



UNIVERSIDAD DE SONORA

ESCUELA DE GEOLOGIA



"ETAPAS INTRUSIVAS RELACIONADAS AL YACIMIENTO  
EN SKARN DE LA NEGRA"  
UNIDAD LA NEGRA, MPIO. DE CADEREYTA, QUERETARO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

G E O L O G O

P R E S E N T A



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

*Mario Castellanos Téllez*

HERMOSILLO, SONORA

ENERO DE 1990

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



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



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

Hermosillo, Son. Diciembre 10 de 1989.

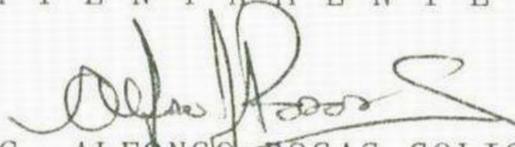
ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ.  
COORDINADOR EJECUTIVO DEL  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA.  
P R E S E N T E :

Por este conducto y de la manera más atenta me permito proponer para su aprobación el tema de tesis, intitulada: ETAPAS INTRUSIVAS RELACIONADAS AL YACIMIENTO EN SKARN DE LA NEGRA, UNIDAD-LA NEGRA, MPIO. DE CADEREYTA, QUERETARO.

A fin de que el pasante: MARIO CASTELLANOS TELLEZ, llene su requisito para la presentación del Examen Profesional.

En espera de su respuesta, quedo de Usted.

A T E N T A M E N T E

  
ING. ALFONSO ROSAS SOLIS.  
ASESOR DE TESIS.

c.c.p. Archivo.



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



Departamento de Geología

ENERO 15 DE 1990.

ING. ALFONSO ROSAS SOLIS.  
ASESOR DE TESIS.  
P R E S E N T E :



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

Por este conducto, informo a Usted, que ha sido aprobado el tema de tesis: ETAPAS INTRUSIVAS RELACIONADAS-AL YACIMIENTO EN SKARN DE LA NEGRA, UNIDAD LA NEGRA, MPIO. DE CADEREYTA, QUERETARO, Para que sea desarrollada por el pasante de Geólogo:

MARIO CASTELLANOS TELLEZ.

Sin otro particular, quedo de Usted.

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

ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ.  
COORDINADOR EJECUTIVO.



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
DEPARTAMENTO DE  
GEOLOGIA

c.c.p. Archivo.



Departamento de Geología

NOMBRE DE LA TESIS:

"ETAPAS INTRUSIVAS RELACIONADAS AL YACIMIENTO EN SKARN DE LA NEGRA, UNIDAD LA NEGRA, MPIO. DE-CADEREYTA, QUERETARO.



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

NOMBRE DEL SUSTENTANTE:

MARIO CASTELLANOS TELLEZ.

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.

*Alfonso Rosas Solis*  
ING. ALFONSO ROSAS SOLIS.

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.

*Efren Perez Segura*  
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.

*Jaime E. Islas Lopez*  
ING. JAIME E. ISLAS LOPEZ.

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

*Ricardo Amaya Martinez*  
ING. RICARDO AMAYA MARTINEZ.  
COORDINADOR EJECUTIVO.

c.c.p. minutarario.  
c.c.p. archivo.



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

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

=====

Por medio de la presente, deseo expresar mi mas sincero agradecimiento a la Compañia Servicios Industriales Peñoles, S. A. de C. V. por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

En forma muy especial a los Ings. Alfonso Rosas Solis y Alma Patricia Sámano, de quienes obtuve los conocimientos que me sirvieron de base para el desarrollo de este estudio.

A los Ings. Raul Diaz U. y Roberto Telléz H. por su apoyo desinteresado.

A el Ing. J. Antonio Esquivias F. y al Sr. Juan Medina compañeros de la brigada de exploración de la Unidad La Negra por su ayuda para la realización de este trabajo.

A todo el personal de la Cia. Minera La Negra por su amistad y el apoyo brindado durante mi estancia en esa Unidad.

A mis compañeros de las Oficinas de Exploración de México y Hermosillo que de alguna manera cooperaron en la realización de esta tesis.

A los Ings. Efrén Perez S. y Jaime Islas L. por su tiempo brindado para la revisión de esta tesis.



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

A M I S P A D R E S :

QUE CON SU APOYO , PACIENCIA Y CARIÑO HAN HECHO DE MI LO QUE  
AHORA SOY .

SR. ENRIQUE CASTELLANOS ARRIETA

SRA. MARIA ELENA TELLEZ DE CASTELLANOS

A M I S H E R M A N O S :

POR SU AYUDA Y COMPRESION :

LUIS ENRIQUE

MARIA ELENA

JAVIER

A M I S A M I G O S :

QUE EN TODO MOMENTO HAN DEMOSTRADO SERLO

LUIS FERNANDO OVIEDO L.

JULIO CESAR PALOMINO M.

RESUMEN -

En la parte oriental del estado de Querétaro se localiza el distrito minero de Maconí , en el cual se ubica el yacimiento mineral de La Negra . Se clasificó dentro del tipo hidrotermal en skarn , relacionandose por su forma con los tipos chimenea - manto del norte de México.

Su origen es partir de una serie de 5 intrusiones de edad terciaria que se emplazaron de manera intermitente en una secuencia de rocas carbonatadas del Cretácico medio conocida como la formación El Doctor .

Estas intrusiones son el reflejo de la actividad de una cámara magmática emplazada a gran profundidad , en la cual y a través del tiempo el magma contenido fue diferenciandose , como evidencia de esto tenemos las variaciones en composición durante cada evento. La secuencia de emplazamiento y la composición de cada uno de estos es :

1º Diques de composición diorítica , asimilados por la segunda etapa de intrusión , pero de la cual quedaron algunas manifestaciones como son la presencia un skarn de spurrita.

2º Pequeños stocks y diques de composición que varían entre cuarzo-dioritas - monzodioritas - granodioritas . esta etapa representa la de mayores dimensiones y generó una serie de procesos que culminarían con la formación del yacimiento .

3º Diques dioríticos angostos .

4º Diques monzoníticos , posteriores a la formación de skarn .

5º Dique félsico emplazado en falla regional .

## INDICE

RESUMEN	PAG.
I-. INTRODUCCION	
- Problema	1
- Objetivo	1
- Metodo de trabajo	1
II-. GENERALIDADES	
- Localización	2
- Fisiografía	2
- Geomorfología e hidrografía	2
- Clima y vegetación	2
III-. GEOLOGIA REGIONAL	
- Formaciones pre Las Trancas	5
- Formación Las Trancas	5
- Formación El Doctor	5
- Formación Soyatal y Mexcala	6
- Conglomerado El Morro	6
- Rocas ígneas	6
IV-. GEOLOGIA ESTRUCTURAL REGIONAL	
- Cabalgadura de El Doctor	10
- Sinclinal de Maconí	10
- Anticlinorio El Piñón	10
- Fallamiento normal	10
V-. GEOLOGIA HISTORICA	11
VI-. GEOLOGIA LOCAL Y YACIMIENTOS MINERALES	12
A - ESTRATIGRAFIA :	
- Formación El Doctor	12
Facies La Negra	12
Facies San Joaquín	12
Facies Socavón	12
- Mármol	14
- Skarn	14
Endoskarn	14
Skarn de wollastonita	15
Skarn de granate	15
Skarn de spurrita	16
- Rocas ígneas	17
B - GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y TECTONICA	19
C - YACIMIENTO MINERAL :	
- Clasificación y morfología	20
- Mineralogía	20
- Paragénesis y zonificación	23
- Edad del yacimiento	23
- Estadios de formación	23
- Temperaturas y presiones	24

D - CONTROLES DE LA MINERALIZACION	25
- Lito-estratigráfico	25
- Estructural	25
- Químico	25
- Textural	25
VII-. PETROLOGIA DE ROCAS IGNEAS	
A - INTRODUCCION	26
B - UBICACION Y MORFOLOGIA	27
- Sistema Dificultad	27
- Sistema Esperanza	27
- Sistema Silvia	30
- Dique aplítico Maravillas	33
C - PETROLOGIA Y CLASIFICACION	
- Grupo I	35
- Grupo II	35
- Grupo III	36
- Grupo IV	36
VIII-. GENESIS	38
IX-. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
X-. BIBLIOGRAFIA	47
APENDICE	49
- Reportes petrográficos	
- Localización de muestras ubicadas fuera del area de estudio	



EL SABER DE MIS DIAS  
HARA A LOS GRANDES  
BIBLIOTECA DE CIENCIAS  
EXACTAS Y NATURALES

LISTA DE FIGURAS	ESCALA	Pag.
1 Plano de localización.	Gráfica	3
2 Marco fisiográfico de la república Mexicana.	Gráfica	4
3 Plano geológico regional.	1 : 50 000	7
4 Diagrama idealizado de las facies de la caliza El Doctor .	-----	8
5 Columna geológica regional.	-----	9
6 Geología del distrito minero Maconí.	1 : 20 000	13
7 Plano geológico area de estudio .	1 : 4 000	18
8 Geología nivel 2 300	1 : 5 000	21
9 Sección geológica mostrando zoneamiento litológico	1 : 5 000	22
10 Distribucion de intrusivos nivel 2300 .	1 : 5 000	28
11 Sección geológica A - A`.	1 : 4 000	29
12 Sección geológica B - B`.	1 : 4 000	31
13 Sección geológica C - C`.	1 : 4 000	32
14 Sección geológica D - D`	1 : 4 000	34
15 Clasificación de rocas igneas	-----	37
16 Génesis de intrusivos	-----	44
17 Localización de muestras petrográficas tomadas fuera del área de estudio.	1 : 20 000	55
18 Localización de muestras petrográficas tomadas fuera del área de estudio.	1 : 5 000	56
T A B L A S		
I Características de los stocks del distrito Maconí .		26
II Promedios geoquímicos por orden de concentración mostrando tipo de roca .		39

## I INTRODUCCION

### PROBLEMA -.

Los intrusivos existentes en el yacimiento de La Negra muestran ligeras variaciones petrológicas así como relaciones de corte entre algunos de ellos lo que evidencia que fueron emplazados en diferente época ; tomando en cuenta ta lo anterior se plantearon las siguientes preguntas :

- ¿ Cuantos eventos de intrusión ocurrieron en el yacimiento . ?
- ¿ Cual fué el orden de emplazamiento . ?
- ¿ Cual es su importancia en cuanto a dimensiones y asociación con la mineralización . ?

### OBJETIVO -.

El objetivo de este trabajo es determinar los eventos intrusivos , su orden de emplazamiento , comportamiento , características además de su importancia económica basado en la asociación con la mineralización .

### METODOLOGIA DE TRABAJO -.

La metodología empleada para resolver el problema tendrá la siguiente secuencia:

- Revisión bibliográfica .
- Seleccionar un área que cuente con el mayor número de afloramientos y esten representados los distintos tipos de intrusivos existentes .
- Cartografía a detalle ( esc. 1:1000 ) con brújula y cinta .
- Recolección de muestras de intrusivos para ser estudiadas con petrografía y geoquímica .
- Análisis e interpretación de toda la información existente .

## II GENERALIDADES

**LOCALIZACION.** El área de estudio se encuentra dentro del distrito minero de Maconí, el cual se localiza en la parte oriental del estado de Querétaro, en los límites con el estado de Hidalgo, en las coordenadas geográficas 99° 31' de latitud norte y 20° 51' de longitud oeste. (Fig. 1)

**FISIOGRAFIA.** El distrito minero de Maconí se encuentra en el borde sur-occidental de la subprovincia de las Sierras Altas, limitada al poniente por la subprovincia de las Sierras Bajas, pertenecientes ambas a la provincia de la Sierra Madre Oriental y al sur por la provincia del Eje Neovolcánico ( E. Raiz 1959 ) ( Fig. 2 )

El área es un rectángulo orientado al N50°W , con dimensiones de 1180 m. x 500 m. ( 59 Ha. ) y una elevación promedio de 2 600 m.s.n.m.

**GEOMORFOLOGIA E HIDROGRAFIA.** Geomorfologicamente la provincia corresponde al tipo de montañas plegadas en una etapa erosiva parecida a la madurez .

El relieve es abrupto con elevaciones que van desde los 1000 m.s.n.m. en el río Moctezuma -límite entre los estados de Querétaro e Hidalgo- hasta alturas superiores a los 3000 m.s.n.m en la Sierra El Doctor -cerro La Laja 3360 m.s.n.m.- y es controlado por la litología , las partes bajas con relieves mas suavizados se encuentran cubiertas por las rocas arcillosas de la formación Soyatal y el relieve prominente modelado por las calizas de la formación Doctor.

El patrón de drenaje es controlado también por la litología, las zonas cubiertas por la formación Soyatal el drenaje es de tipo dendrítico mientras en las zonas en las que afloran las calizas de la formación El Doctor presentan un drenaje angular a subparalelo, siendo las principales corrientes perenes el río Moctezuma y su afluente el arroyo Maconí.

**CLIMA Y VEGETACION.** De acuerdo con la clasificación hecha en 1936 por Wladimir Koppen el clima que predomina en el área es seco-estepario con lluvias en verano - precipitación media anual 300 mm. - el estiaje ocurre durante el invierno. La temperatura media anual es de 20° C..

La vegetación varía de acuerdo a la elevación: hacia las partes altas predominan los bosques de coníferas como pino, encino, cedro, madroño, etc. mientras que en las partes bajas donde la temperatura es mayor así como menor el grado de humedad, tenemos terrenos áridos y casi desprovistos de suelo vegetal, caracterizando a estos lugares el nopal, la lechuguilla, diversos tipos de magueyes así como otros arbustos espinosos.

 AREA DE ESTUDIO

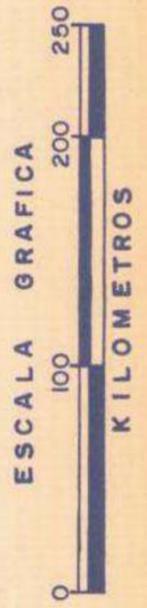
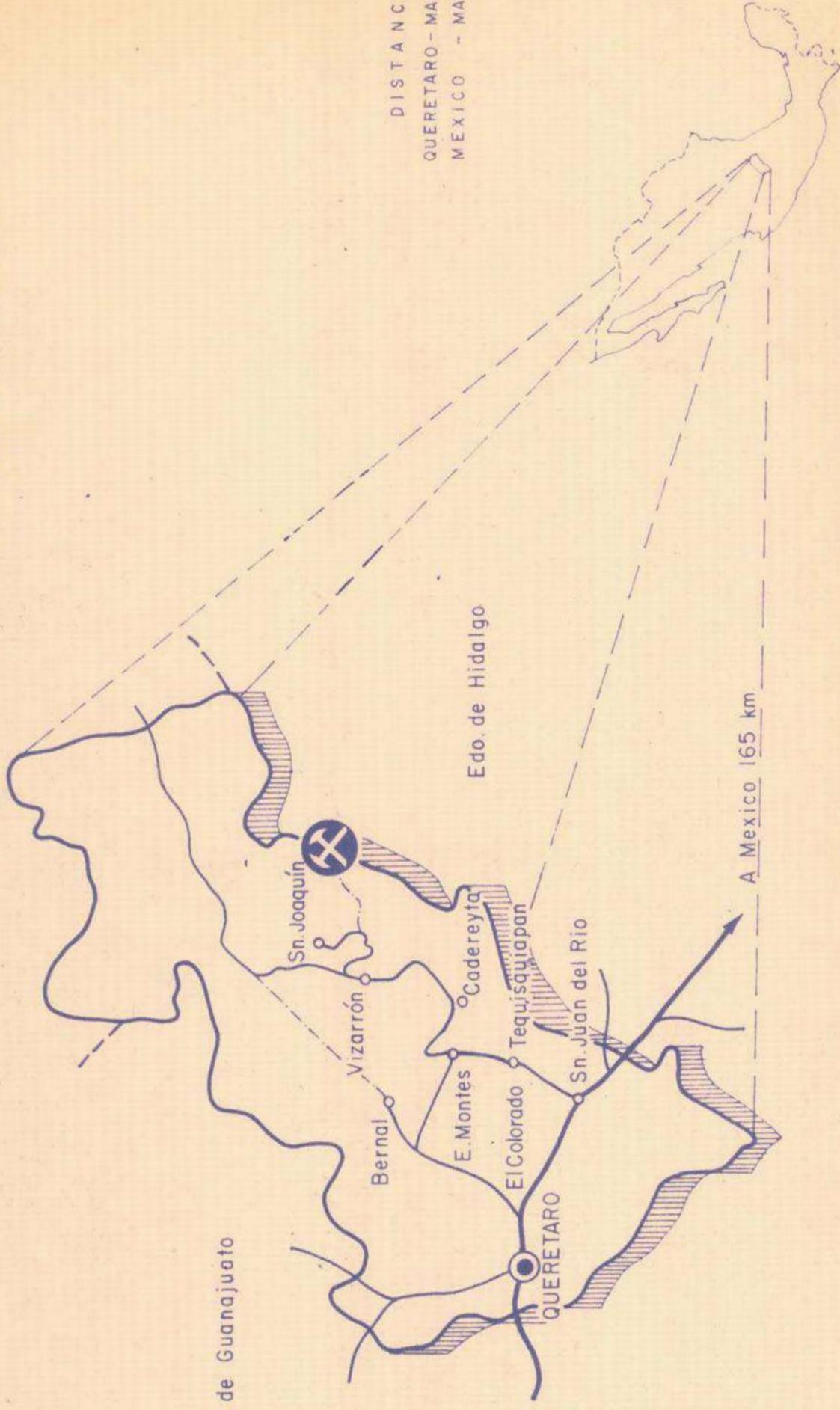
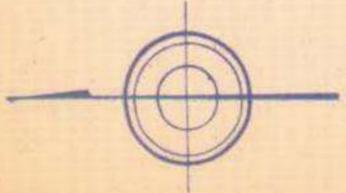
Edo. de Sn. Luis Potosi

Edo. de Guanajuato

Edo. de Hidalgo

A Mexico 165 km

DISTANCIAS  
QUERETARO - MACONI 150 km  
MEXICO - MACONI 300 km



PLANO DE UBICACION DISTRITO MACONI

# MARCO FISIOGRAFICO DE LA REPUBLICA MEXICANA

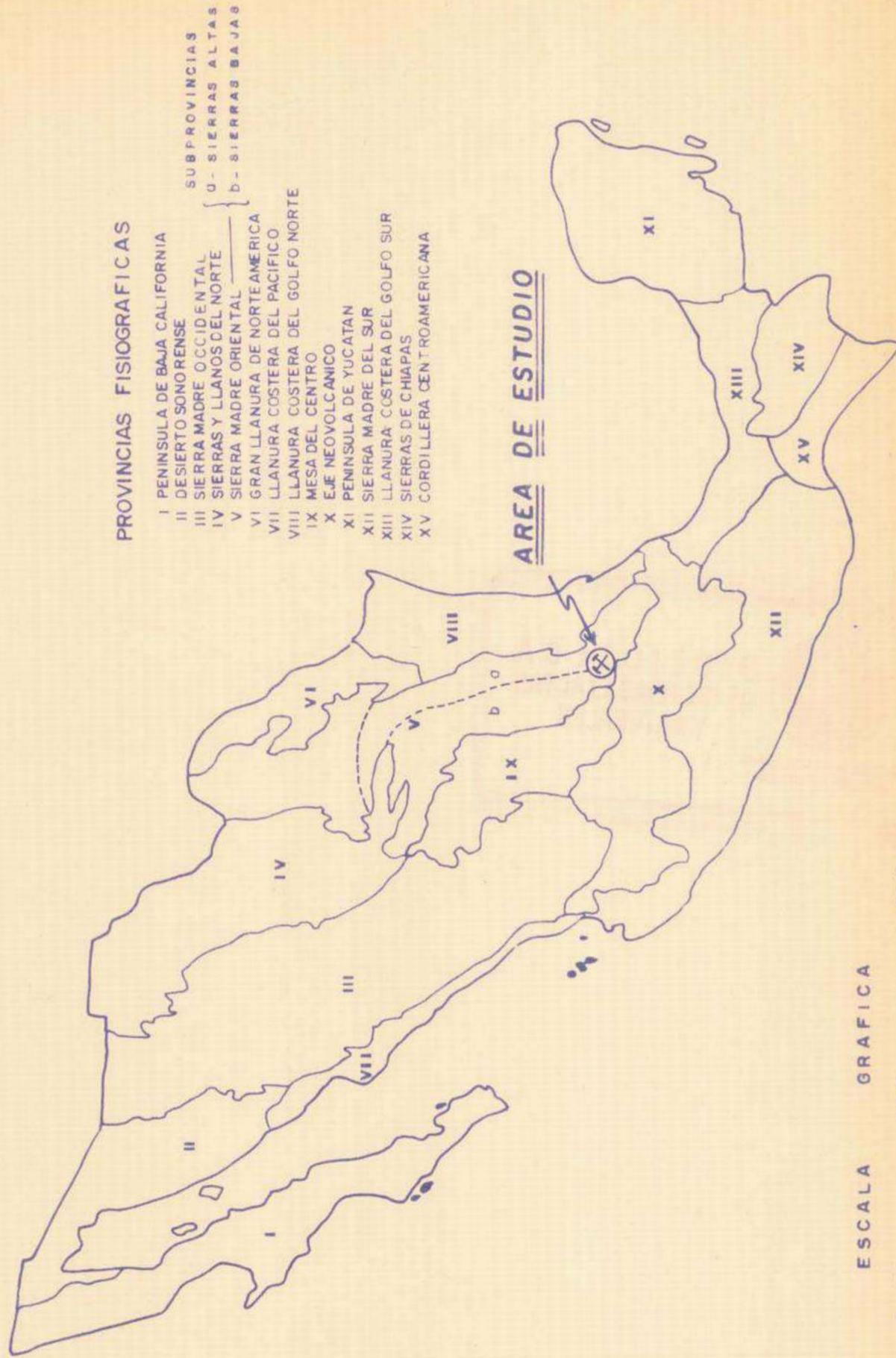


FIGURA Nº 2

### III GEOLOGIA REGIONAL

Las rocas aflorantes en el area pertenecen a una secuencia sedimentaria del Mesozoico y que constituyen la provincia geológica denominada plataforma El Doctor la cual junto con la plataforma de Tolimán representan la extensión sur de la plataforma de Valles - San Luis Potosí; cubriendo a esta secuencia se encuentran formaciones continentales mas jóvenes del Eoceno y Oligoceno principalmente.- Fig. 3 -.

**FORMACIONES PRE-LAS TRANCAS-** Las rocas mas antiguas conocidas cercanas al distrito afloran en el anticlinorio de Huayacocotla ubicado a 70 Km. al NE de Zimapán Hidalgo.

En este anticlinorio afloran diversas formaciones posiblemente de edad paleozoica y que estan representadas principalmente por gneises y esquistos micáceos.

**FORMACION LAS TRANCAS-** En el distrito minero de Maconí las rocas mas antiguas conocidas pertenecen a la formación Las Trancas ( Segerstrom ,1961 ) a la cual se le asigna una edad entre el Jurásico Superior - Cretácico Inferior -- Kimmeridgiano - Barremiano -- ( Carrillo y Suter , 1982 ) . Esta formación varia de noreste a suroeste desde una interestratificación de calizas y lutitas a lutitas , grauvacas y calizas interestratificadas ; hacia el oeste a grauvacas y arkosas con horizontes de lavas y piroclastos de composición riolítica y andesítica intercalados . Este cambio de facies tan marcado sugiere que se depositó en una ribera con la fuente de clastos hacia el poniente y con un relieve inclinado hacia el oriente.

La formación las Trancas descansa en discordancia sobre las rocas mas antiguas anteriormente mencionadas.

El espesor conocido de esta formación es de aproximadamente 800 m. medido en el cerro de Los Lirios ( Carrillo y Suter , 1982 ) .

**FORMACION EL DOCTOR-** Esta formación de edad Albiano - Cenomaniano (Wilson et al. , 1954 ) cubre amplias zonas del distrito y esta compuesta por calizas que tienen un rumbo general NW - SE con buzamiento al SW , consta de 4 facies : ( Fig. 4 )

#### **FACIES LA NEGRA-**

Esta facies está representada por una caliza de grano fino con intercalaciones delgadas de estratos arcillosos y bandas de pedernal negro. Es de color negro a gris oscuro y de estratificación delgada ( 10 - 20 cm. ) . El espesor máximo conocido de esta facies es de 300 m. . Las características que presenta esta facies sugieren que fue depositada en zona de cuenca.

#### **FACIES SAN JOAQUIN-**

Esta facies está representada por una caliza de grano fino a medio, de color gris oscuro con pseudoestratos y nódulos de pedernal negro y estratificación media a delgada de 30 - 40 cm. generalmente , aunque en ocasiones presenta estratos intercalados de hasta 1.30 cm. de espesor , este miembro se depositó en un ambiente transicional a menor profundidad que la facies La Negra .

#### **FACIES SOCAVON-**

Las calizas que conforman a esta facies son de textura de grano medio a grueso , presentando intercalaciones de conglomerados calizos de grano fino a grueso y nódulos de pedernal negro , en general todo el paquete es de estratificación gruesa y fue depositada en un medio ambiente transicional al pie del arrecife .

#### FACIES CERRO LADRON-

Esta facies está representada por una caliza arrecifal de forma lenticular a manera de banco, es de estratificación gruesa y con litología muy variada; calizas de grano fino, lodos calizos litificados, conglomerados. El color varía de color gris a gris claro, esta facie tiene un espesor calculado de aproximadamente 1500 m.

La formación El Doctor descansa concordantemente sobre la formación Las Trancas.

FORMACION SOYATAL Y MEXCALA-. Sobre la formación El Doctor en concordancia se encuentra la formación Soyatal ( Segerstrom, 1961 ), compuesta: en la base por calizas de grano fino de color gris claro en alternancia con lutitas rojas y graduando hacia la cima a calizas arcillosas con intercalaciones de lutitas amarillas y limolitas.

La formación Mexcala cubre a la formación Soyatal y está constituida por lutitas y limolitas de colores claros con escasas intercalaciones de calizas. El contacto entre estas dos formaciones es gradacional, ambas formaciones son de edad Cretácico Tardío ( Segerstrom, 1961 ).

El espesor aproximado de estas 2 formaciones en conjunto es de aproximadamente 450 m. ( Morrison, 1982 ).

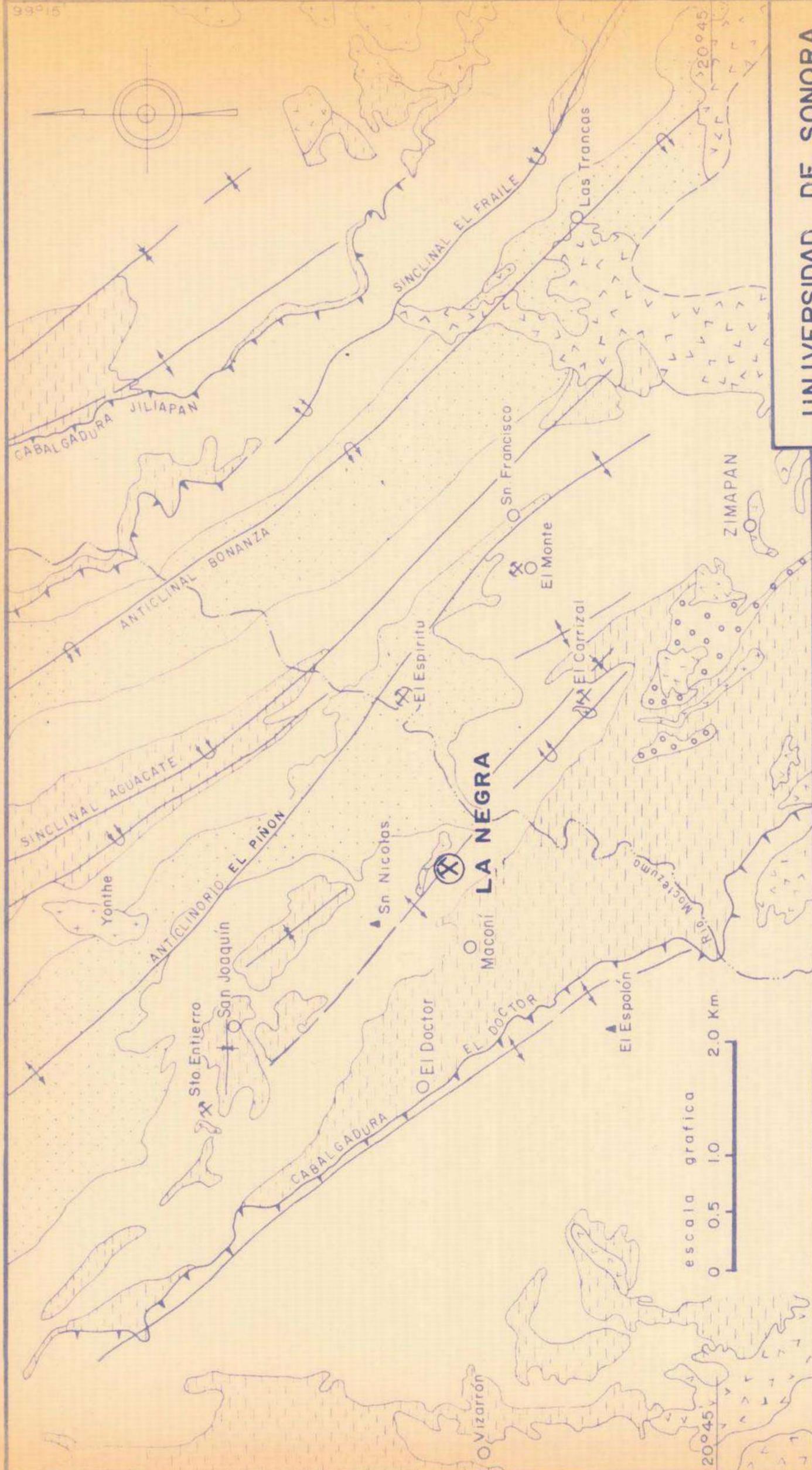
CONGLOMERADO EL MORRO-. Este conglomerado tiene un espesor de 50 m. y está constituido por clastos de calizas y lutitas de las formaciones El Doctor, Soyatal y Mexcala; en una matriz de carbonato de calcio y hematita por lo que adquiere un color rojizo.

Se encuentra descansando en discordancia sobre las formaciones antes mencionadas, asignandosele una edad Eoceno tardío - Oligoceno temprano (Segerstrom, 1961 ).

ROCAS IGNEAS-. En discordancia sobre el conglomerado El Morro encontramos derrames volcánicos de composición andesítica, dacítica y riolítica estos derrames son de edad Oligoceno - Mioceno.

Sobre estas secuencias volcánicas encontramos derrames basálticos del Plioceno tardío con discordancias entre todos ellos, lo que indica que existieron largos períodos de erosión entre cada evento.

Las rocas intrusivas más abundantes son de composición diorítica, cuarzdiorítica y granodiorítica, que están presentes como stocks, diques y sills, todas ellas se encuentran cortando a las estructuras Laramidicas.



**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
**PLANO GEOLOGICO REGIONAL**  
**AREA ZIMAPAN - EL DOCTOR**  
 ESTADOS DE HIDALGO Y QUERETARO  
 POR: M. CASTELLANOS ESCALA: 1: 50,000  
 FECHA: ABRIL - 1989 FIGURA N° 3

**EXPLICACION**

LITOLOGIA		SIMBOLOGIA	
[Symbol]	FM EL DOCTOR (CALIZAS)	[Symbol]	ANTICLINORIO
[Symbol]	FM SOYATAL (LUTITAS Y LIMOLITAS)	[Symbol]	ANTICLINORIO RECUMBENTE
[Symbol]	FM LAS TRANCAS	[Symbol]	SINCLINORIO
[Symbol]	ROCAS VOLCANICAS	[Symbol]	SINCLINORIO RECUMBENTE
[Symbol]	INTRUSIVOS DIORITICOS	[Symbol]	CABALGADURA
[Symbol]	FM EL MORRO	[Symbol]	RIO
		[Symbol]	CERRO
		[Symbol]	POBLADO
		[Symbol]	MINA

TOMADO DE:  
 CARRILLO Y SUTER 1962

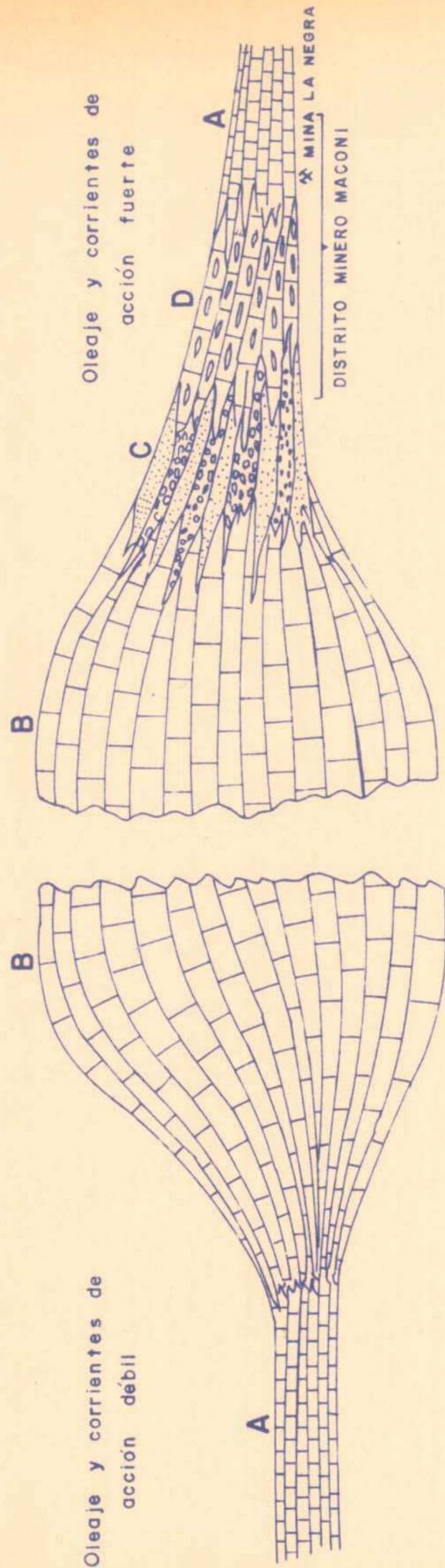
# FACIES DE LA CALIZA EL DOCTOR (DIAGRAMA IDEALIZADO)

SW

NE

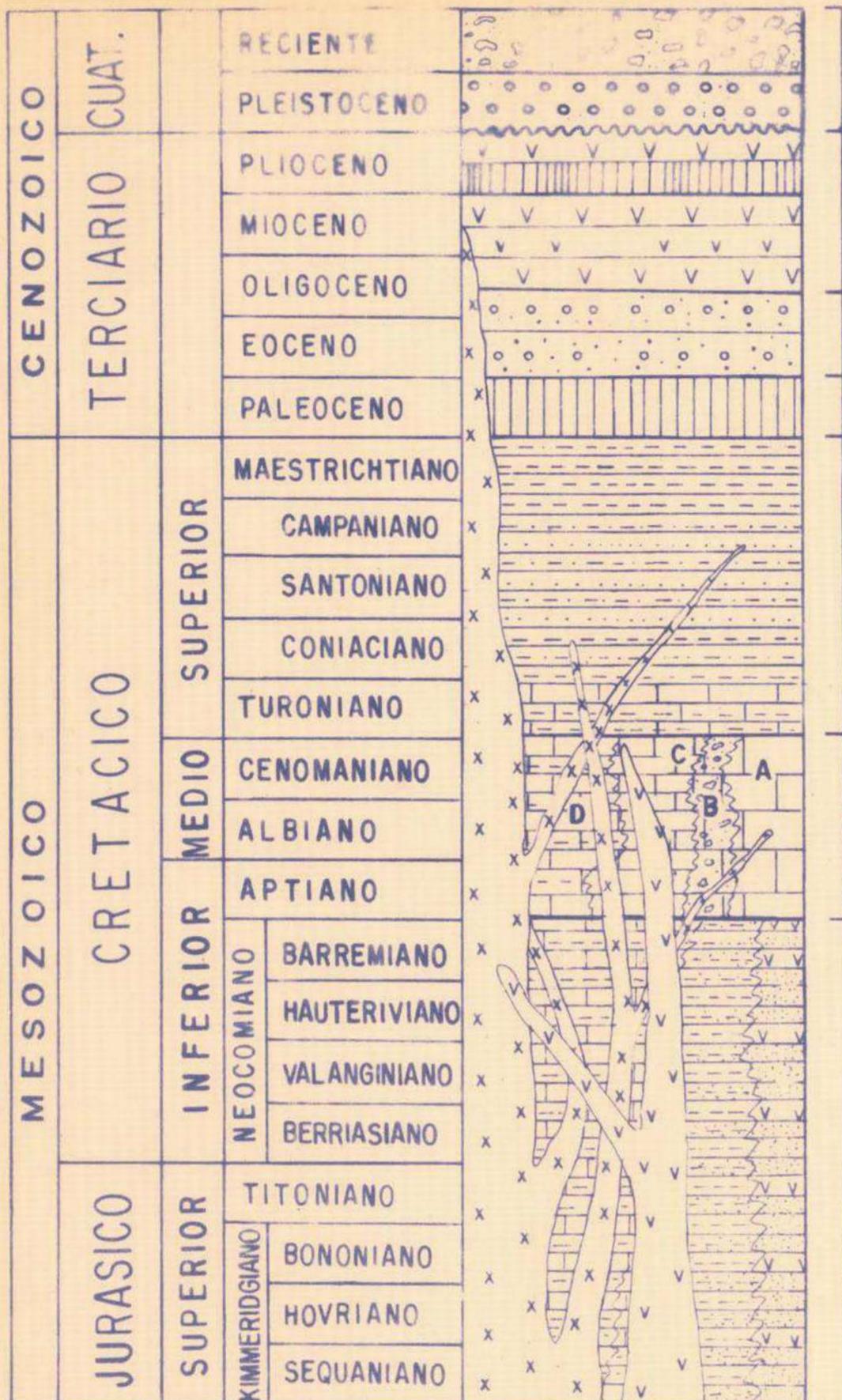
LADO POSTARRECIFAL

LADO PREARRECIFAL



**Facies**

- A.- LA NEGRA.- Caliza de estratificación delgada, con seudoestratos lenticulares de pedernal negro intercalados
- B.- CERRO LADRON.- Caliza de estratificación gruesa, sin pedernal
- C.- EL SOCAVON.- Caliza clástica de grano y estratificación gruesos
- D.- SAN JOAQUIN.- Caliza de grano fino y estratificación gruesa, con nodulos de pedernal



conglomerados calcareos mal consolidados, cubiertos por depósitos de talud y aluvión

16

Derrames volcánicos de composición andesítica-riolítica hacia la base y basáltica principalmente hacia la cima.

Conglomerado El Morro. Bien consolidado, fragmentos de caliza y lutita en matriz de CaCO<sub>3</sub> y hematita.

Orogenia Laramide

60

Formaciones Mezcala y Soyatal. Gradúa de la base a la cima de calizas y lutitas interestratificadas alufitas y limolitas en la parte media y lutitas hacia la cima.

Formación El Doctor. Caliza con 4 facies:

90

- A Cerro Ladrón.
- B Socavón. \*
- C San Joaquín.
- D La Negra.

Formación Las Trancas. Varía lateralmente de calizas-lutitas, lutitas-areniscas y areniscas intercaladas con derrames volcánicos y piroclastos.

\* FORMACION EL DOCTOR

- A FACIES: CERRO LADRON. Caliza arrecifal, estratificación gruesa.
- B : SOCAVON. Calizas de grano grueso con horizontes conglomeráticos.
- C : SAN JOAQUIN. Caliza de estratificación media a delgada con nódulos y pseudo-estratos de pedernal negro.
- D : LA NEGRA. Caliza estratificación delgada con intercalaciones de lutitas rojas y pedernal negro.

- x x x INTRUSIVOS DE COMPOSICION DIORITA - MONZONITA (OLIGOCENO)
- v v INTRUSIVO FELSICO (OLIGOCENO - MIOCENO ?)

Tomado de : A. Rosas 1981  
modificado por : M.C.T. 1989

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
**COLUMNA GEOLOGICA REGIONAL HIDALGO-QUERETARO**

Por: M. CASTELLANOS T. SIN ESCALA  
FECHA: ABRIL 1989 FIG. N°: 5

#### IV GEOLOGIA ESTRUCTURAL REGIONAL

1942  
EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
BIBLIOTECA DE CIENCIAS  
EXACTAS Y NATURALES

La región está caracterizada por grandes anticlinales , sinclinales , fallamiento inverso con grandes cabalgaduras asociadas y fallamiento normal , formados durante la orogenia Laramide . ( Cretácico superior - Terciario inferior ) .

Todas estas estructuras estan orientadas con un rumbo NW - SE.

El estilo de deformación está controlado principalmente por la litología y el espesor litológico ; las formaciones inferiores - formación Las Trancas , las facies de cuenca de la formación El Doctor ) y superior ( formación Soyatal ) son mecanicamente incompetentes mientras que las rocas carbonatadas de las facies arrecifales de la formación El Doctor son de alta competencia estructural . Las primeras respondieron a los esfuerzos compresionales con pliegues paralelos y las segundas con grandes cabalgaduras .

La geología regional así como las principales estructuras que se encuentran cercanas o dentro del distrito son : - Fig. 3 -

##### CABALGADURA DE EL DOCTOR -.

Esta estructura involucra al miembro Cerro Ladrón de la formación el Doctor (Wilson et al. , 1954 ) cabalgando sobre las lutitas de la formación Soyatal. Tiene una longitud de 12 Km. con rumbo NW , un echado hacia el SW de 24° y un traslape de 3 Km. , manifestandose como un escarpe que se atenúa al contacto entre estas 2 formaciones en la sierra del mismo nombre ( Carrillo y Suter , 1982 ) .

##### SINCLINAL DE MACONI -.

Estructura no muy apreciable por perder su flanco occidental por efecto de la cabalgadura ( Carrillo y Suter , 1982 ) .

##### ANTICLINORIO EL PIRON -.

Este anticlinorio tiene rumbo NW , una anchura de 11 Km. y se localiza desde la mina La Negra hasta el rancho Las Moras.

La geometría del anticlinorio es asimétrica , el flanco suroccidental tiene un buzamiento de 30° al SW mientras que el flanco nororiental posee una inclinación de aproximadamente 8° al NE . Contando con pliegues de 2° orden de hasta 800 m. en el flanco suroccidental y 200 m. en el techo y flanco nor-oriental ( Suter , 1987 ) .

Sobre este se encuentran alineados una serie de intrusivos de composición intermedia que van desde el distrito minero de Zimapán Hidalgo hasta el distrito minero de Santo Entierro en Querétaro - colindantes ambos con el distrito Maconí - su longitud es de 17 Km. .

##### FALLAMIENTO NORMAL -.

En la región existen varios sistemas de fallamiento y fracturamiento , el principal tiene un rumbo NW - SE , al igual que el resto de las estructuras regionales . Este sistema es el mas antiguo y debió de haber funcionado como conducto para las intrusiones anteriormente mencionadas.

El segundo sistema en importancia es de rumbo NE-SW , de menores dimensiones y mas reciente que el anterior ya que lo intersecta y desplaza . Este debe haberse originado por efecto de los intrusivos.

Existen además fallamientos radiales provocados por levantamientos dómicos como es el caso del área La Yegua , así como fallamiento en bloque produciendo una topografía escalonada .

## V GEOLOGIA HISTORICA REGIONAL

A finales del Jurásico existió en la región un mar somero , donde fueron depositados sedimentos calcáreos , arcillosos y arenosos intercalados hacia la zona occidental con rocas volcánicas , originadas estas en un arco volcánico ubicado al poniente de esta cuenca ; este paquete constituye actualmente la formación Las Trancas .

Posteriormente durante el Cretácico Medio se depositó en concordancia sobre la formación Las Trancas la formación El Doctor representado por un complejo calizo que consta de cuatro facies , finalizando el Cretácico con el depósito concordante de las calizas , lutitas calcáreas , lutitas y areniscas de las formaciones Soyatal y Mezcala .

Posiblemente a fines del Cretácico y principios del Terciario ocurrió un levantamiento general del área provocado por la orogenia Laramide , produciendo estos esfuerzos compresionales con orientación NE-SW que causaron intensos plegamiento, fallamiento inverso y normal en las rocas Jurásicas y Cretácicas .

Durante el Eoceno y como resultado de estas deformaciones se depositó el conglomerado El Morro , compuesto por clastos de las formaciones preexistentes. A finales del Eoceno y principios del Oligoceno se emplaza una serie de stocks , diques y sills en las zonas de debilidad estructural originadas durante la orogénia Laramide que provocan una serie de levantamientos dómicos y fallamiento normal.

Posteriormente ya en el Oligoceno se inicia una serie de emanaciones ígneas que continúan hasta finales del Mioceno .

Finalizando la historia geológica de la región , con la formación de depósitos aluviales y residuales que conforman el Cuaternario .

La columna geológica regional se muestra en la figura 5 .

## VI GEOLOGIA LOCAL

### A -. ESTRATIGRAFIA.

El área de estudio se encuentra ubicada en el flanco suroccidental del anticlinorio El Piñón el cual tiene como ya se ha mencionado anteriormente un rumbo NW .

Las rocas que afloran pertenecen a las calizas de la formación El Doctor - facies La Negra , San Joaquín y Socavón - , mármol con o sin estratos silicatados , skarns con diferente mineralogía dependiendo de su cercanía con los intrusivos de composición intermedia a félsica en forma de dique estratos , diques o stocks . - Fig. 6 -

FORMACION EL DOCTOR -. En el capítulo anterior se mencionaron algunas de las características generales a nivel regional de esta formación , por lo que aquí se abundará un poco mas en cuanto a sus características locales .

La formación El Doctor ( Wilson et al. , 1954 ) está compuesta por 4 facies, una arrecifal - Cerro Ladrón - dos transicionales - Socavón y San Joaquín y una de cuenca - La Negra - .

En el área afloran las facies transicionales y la de cuenca . Los límites entre cada facies no son muy claros, presentandose frecuentemente una alternancia entre estas y que pudieran corresponder a interdigitaciones entre las mismas

#### FACIES LA NEGRA -.

Esta facies aflora en la parte oriental del área . Está representada por una caliza de grano fino con estratificación delgada , los estratos tienen un espesor que varía entre 10 y 20 cm. , es de color negro a gris oscuro presenta intercalaciones de estratos arcillosos de color rojo y pseudoestratos de pedernal negro con espesores de 1 a 10 cm. .

En las cercanías de los intrusivos se encuentra fuertemente plegada , fracturada y los pseudoestratos de pedernal pierden su color original tornándose blancos.

#### FACIES SAN JOAQUIN -.

La caliza que representa a esta facies la encontramos desde la parte central hasta el límite oriental del área .

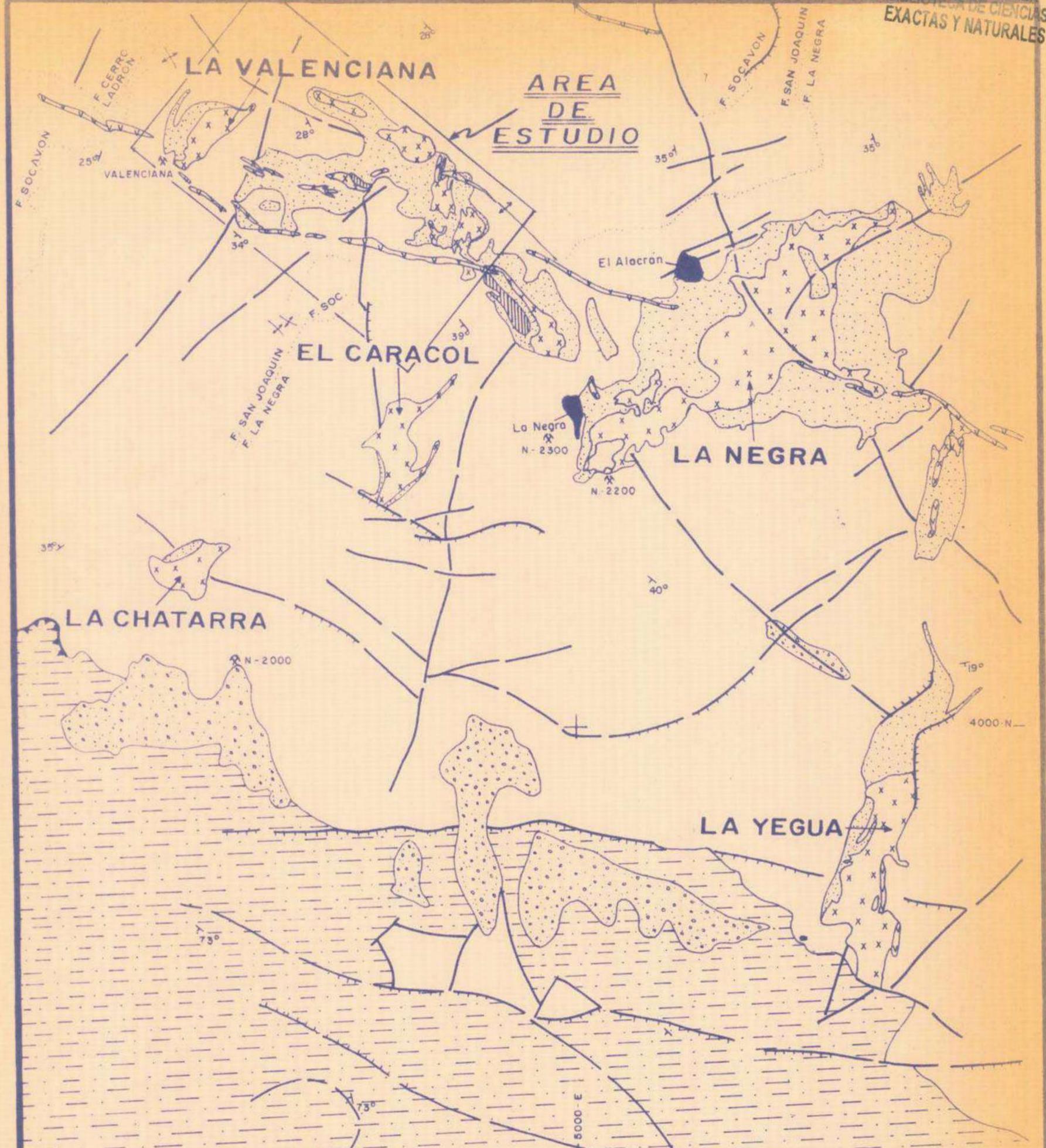
Esta caliza es muy similar en cuanto a sus características a la facies anterior , es de color gris oscuro con pseudoestratos y nódulos de pedernal negro , el espesor de los estratos es de aproximadamente 30 cm. pero en algunas zonas presenta estratos hasta de 1.30 m. . Ocasionalmente encontramos horizontes brechados que pudieran corresponder a brechas intraformacionales. Esta facies parece haber sido depositada a menor profundidad que la facies La Negra, por lo cual estuvo afectada por las corrientes y la acción del oleaje. Existen dentro de estas calizas horizontes con pequeños pliegues primarios entre estratos imperturbados lo que sugiere que el fondo tuvo la inclinación suficiente para causar hundimientos y resbalamientos submarinos .

#### FACIES SOCAVON -.

En el extremo noroeste aflora un paquete de calizas de color gris , grano medio , estratificación gruesa , con estratos mayores que 1 m. y escasos nódulos de pedernal negro.

Este paquete presenta algunas similitudes con la descripción del miembro Socavón ( Wilson et. al. , 1954 ) . Debido a esto se les incluye dentro de esta facies .

En el distrito Maconí unicamente en las dos primeras facies mencionadas se aprecian los efectos metamórficos-metasomáticos y de las cuales se generaron las siguientes unidades :



### EXPLICACION

- |  |                                   |  |                        |
|--|-----------------------------------|--|------------------------|
|  | DEPOSITO LACUSTRE DE GRAVAS       |  | CUERPO DE MINERAL      |
|  | INTRUSIVO FELSICO                 |  | FALLA INVERSA          |
|  | INTRUSIVO DIORITICO               |  | FALLA NORMAL           |
|  | SKARN DE GRANATE Y/O WOLLASTONITA |  | CONTACTO ENTRE FACIES  |
|  | BOROSPURRITA                      |  | OBRA MINERA            |
|  | LUTITAS - CALIZAS (Fm. SOYATAL)   |  | RUMBO Y ECHADO DE CAPA |
|  | CALIZAS (Fm. DOCTOR)              |  | ANTICLINAL             |



Tomado de: A. ROSAS S. 1981  
 Modificado por: R. DIAZ U., M.C.T. 1987

**UNIVERSIDAD DE SONORA**

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

**GEOLOGIA DEL DISTRITO MINERO MACONI**

Per: M. CASTELLANOS T. Esc. 1: 20 000

Fecha: ABRIL 1989 Fig. N°: 6

MARMOL -. Las zonas de mármol se encuentran ubicadas mas comunmente como cinturones que bordean a las zonas de skarn , aunque ocasionalmente pueden encontrarse directamente en contacto con los intrusivos. ( fig. 7 ) El tamaño y porcentaje de los granos recristalizados está en función de la distancia a la que se encuentre de los intrusivos , a menor distancia mas intensa es la recristalización ; por lo que su origen debe estar mas ligado a los fenómenos producidos por los eventos intrusivos que a un metamorfismo de tipo regional .

El color varía de gris a gris claro o blanco , entre mas intensa es la recristalización los colores tienden a ser mas claros independientemente de las impurezas contenidas en las calizas.

En las zonas de mármol comunmente encontramos bandas de pedernal blanqueado por efecto del metamorfismo , así como bandas de silicatos de calcio como granate de la serie grosularita - andradita , wollastonita y spurrita , dependiendo esto probablemente de la temperatura , composición y actividad de los fluidos que circularon através de los conductos llamense planos de estratificación o fracturamiento .

El mármol a su vez puede presentarse como bandas dentro de los skarns de wollastonita , granate y spurrita .

Las alteraciones de tipo hidrotermal son silicificación , argilización y epidotización .

SKARN -. El skarn existente en el yacimiento se puede clasificar en base a la composición química de su mineralogía como skarn de Ca-Fe-Si y se originó a partir del reemplazamiento de calizas ligeramente arcillosas y en el cual predominan minerales como granate , wollastonita y hedenbergita .

Tanto el endoskarn como el exoskarn son claramente diferenciables , el desarrollo del exoskarn es mucho mayor a excepción de la zona conocida como La Valenciana ubicada en la porción occidental del área .

Las zonas de skarn mas extensas las encontramos bordeando a los intrusivos de composición intermedia , el dique félsico también desarrolló un halo de skarn tanto al alto como al bajo , pero ambos de muy reducidas dimensiones , rara vez excede los 3 m. , a medida que avanzamos hacia el NW sobre el dique el skarn pierde continuidad llegandose a encontrar en contacto directo con la caliza la cual presenta unicamente recristalización de bajo grado y/o silicificación , pero por información obtenida con barrenación con diamante se ha encontrado que a profundidad este halo de skarn si se desarrolló aunque fué muy angosto - menor que 1.5 m. - y no llegó a aflorar .

El zoneamiento común que se encuentra partiendo del intrusivo hacia afuera sería el siguiente :

<----- SKARN ----->

INTRUSIVO >-<ENDOSKARN --><----- EXOSKARN ----->MARMOL -->CALIZA FCA.

SKARN DE - SKARN DE  
WOLLASTONITA GRANATE

Esta secuencia frecuentemente se encuentra incompleta o aumentada ya que alguno de los miembros del skarn puede estar ausente o bien presentarse en el exoskarn una zona con spurrita como principal constituyente.

ENDOSKARN -.

Se desarrolla como un delgado cinturón alrededor de los intrusivos con espesores variables dependiendo de las dimensiones de los intrusivos , rara vez rebasa los 10 m. , la excepción a esto ocurre en un stock que aflora en el

extremo occidental del área y es conocido como el stock de La Valenciana , aquí el desarrollo del endoskarn fue mucho mayor que en el resto de intrusivos , las dimensiones promedio son de aproximadamente 40 m. y ocurre como una banda entre el intrusivo y una delgada zona discontinua no mayor que 20 m. de skarn de wollastonita y granate . ( Fig. 7 )

La mineralogía del endoskarn esta constituida principalmente por hedenbergita , cuarzo , feldespato ( oligoclasa-andesina ) , wollastonita , granate y esfena ( Morrison , 1982 ).

Las alteraciones de tipo hidrotermal mas comunes son la argilización , silicificación , oxidación y cloritización . Las fracturas por lo regular se encuentran rellenas con silicatos , calcita y cuarzo .

El color puede variar desde el verde en diversas tonalidades hasta café ocre dependiendo esta variación de color en el tipo y grado de alteración que presente , en ocasiones presenta un aspecto moteado ya que se conservan algunos relictos del intrusivo los cuales estan poco alterados, así mismo la textura del intrusivo suele conservarse , siendo esto último uno de los criterios de campo para diferenciarlo del exoskarn .

#### SKARN DE WOLLASTONITA -.

Este skarn puede ocurrir bordeando al endoskarn - en las zonas en que este se desarrolla - , en contacto directo con los intrusivos , como lentes englobados en skarn de granate o spurrita y como bandas delgadas o intercalaciones por lo general no mayores que 15 cm. en skarn de granate o spurrita y en mármoles . ( Fig. 7 )

Presenta por lo general textura granoblástica de grano fino - hornfésica - a grano medio ; pero en ocasiones suele presentar textura sacaroide o fibrosa . Los colores que adopta tanto fresca como intemperizada son claros desde un blanco mate hasta un blanco terroso .

Los minerales que suelen asociarse mas comunmente con la wollastonita ya sea como una alternancia de bandas o como una mezcla heterógena de silicatos en la que la wollastonita aparece como principal constituyente son : granates , spurrita y algunos otros silicatos no muy abundantes y que aún no son determinados , pero por las características que presentan bien pudiera tratarse de bustamita o rodonita .

Debido a sus características físicas suele ser resistente a las alteraciones de tipo hidrotermal , unicamente en zonas con fuerte fracturamiento y por las que existió circulación de fluidos hidrotermales se observa argilización .

#### SKARN DE GRANATE -.

Este skarn es el que presenta una mayor distribución comparada contra los otros miembros del zoneamiento . Se presenta en contacto con los intrusivos endoskarn , skarn de wollastonita , spurrita y mármol , ocurriendo también como lentes o bandas intercaladas dentro de los últimos tres mencionados .

El granate que constituye al skarn pertenece a la serie grosularita - andradita . ( Fig. 7 )

Las variaciones en textura son comunes , desde hornfésica a granoblástica de grano medio a grueso , en ocasiones con cristales subhedrales o euhedrales hasta de un cm. . Estas variaciones en la textura pudieran deberse además de las condiciones de temperatura y presión, a la composición de la caliza de la cual se originaron ; en el primero de los casos la caliza debió haber tenido un alto contenido de arcillas mientras que el grano medio a grueso pudiera ser reflejo de calizas con menores porcentajes de arcillas .

Los minerales que mas comunmente encontramos asociados al granate son : wollastonita , calcita , hedenbergita , cuarzo , vesubianita , hematita y sulfuros de Zn, Pb, Cu y Fe, aunque ocasionalmente aparecen otros minerales como spurrita , tremolita , diópsida , scheelita , etc. .

El color del skarn varia dependiendo generalmente de la posición que tenga con respecto al intrusivo , si se encuentra muy cercano o en contacto con

este , será de color café mate y a medida que nos alejamos hacia zonas mas "frías" el color variará desde el verde oscuro hasta el verde pálido - amarillento .

Anteriormente se pensaba que la variedad café era del tipo andradita y el verde grosularita , pero estudios realizados en 17 muestras de granate verde por difracción de rayos " x " , revelaron que unicamente 2 resultaron pertenecer al miembro grosularita y el resto se clasificó como andradita .

( Morrison , 1982 ) .

Las alteraciones hidrotermales mas comunes son oxidación , argilización y las fracturas suelen encontrarse rellenas con calcita , silicatos de calcio y ocasionalmente sílice .

#### SPURRITA - .

Este miembro del exoskarn lo encontramos distribuido en casi toda el área, en forma de pequeños lentes cercanos o en contacto los intrusivos de composición intermedia . ( Fig. 7 ) .

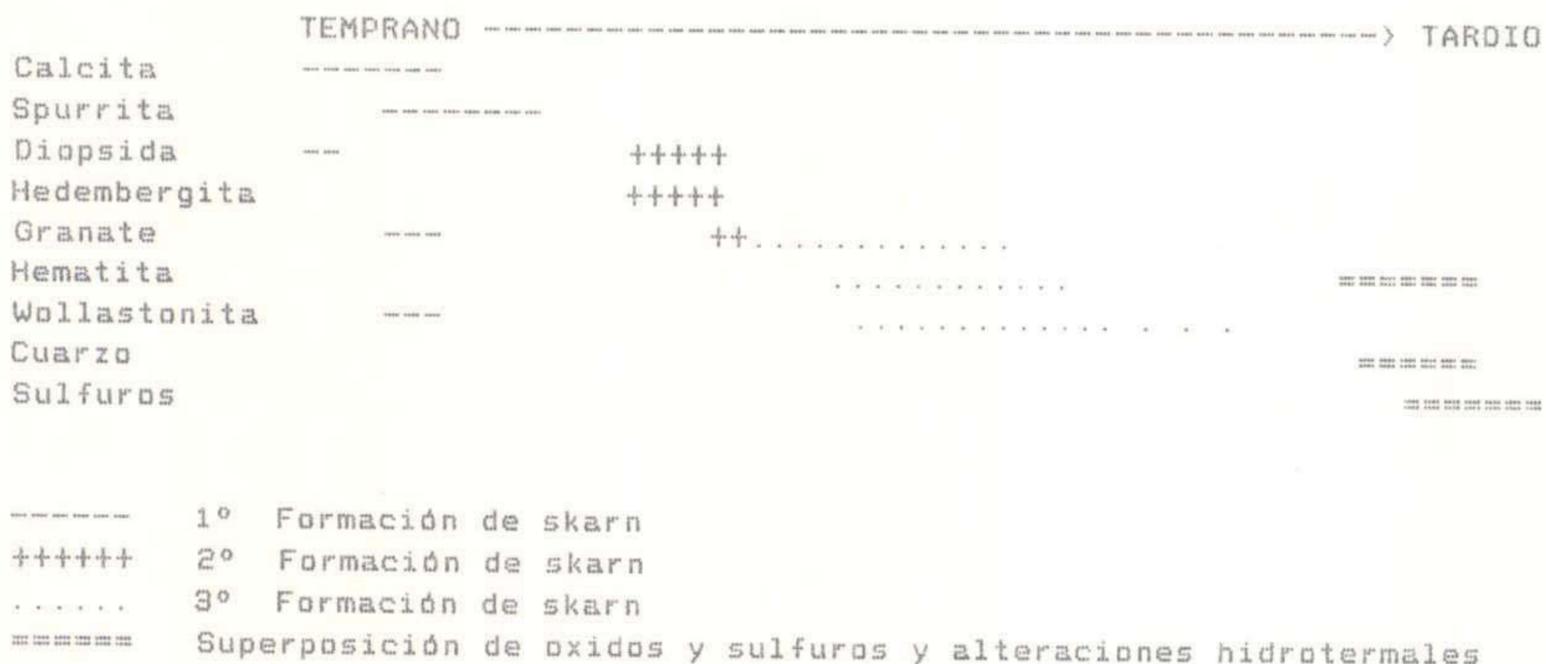
La spurrita se identificó en estudios petrográficos realizados por Gaytan en 1975 y posteriormente confirmada por Morrison en 1982 .

Presenta una textura hornfésica y con colores que van del azul claro a violeta .

La mineralogía que conforma a este skarn además de la spurrita es la wollastonita y el granate que suelen aparecer mezclados en una sola masa o en bandas alternantes con la spurrita .

Su presencia sugiere reacciones de descarbonización avanzada así como altas temperaturas. Los fluidos debieron tener una composición casi exclusivamente de CO<sub>2</sub> . Generalmente dentro de los skarn las zonas de spurrita son las mas alejadas de las masas intrusivas cosa que en el distrito La Negra no sucede ( Rosas , 1981 ) .

En base a estudios petrográficos del skarn se determinó la siguiente secuencia paragenética para la formación de skarn asociado a los intrusivos de composición intermedia , excluyendose el formado por el dique félsico Maravillas. ( Morrison , 1982 ) :

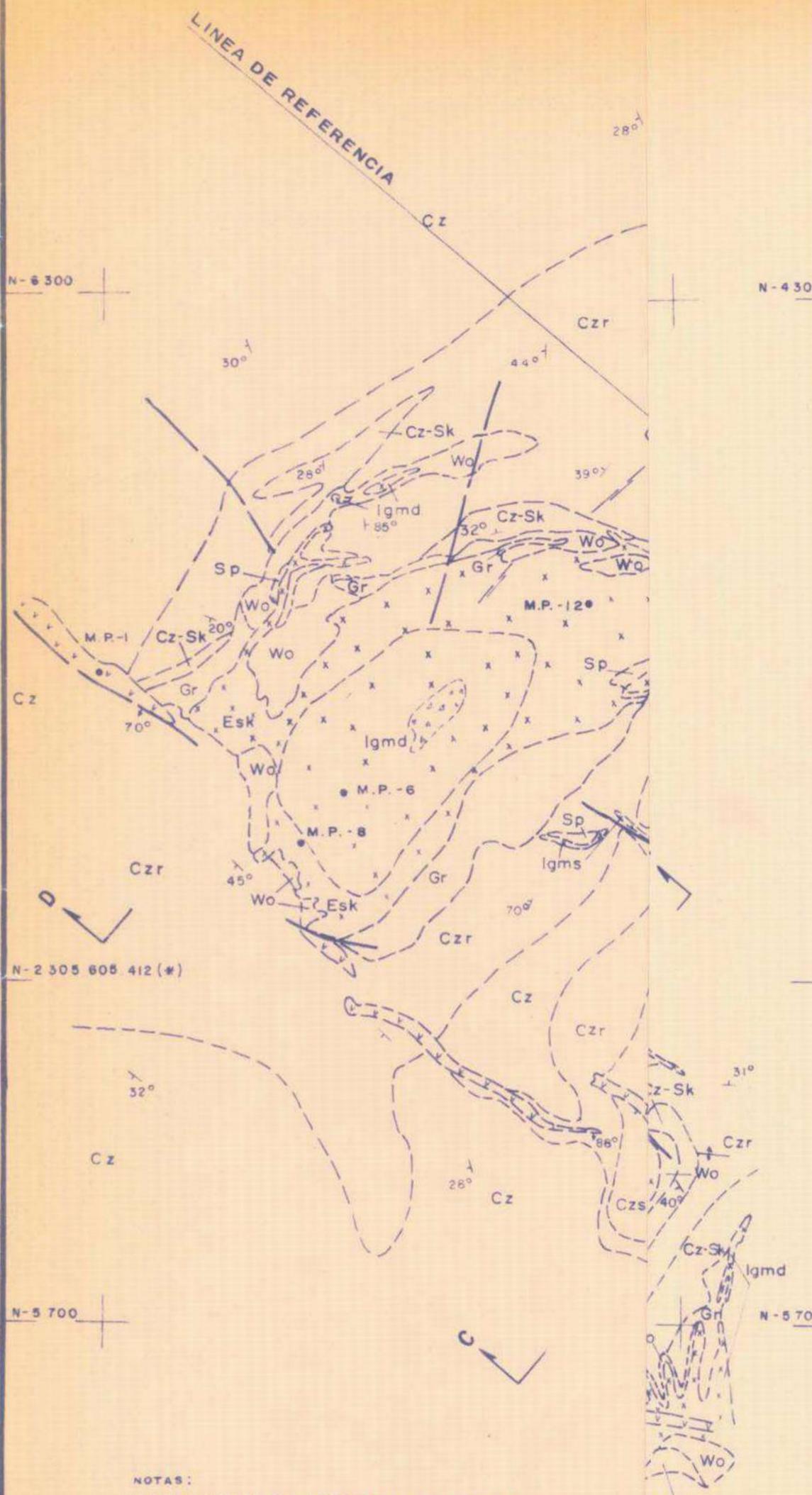


con lo que determina que las distintas zonas de skarn se formaron en tiempos diferentes y con el siguiente orden :

spurrita ----> endoskarn ----> granate-wollastonita

ROCAS IGNEAS - Las rocas ígneas que afloran en el área de estudio es tan representadas por un pequeño stock conocido como Valenciana y una innumerable cantidad de diques, en su mayoría desprendidos del stock La Negra.

Dentro de estos intrusivos se han podido reconocer 4 grupos con diferentes características, el emplazamiento de estos ocurrió de manera intermitente. El orden de emplazamiento, las características petrológicas y su relación con la mineralización será discutido en dos capítulo aparte.



- v v v INTRUSIVO FELSIKO ( APLITA )
  - lgms MONZO-SIENITICO
  - xlgd INTRUSIVO: DIORITICO
  - xlgmd MONZO-DIOR-GRNDIOR.
  - Esk INTRUSIVO SILICATADO-ENDOSKARN
  - Wo SKARN DE WOLLASTONITA
  - Gr SKARN DE GRANATE
  - Sp SKARN DE SPURRITA
  - Czs-Wo CALIZA SILICIFICADA CON BANDAS DE SKARN DE WOLLASTONITA
  - Cz-Sk CALIZA RECRISTALIZADA CON BANDAS DE SKARN DE Gr-Wo
  - Czr CALIZA RECRISTALIZADA
  - Cz CALIZA FRESCA
  - v o v BRECHA
  - FALLA Y/O FRACTURA
  - 22° RUMBO Y ECHADO DE CAPA
  - ANTICLINAL Y SINCLINAL
  - CONTACTO GEOLOGICO
  - M.P.-1 MUESTRA PETROGRAFICA
  - A A' LINEA DE SECCION
- ESCALA GRAFICA: (m.) 0 100 200

NOTAS:

- LA UBICACION DE LAS MUESTRAS M.P.-4, 10 Y 7 SE MUESTRA EN LAS FIGURAS 17 Y 18 (APENDICE).
- LAS MUESTRAS M.P.-5 Y 7 FUERON PROYECTADAS A SUPERFICIE DE LOS NIVELES 2 538 Y 2300 RESPECTIVAMENTE.
- LAS COORDENADAS CON ASTERISCO SON DEL SISTEMA MERCATOR.
- PLANO PROPORCIONADO POR LA BRIGADA DE EXPLORACION S.I.P.S.A. 1988.

<b>UNIVERSIDAD DE SONORA</b>	
<b>ESCUELA DE GEOLOGIA</b>	
<b>PLANO GEOLOGICO</b>	
<b>AREA DE ESTUDIO</b>	
POR: M. CASTELLANOS T.	ESC: 1:4 000
FECHA: ABRIL 1989	FIG. N° 7

GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y TECTONICA -. El área de la mina se encuentra en el flanco SW del anticlinorio de El Piñón , el cual tiene un rumbo NW -SE al igual que el resto de las estructuras de carácter regional. Este anticlinorio tiene una anchura de 11 km. y cuenta con pliegues secundarios de hasta 800 m. en el flanco SW y de 200 m. en el techo y flanco NE ( Carrillo y Suter , 1982 ) .

En el área de estudio el plegamiento sigue el mismo patrón regional y únicamente donde se tiene la presencia de intrusivos y en zonas de falla el patrón de deformación se encuentra cambiado.

Según la litología de la formación afectada se observan variaciones en cuanto al grado de plegamiento y fracturamiento. Dentro de la formación El Doctor las facies de ambiente profundo ( La Negra y San Joaquín ) presentan plegamiento mas intenso que la facies prearrecifal Socavón , debido esto probablemente a su mayor plasticidad , ya que la estratificación delgada así como los horizontes arcillosos intercalados dentro de estas dos facies debieron proporcionarles una mayor resistencia a los esfuerzos compresivos ocurridos durante la orogenia Laramide , respondiendo ante estos con plegamiento .

Dentro de las zonas de skarn se encuentran zonas con numerosos pliegues los cuales deben de corresponder a las calizas y que lograron preservarse a pesar de los efectos causados por las intrusiones y el metasomatismo, ocurrido durante el terciario ( Oligoceno - Mioceno ? ) .

Las magnitudes de los pliegues observables en el área van desde centímetros hasta los 20 m.

Dos grandes sistemas de fallamiento y fracturamiento están presentes en el área, el mas antiguo ( Paleoceno-Mioceno ? ) y de mayor importancia por sus alcances regionales tienen un rumbo de NW 40° - 60° SE y de NE 35° - 50° SW el mas joven ( Eoceno - Mioceno ? ) y de menores dimensiones, este sistema intersecta y disloca al primero.

Todos los intrusivos presentes en el área guardan una marcada relación con estos sistemas de fallamiento - fracturamiento , como se había mencionado anteriormente los intrusivos que afloran desde Zimapán Hgo. hasta Santo Entierro tienen un rumbo similar al del primer sistema de fallamiento mencionado, mientras que la relación de los intrusivos con el segundo sistema de falla miento estaría dada por la morfología de los stocks ya que su eje de mayor elongación tiene un rumbo NE - SW .

Dentro del dique Maravillas es posible observar una angosta pero continua zona de fractura , brechada y con salvanda lo que nos pudiera indicar que la actividad de estas fallas debió de continuar tiempo despues de la última etapa de intrusión ( representada por el dique Maravillas - Mioceno ? ) .

## C YACIMIENTO MINERAL

En la región existen numerosas manifestaciones de concentraciones económicas de mineral, con diferentes características en cuanto a roca encajonante, morfología, mineralogía y dimensiones. Los de mayor importancia económica son los del tipo hidrotermal en skarn con menas polimetálicas de Ag-Pb-Zn-Cu como ejemplos de estos tenemos en el distrito Zimapán: El Carrizal, El Monte, Lomo de Toro, Balcones etc., en el distrito Maconí: La Negra y en el distrito Santo Entierro: Santo Entierro y El Yonthe. Existiendo también cuerpos de mineral reemplazando calizas como en la Mina El Carrizal (Zimapán) y El Socavón (El Doctor), así como algunas vetas encajonadas en rocas volcánicas (Fm. Las Espinas) de composición andesítica-riolítica del terciario medio (Veta Santa Gorgonia) en el distrito Zimapán, en calizas con intercalaciones de lutitas de la Fm. Las Trancas en el distrito Maconí (El Palmito). En ambos casos con valores económicos de Au-Ag-Pb-Zn. Otros minerales que se explotan a baja escala son el cinabrio ( $Hg_2S$ ) y la estibinita ( $Sb_2S_3$ ) que se encuentran asociados a fallas y fracturas encajonadas en calizas de la formación El Doctor. La importancia que revisten para su explotación individual pudiera ser despreciable dadas sus dimensiones y a lo irregular de las estructuras, pero por la innumerable cantidad de localidades donde son explotados colocan a la región como una de las principales productoras a nivel nacional de mercurio y antimonio. En el distrito Maconí se explota únicamente el primer tipo de yacimiento mencionado en el párrafo anterior y las características de este son:

**CLASIFICACION Y MORFOLOGIA** -. El depósito mineral de La Negra es del tipo conocido como hidrotermal en skarn.

Se trata de varias chimeneas de forma irregular con buzamientos de  $60^\circ$  o mayores hacia el suroeste, las dimensiones de estos cuerpos varía desde los 50 m. hasta los 350 m. en la vertical, con secciones en planta que llegan a ser de 50 x 150 m. variando a otras muy pequeñas, pero normalmente promedian 40 x 90 m. Existen además algunos cuerpos tabulares, mantos principalmente.

Estos cuerpos de mineral se encuentran alineados en 2 sistemas uno de rumbo NE que bordea al stock de La Negra y otro de rumbo NW siguiendo los sistemas de diques ya mencionados anteriormente.

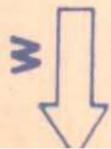
Los principales en cuanto a tonelaje ocurren en el sistema NE, como son La Negra, El Alacrán, Mónica, Morena; en el segundo sistema los de mayores dimensiones ocurren al alto de los diques y como ejemplos podemos mencionar Silvia y Esperanza, existiendo en zonas donde se presenta ramaleo de diques pequeños cuerpos al bajo de estos pero por lo general con leyes superiores a las de los cuerpos grandes. (fig. 8)

Las manifestaciones en superficie de los cuerpos de mineral son escasas y en ocasiones nulas, únicamente La Negra, El Alacrán y Silvia poseen sombreros de oxidación de dimensiones reducidas, otros se manifiestan como zonas de skarn con diseminación de sulfuros o algunas fracturas con óxidos y en ocasiones sulfuros tanto en las calizas como en el skarn o bien como se mencionó anteriormente no existe en superficie ninguna evidencia de estos. En la figura 9 se muestra una sección de la chimenea La Negra, mostrando el zoneamiento petrológico normal para el yacimiento de La Negra.

### MINERALOGIA -.

Los minerales de mena que constituyen el depósito son:

Hessita -----	Mineral detectable únicamente en laboratorio. Se
( $Ag_2Te$ )	presenta entre los planos de cruce de la galena
	(Gaytán, 1975)



m. s. n. m.

2352.95

2294.00

2200.00

2151.90

2096.80

2004.00

50 100 200

escala grafica

E X

CALIZA REC

ZONAS DE

STOCK, DIQU

+

+

+

CALIZA

INTRUSIVOS DIORITICO-MONZONITICO

DIQUE FELSICO

ZONAS DE SKARN

SPURRITA

CUERPOS DE MINERAL

# E X P L I C A C I O N

## LITOLOGIA

Tomado de: Depto de Geología

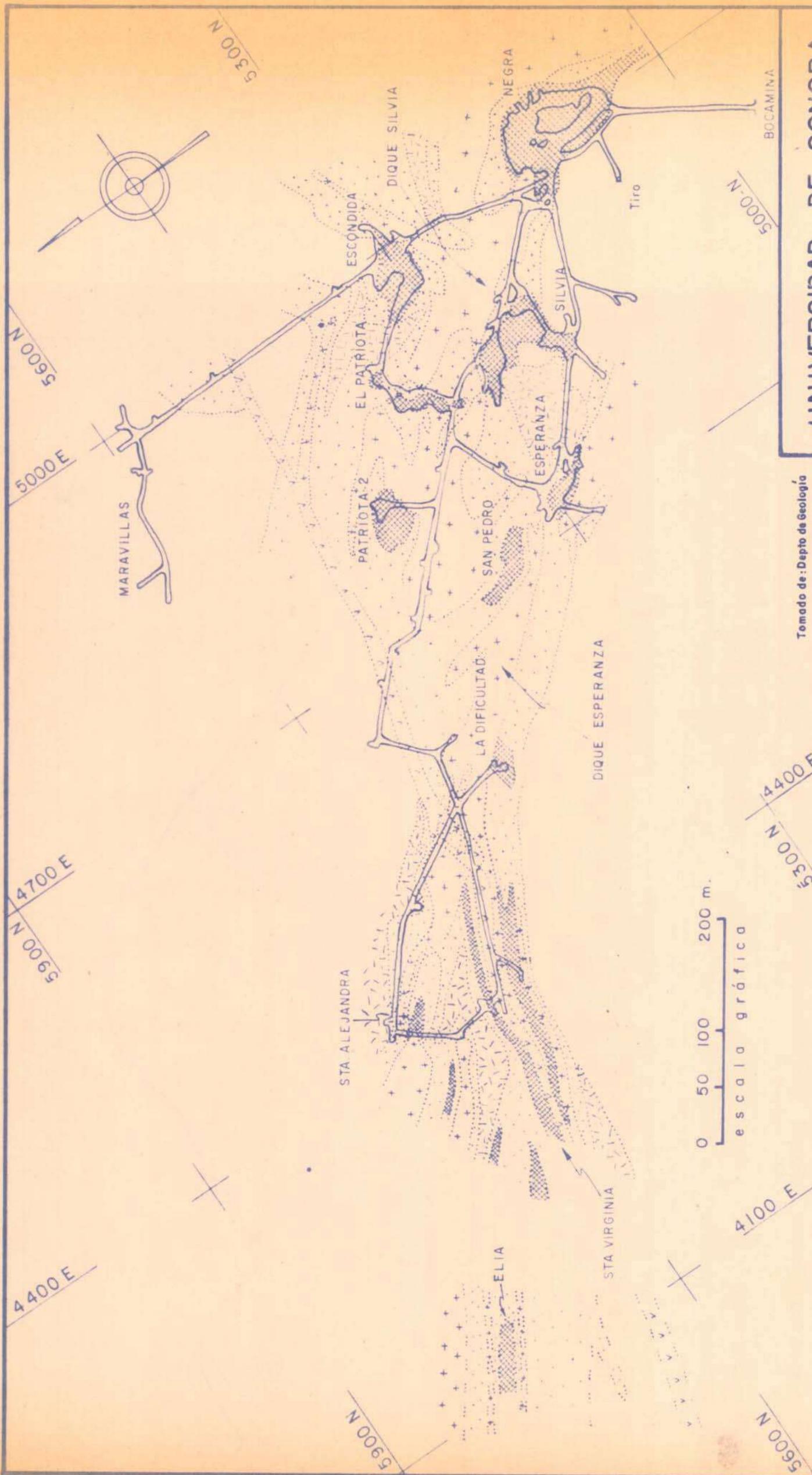
UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

GEOLOGIA NIVEL 2300

POR: M CASTELLANOS ESCALA: 1: 5,000

FECHA: ABRIL 1989 FIGURA N° 8





m. s. n. m.

2352.95

2294.00

2200.00

2151.90

2096.80

2004.00



Nv. 8

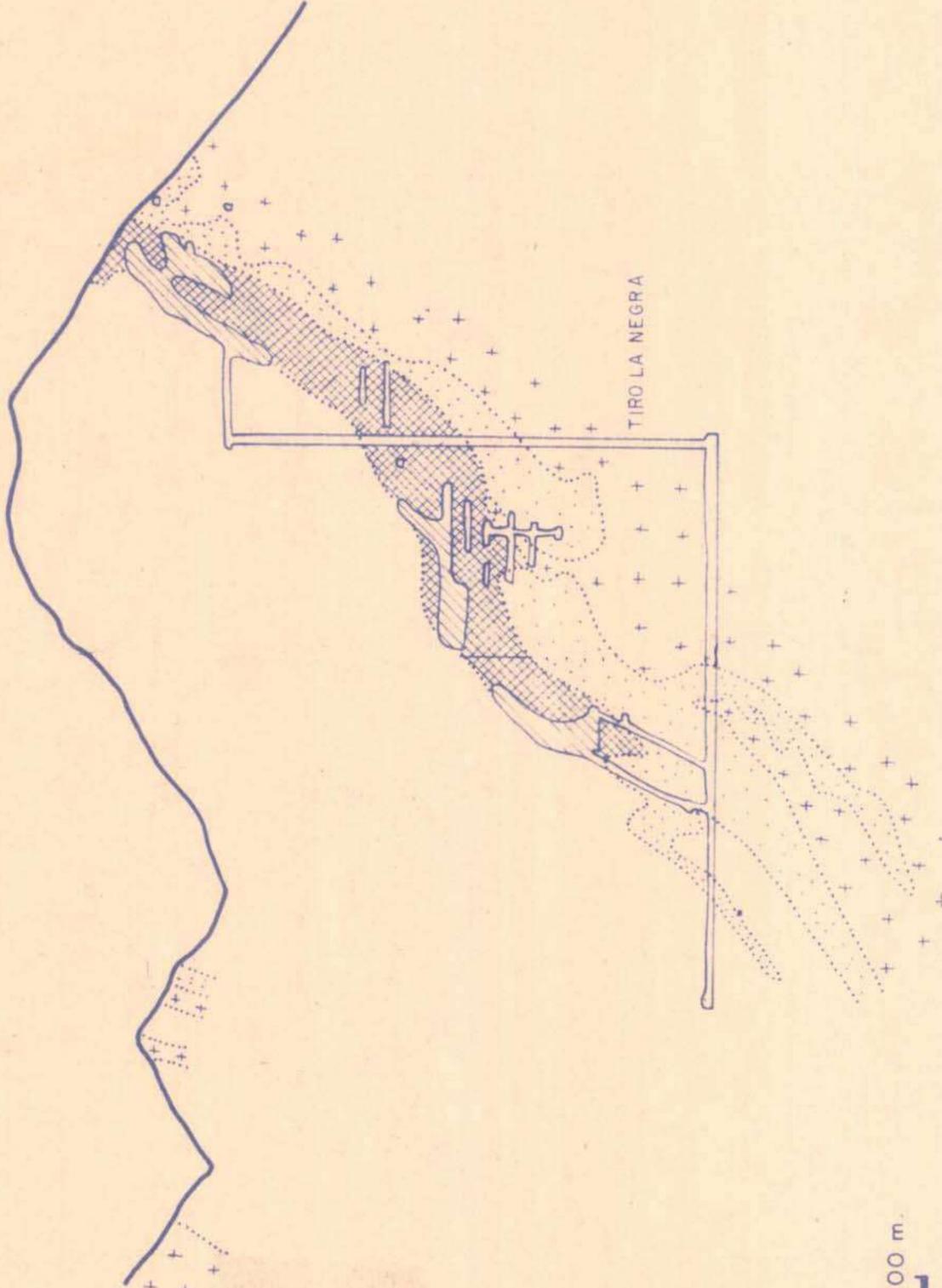
Nv. 2300

Nv. 2200

Nv. 2150

Nv. 2100

Nv. 2000



0 50 100 200 m.

escala grafica

# E X P L I C A C I O N

- CALIZA RECRISTALIZADA CON SILICATOS
- ZONAS DE SKARN (WOLLASTONITA)
- STOCK, DIQUES DIORITICOS
- CUERPO DE MINERAL (GRANATES, SULF)
- AREA EXPLOTADA
- SUBNIVELES Y CONTRAPOZOS

Tomado de: Depto. de Geología Unidad L. Negra

## UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

### SECCION GEOLOGICA MOSTRANDO ZONEAMIENTO LITOLOGICO CUERPO LA NEGRA

POR: M. CASTELLANOS ESCALA: 1: 5,000

FECHA: ABRIL 1989 FIGURA Nº 9

- Galena ----- Asociado a marmatita , pirrotita , calcopirita ,  
( PB S ) y arsenopirita . Textura de grano fino .
- Marmatita ----- Variedad ferrica de esfalerita con hasta 20 % de  
( Zn , Fe S ) Fe . Mineral de color negro .
- calcopirita ----- Reemplaza a pirrotita y arsenopirita (Alonso, 1984)  
( Cu Fe S2 ) . Asociado principalmente a marmatita .

Otros minerales presentes pero sin interes economico por ser poco abundantes son la Scheelita ( Ca WO4 ) , Estibina ( Sb2 S3 ) .

Los minerales de ganga estan representados por : Pirrotita , Arsenopirita , Pirita , granate ( grosularita - andradita ) , wollastonita , calcita , diopsida , hedenbergita , cuarzo , epidota y tremolita .

PARAGENESIS Y ZONIFICACION

Posteriormente a la formación de los silicatos la secuencia paragenética para los sulfuros propuesta por Gaytán ( 1975 ) es la siguiente :



Esta paragénesis está basada en estudios petrográficos realizados por el Instituto de Geología de la U.N.A.M. ( 1966 ) , Guilbert ( 1966 ) y Geología y Minería S.A. ( 1967 ) .

De acuerdo a resultados de muestreo y observaciones realizadas en cuerpos de mineral conocidos se tienen los siguientes zoneamientos mineralogicos :

- a-. La elevación favorable para la mineralización se ubica entre los 2050 y los 2500 m.s.n.m. .
- b-. La plata y el plomo aumentan hacia las partes altas del skarn así como hacia las zonas mas alejadas de los intrusivos , mientras que el zinc y el cobre son más abundantes en las partes bajas y cercanas a los intrusivos
- c-. El granate de color café es mas abundante cerca de los intrusivos así como el granate verde predomina hacia las regiones mas "frías" del skarn.

EDAD DEL YACIMIENTO -.

El stock de La Negra fué datado por el método de Potasio - Argón arrojando una edad de 38.7 M.A. ( Oligoceno ) por lo que el yacimiento debe ser un poco mas joven ( Oligoceno - Mioceno ? ) ( Gaytán R. , 1975 ) .

ESTADIOS DE FORMACION -

Tomando en cuenta que el depósito mineral de La Negra es un típico yacimiento hidrotermal en skarn los procesos geológicos requeridos para su formación tienen la siguiente secuencia ;

INTRUSION -> METAMORFISMO -> FORMACION DE SKARN -> SUPERPOSICION DE OXIDOS Y

SULFUROS -> HIDROTERMALISMO TARDIO

Cada una de estas etapas se explicará de manera breve en el capítulo VIII ( Génesis ) .

TEMPERATURAS Y PRESIONES - . En general este tipo de yacimientos se forma a profundidades someras ( < 1 Km. ) y presiones del orden de atmósferas . El rango de temperaturas para cada fase sería : ( Petersen U. y Burt D. , 1974 )

900 - 700° C	SOLIDIFICACION DEL INTRUSIVO
700 - 500° C	METAMORFISMO DE CONTACTO
600 - 400° C	FORMACION DE SKARN
500 - 300° C	SUPERPOSICION DE OXIDOS Y SULFUROS
400 - 200° C	HIDROTERMALISMO TARDIO

## D CONTROLES DE LA MINERALIZACION

La posición y el desarrollo de los cuerpos de mineral en el yacimiento estuvieron controlados por una serie de factores todos ellos importantes en menor o mayor grado pero que de diferente manera influyeron en la preparación de zonas favorables y en la circulación de los fluidos mineralizantes . Estos factores o controles fueron :

### LITOLOGICO -.

Tanto en los cuerpos tipo chimenea como en los tabulares es posible observar que se encuentran localizados en las zonas de skarn cercanas al contacto con las calizas recristalizadas , asociada esta distribución al alto de los intrusivos que afectan a las facies La Negra , la cual dada su litología representa la unidad mas favorable para la formación de skarn y consecuentemente el posterior depósito de la mineralización .

### ESTRUCTURAL -.

El principal control estructural de los cuerpos mineralizados parece ser la intersección de los 2 sistemas principales de fallamiento y fracturamiento ( NW-SE y NE-SW ) .

En superficie y mas claramente en el interior de la mina se observa que a medida que nos acercamos a los cuerpos de mineral hay un incremento en la densidad de fracturamiento de rumbo NE-SW , estas fracturas frecuentemente se encuentran rellenas con oxidos y sulfuros , lo cual muestra que generaron una permeabilidad secundaria y sirvieron como conductos a las soluciones portadoras de la mineralización .

En otra asociacion estructural parece ser que los cuerpos se encuentran controlados por suaves plegamientos de los estratos de las calizas.

### QUIMICO -.

La acción química fué un factor importante en el emplazamiento de los cuerpos de mineral , los efectos metasomáticos causados por la intrusión además de la recristalización dieron lugar a la formación de nuevos minerales como granate , wollastonita , diopsida etc. , esta nueva minerología y arreglo en la zona de contacto provocó cambios en la textura y densidad incrementandose la permeabilidad que favoreció el paso de las soluciones mineralizantes que reemplazarían algunos de los minerales de la zonas de skarn .

### TEXTURAL -.

Las zonas de skarn que presentan texturas de grano grueso son mas susceptibles de ser mineralizadas , dado que al existir un mayor porcentaje de espacios vacios interconectados entre los cristales contará con una porosidad y permeabilidad mayor que las texturas de grano fino o hornfésicas , facilitando con esto la circulación de las soluciones contenedoras de la mineralización .

VII ROCAS IGNEAS

A INTRODUCCION

Las rocas de origen ígneo que afloran en el distrito son de carácter intrusivo y generalmente de composición intermedia ( dioritas , cuarzo-dioritas , monzonitas , cuarzo-monzonitas , granodioritas ) , ocurriendo como stocks , diques y sills ; aunque también se presentan diques de composición félsica . Formando parte todos estos de una secuencia de intrusivos que afloran con rumbo NW-SE a lo largo de 17 Km. , desde el distrito minero de Zimapán en el estado de Hidalgo hasta la mina de Santo Entierro en el estado de Querétaro pasando por la mina La Negra.

Todos estos parecen estar emplazados en las charnela de uno de los principales anticlinales que conforman el flanco SW del anticlinorio El Piñón.

En el área cercana a la mina se localizan 5 pequeños stocks (Fig. 6 ) , con varios desprendimientos ( apofisis , diques y sills ) y que corresponden a un mismo evento magmático, presentan las siguientes características. Tabla 1

T A B L A I

NOMBRE	COMPOSICION	DIMENSIONES		DESARROLLO DE SKARN	MINERALOGIA PREDOMINANTE EN EXOSKARN	TIPO DE CUERPOS ASOCIADOS
		EM=EJE MAYOR	em=EJE MENOR			
NEGRA	DIORITA- MONZONITA- GRANODIORITA	EM = 850 m.	em = 250 m.	EXO (F)	GR = WO > SP	CHIMENEAS MANTOS
VALENCIANA	DIORITA- MONZONITA- GRANODIORITA	EM = 370 m.	em = 150 m.	EXO (P)	WO > GR > SP	CHIMENEA
CARACOL	DIORITA- MONZONITA- GRANODIORITA	EM = 350 m.	em = 120 m.	EXO (M)	GR = WO > SP	NINGUNO CONOCIDO
CHATARRA	DIORITA- MONZONITA- GRANODIORITA	EM = 150 m.	em = 80 m.	EXO (M)	GR > SP > WO	NINGUNO CONOCIDO
YEGUA	DIORITA- MONZONITA- GRANODIORITA	EM = 700 m.	em = 80 m.	EXO (P)	GR = WO (?) POCA INFORMACION	NINGUNO DISEMINADO (?)

GR = GRANTE      WO = WOLLASTONITA      SP = SPURRITA  
 (F) = FUERTE      (M) = MODERADO      (P) = POBRE  
 >      MAYOR      <      MENOR      =      IGUAL

En el área de estudio se encuentran el stock de La Valenciana así como una gran cantidad de diques con ligeras variaciones en composición y que en su mayoría guardan una relación espacial con el stock de La Negra con algunas excepciones como el de un dique aplítico conocido como dique Maravillas el cual está emplazado en una falla regional , así como algunos de menores dimensiones que este último . Casi como regla general todos estos diques tienen un rumbo hacia el NW y un buzamiento hacia el SW y ocasionalmente llegan a ser verticales.

## B UBICACION Y MORFOLOGIA -.

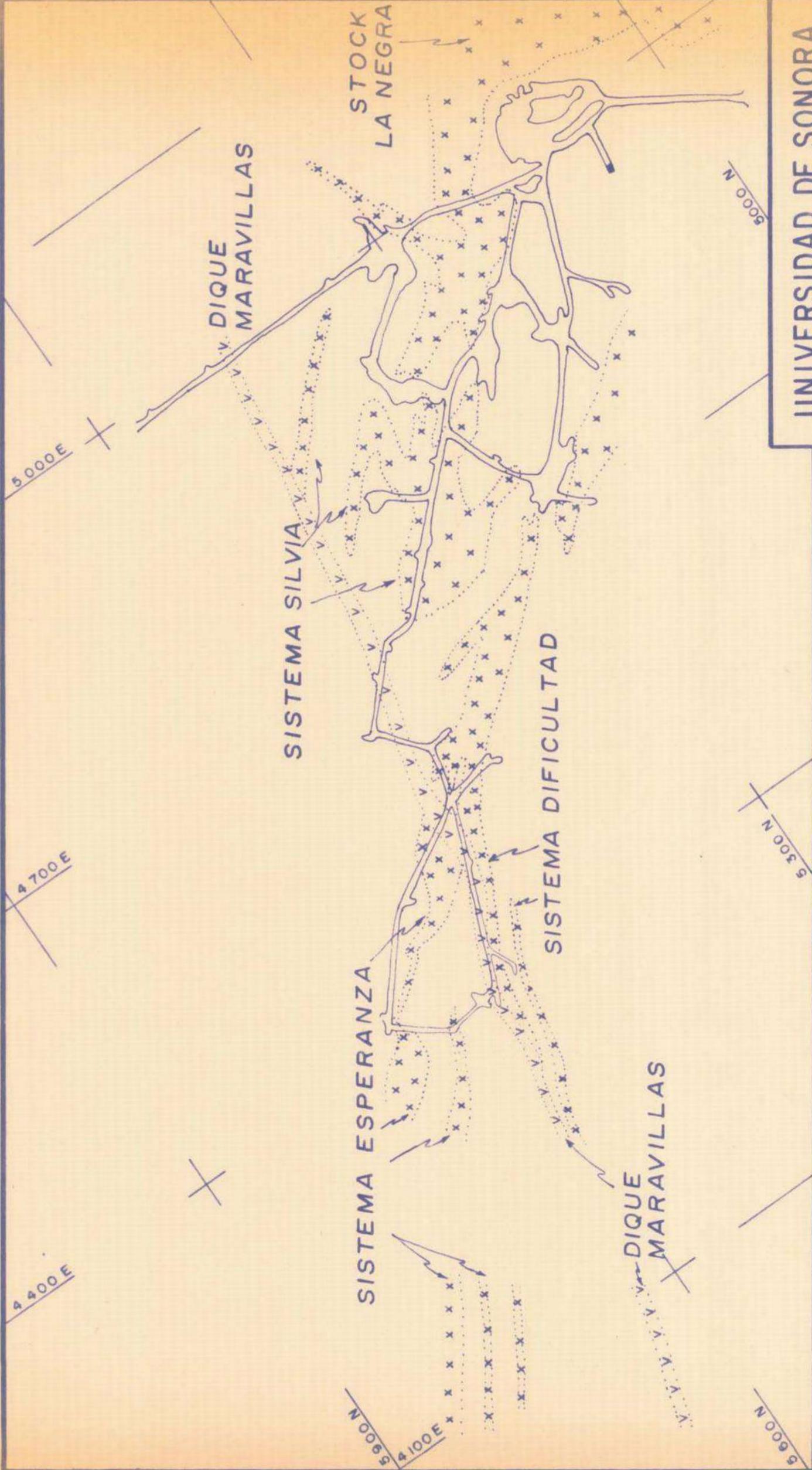
En cuanto a la morfología de los diques el área de estudio puede separarse en tres zonas : ( Fig. 7 )

Zona Oriental -. Caracterizada por contar con innumerables diques y sills con intercalaciones angostas e irregulares de skarn con mineralogía variable , estos diques en su mayoría tienen un rumbo que va de N15°E a N15°W , pero se encuentran tan cercanos unos de otros que en ocasiones llegan a ponerse en contacto para mas adelante nuevamente separarse dando esto la apariencia de ser pequeños apófisis , pero este comportamiento errático en superficie se aclara a profundidad ya que en esta zona se cuenta con información de interior donde puede apreciarse que este enjambre de diques que se desprenden del stock de La Negra tienden a agruparse a medida que se alejan hacia el NW formando tres sistemas de diques con rumbos casi paralelos y conocidos como La Dificultad , Esperanza y Silvia ubicados en las porciones sur , centro y norte respectivamente . ( Figs. 10 y 11 )

Zona Central -. Se caracteriza por la clara definición en superficie de los tres sistemas anteriores , las características de estos son :

Sistema Dificultad -. Se encuentra ubicado al alto del dique Maravillas , tiene su origen a partir de un desprendimiento de uno de los principales diques llamado Esperanza . Toma su nombre de un cuerpo de mineral tabular ( manto ) ubicado en la zona de desprendimiento , al alto de este. Este sistema posee en sus inicios un rumbo de N70°W el cual comienza a flexionarse suavemente hacia el oeste hasta adquirir un valor de N80°W, el echado hacia el SW con 70° presenta escasas variaciones. Este sistema es conocido unicamente en interior mina , ya que no llega a aflorar . Las dimensiones conocidas por obra directa o con barrenación son de aproximadamente 210 m. en la horizontal a rumbo y 300 m. en la vertical . Está compuesto en su inicio por un dique de aproximadamente 20 m. de espesor mismo que al avanzar hacia el NW se angosta y ramalea en diques menores de 10m., algunos de estos desprendimientos son cortados por el dique Maravillas, del cual se encuentra separado por una angosta zona de skarn (< 2 m.) de wollastonita y granate y en ocasiones estan en contacto , al alto de este sistema se encuentra una zona de skarn de granate , wollastonita y spurrita de 25 a 30 m. de espesor , en las zonas donde el granate predomina existen pequeños cuerpos de sulfuros como La Dificultad y Sta. Virginia . La proyección a superficie de este sistema caería en la parte sur del área .

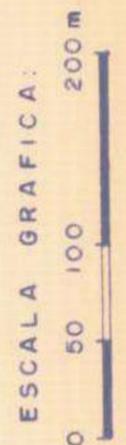
Sistema Esperanza -. Los intrusivos pertenecientes a este sistema los encontramos en una franja de 160 m. de ancho por 650 m. de largo ubicada en la parte media de la zona central . La mayoría de los diques y sills que lo componen tienen su origen en un desprendimiento del stock de La Negra , al bajo de este desprendimiento se encuentra un cuerpo de mineral tipo chimenea y del cual toma su nombre . El espesor de este dique es de 35 m. en sus orígenes hasta 100 m. en la parte media y en la vertical es conocido desde el nivel 2150 ( interior mina ) hasta los 2800 en superficie , a medida que se aleja del stock hacia el NW , tanto en la vertical como a rumbo tiende a ramalearse generando diques hasta de 30 m. de espesor . Dentro de este franja o sistema encontramos otros diques con variaciones mineralógicas y texturales a los mencionados anteriormente , estos diques son angostos ( < 10 m. ) , escasos y los afloramientos se encuentran aislados . El rumbo varía desde N45°W en su nacimiento hasta un N75° - 80°W en su terminación la cual ocurre cercana a una zona de falla de rumbo N15°E ubicada a 150 m. del contacto con el stock de La Valenciana .



UNIVERSIDAD DE SONORA  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
**DISTRIBUCION DE INTRUSIVOS  
 NIVEL-2300**  
 POR: M. CASTELLANOS ESC. 1:5000  
 FECHA: ABRIL 1989 FIGURA N° 10

**EXPLICACION**

- v v v INTRUSIVO APLITICO
- x x x INTRUSIVOS COMPOSICION INTERMEDIA
- OBRA MINERA



Tomado de: depto. Geologia  
 Unidad L. Negra

EL SABER DE NUESTROS DIAS  
 1987  
 EL UNIVERSIDAD DE SONORA  
 BIBLIOTECA DE CIENCIAS  
 EXACTAS Y NATURALES

2 800 m.s.n.m.

SW

2 700

2 600

2 500

2 400

2 300

LÍNEA DE REF.

2 800

NE

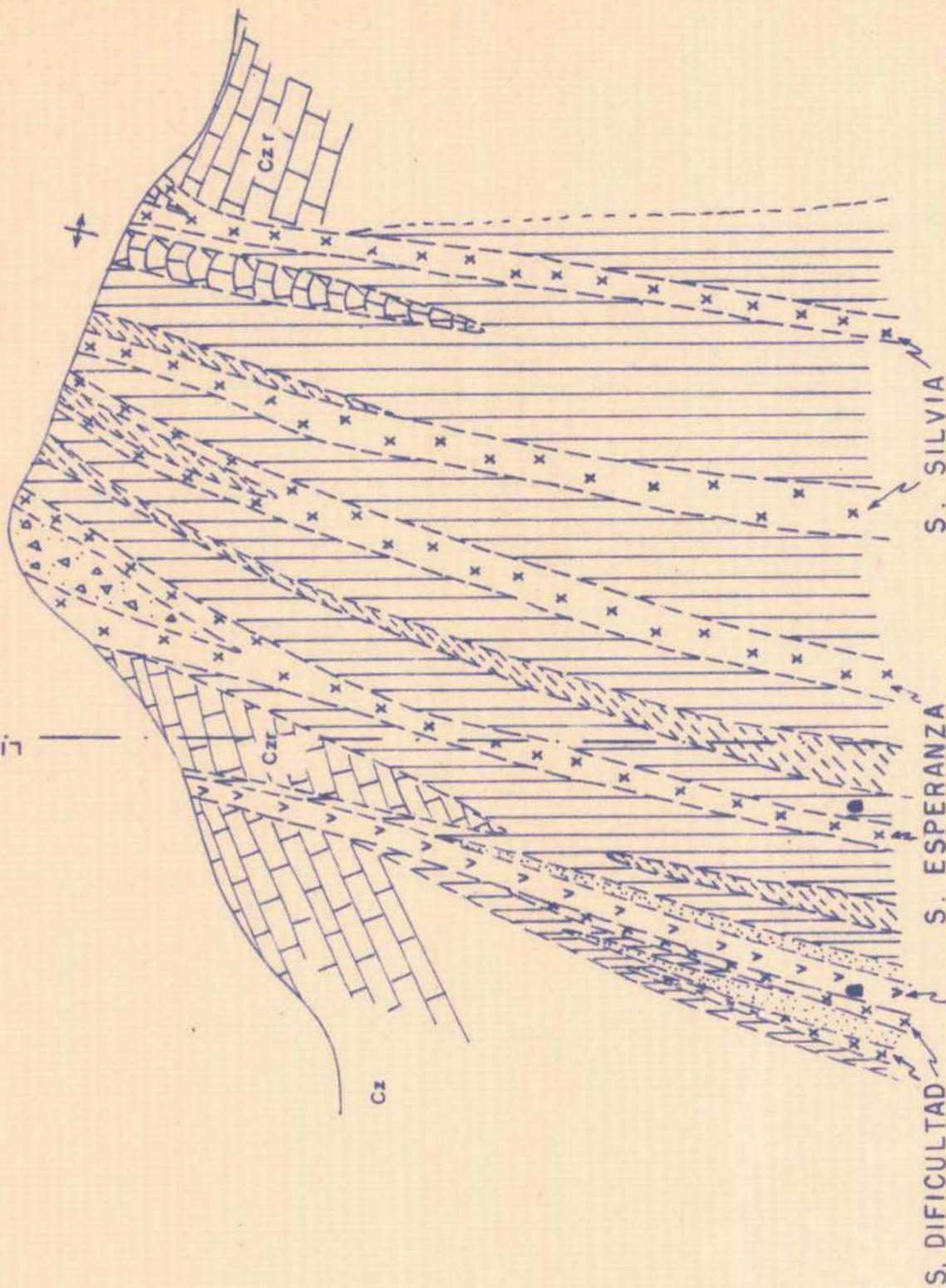
2 700

2 600

2 500

2 400

2 300



ESCALA GRAFICA : 200 m  
 0 50 100 150

### EXPLICACION

- INTRUSIVO FELSICO
- INTRUSIVO COMPOSICION INTERMEDIA
- SKARN DE GRANATE CON SULFUROS
- SKARN DE WOLLASTONITA

- SKARN DE SPURRITA
- CALIZ CON BANDAS DE SKARN DE Gr Y/O WO
- CALIZA RECRISTALIZADA
- CALIZA FRESCA

- BRECHA
- OBRA MINERA
- ANTICLINAL

## UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

SECCION GEOLOGICA A - A'  
 SISTEMAS DE DIQUES DE RUMBO NW  
 (RUMBO N40°E, VIENDO AL N50°W)

Por: M. CASTELLANOS T. ESC. I: 4000

FECHA: ABRIL 1989 FIG. N° 11

El echado de estos diques al igual que en el sistema anterior es de 70° al SW. El skarn generado tanto al alto como al bajo es de mineralogía muy variada predominando el de granate, al alto llega alcanzar hasta 90 m. de espesor mientras que el del bajo no es bien conocido pero se supone más angosto. En las zonas de granate encontramos cuerpos chimeneoides como Esperanza, San Pedro, Sta Alejandra etc.

**Sistema Silvia** -. Se localiza en la porción norte de la zona central, este sistema se origina al igual que el sistema Esperanza de un dique principal con aproximadamente 40 m. de espesor en el nivel 2300 y que al avanzar hacia el NW se ramalea en diques más angostos.

Las dimensiones de este sistema son: en la vertical desde el nivel 2150 hasta el 2800 en superficie, mientras que en sentido horizontal tanto a rumbo como en espesor es poco conocido ya que no se cuenta con desarrollo de obra, la barrenación se limita casi a sus orígenes y en superficie los afloramientos son escasos ya que existe una gruesa capa de suelo vegetal, haciendo difícil cuantificar con precisión la densidad y el espesor de los diques y zonas de skarn asociados a este sistema; sin embargo con zanjeo realizado en esta zona se infiere que la longitud a rumbo del sistema es de aproximadamente 600 m. y el espesor del dique principal es de 25 a 30 m., así como también se han detectado la presencia de diques con composiciones y texturas diferentes a la del dique mayor.

Las zonas de skarn asociadas a este sistema están compuestas mineralógicamente por granate y en menor proporción por wollastonita el ancho promedio de estas se estima en 35 m..

Cercanos a su nacimiento en el nivel 2300 se encuentran algunos tipo chimenea como lo son Silvia (de donde adquiere el nombre), Patriota 1 y 2.

En las figuras 12 Y 13 se muestran los 3 sistemas de intrusivos así como las zonas de skarn asociadas a ellos.

**Zona Occidental** -. En esta porción del área de estudio aflora un pequeño stock de forma elipsoidal conocido como La Valenciana, las dimensiones de este son: eje de mayor elongación 350 m. en dirección de N35°E y el eje menor de 140 m. aproximadamente. Está limitado en la parte sur por el dique aplítico Maravillas y en el extremo NE por una falla de rumbo N15°E mencionada anteriormente misma que parece limitar también al sistema Esperanza.

Este stock posee algunas particularidades que lo diferencian del resto de los intrusivos que afloran en el distrito y que son:

- Presenta un pequeño centro o núcleo poco alterado con dimensiones de 90 x 170 m. en el cual se encuentra una brecha con fragmentos en su mayoría tabulares cementados por una matriz de feldespato, plagioclasas y cuarzo, originada probablemente por alguna etapa explosiva durante el emplazamiento de este stock.
- Un amplio halo de endoskarn, mayor que cualquiera de los generados por el resto de los intrusivos.
- El exoskarn es de dimensiones reducidas comparativamente con el tamaño del stock. La mineralogía de este skarn es casi exclusivamente de wollastonita excepto en el extremo SE donde predomina el granate y algunas zonas angostas de spurrita.
- Los desprendimientos (diques) son escasos, angostos y de rumbo NE a diferencia del stock de La Negra que son de rumbo NW principalmente.

2 800 m.s.n.m.

SW

2 700

2 600

2 500

2 400

2 300

2 800

NE

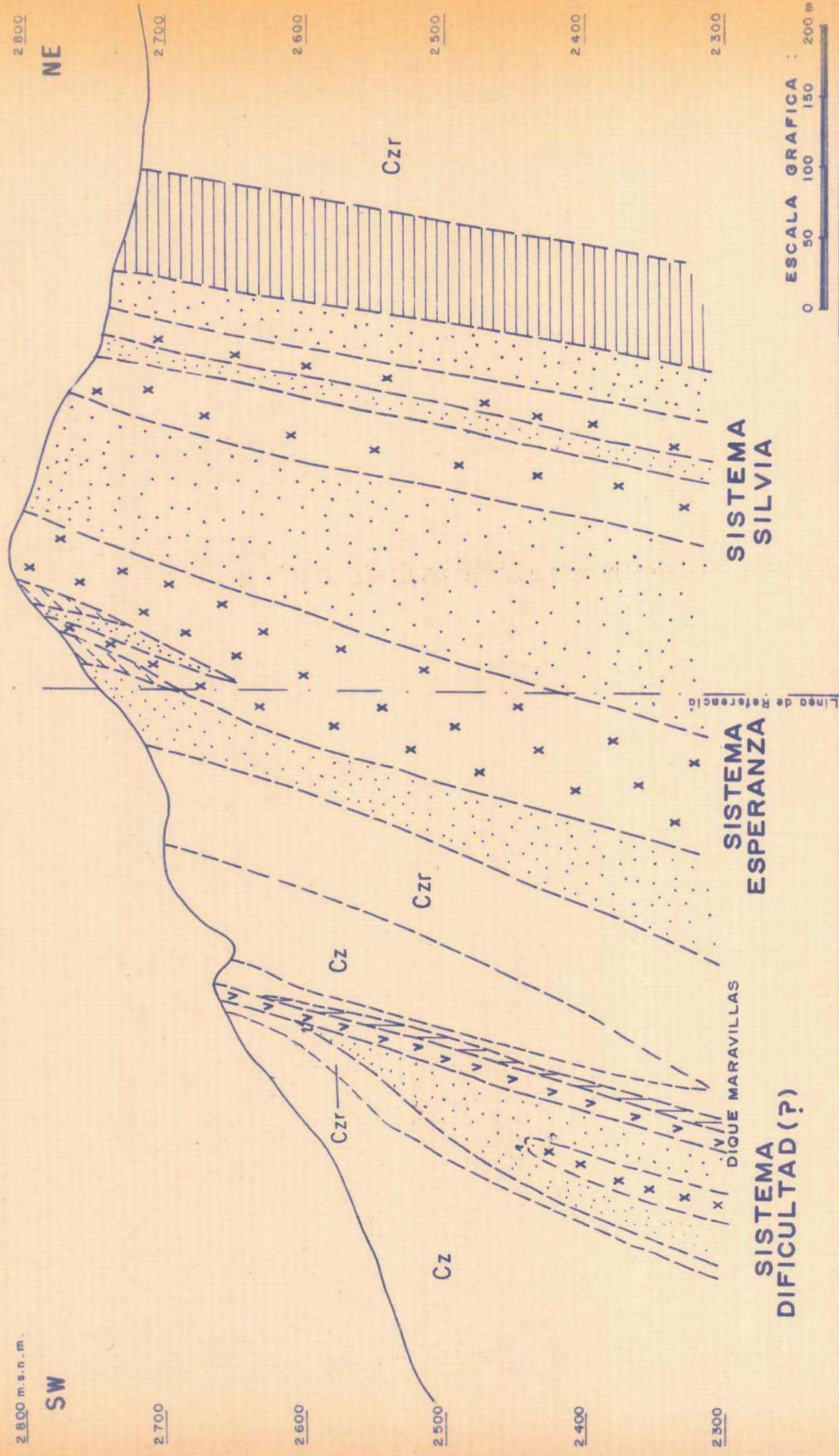
2 700

2 600

2 500

2 400

2 300



ESCALA GRAFICA : 0 50 100 150 200 m

**EXPLICACION**

- v v INTRUSIVO FELSICO
- x x INTRUSIVO COMPOSICION INTERMEDIA
- SKARN DE GRANATE
- |||| SKARN DE WOLLASTONITA

- / / / / SKARN DE SPURRITA
- | | | | CALIZA RECRISTALIZADA CON BANDAS SILICATOS EXACTAS Y NATURALES
- Czr CALIZA RECRISTALIZADA
- Cz CALIZA FRESCA

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
 SECCION GEOLOGICA B-B'  
 SISTEMAS DE DIQUES DE RUMBO NW  
 (RUMBO N40°E, VIENDO AL N50°W)

Por: M. CASTELLANOS T. ESC. 1:4000  
 FECHA: ABRIL 1989 FIG. N° 12-

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

1982

2 800 m. s. n. m.

SW

2 700

2 600

2 500

2 400

2 300

2 800

NE

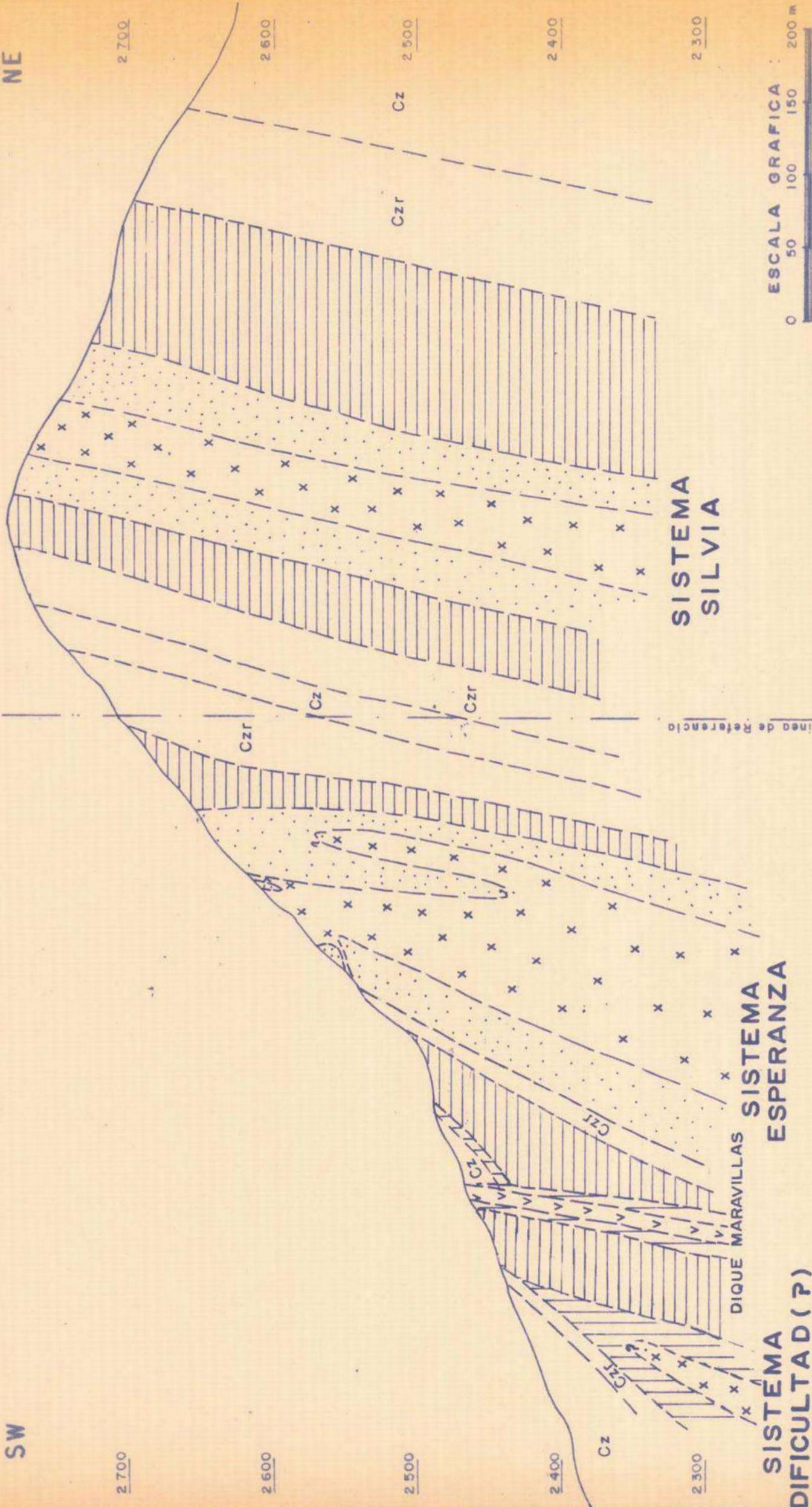
2 700

2 600

2 500

2 400

2 300



ESCALA GRAFICA : 200 m  
 0 50 100 150

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
**SECCION GEOLOGICA C-C'**  
**SISTEMAS DE DIQUES DE RUMBO NW**  
 (RUMBO N40°E, VIENDO AL N50°W)  
 Prof. M. CASTELLANOS ESC. 1:4000  
 FECHA: ABRIL 1989 FIG. N°: 13-

**EXPLICACION**

- INTRUSIVO FELSICO
- INTRUSIVO COMPOSICION INTERMEDIA
- SKARN DE GRANATE
- SKARN DE WOLLASTONITA
- CALIZA RECRISTALIZADA CON-BANDAS DE SILICATOS (W<sub>0</sub>-Gr)
- CALIZA RECRISTALIZADA
- CALIZA FRESCA

-- Existen un pequeño cuerpo de mineral en su extremo SW pero parece guardar mas relación con el dique aplítico que con el stock .

( Fig. 7 y 14 )

Dique Aplítico " MARAVILLAS " -.

Este dique fue considerado aparte de los anteriormente mencionados debido a su continuidad y a sus marcadas diferencias petrológicas con respecto al resto de los intrusivos .

Este dique es conocido desde el distrito minero de Zimapán ( comunicación personal del Ing. R. Pescador ) .

Se encuentra emplazado en una falla regional la cual cruza toda el área de estudio en su porción sur.

Las dimensiones conocidas de este dique en sentido horizontal son de Kms. a rumbo y los espesores varían desde los 20 m. hasta 1 m. , los afloramientos en el área de estudio son casi continuos a lo largo de 1400 m. .

A nivel regional tiene un rumbo continuo hacia el  $N45^{\circ}-50^{\circ}W$  , pero localmente presenta variaciones , entra al área por el oriente con una dirección de  $N80^{\circ}W$  la cual conserva hasta la parte media , donde pierde continuidad de afloramiento , apareciendo nuevamente algunos metros adelante pero con un rumbo de  $N45^{\circ}W$  para luego desaparecer , resurgiendo algunos metros al sur y conservando el último rumbo mencionado , el cual conserva hasta salir del área por su extremo suroccidental perdiéndose a menos de 500 m. adelante de este límite . El valor del buzamiento al igual que el rumbo es casi constante teniendo un valor de  $70^{\circ}$  al SW y localmente puede llegar a ser casi vertical como por se observa por ejemplo en el extremo SE .

El skarn asociado a este dique es angosto ( < 2 m. ) , predominando la wollastonita y en menor proporción el granate , sin embargo atravieza zonas de skarn originadas por las intrusiones de composición intermedia en las cuales parece ser que sirvió de control de algunos cuerpos de mineral de tipo tabular funcionando como sello para la mineralización .

Este dique es el límite norte del sistema Dificultad y dado que existe entre estos dos un cierto paralelismo en cuanto a rumbo , nos sirve como guía al no aflorar este sistema . ( Figs. 7 , 10 , 11 , 12 , 13 , 14 ) .

2 800 m.s.n.m.

SW

2 700

2 600

2 500

2 400

2 300

2 800

NE

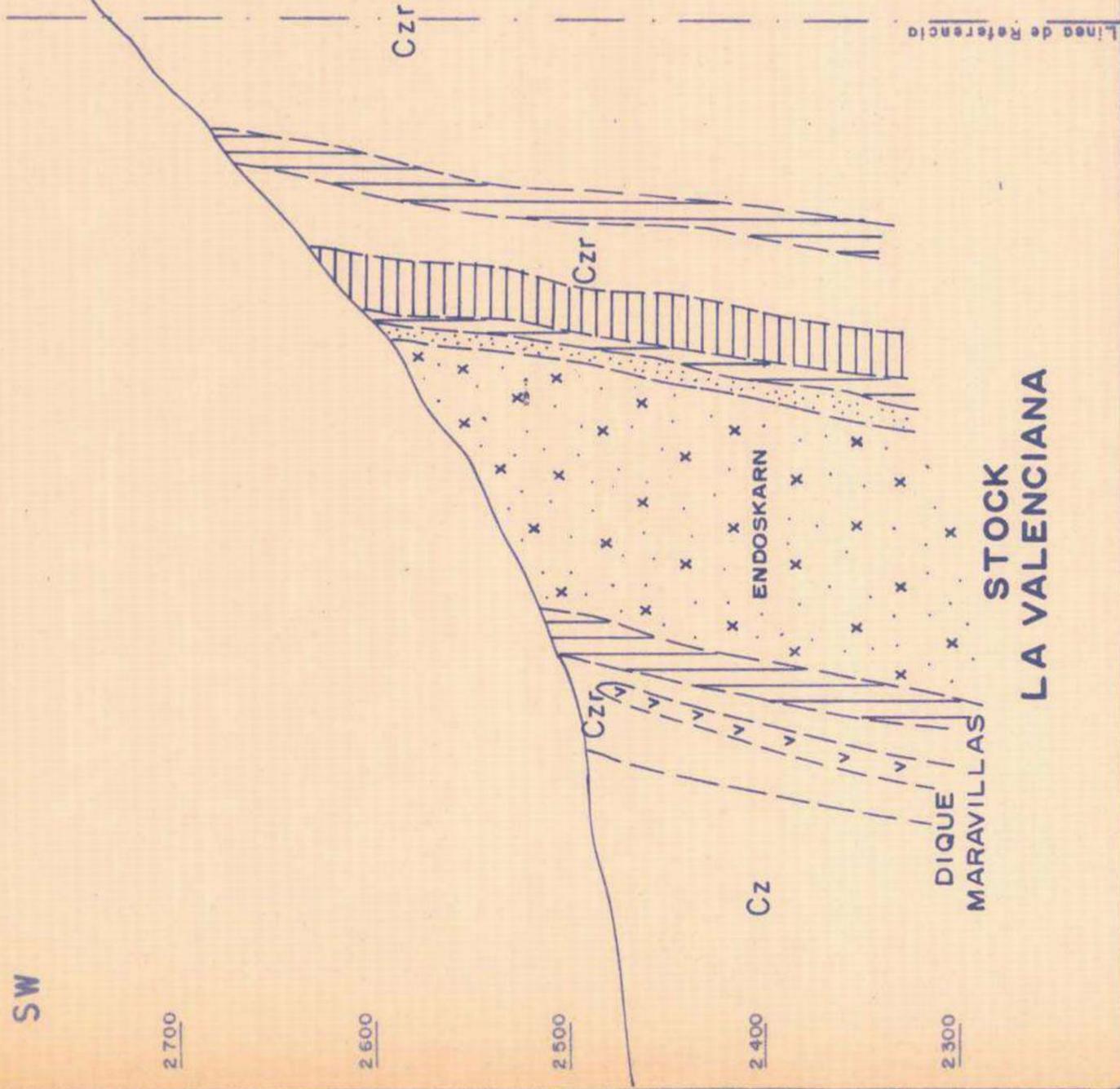
2 700

2 600

2 500

2 400

2 300



STOCK LA VALENCIANA

ESCALA GRAFICA  
0 50 100 150 200 m

**EXPLICACION**

- v v INTRUSIVO FELSICO
- x x  
x x INTRUSIVO COMPOSICION INTERMEDIA (Silicatado)
- . . . . SKARN DE GRANATE
- | | | SKARN DE WOLLASTONITA
- | | | CALIZA RECRISTALIZADA CON BANDAS DE SILICATOS
- Czr CALIZA RECRISTALIZADA
- Cz CALIZA FRESCA

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

SECCION GEOLOGICA D-D'  
SISTEMAS DE DIQUES DE RUMBO NW  
(RUMBO N40°E, VIENDO AL N 50°W)

Por: M. CASTELLANOS, ESC. 1:4000

FECHA: ABRIL 1989 FIG. N.º 14

Como se mencionó anteriormente, dentro de los diques pertenecientes a los sistemas Esperanza y Silvia existen algunos con mineralogía y textura que difieren a la de el resto de los intrusivos aflorantes (stocks y diques mayores), por lo que se tomaron 20 muestras siendo analizadas por petrografía clasificándose en un diagrama de cuarzo - feldespato - plagioclasa con los siguientes resultados: ( Fig. 13 )

Las 4 poblaciones que aparecen en el diagrama representan los episodios magmáticos reconocibles en superficie. La amplitud de las áreas de cada evento puede indicar la diferenciación en cada etapa.

Las características que presenta cada grupo son las siguientes:

#### GRUPO I -.

Los stocks de La Negra y La Valenciana así como la mayoría de los diques y sills aflorantes en el área de estudio pertenecen a este grupo y se encuentran distribuidos a todo lo largo y ancho del área.

La composición de estos varía desde granodiorita en el centro de los stocks hasta monzodioritas y cuarzo-dioritas en los bordes de este y en los diques esta ligera variación en composición pudiera ser un indicativo de diferenciación durante el tiempo que duró su emplazamiento.

La mineralogía común que caracteriza a esta etapa se compone en orden de abundancia por: plagioclasas, feldespatos, cuarzo, augita, diopsida, hornblenda y biotita como minerales primarios. Las alteraciones más comunes: silicificación, silicatación, carbonatación, cloritización, argilización y oxidación.

La textura en su mayoría es porfídica con fenocristales de plagioclasas y ocasionalmente ferromagnesianos como la hornblenda en una matriz de grano medio a fino compuesta por plagioclasas y en menor cantidad feldespatos y cuarzo.

El color varía de verde claro a blanco verdoso, pudiendo adquirir tonalidades más oscuras de acuerdo al grado de alteración que presente o bien un aspecto moteado cuando los minerales máficos son abundantes.

#### GRUPO II -.

Este grupo está representado por algunos diques angostos (menores que 8 m.) y con escasa distribución, en superficie únicamente se han reconocido 3 en la zona nororiental del área.

Estos diques se clasifican dentro del campo de las dioritas, mineralógicamente están compuestos por: plagioclasas, piroxenos (augita, pigeonita), como minerales primarios y escapolita, tremolita - actinolita, diopsida y forsterita como secundarios; cabe mencionar que existe pirita y pirrotita de origen primario y secundario.

La textura es porfídica con fenocristales de plagioclasas (menor que 10%) en una matriz afanítica de plagioclasas.

El color por lo general es verde oscuro en muestra fresca pero en uno de los afloramientos presenta un color blanco verdoso, esta variación se pudiera deber a una menor alteración de tipo hidrotermal.

El color de intemperismo de estos diques es un ocre intenso, originado por la pirrotita que localmente puede alcanzar hasta un 3%.

Tanto en superficie como en interior mina estos diques a diferencia con el grupo anterior presentan escasa silicatación.

#### GRUPO III -.

Lo componen diques con escasos afloramientos ( menores que 3 m. ) aislados principalmente en la parte central del área .

La composición varia de monzonita - cuarzo sienita , el color varia desde el verde claro hasta el verde oscuro , la textura es porfídica con fenocristales de feldespatos o plagioclasas en una matriz de grano medio a fino de feldespato y plagioclasa ocasionalmente presenta algunos piroxenos como augita , los minerales secundarios presentes son la tremolita , escapolita , clinozoicita, biotita y pirita-pirrotita principalmente .

Debido a que los miembros de este grupo presentan muchas similitudes en cuanto a textura , mineralogía y color con los grupos anteriores no es fácil de identificarlos en el campo , siendo reconocidos y clasificados en base a estudios petrográficos en los cuales se pudo determinar y cuantificar la mineralogía que los compone .

#### GRUPO IV -.

Un dique félsico ( aplita ) es el unico miembro de este grupo , se encuentra emplazado en una falla regional llamada Maravillas y de la cual adopta el nombre , tiene un afloramiento casi continuo a lo largo de toda la parte sur del área , a la cual entra con un rumbo de E - W , en la parte media se flexiona hasta adquirir un rumbo de N 40° - 50° W con el cual sale del área, el echado promedio varia de 70° - 75° al SW y con un espesor también variable entre 1 a 10 m.

Por su composición se puede clasificar como una riolita alcalina, la textura es afanítica y mineralogicamente está compuesto casi exclusivamente por feldespato y cuarzo .

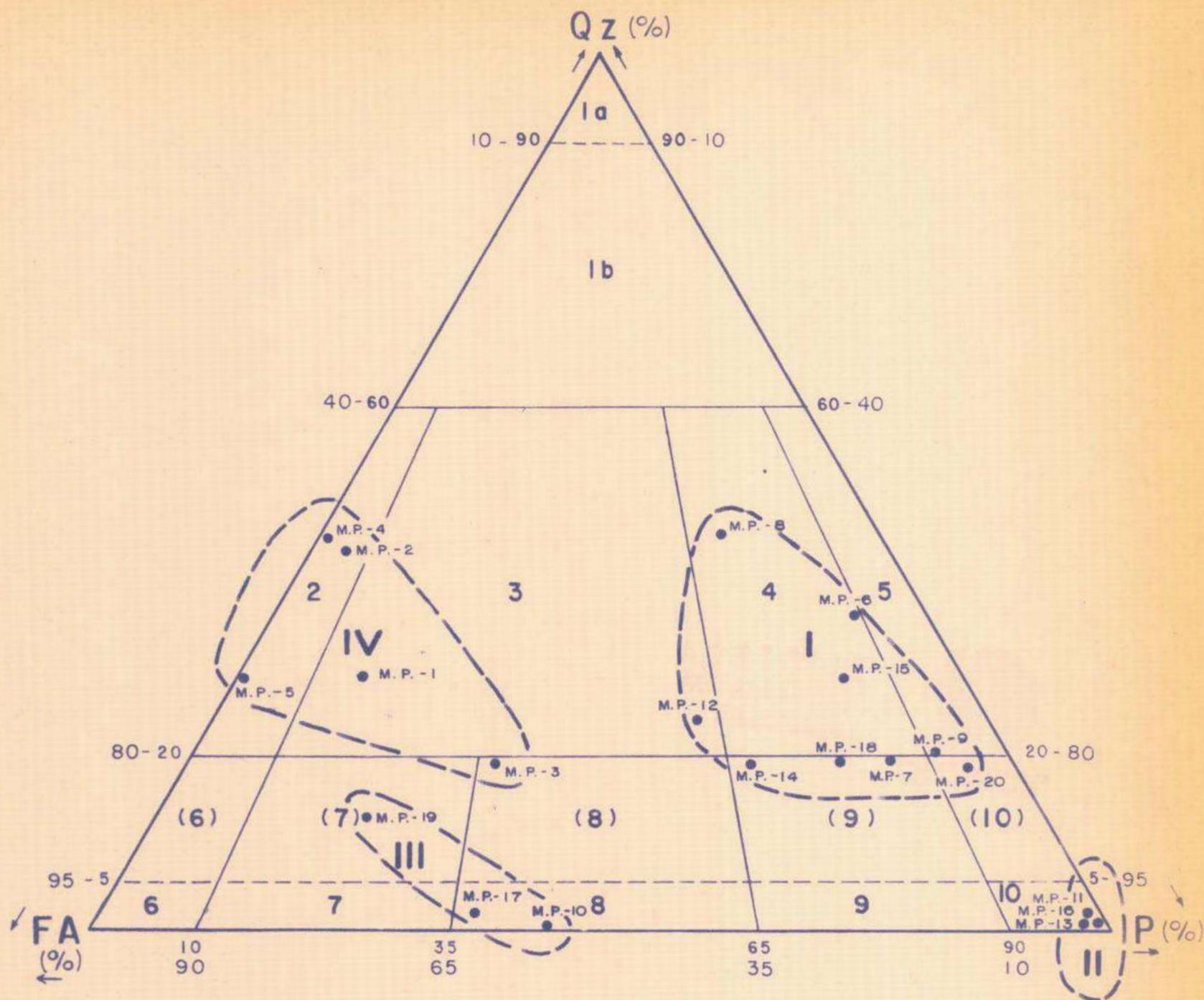
Las principales alteraciones son : silicificación , carbonatación , argilización , propilitización , silicatación y oxidación .

El color tanto en muestra fresca como intemperizada es blanco con variaciones locales en la tonalidad dependiendo de la alteración (es) que presente .

Las fracturas existentes estan rellenas por calcita , cuarzo y ocasionalmente por silicatos , cosa contraria a lo que sucede en los intrusivos de los grupos anteriores en los que los silicatos predominan sobre el cuarzo como relleno en las fracturas.

La cronología de estos intrusivos es acorde al número asignado en este capítulo pero sobre esta se abundará en el capítulo siguiente ( Génesis ).

En el apéndice se transcriben los resultados de tres muestras de cada uno de los grupos aquí mencionados . así como la localización de las muestras tomadas fuera del área de estudio ( Figs. 17 y 18 ) .



— LIMITE COMPOSICIONAL

— LIMITE DE CAMPO

M.P.-1 MUESTRA PETROGRAFICA

**CAMPOS:**

- |  |  |
|--|--|
| 1a Xilexita                              | (9) CUARZO MONZODIORITA / MONZOGABRO                   |
| 1b GRANITO RICO EN CUARZO                | (10) CUARZO DIORITA / CUARZO GABRO / CUARZO ANORTOSITA |
| 2 GRANITO FELDESPATICO ALCALINO          | 6 SIENITA FELDESPATICA ALCALINA                        |
| 3 GRANITO                                | 7 SIENITA  |
| 4 GRANODIORITA                           | 8 MONZONITA  |
| 5 TONALITA                               | 9 MONZODIORITA / MONZOGABRO                            |
| (6) CUARZO SIENITA FELDESPATICA ALCALINA | 10 DIORITA / GABRO / ANORTOSITA                        |
| (7) CUARZO SIENITA                       |  |
| (8) CUARZO MONZONITA                     |  |

CLASIFICACION RECOMENDADA POR LA I.U.G.S.

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

**CLASIFICACION DE ROCAS IGNEAS**

POR: M. CASTELLANOS T.

SIN ESCALA

FECHA: ABRIL 1989

F. N. N.º: 15

## VIII GENESIS

Para establecer la secuencia de emplazamiento de cada uno de los episodios magmáticos que están representados por los 4 grupos descritos en el capítulo de rocas ígneas, utilizaremos los siguientes argumentos:

### Relaciones de corte:

- En superficie dentro del sistema Silvia se observa un dique angosto (< 1 m.) de espesor perteneciente al grupo II cortando a 2 sills miembros del grupo I. (Fig. 7 coordenadas 5490 N, 4545 E)
- En un lugar ubicado 200 m. al oriente del área de estudio el dique félsico corta a un dique de composición intermedia clasificado dentro del grupo I.
- En interior mina en el nivel 2300, el dique Maravillas (grupo IV) corta toda la secuencia de diques desprendidos del stock La Negra y que dan origen a los tres sistemas mencionados (grupo I). (Fig. 8).
- Existen vetillas rellenas con sulfuros (calcita-galena-calcopirita) cruzando un dique del grupo II.

### Contenidos metálicos en los intrusivos:

- Normalmente los intrusivos de los grupos II y III presentan sulfuros de hierro (pirita-pirrotita) diseminados o en fracturas. Descripción de los grupos II y III subcapítulo anterior, descripción petrográfica de muestras pertenecientes a estos grupos apéndice).
- De los promedios geoquímicos de Ag-Pb-Zn-Cu en orden de concentración por tipo de roca (Tabla II), se puede concluir lo siguiente:
  - 1.- El dique félsico (grupo IV) es anómalo en Ag, Pb y Cu.
  - 2.- Los intrusivos de los grupos I, II y III son pobres en Ag-Pb-Zn y Cu. Debemos aclarar que estos tres grupos se clasificaron como uno solo debido a que las muestras del II y III son escasas (1 y 2 respectivamente).

### Alteraciones:

- Los intrusivos del grupo I normalmente presentan silicatos de calcio en los bordes y rellenando fracturas.
- En los miembros de los grupos II y III los silicatos de calcio comúnmente no son observables a simple vista, existen pero son escasos y en ocasiones detectables únicamente por petrografía.
- En el dique félsico (grupo IV) el porcentaje de silicatos de calcio es menor que en el grupo I, pero mayor al de los grupos II y III.

Tomando en cuenta las evidencias anteriores y a las que agregaremos las sig:

- La datación realizada por el método de potasio-argón al stock de La Negra (grupo I) y que arrojó una edad de  $37 \pm 0.8$  m.a. (Gaytan, 1975).

calizas dando origen al mármol. Una vez formado el mármol y estando aún caliente ascienden las soluciones ricas en sílice que al reaccionar con este dan origen al skarn, estas soluciones ascienden principalmente por los bordes de los intrusivos.