

243



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



"PROSPECCION GEOLOGICO MINERA DEL
PROYECTO SAN FERNANDO, MPID. DE
TAMAZULA, DGO."

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A :
MARVIN J. BENITEZ ORTIZ

MEXICO, D. F.

1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PROSPECCION GEOLOGICO MINERA DEL PROYECTO
SAN FERNANDO, MUNICIPIO DE TAMAZULA, DGO.

	RESUMEN,	PAG. 4
I.-	INTRODUCCION	7
	1.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO	11
	1.2.- TRABAJOS PREVIOS	12
	1.3.- METODO DE TRABAJO	14
II.-	GEOGRAFIA,	16
	II.1.- LOCALIZACION	17
	II.2.- VIAS DE COMUNICACION	18
III.-	FISIOGRAFIA,	19
	III.1.- PROVINCIA FISIOGRAFICA	20
	III.2.- OROGRAFIA	22
	III.3.- HIDROGRAFIA	24
IV.-	GEOLOGIA,	25
	IV.1.- GEOLOGIA REGIONAL	26
	IV.2.- GEOLOGIA LOCAL	32
	IV.3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL	41
	IV.4.- HISTORIA GEOLOGICA	43

V.- PROSPECCION MINERA.	47
V.1.- INTRODUCCION	48
V.2.- GUIAS LITOLOGICAS	49
V.3.- GUIAS MINERALOGICAS	51
V.4.- GUIAS ESTRATIGRAFICAS	55
VI.- YACIMIENTOS MINERALES.	56
VI.1.- PARAGENESIS	57
VI.2.- ESTRUCTURA DE LA MINERALIZACION	60
VI.3.- ROCA ENCAJONANTE	61
VI.4.- HIPOTESIS GENETICA	62
VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	64
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFIA	68
APENDICES	73
PLANOS E ILUSTRACIONES	73

RESUMEN

RESUMEN.

SE LLEVÓ A CABO UNA PROSPECCIÓN MINERA DE LA SUPERFICIE EN EL ÁREA DE SAN FERNANDO, MUNICIPIO DE TAMAZULA, EDO. DE DURANGO. ESTA PROSPECCIÓN FORMA PARTE DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR EL CONSEJO DE RECURSOS MINERALES CON EL PROPÓSITO DE INCREMENTAR LA RIQUEZA MINERA DEL PAÍS.

UNO DE LOS OBJETIVOS PRINCIPALES FUE EL DE PRECISAR LAS -- GUÍAS QUE AYUDEN A LA LOCALIZACIÓN DE UN YACIMIENTO MINERAL DEL MISMO TIPO.

DESDE EL PUNTO DE VISTA REGIONAL, LA ZONA SE ENCUENTRA COMPRENDIDA DENTRO DE UN GRAN INTRUSIVO DE DIMENSIONES BATOLÍTICAS DE NATURALEZA GRANODIORÍTICA.

LA REGIÓN PERTENECE A LAS PROVINCIAS FISIGRÁFICAS DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL Y DE LAS SIERRAS SEPULTADAS (ERWIN RAISZ--- 1959) PRESENTA UN RELIEVE BASTANTE ESCARPADO.

LA EDAD PROBABLE DE LAS ROCAS MÁS ANTIGUAS EN EL ÁREA, ES EL CRETÁCICO Y CORRESPONDE A UN BASAMENTO QUE ESTÁ REPRESENTADO POR GRANODIORITAS.

DEBIDO A UNA SERIE DE ACOMODOS TECTÓNICOS SURGEN LOS EMPLAZAMIENTOS DE LAS ROCAS DE TIPO GRANITO-CUARZOMONZONITA; QUE SON LAS ROCAS ENCAJONANTES DE LA MINERALIZACIÓN.

CON EL RESULTADO DE UN DESPRENDIMIENTO ÁCIDO DE LAS ROCAS MENCIONADAS, SE DA ORIGEN A UNA ETAPA PNEUMATOLÍTICA, ACOMPAÑADA POR UNA MINERALIZACIÓN EN LA QUE SE ENCUENTRAN ORO, PLATA, PLOMO, ZINC Y COBRE.

AL EMPLAZAMIENTO DE LOS CUERPOS CUARZO-MONZONÍTICOS-GRANÍTICOS VIENE GENERALMENTE ASOCIADO A UNA SERIE DE DIQUES DE DIVERSA COMPOSICIÓN. DE ESTA MANERA SE TIENEN LOS SATÉLITES FILONIANOS, REPRESENTADOS POR UNA SECUENCIA DE ROCAS APLÍTICAS MICRO-CUARZOMONZONITAS Y MICRODIORITAS.

POSTERIORMENTE SE PRESENTA UN DINAMOMETAMORFISMO QUE DA COMO RESULTADO UNA SERIE DE ROCAS MILONITIZADAS EN LAS QUE LA EPIDOTIZACIÓN ES LA ALTERACIÓN MÁS REPRESENTATIVA.

DESDE EL PUNTO DE VISTA FISIOGRÁFICO EN LA REGIÓN ESTUDIADA, LA MAYOR CONCENTRACIÓN DE MINERALES SE ENCUENTRA ALOJADA EN LOS LUGARES MÁS ELEVADOS.

LAS GUÍAS LITOLÓGICAS MÁS IMPORTANTES DE LA MINERALIZACIÓN SON: GREISEN, PNEUMATOLÍTAS Y GRANITOS CALCOALCALINOS - CUARZOMONZONITAS.

DENTRO DE LAS GUÍAS MINERALÓGICAS POR ORDEN DE IMPORTANCIA SE TIENE: LA TURMALINIZACIÓN, EPIDOTIZACIÓN Y LA ARGILITIZACIÓN.

CON RESPECTO A LA ESTRUCTURA DE LOS DEPÓSITOS MINERALIZA--

DOS, EXISTEN DISEMINACIONES EN GREISENES, PNEUMATOLITAS Y MILONITAS ASÍ COMO VETAS CON TENDENCIA LENTICULAR O STOCKWORKS.

CON LOS ESTUDIOS GEOLÓGICO-MINEROS EFECTUADOS EN LA REGION, SE DETERMINÓ QUE ÉSTA, FORMA PARTE DE LA FRANJA METALOGÉNICA AURÍFERA DEL OCCIDENTE MEXICANO, EN LA QUE EXISTE UN GRAN NÚMERO DE ESTRUCTURAS MINERALIZADAS. OTROS EJEMPLOS SE TIENEN EN LAS ÁREAS DE LA TOCAYA, EL MELONCITO Y EL INFIERNILLO; POR LO TANTO, SERÍA MUY RECOMENDABLE EFECTUAR EN ESAS ÁREAS UN MAPEO DE LAS ALTERACIONES ASÍ COMO UNA SERIE DE TRABAJOS DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA PARA PODER DETERMINAR LAS EVENTUALES CONCENTRACIONES DE MINERALIZACIÓN PUESTO QUE EN EL ÁREA SE ENCONTRARON VALORES QUE PUEDEN SER EXPLOTADOS EN LA ACTUALIDAD CON RENDIMIENTO ECONÓMICO.

CAPITULO I

INTRODUCCION

LAS ACTUALES CONDICIONES DEL PAÍS EXIGEN DE MANERA IMPERIOSA EL INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES QUE PERMITAN MODERAR DE ALGUNA MANERA LOS CAMBIOS DESFAVORABLES EN SU ECONOMÍA - OCURRIDOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.

EN ESTE SENTIDO, EL ORO APARECE COMO EL METAL QUE PUEDE CUBRIR, POR LO MENOS EN PARTE, LAS APREMIANTES NECESIDADES QUE ABRUMAN LA SITUACIÓN ECONÓMICA DE MÉXICO.

DE ACUERDO CON LO ANTERIOR, EL CONSEJO DE RECURSOS MINERALES TIENE UN PROGRAMA DE PROSPECCIÓN MINERA DE DIVERSAS ZONAS CON EL OBJETO DE INCREMENTAR LAS RESERVAS DISPONIBLES DEL MENCIONADO METAL.

PARA LLEVAR A CABO ESTE COMETIDO DE LA MANERA ÓPTIMA POSIBLE, LA INSTITUCIÓN HA ELEGIDO ÁREAS EN EL OCCIDENTE - DE MÉXICO.

UNA DE LAS ZONAS SELECCIONADAS FUE

EL ÁREA DE SAN FERNANDO DEL MUNICIPIO DE TAMAZULA EN EL ESTADO DE DURANGO, EN LA QUE SE PROGRAMARON EVENTOS QUE PERMITAN DEFINIR ÁREAS PROPICIAS PARA LA EXPLORACIÓN DIRECTA Y EN SU CASO PARA UNA EVALUACIÓN DEL DEPÓSITO MINERALIZADO.

LA ZONA DE SAN FERNANDO FUE SELECCIONADA ENTRE OTRAS CARACTERÍSTICAS, POR SUS CONDICIONES METALOGÉNICAS FAVORABLES COMO SON SU POSICIÓN EN RELACIÓN CON LA DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE DEPÓSITOS MINERALIZADOS Y SU ASOCIACIÓN LITOLÓGICA.

ESTA LOCALIDAD DEL PAÍS ES TRADICIONALMENTE AURÍFERA ABUNDAN LOS DISTRITOS MINEROS CON ALTA PRODUCCIÓN DE ESTE METAL; POR TANTO, LA REGIÓN PUEDE SER CONSIDERADA COMO UN ÁREA DE VOCACIÓN AURÍFERA (ROUTHIER 1980).

EL PRESENTE ESTUDIO REALIZADO SE FUNDAMENTÓ EN EL DESARROLLO DE PROSPECCIÓN MINERA AURÍFERA, CON EL OBJETO DE ESTABLECER UNA SERIE DE CRITERIOS GEOLÓGICOS DE EXPLORACIÓN QUE PERMITIERAN DE-

FINIR LAS POSIBILIDADES ECONÓMICO-MINEROS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZOS, DE ESTA FORMA SE HAN TRATADO DE DEFINIR TODAS LAS GUIAS SUPERFICIALES DE MINERALIZACIÓN QUE PUEDEN SER DETERMINANTES EN LA PROSPECCIÓN MINERA DEL DISTRITO.

POSTERIORMENTE SE TRATARÁ DE HACER UNA COMPARACIÓN DE LO QUE SE HA ENCONTRADO EN LA SUPERFICIE CON LOS YACIMIENTOS MINERALES A PROFUNDIDAD.

1.1.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

Los yacimientos conocidos como PNEUMATOLÍTICOS o de "DES-
PRENDIMIENTO ÁCIDO" POR ESTAR ALQUAJADOS EN LA VECINDAD INMEDIATA DE -
ROCAS "ÁCIDAS" TALES COMO GRANITOS-CUARZOMONZONITA (ROUTHIER 1963, -
FERSMAN 1931) O PNEUMATOLITAS "SENSU STRICTU" (SHNEIDERHON) SON BAS-
TANTE COMUNES EN EL OCCIDENTE MEXICANO; MUCHOS DE ESTOS DEPÓSITOS --
CONTIENEN ASOCIACIONES POLIMETÁLICAS (Pb-Zn-Ag-Cu) AURÍFERAS O BIEN
SON DEPÓSITOS NETAMENTE AURÍFEROS. EN TALES CONDICIONES, ES NECESA-
RIO INSTRUMENTAR DE UNA MANERA ADECUADA LA PROSPECCIÓN MINERA PARA -
ESTE TIPO DE DEPÓSITOS. POR TANTO, EL OBJETIVO ESENCIAL DEL PRESEN-
TE TRABAJO CONSISTE EN DETERMINAR LOS DIFERENTES TIPOS DE GUIAS MINE-
RALÓGICAS, LITOLÓGICAS, ETC) EN LA SUPERFICIE DEL DISTRITO MINERO DE
SAN FERNANDO. EN ESTA FORMA SE PODRÁN APLICAR LOS CRITERIOS DETERMI-
NADOS EN LA EXPLORACIÓN REGIONAL DE LOS YACIMIENTOS DEL MISMO TIPO.

1.2.- TRABAJOS PREVIOS.

EN EL ÁREA DE SAN FERNANDO SE RECONOCIÓ UNA MINA ABANDONADA; EN LAS INMEDIACIONES DE ESTA OBRA, PUDIERON SER OBSERVADAS ALGUNAS INSTALACIONES, TANTO DE UNA PLANTA COMO DE UNA FUNDICIÓN QUE DATAN DE FINES DEL SIGLO PASADO Y PRINCIPIO DEL PRESENTE.

ESAS INSTALACIONES ERAN OPERADAS POR LA FERNANDO MINING COMPANY, LA CUAL EXPLOTABA MINERALES DE ORO, PLATA Y COBRE.

EN EL AÑO DE 1974, EL ENTONCES CONSEJO DE RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES, REALIZÓ RECONOCIMIENTOS GEOLÓGICOS EN UNA LOCALIDAD CERCANA A LA RANCHERÍA DE SAN FERNANDO. CON BASE EN EL INTERÉS MINERO QUE INICIALMENTE SE RECONOCIÓ EN ESTA LOCALIDAD; SE PROGRAMÓ LA REALIZACIÓN DE UNA SERIE DE EXPLORACIONES QUE TUVIERON UNA DURACIÓN PROMEDIO DE SEIS MESES.

SE PUDO CONSTATAR LA IMPORTANCIA DEL PROSPECTO DE SAN FERNANDO Y SE CONSIDERÓ COMO UN SECTOR DE GRAN VALOR POTENCIAL. ESTA INFORMACIÓN SE VACIÓ EN EL INFORME INÉDITO INTITULADO "PROYECTO DE EXPLORACIÓN EN LA ZONA AUROCUPRÍFERA DE SAN FERNANDO MPTO. DE TAMAZU LA EDO. DE DURANGO.

PARA PODER GARANTIZAR LA INVERSIÓN REALIZADA EN LA EXPLORACIÓN MINERA, SE SOLICITÓ LA INCORPORACIÓN PROVISIONAL DE LAS RESERVAS MINERAS NACIONALES EN UNA SUPERFICIE DE 175 Km² UBICADOS EN LOS

LÍMITES DE LOS ESTADOS DE SINALOA Y DURANGO.

LA ZONA DE SAN FERNANDO FUE INCORPORADA OFICIALMENTE A LAS RESERVAS NACIONALES SEGÚN UN ACUERDO DE LA SECRETARÍA DEL PATRIMONIO NACIONAL, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL EL 29 DE ENERO DE 1975.

1.3.- METODO DE TRABAJO

EL TRABAJO REALIZADO EN EL ÁREA DE ESTUDIO FUE EL SIGUIENTE:

EN PRIMER LUGAR SE LLEVÓ A CABO LA RECOPIACIÓN DE DATOS --- EXISTENTES DEL ÁREA Y AL MISMO TIEMPO UNA INTERPRETACIÓN DE LAS FOTOGRAFÍAS AÉREAS CON EL OBJETO DE TENER UNA PRIMERA VALORIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LUGAR.

POSTERIORMENTE, SE EFECTUÓ UN LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO POR MEDIO DE CAMINAMIENTOS SISTEMÁTICOS DENTRO DE LA ZONA DE TRABAJO, MISMOS QUE SE APOYARON CON VERIFICACIONES FOTOGEOLOGICAS Y SE OBTUVIERON ALREDEDOR DE 250 MUESTRAS DE MANO QUE FUERON TOMADAS TANTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ROCAS COMO EN LAS INMEDIACIONES DE CONTACTOS, ALTERACIONES Y MINERALIZACIÓN.

UNA VEZ SELECCIONADAS LAS MUESTRAS OBTENIDAS, SE PROCEDIÓ A LA ELABORACIÓN DE LAS LÁMINAS Y DE LAS SUPERFICIES PULIDAS. DESPUÉS - SE EFECTUARON LOS ESTUDIOS PETROGRÁFICOS Y MINERAGRÁFICOS EN DONDE FUERON DETERMINADOS LOS DIFERENTES TIPOS DE ROCAS Y ALTERACIONES ASÍ COMO DATOS PARAGENÉTICOS. EN ALGUNOS CASOS HUBO NECESIDAD DE HACER PRECISIONES EN LA MINERALOGÍA DE MENA Y GANGA, PARA LO CUAL SE RECURRIÓ A LA MICROSONDA ELECTRÓNICA.

FINALMENTE SE PROCEDIÓ A LA INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA, MISMA QUE FUE VACIADA EN LOS PLANOS RESPECTIVOS, A PARTIR DE

LAS CUALES SE PROPUSIERON BLANCOS DE EXPLORACIÓN COMO ZONAS FAVORABLES Y OBRAS DIRECTAS.

CAPITULO II

GEOGRAFIA

II.1.- LOCALIZACION

EL ÁREA DE ESTUDIO EN EL PROYECTO SAN FERNANDO SE ENCUENTRA UBICADA DENTRO DEL MUNICIPIO DE TAMAZULA EN EL NOROESTE DEL ESTADO DE DURANGO, EN LOS LÍMITES CON EL ESTADO DE SINALOA. (FIG. No.1).

LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS CORRESPONDIENTES SON: $25^{\circ} 18' - 54'$ Y $25^{\circ} 19' 27''$ DE LATITUD NORTE Y $107^{\circ} 04' 34''$ Y $107^{\circ} 05' 00''$ DE LONGITUD OESTE RESPECTO AL MERIDIANO DE GREENWICH.

LA LOCALIZACIÓN SE PUEDE EFECTUAR EN LAS HOJAS EDITADAS POR LA SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO (ANTES DETENAL) ESCALA -- 1:50,000, DENOMINADAS: QUEBRADA COPALQUIN G.13C-33 (PARTE SE) Y ---- SIERRA DE CHANTECO G.13C-43 (PARTE NE).

II.2.- VIAS DE COMUNICACION

EL CAMINO MÁS ADECUADO PARA LLEGAR A LA ZONA DE ESTUDIO CONSISTE DE UNA CARRETERA PAVIMENTADA QUE PARTE DE LA CIUDAD DE CULIACÁN HACIA TIERRA BLANCA; EN ESTA LOCALIDAD EMPIEZA UN CAMINO DE TERRACERÍA QUE PASA POR EL POBLADO DE TEPUCHE Y LAS RANCHERÍAS DE TEPUCHITO, MOLO VIEJO, PASO DEL NORTE, BAGRESITOS, EL ABASITO, LA HIGUERITA, EL GUAYABITO, SAN CAYETANO, JUNTAS DE SAN IGNACIO, EL SAUZ Y ENCINOS GORDOS, HASTA LLEGAR A LOS LÍMITES GEOGRÁFICOS ENTRE LOS ESTADOS DE SINALOA Y DURANGO.

DE LA DIVISIÓN GEOGRÁFICA ENTRE LOS ESTADOS DE SINALOA Y DURANGO, POR EL MISMO CAMINO Y APROXIMADAMENTE A 4 KILÓMETROS SE ENCUENTRA LA RANCHERÍA DE LA SOLEDAD. POSTERIORMENTE, EL CAMINO SIGUE EL CURSO DEL RÍO SAN JOSÉ, EN UNA DISTANCIA DE 10 KILÓMETROS, INTRANSITABLES EN ÉPOCAS DE Lluvias. SE CONTINÚA POR EL MISMO CAMINO DE TERRACERÍA QUE SE ALEJA DEL RÍO MENCIONADO HASTA EL POBLADO DEL "BARCO" -- UBICADO EN LAS MÁRGENES DEL RÍO HUMAYA; PARA CRUZAR ÉSTE SE HACE POR MEDIO DE UNA PANGA Y 5 KILÓMETROS ADELANTE SE ENCUENTRA LA RANCHERÍA DE EL MELÓN QUE ES EL LÍMITE INFERIOR DEL ÁREA.

YA EN LA ZONA DE ESTUDIO A 7 KILÓMETROS AL NORESTE ESTÁ UBICADO EL CAMPAMENTO, AL CUAL ES FÁCIL DESPLAZARSE DEBIDO A QUE EXISTEN MÁQUINAS TRABAJANDO EN LAS MINAS VECINAS QUE MANTIENEN EN BUENAS CONDICIONES LOS CAMINOS DEL LUGAR.

CAPITULO III

FISIOGRAFIA

III.1.- PROVINCIA FISIOGRAFICA.

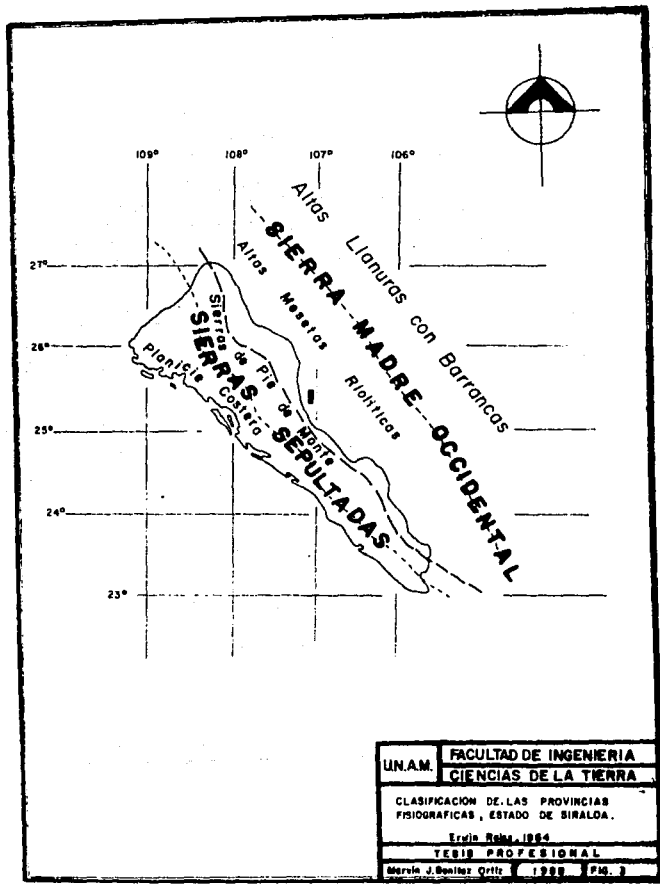
DE ACUERDO CON LA CLASIFICACIÓN DE LAS PROVINCIAS FISTOGRÁFICAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA (RAISZ 1959) EL ÁREA DE ESTUDIO SE ENCUENTRA UBICADA EN EL BORDE W DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL DENTRO - DE LA SUBPROVINCIA DE ALTAS MESETAS RIOLÍTICAS, (FIG. NÚMERO 2).

DENTRO DE LA PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL SE ENCUENTRAN LAS SUBPROVINCIAS DE "ALTAS MESETAS RIOLÍTICAS" Y ALTAS LLANURAS CON BARRANCAS QUE PRESENTAN UNA ANCHURA VARIABLE DE 20 A 50 KI. LÓMETROS Y UN PROMEDIO DE ELEVACIÓN QUE VARÍA DE 2000 A 2400. MSNM.- (FIG. NÚMERO 3).

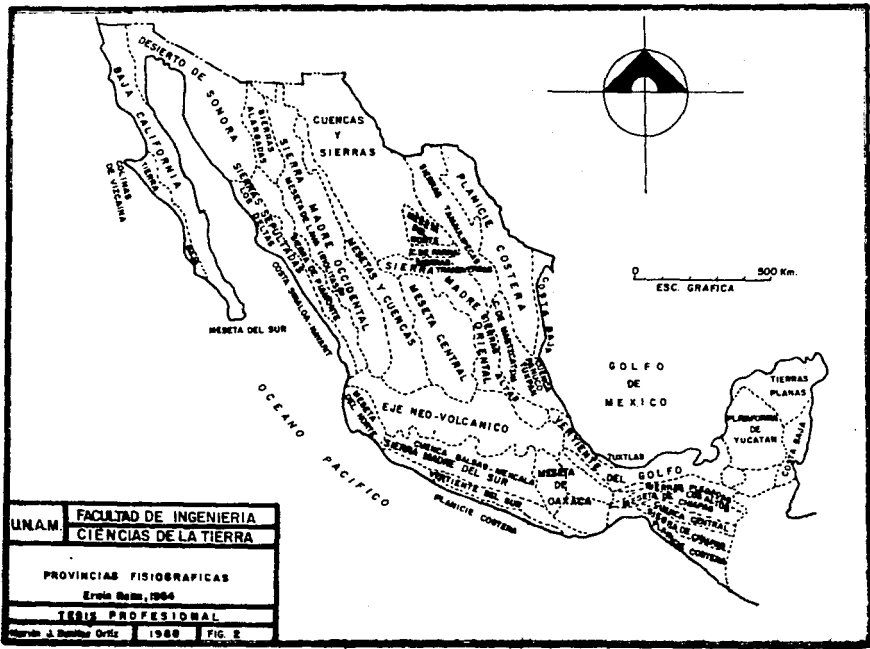
LA MAYORÍA DE LAS MESETAS, SE ENCUENTRAN CON LIGERAS ONDULACIONES E INCLINACIONES Y ESTÁN CORTADAS POR PROFUNDOS CAÑONES CUYA DIRECCIÓN PREFERENCIAL ES HACIA EL OESTE. ESTÁN FORMADAS POR ROCAS VOLCÁNICAS DE COMPOSICIÓN CALCOALCALINA EN LA BASE, ÁCIDAS EN LA CIMA Y ALGUNOS DERRAMES BASÁLTICOS AISLADOS, COMO VULCANISMO FINAL.

LA PROVINCIA FISIOGRAFICA DE LAS SIERRAS SEPULTADAS SE EXTIENDE EN FORMA PARALELA A LA COSTA DEL PACÍFICO; SU ANCHURA VARÍA - DESDE LOS 50 A LOS 100 KILÓMETROS; ESTÁ FORMADA POR DOS SUBPROVINCIAS DE LAS CUALES SÓLO LA DE PIE DE MONTE SE LOCALIZA EN LA PARTE OCCIDENTAL DE LA ZONA Y COMPRENDE LAS MONTAÑAS QUE PARCIALMENTE ESTÁN SEPULTADAS POR DETRITOS PROVENIENTES DE LA EROSIÓN DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL. SUS CORDILLERAS SON IRREGULARES; SÓLO ALGUNOS CERROS AISLA-

DOS DEFINEN LOS CAÑONES, LOS CUALES ESTÁN ASOCIADOS ESTRUCTURALMENTE
A UN SISTEMA DE FALLAS NORMALES CON RUMBO GENERAL N41-SE.



UN.A.M.	FACULTAD DE INGENIERIA
	CIENCIAS DE LA TIERRA
CLASIFICACION DE LAS PROVINCIAS FISIOGRAFICAS, ESTADO DE SINALOA.	
Ervin Robles, 1964	
TESIS PROFESIONAL	
Maria J. Sanchez Ortiz	1988 PAG. 3



UNAM.	FACULTAD DE INGENIERIA
	CIENCIAS DE LA TIERRA
PROVINCIAS FISIOGRAFICAS	
Erolis Ruiz, 1964	
TESIS PROFESIONAL	
Marcelo J. Benítez Ortiz	1988 FIG. 2

III.2.- OROGRAFIA

COMO YA SE VIÓ, LA ZONA DE ESTUDIO SE ENCUENTRA UBICADA DENTRO DE LA SUBPROVINCIA DE ALTAS MESETAS RIOLÍTICAS.

EL PAISAJE FISIGRÁFICO QUE PRESENTA LA REGIÓN ESTÁ CONSTITUIDO PRINCIPALMENTE POR SIERRAS ALARGADAS, LAS CUALES PRESENTAN UNA TOPOGRAFÍA MUY ABRUPTA Y UNA MARCADA ORIENTACIÓN QUE VA DEL NOROESTE AL SUROESTE.

HACIA EL NORTE SE ENCUENTRAN LOS CERROS DEL CHANTECO Y LA CUMBRE, CONSTITUIDOS POR DERRAMES VOLCÁNICOS Y CUYAS ELEVACIONES SON CERCANAS A LOS 3,000 METROS SNM.

AL NORESTE SE ENCUENTRA LA SIERRA DE LA MOHINORA LA CUAL ES LA MÁS CERCANA AL ÁREA DE ESTUDIO Y PRESENTA ELEVACIONES SUPERIORES A LOS 2,000 METROS SNM.

AL SURESTE SE ENCUENTRA LA SIERRA DE TEPEHUANES CUYAS ELEVACIONES SON SUPERIORES A LOS 2,500 METROS SNM, Y ESTÁ CONSTITUIDA POR ROCAS VOLCÁNICAS Y DISECTADA POR PROFUNDOS CAÑONES, QUE EN ALGUNOS LUGARES ESTAS PROFUNDIDADES SON CERCANAS A LOS 2,000 METROS.

SIN EMBARGO, LAS ELEVACIONES MÁS SOBRESALIENTES SE ENCUENTRAN AL ESTE (SUBPROVINCIA DE ALTAS LLANURAS CON BARRANCAS) YA QUE SON SUPERIORES A LOS 3,100 METROS SNM.

AL OESTE, LAS ELEVACIONES TIENEN UN PROMEDIO DE LOS 2.500 METROS SNM, Y VAN DISMINUYENDO GRADUALMENTE YA QUE SE VAN ACERCANDO A LA PLANICIE COSTERA.

III.3.- HIDROGRAFIA.

LA ZONA DE SAN FERNANDO CORRESPONDE A LA VERTIENTE HIDROGRÁFICA DEL OCEANO PACÍFICO, LA CUAL ESTÁ CONSTITUIDA POR UNA SERIE DE CORRIENTES DE TIPO DENDRÍTICO QUE SON INTERMITENTES LA MAYOR PARTE DEL AÑO.

EXISTE UNA SERIE DE ARROYOS TALES COMO EL DE OTATILLOS LA LEONA, SAN FERNANDO, DE LA HIGUERITA, SAN JOACHIN Y TACUITAPA, LAS CUALES DRENAN SUS AGUAS AL RÍO HUMAYA. ESTE RÍO NACE EN EL MUNICIPIO DE GUANACEVÍ Y RECIBE UN APORTE MUY IMPORTANTE DE LOS RÍOS COLORADO Y LOBOS.

EL RÍO COLORADO TIENE SU ORIGEN EN LA SIERRA DE MOHINORA, LOCALIZADA HACÍA EL NOROESTE DEL ÁREA Y EL RÍO LOBOS EN EL SURESTE DE LA SIERRA DE TEPEHUANES.

LAS AGUAS DEL RÍO HUMAYA SE ALMACENAN EN LA PRESA ADOLFO LÓPEZ MATEOS CUYO OBJETIVO PRINCIPAL ES LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ASÍ COMO EL CONTROL DE AVENIDAS Y RIEGO AGRÍCOLA EN LA REGIÓN. DESPUÉS CONTINÚA SU CURSO, PASANDO POR LA CIUDAD DE CULIACÁN HASTA LLEGAR A DESEMBOCAR EN EL OCEANO PACÍFICO.

EXISTEN OTRAS CORRIENTES DE MENOR IMPORTANCIA QUE TAMBIÉN DRENAN SUS AGUAS HACÍA EL RÍO HUMAYA ASÍ COMO A LAS PLANICIES QUE COLINDAN CON LOS ALREDEDORES DE LOS PEQUEÑOS POBLADOS CERCANOS A LA CIUDAD DE CULIACÁN.

CAPITULO IV

IV.- 1.- GEOLOGIA REGIONAL.

A.- ESTRATIGRAFIA

PRECAMBRICO

LAS ROCAS DEL PRECAMBRICO ESTÁN LOCALIZADAS HACIA EL NORESTE DEL ESTADO DE SINALOA MUY CERCA DE LOS LÍMITES CON EL ESTADO DE SONORA. EN ESTE DOMINIO AFLORAN ROCAS METAMÓRFICAS DE ALTO GRADO -- CORRESPONDIENTES AL DENOMINADO COMPLEJO SONOBARI (DE CSERNA 1962).

EL COMPLEJO SONOBARI SE ENCUENTRA CONSTITUIDO POR GNEISS - CUARZOFELDSPÁTICO DE MUSCOVITA Y BIOTITA. ESTAS ROCAS HAN SIDO INTERCALADAS CON ANFIBOLITAS, PEGMATITAS DEFORMADAS Y MIGMATITAS DERIVADAS DE ROCAS SEDIMENTARIAS ARCILLO-ARENOSAS CON POSIBLES INTERCALACIONES DE LAVAS BÁSICAS LAS CUALES HAN SUFRIDO POR LO MENOS DOS EVENTOS DE METAMORFISMO.

NO HA SIDO POSIBLE PRECISAR LA EDAD DE ESTAS ROCAS, PUESTO QUE LOS ESTUDIOS RADIOMÉTRICOS POR EL MÉTODO DE K-AR ARROJARON RESULTADOS QUE HAN DADO MARGEN A CIERTAS CONFUSIONES. (Mc DOWELL Y CLAUBAUGH 1972).

PALEOZOICO

EL PALEOZOICO ESTÁ REPRESENTADO POR UNA GRAN UNIDAD QUE -- COMPRENDE DIFERENTES TIPOS DE ROCAS COMO SON: ESQUISTOS DE VARIOS --

TIPOS, PIZARRAS, CALIZAS EN VARIAS PARTES RECRISTALIZADAS PEDERNAL, ARENISCAS Y LUTITAS. TODAS ESTAS ROCAS SE ENCUENTRAN ASOCIADAS A LAVAS Y AFECTADAS POR INTRUSIVOS AMPLIAMENTE DISTRIBUIDAS EN TODA LA REGIÓN, PRINCIPALMENTE EN EL NORTE DEL ESTADO.

DE ACUERDO A SUS CARACTERÍSTICAS PETROGRÁFICAS SE DISTINGUEN DOS GRUPOS:

UNO DE ROCAS CON METAMORFISMO REGIONAL (ESQUISTOS Y FILITAS) CON EL DESARROLLO DE FACIES DE ESQUISTOS VERDES, DICHO METAMORFISMO SE PRODUJO A PARTIR DE ROCAS PELÍTICAS QUE EXHIBEN POR LO MENOS DOS DIRECCIONES DE FOLIACIÓN.

EL SEGUNDO GRUPO ESTÁ CONSTITUIDO POR ROCAS CON UN METAMORFISMO DE CONTACTO DE FACIES CORNEANA DE ALBITA - EPIDOTA.

DE ACUERDO CON EVIDENCIAS FOSILÍFERAS RECONOCIDAS EN CALIZAS CON PEDERNAL, ASOCIADAS A LOS METASEDIMENTOS DE BAJO GRADO, LA SECUENCIA SE UBICA EN EL PERÍODO CARBONÍFERO (CARRILLO 1971).

RODRÍGUEZ Y CORDOBA (1978), MIDIERON 800 METROS DE ESPESOR EN UNA LOCALIDAD CERCANA AL POBLADO DE SAN JOSÉ DE GRACIA.

MESOZOICO

LAS ROCAS DE ESTA ERA PRESENTAN UNA GRAN DIVERSIDAD LITOLÓGICA YA QUE SE OBSERVAN CINCO TIPOS DIFERENTES TALES COMO VOLCÁNICO,

VULCANOSEDIMENTARIO, SUBVOLCÁNICO, PLUTÓNICO Y SEDIMENTARIO, QUE EN PARTE HAN SIDO AFECTADOS POR UN LEVE METAMORFISMO REGIONAL.

LA UNIDAD MÁS ANTIGUA CORRESPONDIENTE A LA SECUENCIA METAVOLCÁNICA UBICADA EN EL PERÍODO JURÁSICO MEDIO - CRETÁCICO INFERIOR (SERVAIS 1981). LITOLÓGICAMENTE ESTÁ REPRESENTADA POR LAVAS Y MATERIAL PIROCLÁSTICO DE COMPOSICIÓN INTERMEDIA Y BÁSICA QUE HAN SIDO AFECTADAS TANTO POR METAMORFISMO REGIONAL DE BAJO GRADO COMO POR UN METAMORFISMO DE CONTACTO; ESTAS ROCAS CONSTITUYEN PRINCIPALMENTE METADESITAS Y METABASALTOS.

POR LO QUE RESPECTA A LA SERIE DE COMPOSICIÓN BÁSICA EXHIBE UN METAMORFISMO REGIONAL CORRESPONDIENTE A LAS FACIES ESQUISTOS VERDES, ACOMPAÑADOS POR UN PEQUEÑO CUERPO ULTRABÁSICO SERPENTINIZADO ASÍ COMO UNA SERIE METADESÍTICA CON CARACTERÍSTICAS MUY SIMILARES A LAS DE UN CUERPO ULTRABÁSICO MUY REPRESENTATIVO EN LA REGIÓN DE CULIACÁN. HACIA EL ESTE, PRESENTA UNA COBERTURA METASEDIMENTARIA CONSTITUIDA POR TOBAS Y GRAUVACAS CARBONATADAS (QUE REPRESENTAN LA CUBIERTA DETRÍTICA DEL ARCO DE SINALOA); SERVAIS ET AL. (AP.CIT).- POR OTRA PARTE, DENTRO DEL JURÁSICO SE ENCUENTRA UNA SECUENCIA FORMADA POR ROCAS VOLCÁNICAS; MEGASCÓPICAMENTE SE PRESENTAN CON UN COLOR GRIS OSCURO Y CON INTRUSIONES DE GRANITOS E INTERCALACIONES DE ARENISCAS Y MATERIAL VULCANOCLÁSTICO.

MESOZOICO - CENOZOICO

EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE EL CRETÁCICO SUPERIOR AL TERCIARIO INFERIOR (EOCENO-MEDIO) ESTÁ CARACTERIZADO POR UN CONJUNTO -

DENOMINADO POR HENRY (1975) COMO COMPLEJO BATOLÍTICO DE SINALOA, SIN EMBARGO, Mc DOWELL Y KEIZER (1977) LO DENOMINARON COMO COMPLEJO VOLCÁNICO INFERIOR.

EN ESTE COMPLEJO SE PRESENTAN UNA GRAN DIVERSIDAD DE CUERPOS PLUTÓNICOS E HIPABISALES QUE ESTÁN AFECTANDO A LA SECUENCIA PALEOZOICA - MESOZOICA, LO QUE PRODUJO UN METAMORFISMO DE CONTACTO Y LA MINERALIZACIÓN PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

CON APOYO EN ESTUDIOS RADIOMÉTRICOS, ASÍ COMO EN EL ANÁLISIS DE SUS CARACTERÍSTICAS PETROGRÁFICAS, ESTRUCTURALES Y CRONOLÓGICAS, HENRY (OP-CIT 1975) DIVIDE AL COMPLEJO EN TRES GRUPOS:

TIPO RECODO (102-85 M.A.) ES EL GRUPO DEL COMPLEJO MÁS ANTIGUO YA QUE SUS ROCAS PERTENECEN AL CRETÁCICO; ESTÁ FORMADO POR UNA SERIE DE INTRUSIONES CUYA COMPOSICIÓN MINERALÓGICA VARÍA DE GRANDIORITA A CUARZODIORITA.

EN EL ESTUDIO MICROSCÓPICO EXHIBEN TEXTURAS EQUIGRANULARES; COMO MINERALES ESENCIALES SE PRESENTAN CRISTALES EUEDRALES Y ANEDRALES DE PLAGIOCLASAS Y FELDESPATO POTÁSICO (MICROCLINA); COMO MINERALES ACCESORIOS SE TIENEN BIOTITA Y HORNBLENDA; LA TEXTURA EQUIGRANULAR DE TERMINA UNA CRISTALIZACIÓN DE AMBIENTE PLUTÓNICO.

LOS GRUPOS DEL TIPO CANDELERO Y SAN IGNACIO (80-45 M.A.) - VAN DEL CRETÁCICO SUPERIOR AL TERCIARIO INFERIOR (EOCENO-MEDIO).

EL TIPO CANDELERO MUESTRA UNA VARIACIÓN DE GRANODIORITA A CUARZODIORITA, MIENTRAS QUE EL SAN IGNACIO SU NATURALEZA VARÍA DE GRANODIORITA A CUARZOMONZONITA.

ESTOS DOS GRUPOS PRESENTAN AL MICROSCOPIO UNA TEXTURA POR FÍDICA; COMO MINERALES ESENCIALES SE TIENE UN ALTO CONTENIDO DE FELDSPATO POTÁSICO; COMO MINERALES ACCESORIOS SE PRESENTAN PEQUEÑAS CANTIDADES DE BIOTITA Y HORNBLENDA YA QUE A NIVELES MÁS SOMEROS, CONFORME SE EMPLAZAN, SE RELACIONAN MÁS ESTRECHAMENTE CON LAS MINERALIZACIONES DE TIPO PÓRFIDO CUPRÍFERO.

LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL SE ENCUENTRA FORMADA POR UNA EXTENSA MESETA MOCÁNICA QUE HA SIDO AFECTADA POR FALLAS NORMALES QUE DIERON ORIGEN A UNA SERIE DE GRABENS, DE TAL MANERA QUE EN EL BORDE OCCIDENTAL CONSTITUYE UNA TERMINACIÓN ABRUPTA QUE MANIFIESTA GRANDES DESPLAZAMIENTOS QUE DEFINEN ZONAS DE BARRANCAS PROFUNDAS.

Mc DOWELL Y CLABAUGH, (1979) DIVIDEN A LA EXTENSA CADENA MONTAÑOSA EN DOS IMPORTANTES SECUENCIAS ÍGNEAS, CUYO CONTACTO MARCA UN PERÍODO DE CALMA VOLCÁNICA.

LA SECUENCIA VOLCÁNICA MÁS ANTIGUA (102-45 M.A -CRETÁCICO MEDIO - TERCIARIO EOCENO), ESTÁ REPRESENTADA POR UNA SERIE DE ROCAS VOLCÁNICAS DE COMPOSICIÓN INTERMEDIA A LA QUE SE LE HA DENOMINADO COMO LA SECUENCIA VOLCÁNICA ANDESÍTICA (Mc DOWELL Y CLABAUGH 1979). ESTA CONSTITUIDA POR DERRAMES Y UNIDADES PIROCLÁSTICAS ANDESÍTICAS -

Y DACÍTICAS, ASÍ COMO UNA GRAN VARIEDAD DE SEDIMENTOS VOLCÁNICOS Y - BRECHAS VOLCÁNICAS QUE ESTRUCTURALMENTE SE ENCUENTRAN DEFORMADAS POR PLIEGUES Y FALLAS QUE EN ALGUNAS LOCALIDADES TALES COMO ANACORI, TAMEAPEA, COSALÁ EN EL ESTADO DE SINALOA; TAMAZULA, CHOCALA, TAHUEHUETO, LOS REMEDIOS, EN EL ESTADO DE DURANGO; PRESENTAN UN ALTO GRADO DE ALTERACIÓN.

POR LO QUE RESPECTA AL ASPECTO METALOGÉNICO, EL GRUPO FORMADO POR EL PAQUETE DE ROCAS ANDESÍTICAS HA SIDO DE GRAN IMPORTANCIA PUESTO QUE ES LA ROCA ENCAJONANTE DE UN GRAN NÚMERO DE YACIMIENTOS - MINERALES DE TIPO HIDROTHERMAL, DE BAJA TEMPERATURA.

LA SECUENCIA VOLCÁNICA MÁS RECIENTE (34-23 M.A. CENOZOICO-OLIGOCENO) ESTÁ FORMADA POR IGNIMBRITAS, RIOLITAS Y RIODACITAS EN POSICIÓN HORIZONTAL O LIGERAMENTE INCLINADA A LA CUAL Mc DOWELL Y KEIZER (1979) LA DENOMINARON COMO GRUPO VOLCÁNICO SUPERIOR; PERTENECE A UN INTENSO VOLCANISMO DE COMPOSICIÓN IGNIMBRÍTICA DEBIDO A PROMINENTES EMISIONES DE TIPO RIOLÍTICO CON UNA ALINEACIÓN PREFERENCIAL NW-SE, YA QUE TODA LA EXTENSA MESETA ESTÁ AFECTADA POR UNA SERIE DE FALLAS NORMALES, QUE TIENEN UNA AMPLIA DISTRIBUCIÓN SOBRE TODO EN LAS SUBPROVINCIAS FISIGRÁFICAS DE ALTAS MESETAS RIOLÍTICAS.

IV.2.- GEOLOGIA LOCAL.

SI SE TIENE EN CUENTA LA EDAD TENTATIVA QUE SE HA ASIGNADO A LAS ROCAS DEL ÁREA DE SAN FERNANDO SE PROPONE LA SECUENCIA LITOLÓGICA QUE SE DESCRIBE A CONTINUACIÓN.

GRANDIORITA.

ESTE TIPO DE ROCA PLUTÓNICA QUE AFLORA PRINCIPALMENTE EN LA PORCIÓN NORESTE DEL ÁREA ESTUDIADA, SE CONSIDERA LA ROCA MÁS IMPORTANTE PUESTO QUE EN ELLA SE HA EMPLAZADO EL CUERPO MINERALIZADO DEL GREISEN.

MEGASCÓPICAMENTE SE PRESENTA CON UN COLOR GRIS CLARO CON UNA ESTRUCTURA QUE VA DE COMPACTA A DELEZNABLE Y UNA TEXTURA PORFÍDICA; DENTRO DE LOS MINERALES OBSERVABLES A SIMPLE VISTA SE TIENE -- CUARZO, FELDESPATOS Y MÁFICOS.

MICROSCÓPICAMENTE SE PRESENTA CON UNA TEXTURA HOLOCRISTALINA HIPIDIOMÓRFICA DE GRANO MEDIO COMO MINERALES ESENCIALES SE ENCUENTRAN: CUARZO, PLAGIOCLASAS CALCOSÓDICAS (OLIGOCLASA-ANDESINA), FELDESPATO POTÁSICO (MICROCLINA). LOS MINERALES ACCESORIOS SON: BIOTITA, HORNBLENDA, MAGNETITA Y CRISTALES DE APATITA; COMO MINERALES SECUNDARIOS SE PRESENTAN: EPIDOTA, SERICITA, CLORITA, HEMATITA, LIMONITA Y MINERALES ARCILLOSOS.

POR LO QUE RESPECTA A LA RELACIÓN ENTRE SUS MINERALES, ESTÁ

CONSTITUÍDA ESENCIALMENTE POR UN AGREGADO DE FENOCRIETALES DE COMPOSICIÓN MEDIA (OLIGOCLASA-ANDESINA) Y DISEMINACIONES DE FELDESPÁTO POTÁSICO (MICROCLINA) ASÍ COMO ABUNDANTES CRISTALES DE CUARZO DE CONTORNOS ANEDRALES, QUE SE PRESENTAN RELLENANDO LOS INTERSTICIOS EN EL AGREGADO FELDESPÁTICO DE LA ROCA.

LOS FELDESPATOS SE PRESENTAN CON LA MACLA COMÚNMENTE DEFORMADA DEBIDO A LOS ESFUERZOS A LOS QUE HA SIDO SOMETIDA LA ROCA Y BASTANTE ALTERADOS A MINERALES ARCILLOSOS; LAS PLAGIOCLASAS SE ENCUENTRAN ALTERADAS A SERICITA Y REEMPLAZADAS FRECUENTEMENTE POR CALCITA.

LOS FERROMAGNESIANOS SE ENCUENTRAN EN FENOCRIETALES DISEMINADOS DE CONTORNOS SUBEDRALES (ANFÍBOLAS) ALTERADOS A CALCITA, CLORITA, HEMATITA Y LIMONITA.

LA MAGNETITA OCURRE EN FINOS MICROCRISTALES SUBEDRALES DISEMINADOS, CON OXIDACIONES FRECUENTES.

GRANITO - CUARZO-MONZONITA.

SE PRESENTAN AFLORANDO EN LA PARTE CENTRAL Y OCCIDENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SE ENCUENTRAN ÍNTIMAMENTE LIGADAS AL INTRUSIVO DE TIPO GRANODIORÍTICO; SE CARACTERIZAN MEGASCÓPICAMENTE POR UN COLOR PÁRDO OSCURO CON UNA ESTRUCTURA COMPACTA Y UNA TEXTURA PORFÍDICA, ENTRE LOS MINERALES OBSERVADOS SE ENCUENTRAN EL CUARZO, FELDESPATOS, HORNBLENDA, BIOTITA.

MICROSCÓPICAMENTE SE PRESENTA CON UNA TEXTURA HOLOCRI--
STALINA HIPIDIOMÓRFICA DE GRANO MEDIO; COMO MINERALES ESENCIALES SE EN--
CUENTRAN: CUARZO, FELDESPATO POTÁSICO (MICROCLINA), PLAGIOCLASAS SÓ--
DICAS (ANDESINA, OLIGOCLASA), COMO MINERALES ACCESORIOS SE TIENE: --
HORNBLENDA, BIOTITA, APATITA, FAYALITA, ZIRCÓN, MAGNETITA Y COMO MI--
NERALES SECUNDARIOS: EPIDOTA, CLORITA, SERICITA, HEMATITA, LIMONITA,
Y MINERALES ARCILLOSOS.

CON RESPECTO A LA RELACIÓN ENTRE LOS MINERALES, LAS ROCAS
ESTÁN FORMADAS POR UN AGREGADO ABUNDANTE DE CUARZO CON INTERCRECI--
MIENTOS DE FELDESPATOS POTÁSICOS (MICROCLINA); AMBOS MINERALES SE --
PRESENTAN CON LOS CONTORNOS ANEDRALES.

LOS FELDESPATOS SE ENCUENTRAN EN PARTE ALTERADOS A MINERA--
LES ARCILLOSOS (PERTENECIENTES PROBABLEMENTE AL GRUPO DEL CAOLÍN). EL
CUARZO GENERALMENTE SE PRESENTA CON UNA EXTINCIÓN RECTA.

LAS PLAGIOCLASAS SE PRESENTAN EN MENOR CANTIDAD, EN CRISTA--
LES AISLADOS, DE CONTORNOS SUBEDRALES, DE COMPOSICIÓN MEDIA (ANDESI--
NA, OLIGOCLASA) CON PARCIALES ALTERACIONES A SERICITA, CLORITA Y MI--
NERALES ARCILLOSOS.

LA HORNBLENDA SE ENCUENTRA EN CRISTALES SUBEDRALES Y ANEDRA--
LES DISEMINADOS, RELLENA LOS INTERSTICIOS EN EL AGREGADO CUARZOFELDES--
PÁTICO. ESTE MINERAL PRESENTA LIGERAS ALTERACIONES A HEMATITA Y LI--
MONITA.

LA MAGNETITA Y LA APATITA OCURREN EN CRISTALES MUY FINOS, EUEDRALES Y SUBEDRALES DISEMINADOS EN LAS ROCAS.

LA BIOTITA ESTÁ PRESENTE EN AISLADOS CRISTALES SUBEDRALES CON ALTERACIONES LIGERAS A CLORITA CON HEMATITA Y LIMONITA EN LOS BORDES.

LA FAYALITA ES UN MINERAL ACCIDENTAL; SE PRESENTA EN FINOS MICROCRISTALES EUEDRALES Y SUBEDRALES DISEMINADOS EN LA ROCA EN MUY PEQUEÑA CANTIDAD (TRAZAS).

GREISEN.

SE PRESENTA EN ALGUNAS SECCIONES EN FORMA PARALELA A LOS DIQUES DE COMPOSICIÓN INTERMEDIA, PRINCIPALMENTE LIGADO A LOS GRANITOS - CUARZOMONZONITAS, GRANODIORITAS, PRESENTANDO EN LA PARTE SUPERIOR UNA ZONA DE MILONITIZACIÓN.

MEGASCÓPICAMENTE SE PRESENTA CON UN COLOR PARDO OSCURO - CON UNA ESTRUCTURA COMPACTA Y UNA TEXTURA AFANÍTICA, DENTRO DE LOS MINERALES OBSERVABLES A SIMPLE VISTA SE ENCUENTRA EL CUARZO Y LA TURMALINA.

MICROSCÓPICAMENTE SE PRESENTA CON UNA TEXTURA CRISTALINA XENOMÓRFICA COMO MINERALES ESENCIALES SE TIENE: CUARZO Y COMO ACCESORIOS, TURMALINA Y MUSCOVITA, COMO SECUNDARIOS, SERICITA, CLORITA, HEMATITA, LIMONITA Y MINERALES ARCILLOSOS.

PNEUMATOLITA.

ES UNA DE LAS ROCAS MÁS IMPORTANTES DEBIDO A SU RELACIÓN CON LOS DEPÓSITOS MINERALIZADOS. SE PRESENTA MEGASCÓPICAMENTE CON UN COLOR PARDO OSCURO, ESTRUCTURA COMPACTA Y UNA TEXTURA AFANÍTICA Y COMO MINERALES OBSERVABLES A SIMPLE VISTA SE TIENEN SULFUROS DISEMINADOS; MICROSCÓPICAMENTE SE OBSERVA UNA TEXTURA CRISTALINA SUBAUTOMÓRFICA DENTRO DE SU ASOCIACIÓN MINERALÓGICA SE TIENE CUARZO, TURMALINA, ZIRCON, BIOTITA, CLORITA, HEMATITA, LIMONITA Y MINERALES ARCILLOSOS. POR MEDIO DE LAS SUPERFICIES PULIDAS ANALIZADAS EN EL MICROSCOPIO MINERAGRÁFICO SE DETERMINÓ LA PRESENCIA DE PIRITA Y CALCOPIRITA DISEMINADAS EN LA ROCA. LA PNEUMATOLITA, JUNTAMENTE CON EL GRANITO Y LA CUARZOMONZONITA ESTÁN INTRUSIONADAS POR DIQUES MICROTONALÍTICOS Y MICRODIORÍTICOS.

DIQUES.

LOS DIQUES SE PRESENTAN AMPLIAMENTE DISTRIBUIDOS EN LA REGIÓN CON ORIENTACIONES SUBPARALELAS AL NW Y ECHADOS GENERALIZADOS AL SE. TODAS ESTAS ESTRUCTURAS FORMAN PARTE DE LO QUE PUEDE LLAMARSE CORTEJO FILONIANO DE LOS GRANITOS CALCOALCALINOS Y CUARZOMONZONITAS.

LOS DIQUES ESTÁN ALOJADOS EN GRANITOS, CUARZOMONZONITAS, GRANODIORITAS Y PNEUMATOLITAS. A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN DESDE EL PUNTO DE VISTA PETROGRÁFICO.

MICRODIORITA.- SE PRESENTAN MEGASCÓPICAMENTE CON UN COLOR --

PARDO CLARO CON TINTES VERDOSOS CON UNA ESTRUCTURA COMPACTA Y UNA TEXTURA CRISTALINA FINA.

MICROSCÓPICAMENTE SE TIENEN COMO MINERALES ESENCIALES: PLAGIOCLASAS CALCOSÓDICAS (ANDESINA-OLIGOCLASA) COMO MINERALES ACCESORIOS AUGITA, MAGNETITA Y COMO SECUNDARIOS: CALCITA, CLORITA, HEMATITA, LIMONITA Y MINERALES ARCILLOSOS.

LA RELACIÓN ENTRE LOS MINERALES ESTÁ FORMADA POR UN AGREGADO MUY ABUNDANTE DE FINOS MICROLITOS DE PLAGIOCLASAS DE COMPOSICIÓN MEDIA (ANDESINA-OLIGOCLASA) CON DISEMINACIONES DE FENOCRISTALES SUBEDRALES TAMBIÉN DE PLAGIOCLASAS DE SIMILAR COMPOSICIÓN DE MICROLITOS; PRESENTAN UNA ALTERACIÓN A MINERALES ARCILLOSOS Y REEMPLAZADOS EN PARTE POR FINOS AGREGADOS DE CALCITA.

LA AUGITA SE PRESENTA EN MICROCRISTALES SUBEDRALES, RELLENA INTERSTICIOS DE LA MESOSTASIS DE LA ROCA.

MICROTONALITA.- SE PRESENTAN MEGASCÓPICAMENTE CON UN COLOR VERDE CLARO CON UNA ESTRUCTURA COMPACTA Y UNA TEXTURA AFANÍTICA; AL MICROSCOPIO SE OBSERVA UNA TEXTURA HOLOCRISTALINA, HIPIDIOMÓRFICA DE RELIQUIA; CON RESPECTO A LOS MINERALES ESENCIALES SE TIENEN PLAGIOCLASAS ALTERADAS COMO ACCESORIOS FERROMAGNESIANOS ALTERADOS Y MAGNETITA Y COMO SECUNDARIOS SERICITA, CLORITA, CALCITA, HEMATITA, LIMONITA Y MINERALES ARCILLOSOS.

LA ROCA ESTÁ FORMADA ESENCIALMENTE POR UN AGREGADO APROXIMA

DAMENTE EQUIGRANULAR DE CRISTALES SUBEDRALES DE PLAGIOCLASAS FUERTEMENTE ALTERADAS A SERICITA, CALCITA Y MINERALES ARCILLOSOS.

MILONITA.

SE DESIGNA CON ESTE NOMBRE A UN GRUPO FORMADO POR DIVERSAS ROCAS QUE HAN ESTADO SUJETAS A FENÓMENOS DE DINAMOMETAMORFISMO, Y QUE SON CARTOGRAFIALES.

DENTRO DE ESTE GRUPO SE TIENEN ROCAS DE TIPO GRANÍTICO, -- CUARZOMONZONÍTICO Y PNEUMATOLÍTICO (DISTRIBUIDOS AMPLIAMENTE EN TODA EL ÁREA DE ESTUDIO) CON UN ASPECTO MEGASCÓPICO DE COLOR PARDO OSCURO CON UNA ESTRUCTURA COMPACTA Y UNA TEXTURA PORFÍDICA MILONITIZADA.

MICROSCÓPICAMENTE SE PRESENTAN CON UNA TEXTURA CATACLÁSTICA; COMO MINERALES ESENCIALES SE TIENEN PLAGIOCLASAS CALCO-SÓDICAS -- (OLIGOCLASA-ANDESINA) FERROMAGNESIANOS ALTERADOS, HORNBLENDA, EPIDOTA, TURMALINA, SERICITA, CALCITA, HEMATITA, LIMONITA Y MINERALES ARCILLOSOS.

LAS RELACIONES ENTRE LOS MINERALES QUE PRESENTA ESTA ROCA SON DE UNA TEXTURA FRAGMENTADA; ESTÁ CONSTITUIDA ESENCIALMENTE POR -- UN AGREGADO DE CRISTALES SUBEDRALES DE PLAGIOCLASAS CALCO-SÓDICAS -- (OLIGOCLASA-ANDESINA) CON PARCIALES ALTERACIONES A CALCITA Y EPIDOTA Y EN MENOR PROPORCIÓN A SERICITA Y MINERALES ARCILLOSOS; LA MACLA POLISINTÉTICA DE ESTOS MINERALES SE PRESENTA A MENUDO DEFORMADA POR -- LOS ESFUERZOS A QUE HA SIDO SOMETIDA LA ROCA.

LA TURMALINA SE PRESENTA EN CRISTALES EUEDRALES DISEMINADOS EN TODA LA ROCA Y ES UNA DE LAS PRINCIPALES ALTERACIONES.

LOS FERROMAGNESIANOS ESTÁN PRESENTES EN CRISTALES DEFORMADOS Y ALTERADOS FORMANDO UN AGREGADO DE CALCITA, HEMATITA Y LIMONITA.

LA MAGNETITA ESTÁ PRESENTE EN FINOS MICROCRISTALES SUBEDRALES DISEMINADOS EN TODA LA ROCA. SE PRESENTAN ALGUNOS CRISTALES SUBEDRALES (PROBABLEMENTE AUGITA) ALTERADOS A UN AGREGADO DE CALCITA, HEMATITA Y LIMONITA.

TOBAS.

MEGASCÓPICAMENTE SE PRESENTAN CON UN COLOR PARDO CLARO CON UNA ESTRUCTURA COMPACTA Y CON UNA TEXTURA TOBÁCEA, COMO MINERALES PRIMARIOS SE PRESENTAN LAS PLAGIOCLASAS DE COMPOSICIÓN MEDIA (ANDESINA--OLIGOCCLASA), CENIZA VOLCÁNICA COMO SECUNDARIOS SE TIENE CALCITA, HEMATITA, LIMONITA Y MINERALES ARCILLOSOS.

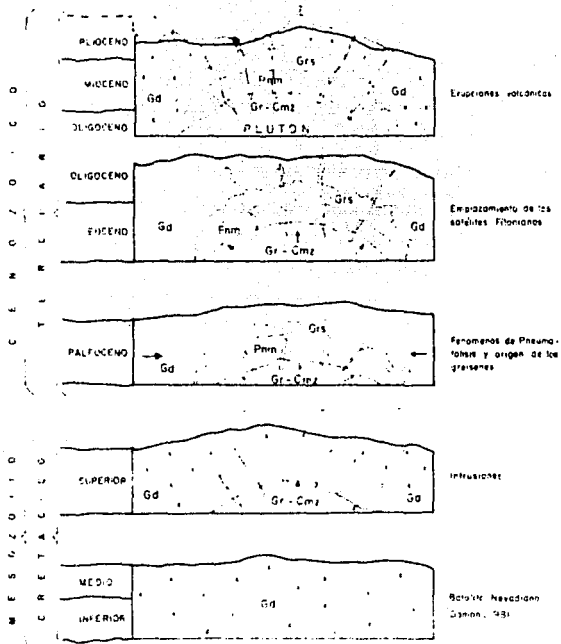
LA RELACIÓN ENTRE LOS MINERALES SE OBSERVA QUE LAS TOBAS SE ENCUENTRAN FORMADAS POR UN AGREGADO ABUNDANTE DE CENIZA VOLCÁNICA CON DISEMINACIONES DE FRAGMENTOS DE ROCAS (ANDESÍTICAS), PLAGIOCLASAS MEDIAS (ANDESINA-OLIGOCCLASA) CON INTERCALACIONES DE MINERALES ARCILLOSOS Y DISEMINACIONES DE CALCITA, HEMATITA Y LIMONITA.

ÉSTAS ROCAS CORONAN ALGUNAS PARTES DEL ÁREA, PUESTO QUE FUE EL ÚLTIMO EVENTO VOLCÁNICO QUE CUBRE DISCORDANTEMENTE LA MAYORÍA DE -

LAS ROCAS PREEXISTENTES DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL.

DE ACUERDO CON LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR DAMON (1981) Y
CON BASE EN LA SECUENCIA DE EVENTOS GEOLÓGICOS SE OBTUVO LA TABLA -
GEOLOGICA QUE SE EXPONE EN LA SIGUIENTE PÁGINA.

Tabla Geológica tentativa del área San Fernando .



IV.3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

DESDE EL PUNTO DE VISTA TECTÓNICO SE DETERMINÓ QUE LOS EVENTOS MÁS IMPORTANTES DEL ÁREA SE ORIGINARON DURANTE EL TERCIARIO INFERIOR.

EN LA REGIÓN SE FORMARON LOS MACIZOS MONTAÑOSOS DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL QUE ESTÁ COMPRENDIDA POR UNA EXTENSA MESETA VOLCÁNICA AFECTADA POR UNA SERIE DE FALLAS NORMALES O GRABENS QUE EN EL BORDE OCCIDENTAL CONFORMAN UNA TOPOGRAFÍA MUY ABRUPTA ASÍ COMO GRANDES DESPLAZAMIENTOS Y LAS ZONAS DE BARRANCAS PROFUNDAS.

POR LO QUE RESPECTA A LA ZONA MINERALIZADA EN EL LUGAR DE SAN FERNANDO, SE DETERMINÓ LA PRESENCIA DE UN GRAN INTRUSIVO QUE DEBIDO TANTO A SU GRAN EXTENSIÓN COMO A SUS DIMENSIONES SE LE CONSIDERA COMO UN BATOLÍTO.

LAS MANIFESTACIONES ESTRUCTURALES SON MUY COMPLEJAS, ESTÁN REPRESENTADAS POR UNA SERIE DE FALLAS Y FRACTURAS QUE SE ENCUENTRAN COMPRENDIDAS EN VARIOS PERÍODOS DE FALLAMIENTOS Y DIFERENTES SISTEMAS O GRUPOS DE DISTRIBUCIÓN.

LAS FALLAS MÁS IMPORTANTES SON DE TIPO NORMAL Y MUY PROBABLEMENTE SU ORIGEN SEA DEBIDO A ESFUERZOS TENSIONALES, PRESENTAN UNA ORIENTACIÓN QUE OSCILA ENTRE LOS 40 A 50° GRADOS AL N-SE Y SUS PLANOS DE DISLOCACIÓN MUESTRAN BUZAMIENTOS HACIA EL S 84° W.

OTRO DE LOS SISTEMAS O GRUPOS PRESENTAN UNA ORIENTACIÓN NE-
SW, Y CUYOS ECHADOS CONSECUENTEMENTE SON AL SE.

IV.4.- GEOLOGIA HISTORICA.

LA HISTORIA GEOLÓGICA DE LA MARGEN OCCIDENTAL DEL PAÍS DA PRINCIPIO A PARTIR DEL PALEOZOICO TARDÍO (CARBONÍFERO - PERMICO.)

A PRINCIPIOS DEL MESOZOICO, LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA FALLÓN PROVOCA EN SU PRIMERA FASE TECTÓNICA, LA FRAGMENTACIÓN EN ES CAMAS DE DICHA PLACA. ESTE FENÓMENO ESTÁ REPRESENTADO POR LAS OFIOLITAS DE LA PENÍNSULA DE VIZCAÍNO Y DE LAS ISLAS DE CEDROS, MARGARITA Y MAGADALENA EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA.

DURANTE EL JURÁSICO, SERVAIS Y SUS COLABORADORES (1981), POSTULARON LA APERTURA DE UNA CUENCA MARGINAL HACIA EL ESTE Y LA DE NOMINARON INFORMALMENTE COMO PALEOGOLFO DE BAJA CALIFORNIA. EN ESTA GEOESTRUCTURA EMPIEZAN A GENERARSE SECUENCIAS DE CARÁCTER OFIOLÍTICO SEGUIDO DE UNA SEDIMENTACIÓN PELÁGICA QUE EN CONJUNTO CONSTITUYEN LAS OFIOLITAS DE BACURATO-SINALOA.

EN EL JURÁSICO MEDIO SUPERIOR - CRETÁCICO INFERIOR EN LAS MÁRGENES DEL OESTE Y ESTE DEL PALEOGOLFO DE CALIFORNIA SE GENERAN - EL ARCO VULCANOSEDIMENTARIO ALISITOS Y EL ARCO INSULAR DE SINALOA. - CON ESTE INICIO, SE DISTINGUEN DOS ZONAS DEFINIDAS EN SUS COSTADOS: UNA FOSA O CUENCA ANTE ARCO EN EL FLANCO OCCIDENTAL Y UNA CUENCA POSTARCO O SEA PALEOCUENCA DEL ALTIPLANO MEXICANO EN LA PORCIÓN ORIENTAL.

POR OTRA PARTE, GASTIL ET AL., SERVAIS ET, AL (1981) HAN CONSIDERADO AL PALEOGOLFO DE BAJA CALIFORNIA COMO UNA DISCONTINUIDAD O BARRERA QUE SEPARA EL ARCO ALISITOS DEL ARCO DE SINALOA Y HAN SUGERIDO QUE DICHS ARCOS TIENEN UN ORIGEN GENERADOR DIFERENTE YA QUE EL DE ALISITOS SE FORMÓ A PARTIR DE LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA DE FARALLÓN CON LA NORTEAMERICANA EN LA PORCIÓN MÁS OCCIDENTAL; MIENTRAS QUE EL ARCO DE SINALOA SE ENCUENTRA MÁS AL ESTE, POR LO QUE SE HAN SUGERIDO LA EXISTENCIA DE UNA SEGUNDA ZONA DE SUBDUCCIÓN QUE ES PARALELA Y CONTEMPORÁNEA A LA DEL MARGEN OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA.

DURANTE EL CRETÁCICO INFERIOR CESA LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA SUBMARINA; SIN EMBARGO DENTRO DEL PALEOGOLFO DE BAJA CALIFORNIA CONTINÚA LA SEDIMENTACIÓN PELÁGICA Y COMIENZA EL DEPÓSITO DE CALIZAS Y ARRECIFALES ALREDEDOR DEL ARCO DE SINALOA.

EN EL CRETÁCICO MEDIO SE PRODUCE EL LEVANTAMIENTO GENERAL DEL ARCO Y SU FOSA ANTEARCO Y CONCLUYE EL DEPÓSITO DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DEL NORESTE DE MÉXICO.

EN EL CRETÁCICO MEDIO SUPERIOR SE GENERA EL ARCO MAGMÁTICO EL CUAL FORMA UN FRENTE CONTINUO QUE VA DESDE EL ESTADO DE CALIFORNIA E.U. HASTA EL ESTADO DE GUERRERO. LAS MANIFESTACIONES MÁS REPRESENTATIVAS DE ESTE PERÍODO SE TIENEN CON LOS EMPLAZAMIENTOS DE NUMEROSOS CUERPOS INTRUSIVOS QUE ESTÁN ACOMPAÑADOS DE UN VULCANISMO DE COMPOSICIÓN ANDESÍTICA.

CON MOTIVO DE LA OROGENIA LARAMIDE SE GENERAN ESFUERZOS COMPRESIVOS ESTE-OESTE QUE, ASOCIADOS CON LA ACCIÓN PLUTÓNICA, DAN ORIGEN AL METAMORFISMO ASÍ COMO A LEVANTAMIENTOS, DE FORMACIONES Y EROSIÓN DE LAS ROCAS PREEXISTENTES.

AL CONCLUIR LA ACTIVIDAD DE LA OROGENIA LARAMIDE EN EL TERCIARIO (EOCENO-OLIGOCENO) FINALIZA TAMBIÉN LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA QUE VIENE PRECEDIDA POR UN HIATUS VOLCÁNICO Y UNA INTENSA EROSIÓN ES LA ENCARGADA DE RELLENAR CON DETRITOS CONTINENTALES LOS VALLES QUE FUERON FORMADOS DURANTE LA OROGENIA.

Mc DOWELL Y CLABAUGH (1979) SUGIRIERON DOS TEORÍAS PARA EXPLICAR LAS POSIBLES CAUSAS DEL HIATUS VOLCÁNICO. UNA DE ELAS PUDO HABER SIDO LA DECLINACIÓN DE LA CONVERGENCIA ENTRE LAS PLACAS FARALLÓN Y NORTEAMERICANA ASÍ COMO UN CAMBIO EN LA INCLINACIÓN DE LA ZONA DE BENIOFF O BIEN LA POSIBLE SUBDUCCIÓN DE UNA CORDILLERA QUE SE ENCONTRABA EN ACTIVIDAD Y SE LOCALIZABA HACÍA EL ESTE DE LA CORDILLERA PACÍFICA.

SIN EMBARGO, DAMON ET AL (1983) CONSIDERAN QUE EL FRENTE DEL ARCO MAGMÁTICO SE ENCONTRABA LOCALIZADO HACÍA EL ESTE, A UNA DISTANCIA APROXIMADA DE 1000 KILÓMETROS DE LA ZONA DE SUBDUCCIÓN, LA CUAL RETROCEDIÓ HACIA LA COSTA DEL PACÍFICO A UNA VELOCIDAD PROMEDIO DE 5-CM/AÑO (MIOCENO).

COMO RESULTADO DEL RETROCESO SE ORIGINÓ UNA ACTIVIDAD MAGMÁTICA

TICA EN LOS ESTADOS DE DURANGO Y SINALOA; ESTE EVENTO ESTÁ REPRESENTADO POR UN VULCANISMO DE TIPO EXPLOSIVO TALES COMO IGNIMBRITAS Y LAS TOBAS DE RIOLITAS Y RIODACITAS QUE CONSTITUYEN LA CIMA DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL ASÍ COMO LAS MANIFESTACIONES PLUTÓNICAS DE TIPO GRANÍTICO LOCALIZADAS EN UNA GRAN EXTENSIÓN TERRITORIAL.

AL TÉRMINO DE LAS ACTIVIDADES VOLCÁNICAS SE PRODUCE LA FRAGMENTACIÓN DE LA PLACA FARALLÓN Y SE FORMAN LOS GRABENS QUE ESTÁN PRESENTES EN LAS ESTRUCTURAS DE LAS IGNIMBRITAS DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL.

A PARTIR DEL CUATERNARIO - PLEOCENO (ATAWER 1970) LA PLACA PACÍFICA SE EMPIEZA A SOLIDARIZAR CON LA DE BAJA CALIFORNIA Y AMBAS MIGRAN CON DIRECCIÓN NW. LA PLACA FARALLÓN DESAPARECE COMPLETAMENTE POR DEBAJO DE LA NORTEAMERICANA Y EL MOVIMIENTO RELATIVO ENTRE PLACAS DA ORIGEN AL GOLFO DE CALIFORNIA Y AL SISTEMA SAN ANDRÉS.

CON MOTIVO DE ESTOS FENÓMENOS TECTÓNICOS SE ORIGINA UN VULCANISMO DE TIPO DISTENSIVO O SEAN LOS BASALTOS ALCALINOS QUE SE ENCUENTRAN DISTRIBUIDOS EN LOS ESTADOS DE SINALOA, DURANGO, SONORA Y BAJA CALIFORNIA.

CAPITULO V

PROSPECCION MINERA

V.1.- INTRODUCCION.

CON BASE EN LAS EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS SE DERIVAN LAS REGLAS QUE SERVIRÁN - DE CRITERIOS GEOLÓGICOS PARA LA BÚSQUEDA DE YACIMIENTOS MINERALES DESCONOCIDOS O BIEN INCREMENTAR SUS RESERVAS DURANTE SU EXPLOTACIÓN; DE ESTA MANERA, SE HAN DEDUCIDO UNA SERIE DE GUÍAS EN EL ÁREA QUE - PUEDEN ESTABLECER UNA SECUENCIA PARA LLEVAR A CABO LA PROSPECCIÓN MINERA. SE TOMARON COMO BASE LOS CRITERIOS ESTRUCTURALES, LITOLÓGICOS Y MINERALÓGICOS QUE SON RECONOCIBLES EN EL CAMPO Y POR TANTO DE GRAN UTILIDAD PARA LA LOCALIZACIÓN DE ZONAS MINERALIZADAS DE INTERÉS.

V.2.- GUÍAS LITOLÓGICAS.

EN EL ÁREA DE SAN FERNANDO ESTAS GUÍAS ESTÁN REPRESENTADAS POR LAS ROCAS QUE SE ENCUENTRAN ASOCIADAS DIRECTA O INDIRECTAMENTE A UN YACIMIENTO MINERAL DETERMINADO Y QUE POR LO TANTO CONSTITUYEN UNA AYUDA IMPORTANTE EN LA PROSPECCIÓN MINERA. CON BASE EN LOS ESTUDIOS LITOLÓGICOS EN CADA UNA DE LAS ROCAS, SE DETERMINÓ LO SIGUIENTE:

GRANODIORITA.- (MILONITIZADA EN PARTE), ESTA ROCA PERTENECE A UN CUERPO CIRCUNSCRITO QUE ESTÁ AFECTADO POR ESFUERZOS POSTERIORES A SU EMPLAZAMIENTO; EXISTE UNA RELACIÓN DIRECTA CON EL CUERPO DEL GREISEN QUE SE ENCUENTRA MINERALIZADO,

GRANITO - CUARZOMONZONITA.- LA ROCA SE EMPLAZÓ A GRAN PROFUNDIDAD Y ESTÁ EN RELACIÓN PROBABLE CON LOS FENÓMENOS POSTECTÓNICOS DEL TERCIARIO, PRESENTA DOS TIPOS DE ALTERACIONES: LA PRIMERA ES DE TIPO PNEUMATOLÍTICO Y LA SEGUNDA DE TIPO HIDROTHERMAL; SE PRESENTAN EN UNA ZONA DE ENDOMORFISMO. ES LA ROCA ENCAJONANTE Y ESTÁ RELACIONADA INDIRECTAMENTE CON LA MINERALIZACIÓN.

GREISEN.- PERTENECE A UNA ETAPA FINAL DE LOS FENÓMENOS PLUTÓNICOS; CONSISTE DE UN AGREGADO ESENCIAL DE CUARZO Y MICA CON AÑADIDOS SIMULTÁNEOS (ACCESORIOS) Y POSTERIORES DE TURMALINA (SECUNDARIA).- ESTA ROCA SE ENCUENTRA EN RELACIÓN DIRECTA CON LA MINERALIZACIÓN.

PNEUMATOLITA.- ESTE TIPO DE ROCA PERTENECE A UNA ETAPA DE DESPRENDIMIENTO ÁCIDO DEL CUERPO PLUTÓNICO; ESTÁ CONSTITUÍDA ESENCIAL

MENTE POR UN AGREGADO DE CUARZO Y TURMALINA.

ES LA ROCA EN LA QUE SE PRESENTA EL MAYOR INTERÉS POR SU ASOCIACIÓN DIRECTA A LA MINERALIZACIÓN; SUS AFLORAMIENTOS SON MUY IRREGULARES DEBIDO A SU FORMA Y TAMAÑO.

EN ESTE TIPO DE ROCAS ES EN EL QUE SE HA ENCONTRADO LA MAYOR CONCENTRACIÓN DE SULFUROS DISEMINADOS; DE ACUERDO CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MICROSONDA SE DETERMINÓ LA PRESENCIA DE PIRITA ESFALERITA, GALENA, ARGENTITA ASÍ COMO TRAZAS DE ORO FINAMENTE DISEMINADO.

COMO MINERALES DE GANGA SE TIENEN CUARZO Y LA TURMALINA; ESTAS MANIFESTACIONES SE ENCUENTRAN EN FORMA DISEMINADA EN EL QUE EL MAYOR ENRIQUECIMIENTO PRODUCIDO ES EN LAS ZONAS DE MAYOR FRACTURAMIENTO.

LAS PNEUMATOLITAS SE DISTINGUEN DE LOS GRANITOS POR LA AUSENCIA DE FELDSPATOS Y LA RIQUEZA EN MINERALES COMO EL CUARZO Y LA TURMALINA, TAL COMO SUCEDE EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

V.3.- GUÍAS MINERALÓGICAS.

DE ACUERDO CON EL CONTENIDO MINERALÓGICO DE CADA UNO DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE LAS ROCAS QUE OCURREN EN EL ÁREA DE ESTUDIO SE ENCUENTRAN LAS SIGUIENTES ALTERACIONES QUE DE ACUERDO A SU ORDEN - DE IMPORTANCIA SE DESCRIBIRÁN:

V.3.1.- ALTERACIONES HIPOGENICAS.

A.- **TURMALINIZACIÓN.**- SE PRESENTA EN LAS ROCAS DE TIPO PNEUMATOLÍTICO, GRANITOS TANTO ALCALINOS COMO CALCOALCALINOS Y PRINCIPALMENTE EN LOS GREISEN; ÉSTAS SE ENCUENTRAN DISTRIBUIDAS AMPLIAMENTE A TRAVÉS DEL ÁREA DE ESTUDIO; SU ORIGEN ES PNEUMATOLÍTICO.

B.- **PROPILITIZACIÓN.**- ES UNA ALTERACIÓN HIDROTHERMAL QUE SE ENCUENTRA AMPLIAMENTE DISTRIBUIDA EN ALGUNAS ROCAS DE LA SUPERFICIE --- PRINCIPALMENTE EN LAS MICRODIORITAS Y DIORITAS. SU PRESENCIA SE DETERMINA POR VARIOS MINERALES SECUNDARIOS EN UNA MISMA ROCA, ESTOS SON: EPIDOTA, CLORITA, PIRITA Y CALCITA.

LA PROPILITIZACIÓN FUE TAN INTENSA QUE CASI LLEGÓ A DESTRUIR LAS CARACTERÍSTICAS ORIGINALES DE LA ROCA YA QUE AFECTÓ LA MATRIZ DE LAS ROCAS DE TIPO FELDESPÁTICO Y FERROMAGNESIANO. ES UNA BUENA GUÍA HACIA OTRA ALTERACIÓN (SILICIFICACIÓN).

C.- **CLORITIZACIÓN.**- ESTA ALTERACIÓN ES DE TIPO HIDROTHERMAL; TAM-

BIÉN TIENE UNA DE LAS MÁS AMPLIAS DISTRIBUCIONES EN LA ZONA Y PUEDE DECIRSE QUE HA AFECTADO A LA MAYORÍA DE LAS ROCAS CON DIFERENTES INTENSIDADES.

LA CLORITA SE PRESENTA EN FORMA DE CRISTALES ANEDRALES Y DE AGREGADOS CRISTALINOS; REEMPLAZA PREFERENTEMENTE A LOS FERROMAGNESIANOS.

EN EL DISTRITO MINERO DE SAN FERNANDO, LA CLORITA ES UNA GUÍA GENERAL HACIA OTRA ALTERACIÓN.

D.- EPIDOTIZACIÓN.- LA EPIDOTA ALTERA PARTICULARMENTE A LOS AGREGADOS DE PLAGIOCLASAS DE LA MESOSTASIS Y A LOS FENOCRIETALES DE LOS MISMOS MINERALES DISEMINADOS EN LAS ROCAS,

ESTÁ PARTICULARMENTE DESARROLLADA EN ZONAS DE DINAMOMETAMORFISMO, (MILONITAS). TAMBIÉN OCURRE CON CIERTA ABUNDANCIA EN LAS ROCAS PNEUMATOLÍTICAS.

LA EPIDOTA REPRESENTA UNA FASE PRE-PNEUMATOLÍTICA, ASOCIADA A LOS ESFUERZOS TECTÓNICOS.

E.- ARGILITIZACIÓN.- ESTE TIPO DE ALTERACIÓN AFECTA SOBRE TODO A LOS FELDESPATOS FORMADORES DE LAS ROCAS.

LOS MÁS AFECTADOS SON: LOS FELDESPATOS POTÁSICOS QUE MANI

FIESTAN CAOLINIZACIÓN Y LAS PLAGIOCLASAS MONTMORILLONITIZACIÓN; POR LO REGULAR ES UNA BUENA GUÍA HACIA ZONAS MINERALIZADAS YA QUE LOCALIZADA ESTA ALTERACIÓN, DENTRO DEL DEPÓSITO PROPIAMENTE DICHO, ES POSIBLE SEGUIR LA TRAZA DE LAS ESTRUCTURAS.

LA ARGILITIZACIÓN ESTÁ A MENUDO ASOCIADA A LAS ÁREAS OXIDADAS (LIMONITIZADAS) Y POR TANTO, CONSTITUYEN UNA GUÍA SUPERFICIAL DE EXPLORACIÓN.

F.- PIRITIZACIÓN.- ESTA ALTERACIÓN HA SIDO FORMADA POR SU APORTA DE AZUFRE DE ORIGEN HIPOGÉNICO POR LO CUAL SE TOMA COMO UNA EXCELENTE GUÍA.

V. 3.2.- ALTERACION SUPERGENICA.

OXIDACION.- LA OXIDACIÓN SE MANIFIESTA POR LA PRESENCIA DE HIDRÓXIDOS DE FIERRO RESULTANTES DE LA ALTERACIÓN POR FENÓMENOS METEÓRICOS SOBRE MINERALES PRIMARIOS, EN ESPECIAL, LOS SULFUROS.

LA OXIDACIÓN PRESENTA UN COLOR QUE VARÍA DE PARDO OSCURO A OCRE; OCURRE CON FRECUENCIA ALOJADA EN ZONAS DE FRACTURAMIENTO Y SE MUESTRA POR UNA CIERTA ABUNDANCIA DE VETILLAS OXIDADAS; SIN EMBARGO, SU IMPORTANCIA RADICA SOBRE TODO EN LAS ZONAS DE SOMBREROS OXIDADOS; ESTAS ÁREAS APARECEN EN FORMA DE MANCHONES ALARGADOS Y EN EL DISTRITO MINERO ADOPTAN CON FRECUENCIA UNA ORIENTACIÓN BIEN DEFINIDA N1-SE. LA ORIENTACIÓN ES, POR TANTO, LA MISMA DE LAS MINERALI

ZACIONES DE LA REGIÓN Y CONSTITUYE UNA EXCELENTE GUÍA PARA LA PROSPEC
CIÓN MINERA.

UNA MUESTRA DE ESTA AFIRMACIÓN, LA CONSTITUYE LA ESTRUCTURA EL
MELÓN; EN UNA ZONA OXIDADA SE AFECTUÓ UN SOCAVÓN Y SE LOCALIZÓ UNA VE
TA EN LA QUE SE ENCONTRARON BUENOS VALORES DE ORO.

V.4.- GUIAS ESTRATIGRAFICAS.

LOS EVENTOS TECTÓNICOS OCASIONADOS POR EL COMPLEJO VOLCÁNICO INTERIOR Y DENTRO DE ALGUNOS PLUTONES DEL COMPLEJO BATOLÍTICO DE SINALOA (CUERPOS GRANODIORÍTICOS Y CUARZOMONZONÍTICOS) DIERON ORIGEN A LOS YACIMIENTOS HIDROTERMALES QUE SE ENCUENTRAN EMPLAZADOS.

LA MINERALIZACIÓN ESTÁ EXPUESTA EN UNA SERIE DE VETAS DE - FISURA DE POCO ESPESOR QUE MUESTRAN UNA ORIENTACIÓN IGUAL A LA DE LOS DIQUES QUE INTRUSIONAN LAS ROCAS DEL ÁREA CUYO RUMBO ES DE NW-SE.

SE OBSERVAN EN ESTA ROCA FRACTURAMIENTOS CON ORIENTACIONES QUE VAN DE NORTE A SUR Y UN BUZAMIENTO MARCADO HACIA EL ESTE Y SOBRE TODO, EN ALGUNAS SECCIONES DEL ÁREA SE ENCUENTRAN SULFUROS DISEMINADOS QUE EN EL MICROSCOPIO MINERAGRÁFICO Y POR MEDIO DE ESTUDIOS EFECTUADOS EN LA MICROSONDA SE DETERMINÓ LA PRESENCIA DE GALENA, ABUNDANTE PIRITA Y ESFALERITA.

LOS DIQUES (TONALÍTICOS-MICRODIORÍTICOS) SE ENCUENTRAN DISTRIBUIDOS EN TODA EL ÁREA CON UNA ORIENTACIÓN NW-SE Y BUZAMIENTOS HACIA EL ESTE; AFECTAN PRINCIPALMENTE A LAS ROCAS DE TIPO GRANODIORÍTICO Y LAS PNEUMATOLITAS; A MENUDO CORTAN A LOS CUERPOS MINERALIZADOS Y NO TIENEN RELACIÓN NI POR SUS ALTERACIONES NI POR LOS MINERALES QUE CONTIENE POR TAL MOTIVO, SE LES HA CONSIDERADO A LOS DIQUES COMO POST-MINERALIZACIÓN.

CAPITULO VI

YACIMIENTOS MINERALES

VI.1.- PARAGENESIS.

POR MEDIO DE LOS ESTUDIOS MINERAGRAFICOS Y COMPLEMENTADOS POR LA MICROSONDA SE DETERMINÓ QUE LA ZONA ESTÁ CONSTITUÍDA POR UNA ASOCIACIÓN DE MINERALES FORMADA DURANTE LOS FENÓMENOS PNEUMATOLÍTICOS Y PROBABLEMENTE DURANTE UNA POSTERIOR ETAPA HIDROTHERMAL.

MINERALOGIA DE ORIGEN HIPOGENICO.

PIRITA (FeS_2) ESTE MINERAL ES EL QUE SE ENCUENTRA MÁS AMPLIAMENTE DISTRIBUIDO EN LA ZONA; ESTÁ PRESENTE CON SU HÁBITO CÚBICO EN TODAS LAS VETAS Y PRINCIPALMENTE EN LA ROCA ENCAJONANTE (GRANODIORITA CUARZOMONZONITA).

CALCOPIRITA (CuFeS_2) SE ENCUENTRA ASOCIADA A LA GALENA, PERO SOBRE TODO A LA ESFALERITA EN FORMA DE EXSOLUCIÓN SÓLIDA EN FINOS NÓDULOS Y EN LAMINILLAS; EL CONTENIDO DE COBRE QUE SE LE EXTRAE ES IMPORTANTE EN LA REGIÓN.

GALENA (PbS) SE PRESENTA EN DISEMINACIONES DE GRANO FINO, EN PEQUEÑOS NÓDULOS ASÍ COMO EN FINAS VETILLAS.

ESFALERITA (ZnS) SE ENCUENTRA ASOCIADA A LA GALENA Y SE PRESENTA EN DISEMINACIONES DE GRANO FINO, ES MUY ABUNDANTE EN ALGUNAS ROCAS DE ALTERACIÓN FÍLICA.

BORNITA (Cu_5FeS_4) SE PRESENTA EN PEQUEÑAS CANTIDADES REEMPLAZANDO A LA CALCOPIRITA A LO LARGO DE LAS FRACTURAS; SE ENCUENTRA PRINCIPALMENTE EN LOS GRANITOS CALCOALCALINOS.

ARGENTITA (Ag_2S) SE ENCUENTRA EN FORMA DE INCLUSIONES MICROSCÓPICAS DENTRO DE LA GALENA.

ORO (Au) ESTÁ PRESENTE EN TRAZAS FINAMENTE DISEMINADAS SOBRE TODO EN LAS ROCAS DE TIPO PNEUMATOLÍTICO.

CALCITA (CaCO_3) DESPUÉS DEL CUARZO ES EL MINERAL MÁS AMPLIAMENTE DISTRIBUIDO, SE LE ENCUENTRA RELLENANDO FALLAS ASOCIADO CON LA PIRITA ASÍ COMO CONSTITUYENTE DE LA GANGA EN ALGUNAS VETAS.

CUARZO (SiO_2) ES EL PRINCIPAL CONSTITUYENTE DE LA GANGA EN LAS VETAS. SE LE LOCALIZA EN LOS RESPALDOS DE LAS VETAS FORMANDO HILLOS. EN ALGUNAS FALLAS SE ENCUENTRA ASOCIADO CON LA TURMALINA.

MINERALOGÍA DE ORIGEN SUPERGENICO.

LIMONITA ($2\text{FeO} \cdot \text{H}_2\text{O}$) SE LE ENCUENTRA PRINCIPALMENTE EN LA ZONA DE OXIDACIÓN; GENERALMENTE EN FORMA TERROSA Y ES EL MÁS COMÚN DENTRO DE LOS MINERALES DE HIERRO. SE PRESENTA EN FINOS AGREGADOS RELLENANDO LOS INTERSTICIOS DE LA ROCA.

HEMATITA (Fe_2O_3) SE LE ENCUENTRA JUNTO CON LA LIMONITA EN --

LAS PORCIONES OXIDADAS DE LAS VETAS.

SIDERITA (FeCO_3) SE LE ENCUENTRA OCASIONALMENTE EN ALGUNAS FALLAS.

CERUSITA (PbCO_3) ESTÁ PRESENTE EN LA ZONA DE OXIDACIÓN COMO PRODUCTO SECUNDARIO DE LA GALENA Y ASOCIADO A LA LIMONITA.

HIDROZINCITA $2\text{ZnCO}_3 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2$ DE LA MISMA FORMA QUE LA CERUSITA SE PRESENTA EN LA ZONA DE OXIDACIÓN, EN MASAS TERROSAS AMARILLENAS, PRODUCTO DE LA ALTERACIÓN DE LA ESFALERITA.

COVELITA (CuS) SE PRESENTA EN PEQUEÑAS CANTIDADES EN FORMA DISEMINADA, ASOCIADA A LA BORNITA Y REEMPLAZANDO OCASIONALMENTE A LA CALCOPIRITA. A VECES TAMBIÉN OCURRE RELLENANDO INTERSTICIOS DENTRO DE LOS MINERALES PRIMARIOS, COMO CEMENTANTE.

SHEELITA (CaMoO_4) SE ENCUENTRA EN FINAS VETILLAS Y DISEMINACIONES PRINCIPALMENTE EN LOS GRANITOS CUARZOMONZONITAS, PNEUMATOLITAS Y GREISEN.

EN FORMA DISEMINADA SE PRESENTA TAMBIÉN EN MILONITAS, MINERALES DE MENA Y EN LOS DIQUES TONALÍTICOS Y MICRODIOPÍTICOS.

VI.2.- ESTRUCTURA DE LA MINERALIZACIÓN.

EXISTE UN GRAN AFLORAMIENTO CONSIDERADO DE DIMENSIONES BATOLÍTICAS, CONFORMADO POR ROCAS DE NATURALEZA GRANÍTICA Y CUARZOMONZONÍTICA. COMO YA SE INDICÓ, LA MINERALIZACIÓN ESTÁ ALBERGADA EN ESTAS ROCAS Y FUE EL PRODUCTO DE UNA SERIE DE ALTERACIONES TALES COMO LA SILICIFICACIÓN Y LA TURMALINIZACIÓN QUE A SU VEZ ORIGINARON LOS FENÓMENOS DE PNEUMATOLIZACIÓN QUE ESTÁN PRESENTES EN LAS ROCAS DE TIPO PNEUMATOLÍTICO Y GREISEN.

ESTAS ROCAS ADOPTAN UNA ESTRUCTURA TABULAR, PRESENTAN DIRECCIONES GENERALES NW-SE, ASÍ COMO UN FRACTURAMIENTO ASOCIADO A UN CONJUNTO DE DIQUES DE COMPOSICIÓN INTERMEDIA (TONALÍTICOS-MICRODIORÍTICOS) Y QUE TAMBIÉN SON PARALELOS A LAS PNEUMATOLITAS Y GREISEN.

LOS YACIMIENTOS MINERALES SE PRESENTAN EN PRIMER LUGAR EN LAS PNEUMATOLITAS; LA MINERALIZACIÓN OCURRE EN ELLAS EN FORMA DISEMINADA Y ALOJADA EN FINAS FRACTURAS, EN OCASIONES EN FORMA DE STOCK-WORK.

EN SEGUNDO LUGAR, LA MINERALIZACIÓN SE ALOJA EN LOS GREISEN EN FORMA DE FINAS DISEMINACIONES.

EN ESTAS ROCAS ES EN DONDE SE HAN ENCONTRADO LOS MEJORES VALORES DE ORO Y PLATA.

VI.3.- ROCA ENCAJONANTE.

EN EL ÁREA DE SAN FERNANDO AFLORAN ALREDEDOR DE DOCE TIPOS DE ROCAS: LAS ROCAS QUE SE ENCUENTRAN CONSTANTEMENTE ASOCIADAS A LA MINERALIZACIÓN Y QUE POR LO TANTO PRESENTAN UNA GRAN IMPORTANCIA SON EL GREISEN, PNEUMATOLÍTAS Y EL GRANITO CALCAOALCALINO - CUARZOMONZONITA.

ESTAS ROCAS SE PRESENTAN COMO ROCA ENCAJONANTE DE LAS VETAS Y EN OCASIONES CON MINERALIZACIÓN DISEMINADA, COMO SUCEDE EN LA VETA LA RAMADA Y LA GUADALUPE. EL CUERPO INTRUSIVO DE TIPO GRANODIORÍTICO QUE AFLORA EN LA PARTE OCCIDENTAL DEL ÁREA, DEBIDO AL CONTENIDO MINERALÓGICO, SE LE HA CONSIDERADO COMO UNO DE LOS MÁS IMPORTANTES DE LAS ROCAS EXISTENTES, YA QUE EN ESTE CUERPO SE ORIGINÓ LA ALTERACIÓN DE LAS PNEUMATOLITAS, LAS CUALES SE LOCALIZAN EN LAS INMEDIACIONES DE: EL MELÓN, LA RAMADA, SANTA FE, LA PLOMOSA, LA BUENAVISTA Y - LA GUADALUPE. LA GRANODIORITA SE LE HA CORRELACIONADO CON EL INTRUSIVO DE SAN JOSÉ DEL DESIERTO DE EDAD EOCÉNICA (HENRY Y FREDRIKSON -- 1972, HENRY 1975, Y CLARK ET AL 1980).

VI.4.- HIPOTESIS GENETICA

DE ACUERDO A LOS ESTUDIOS RADIMÉTRICOS REALIZADOS EN LA REGIÓN, SE DETERMINÓ QUE LAS ROCAS MÁS ANTIGUAS QUE AFLORAN EN ELLA, PERTENECEN AL MESOZÓICO (CRETÁCICO INFERIOR) Y CORRESPONDEN A UN GRAN INTRUSIVO GRANODIORÍTICO, (DAMON 1981 LO DENOMINO BATOLITO NEVADIANO) EN EL QUE SE DESARROLLARON UNA SERIE DE ACONTECIMIENTOS.

CON LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA FARALLÓN SE ORIGINAN MOVIMIENTOS TECTÓNICOS QUE DAN MARGEN A LOS EMPLAZAMIENTOS DE GRANITO - CUARZOMONZONITA; EN ESTAS ROCAS SE PRESENTAN LOS AGENTES MINERALIZADORES, PRODUCTO DE UNA FASE DE DESPRENDIMIENTO ÁCIDO.

UNA SERIE DE ESFUERZOS TENSIONALES ORIGINAN LOS FENÓMENOS DE DINAMOMETAMORFISMO QUE ESTÁN PRESENTES EN LA MILONITIZACIÓN DE UN GRUPO DE ROCAS DE TIPO GRANÍTICO - CUARZOMONZONÍTICO (MUY DESARROLLADA LA EPIDOTIZACIÓN).

POR OTRA PARTE, LAS FLUÍDOS RICOS EN MINERALIZADORES QUE SE DESPRENDEN DE LOS MAGMAS RESIDUALES DURANTE EL FINAL DE LA CRISTALIZACIÓN DE LOS GRANITOS CALCOALCALINOS DAN ORIGEN A LOS FENÓMENOS DE PNEUMATÓLISIS Y CONSEQUENTEMENTE A LA MINERALIZACIÓN (YACIMIENTO COGNADO), LA CUAL SE FUE ALOJANDO EN FRACTURAS Y FALLAS PREEXISTENTES QUE POSIBLEMENTE FUERON ASOCIADAS A LA LIBERACIÓN DE ENERGÍA (PULSACIONES) DE LA ACTIVIDAD MAGMÁTICA.

A FINES DEL MESOZOICO, PRINCIPIOS DEL CENOZOICO SE GENERA EL ARCO MAGMÁTICO (INICIO DE LA OROGENIA LARAMIDE), COMO CONSECUENCIA DE LOS FENÓMENOS TÍPICOS DE TALES EVENTOS SE GENERAN EMPLAZAMIENTOS DE CUERPOS INTRUSIVOS A PARTIR DE LOS CUALES, MUY PROBABLEMENTE SE ORIGINARON LOS SATÉLITES FILONIANOS DEL GRANITO - CUARZO-MONZONITA (GREISENIZACIÓN), CONSTITUYENDO APLITAS, MICROCUARZO MONZONITAS Y MICRODIORITAS, LAS QUE SE MANIFIESTAN EN LA SUPERFICIE EN FORMA DE DIQUES.

AL CONCLUIR LAS ACTIVIDADES VOLCÁNICAS (CENOZOICO-TERCIARIO), SE PRODUCE LA FRAGMENTACIÓN DE LA PLACA FARALLÓN (CONCLUYE LA ACTIVIDAD DE LA OROGENIA LARAMIDE); SE LLEVA A CABO UNA ACTIVIDAD TECTÓNICA DISTENSIVA EN LA QUE OCURREN UNA SERIE DE REACOMODOS DE LAS ROCAS EXISTENTES, CONDICIÓN QUE PERMITIÓ EL DESARROLLO INCIPIENTE DE FENÓMENOS DE OXIDACIÓN Y CONSECUENTEMENTE UN ENRIQUECIMIENTO SUPERGÉNICO.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII. CONCLUSIONES.

1.- LA REGIÓN FORMA PARTE DE UNA FRANJA METALOGÉNICA, AURÍFERA DEL OCCIDENTE DE MÉXICO.

2.- LA MINERALIZACIÓN AURÍFERA DE SAN FERNANDO, ESTÁ ALOJADA EN GREISENES, PNEUMATOLITAS Y GRANITOS-CUARZOMONZONITAS EN OCASIONES MILONITIZADAS.

3.- LA ESTRUCTURA DE LOS DEPÓSITOS MINERALIZADOS SON:

A) DISEMINACIONES EN GREISENES Y PNEUMATOLITAS.

B) DISEMINACIONES EN MILONITAS.

C) VETAS EN OCASIONES CON TENDENCIA LENTICULAR O

D) STOCKWORK.

4.- DESDE EL PUNTO DE VISTA TOPOGRÁFICO LA MAYOR CONCENTRACIÓN DE MINERALES SE ENCUENTRA ALOJADA EN LOS LUGARES MÁS ELEVADOS.

5.- LAS GUÍAS LITOLÓGICAS MÁS REPRESENTATIVAS DE LA MINERALIZACIÓN CORRESPONDEN A LOS CONTACTOS ENTRE LAS PNEUMATOLITAS Y LAS GRANODIORITAS, YA QUE EN ÉSTAS SE HAN ENCONTRADO LAS MAYORES CONCENTRACIONES DE ORO Y SULFUROS DISEMINADOS.

6.- LA GUÍA MINERALÓGICA MÁS IMPORTANTE ES LA TURMALINIZACIÓN, EN SEGUNDO LUGAR TAMBIÉN EXISTEN COMO GUÍAS LA EPIDOTIZACIÓN Y LA ARGILITIZACIÓN.

RECOMENDACIONES.

1.- POR LO QUE RESPECTA AL ÁREA DE LA TOCAYA, SERÍA MUY CONVENIENTE LLEVAR A CABO UNA SERIE DE TRABAJOS DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA ESPECIALMENTE CON LOS MÉTODOS DE POLARIZACIÓN INDUCIDA Y EL DE RESISTIVIDAD; CON ÉSTOS SE DETERMINARÁ ALGUNA POSIBLE CONCENTRACIÓN DE SULFUROS.

2.- POR OTRA PARTE, SERÍA RECOMENDABLE EFECTUAR UN MAPEO DETALLADO DE LAS ALTERACIONES EN LA PARTE N^W DE LA TOCAYA YA QUE EN ESTA ZONA SE LLEGARON A DETERMINAR ALGUNOS VALORES DE INTERÉS ECONÓMICO.

3.- DEBIDO AL GRAN NÚMERO DE ESTRUCTURAS MINERALIZADAS, LOCALIZADAS EN EL ÁREA DE LA TOCAYA Y EL MELONCITO ASÍ COMO EL INFIERNILLO (SW-FUERA DEL ÁREA), SERÍA DE UNA GRAN UTILIDAD LLEVAR A CABO UNA SERIE DE ESTUDIOS GEOQUÍMICOS EMPLEANDO EL MÉTODO DE VAPORES DE MERCURIO ASÍ COMO LITOGEOQUÍMICA CON EL OBJETO DE ESTABLECER BLANCOS DE EXPLORACIÓN.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- ARRIAGA GARCÍA GERMÁN.- ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA CLASIFICACIÓN DE YACIMIENTOS MINERALES Y SUS RELACIONES CON LAS ROCAS ENCAJONANTES EN MÉXICO. VIII SEMINARIO INTERNO SOBRE LA EXPLORACIÓN GEOLÓGICO MINERA.- CRM, MÉXICO, D.F. (1980).
- ARRIAGA GARCÍA GERMÁN.- APUNTES DE MINERAGRAFÍA 2A. PARTE. UNAM, FACULTAD DE INGENIERIA (1977).
- ATWATER, T.- IMPLICATIONS OF PLATE TECTONICS FOR THE CENOZOIC TECTONIC EVOLUTION OF WESTERN NORTH AMERICA, BULL. GEOL. SOC. AMERICA.- (1970).
- BATEMAN, ALAN M AND JENSEN, M.L. ECONOMIC MINERAL DEPOSITS, JOHN WILEY & SONS, NEW YORK (1981).
- BILLINGS, M.P. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL, 3ª EDICIÓN, EUDEBA EDITORIAL UNIVERSITARIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA (1972).
- BUSTAMANTE MARCO ANTONIO.- RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO DE LA ZONA MINERALIZADA. LA SOLEDAD, MUNICIPIO DE TAMAZULA, DURANGO (1973).
- CARRASCO, C.M.- CARTA DE PROVINCIAS METALOGENÉTICAS DEL ESTADO DE DURANGO, C.R.M. (1980).

- CEPEDA DÁVILA LEOVIGILDO.- APUNTES DE YACIMIENTOS MINERALES. UNAM. -
FACULTAD DE INGENIERÍA MÉXICO, D.F.
- CLARK KENNETH, F.- POSICIÓN ESTRATIGRÁFICA Y DISTRIBUCIÓN EN TIEMPO
Y ESPACIO DE MINERALIZACIÓN EN LA PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE
OCCIDENTAL EN DURANGO, MEX.
- CRUZ P. RODRIGO.- ESTUDIO GEOLÓGICO DETALLADO DE ALGUNAS PEQUEÑAS --
ÁREAS TURMALINIZADAS LOCALIZADAS DENTRO DEL ÁREA DE SAN FER--
NANDO, PERTENECIENTES A LA RESERVA MINERA NACIONAL DE SAN FER
NANDO MUNICIPIO DE TAMAZULA, DURANGO (1982).
- DEYANT A Y ROBIN C.- LAS FASES DEL VULCANISMO EN MÉXICO, UNA SÍNTESIS
EN LA RELACIÓN CON LA EVOLUCIÓN GEODINÁMICA DESDE EL CRETÁCICO.-
EDICIÓN DE LA REVISTA DEL INSTITUTO DE GEOLÓGIA DE LA UNAM, MÉ
XICO, D.F. (1978).
- GILBERT CHARLES M. TURNER FRANCIS I. Y WILLIAMS HOWER PETROGRAFÍA.---
CECSA, MÉXICO, D.F. (1968).
- HEINRICH, E.W.M.- IDENTIFICACIÓN MICROSCÓPICA DE LOS MINERALES, URBO,
S.A. DE EDICIONES BILBAO, ESPAÑA (1972).
- HUANG, W.T.- PETROLOGÍA UTEHA, MÉXICO (1968).

JENSEN, M.L. y BATCHAN M.A. - ECONOMIC MINERAL DEPOSITS. JOHN WILEY AND SONS. USA (1979).

KERR, PAUL F. - OPTICAL MINERALOGY. FOURTH EDITION Mc GRAW HILL --- BOOKS USA (1977).

LINDGREN, WALDEMAR. - MINERAL DEPOSITS, Mc GRAW HILL BOOKS USA (1940).

LÓPEZ R.E. - GEOLOGÍA DE MÉXICO, 3ª, EDICIÓN, TOMO II (1982).

Mc DOWELL, W.F. AND CLABAUGH, S. - EDADES POTASIO ARGÓN DE ROCAS VOLCÁNICAS EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL AL NE DE MAZATLÁN SIN, MÉXICO. II CONVENCION NAL. SOC. GEOL. MEX. BULL (1972).

Mc DOWELL, W.F. AND KEISER, R.P. - TIMING OF MID-TERTIARY VOLCANISM - IN THE SIERRA MADRE OCCIDENTAL BETWEEN DURANGO CITY AND MAZATLÁN, MÉXICO. GEOL. SOC. AMERICA BULL (1977).

Mc KINSTRY, HUGH, EXTOR 1977, GEOLOGÍA DE MINAS EDIT. OMEGA, 4ª, EDICIÓN. BARCELONA ESPAÑA.

SELSNER. - ATLAS DES PARAGENESES MINERALES VERES AUMICROSCOPE (1965).

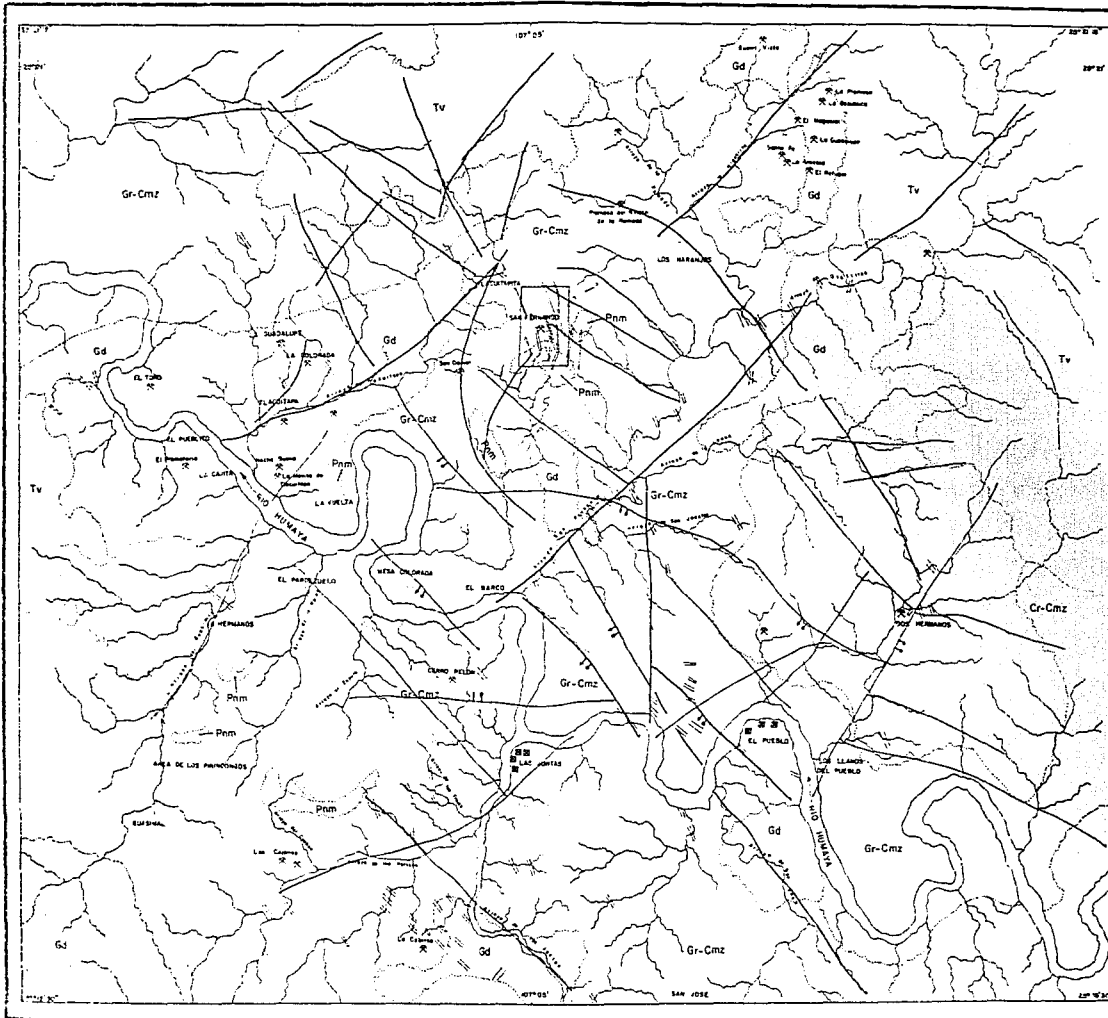
PARKS, ROLAND D. - EXAMINATION AND VALUATION OF MINERAL PROPERTY, --- ADDISON WESLEY 4 TH ED. USA, (1957).

PICOT P Y JOHAN Z.- ATLAS DES MINERAUX METALLIQUES ED DE BRGM, PARIS
FRANCE. (1977).

RAISZ, EDWIN L.- PHYSIOGRAPHIC PROVINCES AND LAND FORMS OF MEXICO.-
OFFICE OF NAVAL RESEARCH, CAMBRIDGE MASS USA. (1964).

ROUTHIER, PIERRE.- LES GISEMENTS METALLIFERES TOMO 1-2 EDIT. MASSON,
ET CRE PARIS FRANCE (1963).

SMIRNOV, V. I. GEOLOGIA DE YACIMIENTOS MINERALES, EDITORIAL MIR MOSCÚ -
(1982).



EXPLICACION

Ign	Igimbrito
Mt	Micro-Tonalite
Md	Micro-Diorita
M-Cmz	Micro-Cuarzomonzonita
M-G	Micro-Granito
D	Diorita
M-Me	Mineral de Mano
G	Gresen
Pnm	Pneumatolito
Mn	Milonita
Gr-Cmz	Granito-Cuarzomonzonita
Gd	Granodiorite

SIMBOLOS

*	Mina o prospecto
—	Contacto geológico
—	Arroyo
—	Ranchería

ESCALA 1:20000



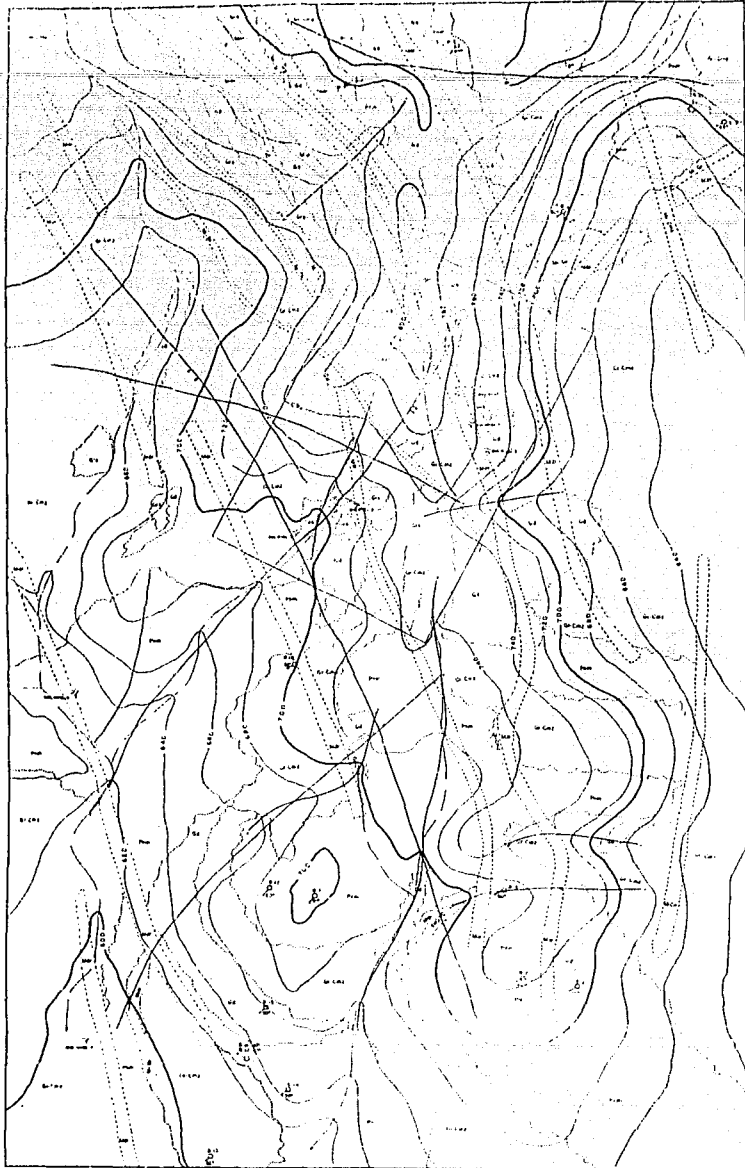
Nota: Fondo topográfico a partir de los trabajos efectuados por el INEGI y el IGN y PDM-1982 del IGN, INEGI.

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
CIENCIAS DE LA TIERRA

MAPA GEOLOGICO REGIONAL
DEL AREA DE SAN FERNANDO.
MUNICIPIO DE TAMAZULA, EDO
DE DURANGO.

TESTIS PROFESIONAL

25° 42' 37"



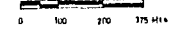
EXPLICACION

- Igneas
- Micro-Tegrita
- Micro-Diárita
- Micro-Conglomerado
- Micro-Gravita
- Diarita
- Micasa de Mica
- Gravas
- Panselolito
- Micasita
- Gravelo-Conglomerado
- Gravelito

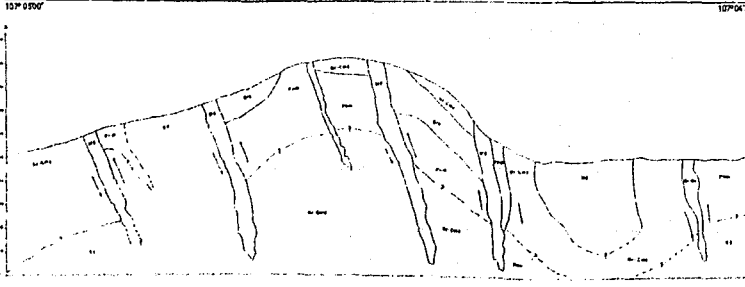
SIMBOLOGIA

- Dique
- Escarpa
- Falso
- Barrera
- Contorno Geológico
- Cursos de agua
- Arroyo
- Línea de Sección
- Lote número

Escala Grafica Plano



Escala Grafica Sección



INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS