vol. 74* -- p.p. 763-744.

- Etsmo Uchida and J. Toshimichi Iigama., 1982. Physicochemical Study of Skarn Formation in the Shingama Iron-Cooper Ore Deposits of the Kamaishi, Mine, Northeastern Japan. *Economic Geology*. Vol. 77. 1982, p.p. --- 809-822.
- Flores, Teodoro., 1951. Geología, Génesis y condiciones estructurales de los Yacimientos de Fierro de México, Bol. No. 29, del I.N.I.R.M.
- Fries, C. Jr., 1960. Geología del Estado de Morelos y de Partes Adyacentes - de México y Guerrero, Región Central Meridional de México. Inst. - de Geología. U.N.A.M., Bol. 60, 236 p.
- Gómez, R. D., et al., 1961. Inventario de los Yacimientos Ferríferos de México. Publicación 3E, Consejo de Recursos Naturales no Renovables.
- Gross, A. Gordon., 1979. Metalogénesis and Precambrian Enviroment, *Rediscovery of the Earth*, p.p. 127-138. Edited by Lloyd Motz, Ph. D.
- Henson., et al., 1949. A synopsis of the Stratigraphy and Geological History of Ciprus, *Geol. Soc. Lond. Quart. J.*, 105 p.p. 1-25.
- Hickok, O. W., 1933. The Iron Deposits at Cornwall, Pa.: *Econ.*, Vol. XXVIII.
- Holser, W. T., and Schnerr, C. J., 1961. Hydrothermal Magnetite. Reprinted -- from *Geol Soc. América, Bull.* 72, p.p. 369-386.
- Huang, Ph. D. Water. T., 1968. Petrología. p.p. 307-309. Unión Tipográfica - Ed. Hispanoamericana.
- Hyndman, W. Donald., 1972. Petrology of Igneus and Metamorphic Rocks. p.p. -- 31-40. *International Series in the Earth and Planetary Sciencies* -- Mc. Graw-Hill Book Company.
- Ishihara, Shunso., 1981. The Granotoid Series and Mineralization. *Ec. Geol.* 75 Th. Anniversary Volume, p.p. 458-484.
- James, F. Luhr., and Ian, S. E. Carmicheal., 1980. The Colima Volcanic Complex, México: Part I. Post-Caldera Andesites from Volcán Colima. -- *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 71, 343-372.

- James, F. Luhr., and Ian, S. E. Carmicheal., 1981. The Colima Volcanic Complex, México: Part II Late-Quaternary Cinder Cones. Contributions to Mineralogy and Petrology. 76: 127-147.
- Jacques, Butterlin., 1977. Geologie Structurale de la Région Des Caraibes. - (Mexique-Amérique Centrale Antilles, Cordillere on Caraibe). Masson, 1977. Paris.
- Jones, A. G., 1969. Pillow Lavas as Depth Indicators. Am. J. Sci. 267, p.p. 131-195.
- Lasky, S. G., 1931. The Systems Iron Oxides: CO :CO, and Iron Oxides: H₂O: H₂ as Applied to Dimestone Contact. Deposits: Econ. Geol. Vol. 26. p. 485-495.
- Labarthe, H. G., et al., 1981. Levantamiento Geológico del Distrito Minero - El Encino, Mpio. de Pihuamo, Jalisco. Inédito.
- Leith, C. K., 1908, and Harder, E. C., Iron Springs District, Southern Utah, U. S. Geol. Surv. Bull. 338.
- López, Ramos, E., 1980. Geología de México. Tomos II y III. Segunda Edición.
- López, Héctor., 1967. Estudio Geológico-Magnetométrico del Yacimiento Ferífero La Guayabera, Mpio. de Villa Victoria, Michoacán. Bol. 72, Consejo de Recursos Naturales No Renovables.
- Mapes, Eduardo, V., et al., 1959. Los Yacimientos Feríferos de las Truchas, Michoacán. Bol. 46, Consejo de Recursos Naturales No Renovables.
- Mattauer, M., 1976. Las Deformaciones de los Materiales de la Corteza Terrestre. Ediciones Omega, S. A., Barcelona.
- Meléndez, Bermudo., 1977. Paleontología, Tomo I, Parte General de Invertebrados, 2a. Edición. Ed. Paraninfo, Madrid, España.
- Moore, E. M., 1969. Petrology and Structure of the Vourinos Ophiolite Complex of the Northern Greece. Geol. Soc. Am. Spec. Paper. 118, 74 -- p.p.

- Moore, E. M., and Vine, F. J., 1971. The Troodos Massif, Cyprus, and other Ophiolites as Oceanic Crust, Evaluation and Applications, Phil. ---- Trans. Roy. Soc. Lond. Ser. 268, p.p. 443-466.
- Moore, J. G., 1965. Petrology of Deep-Sea Basalt Near Hawaii. Am. J. Sci. -- 263, p.p. 40-52.
- Moore, et al., 1970. Pillow Lava in a Historic Lava Flow from Hualalai Volcano, Hawaii. J. Geol. 78, p.p. 239-243.
- Morey, G. W., 1917. The Ternary System $H_2O - K_2SiO_3 - SiO_2$: Jour Am. Chem. Soc. Vol. 39, p.p. 1173-1229.
- M. J., 1963. Area Norte de Tomatal, Huitzuco y Maganolón, Bolívar, p-12. Inédito.
- Ontiveros, T. G., 1973. Estudio Estratigráfico de la Porción Noroccidental - de la Cuenca de Morelos-Guerrero. Bol. Asoc. Mex. de Geol. Petr. -- Vol. XXV. Nos. 4-6.
- Ortega, G. F., 1976. Los Complejos Metamórficos del Sur de México y su significado Tectónico. III Congreso Latinoamericano de Geología. Acapulco, Gro. (Resumen).
- Ortega, G. F., Vélez, P. R., Zúñiga, Y., Flores, S., 1979. Una Secuencia Volcánico-Plutónica-Sedimentaria Cretácica en el Norte de Sinaloa; ¿Un Complejo Ofiolítico ? Universidad Nacional Autónoma de México. Inst. Geol. Revista, Vo. 3. No. 1, p. 1-8.
- Pantoja, A. J., Estrada, B. S., Alencaster, G., 1973. Estratigrafía del Cretácico Inferior de la Mina El Encino, Municipio de Pihuamo, Jalisco. Inédito.
- Park, C. F., Jr., 1972. The Iron Ore Deposits of the Pacific. Basin. Rev. -- Economic Geology. Vo. 67, p.p. 339-349.
- Park, C. F., and Mc. Diarmid, A. Roy., 1975. Ore Deposits. W. H. Freeman and Company, San Francisco.

- Pettijohn, F. J., 1957. Sedimentary Rocks. Second Edition. Harper & Row.
- Raisz, E., 1964. "Landforms of México". Map Prepared for the Geography ---- Branch of the Office of Naval Research. Second Correcter Edition. Cambridge, Mass., Escala 1:3000,000.
- Ranguin, C. y Córdova, D. A., 1976. Extensión de la Cuenca cretácica Chihuahuense en Sonora Septentrional y sus Deformaciones. Resúmenes del III Congreso Latinoamericano de Geología, Acapulco, Gro. México.
- Reyes, Serna, V., 1964. Estudio Geológico-Económico sobre los Yacimientos - Ferríferos en Almagres, Municipio de Sayula, Veracruz. Bol. 66, -- Consejo de Recursos Naturales No Renovables.
- Rose, W. Arthur., and Burt, M. D., 1979. Hydrothermal Alteration. Geochemistry of Hidrothermal ore Deposits. 2nd. Edition. p.p. 173-227. Edited by Hubert Lloyd Barmes.
- Ruíz Vázquez, M., y Zavala, Morales, J., 1979. Manual de Diseño de Obras Civiles, C.F.E., Instituto de Investigaciones Eléctricas. Geotecnia B. 1.3. p. 53.
- Salas, Guillermo, P., 1972. Procesos Metalogenéticos y su Correlación con - otros Eventos Geológicos. Publicación 19E, Consejo de Recursos Naturales No Renovables.
- Salinas, P. J. C., y Ramírez, E. J., 1980. Las Capas Rojas del Cretácico en la Región de la Montaña de Guerrero, México. V. Convención Geológica Nacional. Resumen, p. 112-113.
- Selley, C. R., 1958. Medios Sedimentarios Antiguos. Ediciones. H. Blume.
- Servais, M. et al., 1982. Estudio de Rocas Básicas y Ultrabásicas de Sinaloa y Guanajuato: Postulación de un Paleogolfo de Baja California y de una Digitación tethysiana en México Central. Geomimet, 3a., - Epoca, Ene./Feb., 1981, No. 115.
- Sillitoe, R. H., 1981. Ore Deposits in Cordillera and Island Arc Settings. Relations of Tectonics to Ore Deposits in the Southern Cordillera. Edited by William R. Dickinson and William D. Payne. Arizona Geological Society Digest, Volume XIV.

Scientific Communications., 1979. Petrographic Observations on Magnetite. Deposit at Michdonovan, Central Irán. Rev. Economic Geology. Vol. 74, p.p. 1455-1510.

Shimazaki, Hideiko., 1981. Skarns Deposits and Related Acid Igneous Activities. Editado por: Dirección de Minería, Geología y Energéticos. - Gobierno del Estado de Sonora.

Snyder, G. L., Fraser, G. D., 1963. Pillow Lavas. Part. I: Intrusive Layered Lava Pods and Pillowed Lavas, Unalaska Island, Alaska; Part. - II: A Review of selecter recent literature, U. S. Geol. Surv. Prof. Paper 454-B, C., p.p. B-1, B-23, C-1, C-7.

Stanton, R. L., 1972. Ore Petrology. Mc-Graw Hill International Series in - the Earth and Planetary Sciencies, p.p. 612-667.

Streckeinsen, A., 1973. Clasificación de Rocas Igneas. Rev. Geotimes. Oct. p.p. 34-35.

Swanson, E. R., Keizer, R. P., Lyons, I. J., and Clabaugh, S. E., 1978. Geol. Soc. Tertiary Volcanism and Caldera Development Near Durango City, Sierra Madre Occidental, México. Geol. Soc. Amer. Bull. V. 89, p. 1000-1012.

Tardy, Marc., 1977. Essai Sur la Reconstitution de l'evolution Paleogeographique et Structurale de la Partie Septentrionale du Mexique on -- Cours du Mesozoique et du Cenozoique. Bull. Soc. Geol. France 1977 (7). T, XIX, M 6 P (1297-1308).

Thayer, 1969. Peridotite-Gabro Complexes as Keys to Petrology of Midoceanic. Rodges Geol. Soc. Am. Bull. 80, p.p. 1515-1522.

Vera, Campo, M., 1981. Nuevos Esquemas de Clasificación Petrográfica para - Rocas Igneas. Rev. Minero Noticias. Núm. 59, Año 5, Feb. 1981., -- p.p. 1-13.

Verkaerem, J., and Bartholomé, P., 1979. San Leone Magnetite, Skarn Deposits, Sardina. Rev. Economic Geology Vol. 74, p.p. 54-66.

Vines, and Moores., 1969. Pelomagmatic Results for the Troodos Igneous Massif, Cyprus (Abs), AM. Geophys. Unión Trans., 50, p. 131.

Von Eckerman, H., 1923. The Rocks and Contact Minerals of Temberg: Geol. - For. Forhand. Vol. 45, p. 465.

Williams, H., Turner, J. F., Gilbert, M. C., 1969. Petrografía. Compañía - Editorial Continental, S. A., p.p. 106-126.

Winkler, H. G. F., 1978. Petrogenésis de Rocas Metamórficas. H. Blume. Ediciones. Rosario., Madrid, España. p.p. 52-58.



BIBLIOTECA
Depart. Geología
Escuela de Ingenieros
FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA