

0217

FACULTAD DE INGENIERIA

U. N. A. M.

ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DEL AREA FLORIDA-
BARRIGON, MUNICIPIO, NACOSARI, SONORA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A:
M. FERNEL ARVIZU LARA.



MEXICO, D. F.

1970



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



ESTUDIO GEOLÓGICO MINERO

DEL ÁREA FLORIDA-BARRIGÓN

MUNICIPIO, NACOZARI, SON.

U N A M

TESIS PROFESIONAL

M. FERNEL ARVIZU LARA

MEXICO, D. F.

1970

A mis padres con cariño:

Gustavo Arvizu Avila.

Gricelda Lara de Arvizu.

A mis hermanos:

Orlando

Ana Lucia.

Jaime.

Gustavo.

A mi esposa:

Lesvia.

AGRADECIMIENTOS

Agradesco profundamente a los Ings. Guillermo P. Salas - y Ruben Pesquera V., Director y Gerente de Exploración respectivamente del Consejo de Recursos Naturales no Renovables; por todas las facilidades que se sirvieron prestarme para el desarrollo de este trabajo.

Hago patente mi agradecimiento al Ing. Javier López Avila, jefe del proyecto de Exploración por Cobre en Sonora y a todos los Ings. que laboran en ese proyecto por la orientación y ayuda desinteresada que de ellos recibí.

Al Ing. German Arriaga Garcia, Director de la presente tesis, que con sus cuidadosas observaciones permitieron eliminar los errores notables, aclarando puntos dudosos y que con ello, se reestructuró el texto en forma adecuada.



Universidad Nacional
Autónoma de
México

FACULTAD DE INGENIERIA
Exámenes Profesionales
Núm. 40-
Exp. Núm. 40/214.2/1.-

Al Pasante señor M. FERNAL ARVIZU LARA
P r e s e n t e

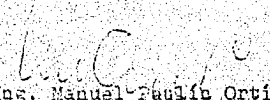
En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted la continuación el tema que aprobó por esta Dirección propuso el profesor Ingeniero Germán Arriaga G., para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero GEOLOGO

ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DEL AREA FLORIDA-BARRIGON,
MUNICIPIO, NACCOZARI, SONORA.

- I. RESUMEN
- II. GENERALIDADES
- III. GEOGRAFIA
- IV. HISTORIA MINERA DE LA REGION
- V. GEOLOGIA
- VI. GEOQUIMICA
- VII. GEOFISICA
- VIII. POSIBILIDADES MINERAS DE LA REGION
- IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
BIBLIOGRAFIA
ILUSTRACIONES."

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

Muy atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F. 7 de Septiembre de 1970
EL DIRECTOR


Ing. Manuel Paulín Ortiz


WFO:MMO:eag

C O N T E N I D O

	Pág.
CAPITULO I RESUMEN -----	1
CAPITULO II GENERALIDADES -----	3
A.- Introducción -----	3
B.- Objeto del Estudio -----	4
C.- Estudios Previos -----	4
D.- Metodo de Trabajo -----	5
CAPITULO III GEOGRAFIA -----	8
A.- Localización, Extensión y vias de comunicación-----	8
B.- Fisiografia -----	10
a) Orografia -----	11
b) Hidrografia -----	11
C.- Clima y Vegetación -----	12
D.- Economia -----	13
CAPITULO IV HISTORIA MINERA DE LA REGION -----	14
CAPITULO V GEOLOGIA -----	17
A.- Geologia Regional -----	17
B.- Geologia Local -----	22
1.- Petrografia -----	22
a) Rocas Igneas Intrusivas -----	22
b) Rocas igneas Extrusivas -----	24
c) Rocas Sedimentarias -----	26
d) Rocas Metamorficas -----	27
2.- Alteración Hidrotermal -----	28
3.- Mineralización y Obras Mineras -----	30

	Pág.
4.- Geología Estructural -----	32
5.- Geología Historica -----	34
CAPITULO VI GEOQUIMICA -----	37
A.- Antecedentes -----	37
B.- Muestreo -----	38
C.- Interpretación -----	38
CAPITULO VII GEOFISICA -----	42
A.- Introducción -----	42
B.- Metodo y Equipo Smpleado -----	42
C.- Interpretación -----	42
CAPITULO VIII POSIBILIDADES MINERAS DE LA REGION ---	44
CAPITULO IX Conclusiones y Recomendaciones -----	48
BIBLIOGRAFIA	
ILUSTRACIONES	
Plano de Localización.	
Plano Geologico	
Plano de Alteración Hidrotermal.	
Plano de Mineralización.	
Plano Geoquímico.	
Plano Geofísico.	

CAPITULO I

RESUMEN

La zona "FLORIDA-BARRIGON" esta ubicada en la porción NE del estado de Sonora, se encuentra comunicada por las ciudades de Hermosillo, Agua Prieta y Cananea por caminos de terraceria y por via de ferrocarril, con Agua Prieta y conexiones con Cananea y Nogales.

Forma parte de la subprovincia de "Sierras y Valles Paralelos". Drenan la región arroyos intermitentes tributarios del rio Nacozari y Santa Rosa. Pertenece a la cuenca hidrografica del rio Moctezuma; fisiograficamente esta pasando por una etapa de madurez del ciclo de erosión fluvial.

Dentro del área planificada afloran rocas pertenecientes a un intervalo geologico comprendido entre el mesozoico (?) y el cenozoico y estan representadas por rocas igneas intrusivas y extrusivas, sedimentarias y metamórficas.

Los rasgos estructurales principales de las rocas expuestas consisten de bloques aislados levantados y ladeados por fallamiento que descansan sobre la masa de un cuerpo granítico (?). El alineamiento general de las sierras es noroeste con pequeñas inflexiones al noreste y su buzamiento predominante al oriente.

Los resultados geoquímicos correspondientes a los trabajos de detalle realizados hasta la fecha, permitieron delimitar áreas en donde se presentan anomalías de cobre y molibdeno con valo

res de mas de 500 p.p.m. y 60 p.p.m. respectivamente.

La mineralización observada consiste principalmente de sulfuros primarios (pirita, calcopirita) en menor proporción se observaron carbonatos de cobre (malaquita) y silicatos (crisocola).

En esta etapa de trabajo se reinterpretaron y se complementaron los estudios sobre la geología, mineralización y alteración hidrotermal existente en la zona, así como el muestreo geoquímico de roca (esquirlas). Se programaron y realizaron los trabajos de campo, laboratorio y gabinete necesarios para recabar y reevaluar con la información existente las posibilidades de este prospecto.

CAPITULO II

GENERALIDADES

A.- INTRODUCCION:

Nuestro país ha manifestado un aumento considerable en el desarrollo industrial en los últimos años y este incremento trae como consecuencia un consumo interno cada vez mayor de productos cuya materia prima es de origen minero-metalurgico. Esto obliga a que los trabajos de exploración minera se intensifiquen para llegar al descubrimiento de nuevos yacimientos minerales, la explotación de los cuales traera como resultado la creación de nuevas industrias y una expansión en las instalaciones industriales existentes además de un aumento en la producción así como una diversificación en la fabricación de productos elaborados acelerando con ello la industrialización y obtener así nuestra independencia económica.

Es por ello que el Gobierno Federal a través del Consejo de Recursos Naturales no Renovables y tomando participación el fondo especial de las Naciones Unidas, inició en el año de 1963 un programa de exploración en la parte noreste del estado de Sonora, siendo en esta etapa cuando se estimaron las posibilidades de diferentes prospectos todos ellos destinados a la localización de yacimientos cupríferos que pudiesen ser explotados económicamente.

Dicho programa se denominó "EXPLORACION POR COBRE EN SONORA" abarcando un área de 50,000 Km², dentro de la cual quedan

comprendidos los 25 Km² de la zona llamada "FLORIDA-BARRIGON".

B.- OBJETO DEL ESTUDIO:

El motivo por el cual se elaboró el presente trabajo -- fue principalmente para localizar yacimientos de cobre del tipo - diseminado ó porfídico.

Basados en las recomendaciones resultantes de estudios anteriores; se decidió emprender una etapa subsecuente de exploración, cuyo objetivo sería recabar la información necesaria para - realizar una evaluación generalizada de la importancia que presentan las acumulaciones de cobre observadas en el área, con miras a encontrar cuerpos mineralizados de baja ley y gran volumen susceptibles de explotación económica.

El área se selecciono para su estudio tomando en cuenta la cercanía existente de los grandes yacimientos de cobre del estado de Arizona en los Estados Unidos de Norteamérica, así como - los que se encuentran en nuestro país y que son principalmente -- Cananea y Pilares de Mazonari al noreste del estado de Sonora.

C.- ESTUDIOS PREVIOS:

Los primeros estudios realizados en esta zona, fueron - hechos por el Consejo de Recursos Naturales no Renovables y las - Naciones Unidas, en el proyecto "Exploración de Yacimientos Mine-

rales Metalicos", estos trabajos se realizaron en los años de 1963 y 1965 encontrandose anomalías de cobre en muestras de sedimentos de arroyos y suelos; originalmente a este prospecto se le denominó "EL BARRIGON".

Posteriormente y mediante una segunda etapa de trabajo a probada para ampliar las investigaciones, se llevaron a cabo estudios de prospección geológico-minero, empleando metodos de Fotogeología, Geología, Geoquímica, Geofísica y Perforación, tanto por el C.R.N.N.R. auxiliado por las Naciones Unidas así como por la Cia.-Cobre de México, S.A.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se decidió revizar y completar toda la información para llegar a la evaluación final de este prospecto, en cuyos estudios finales colaboraron los lngs. Genaro de la Campa, Jaime Islas, Adalberto Vazquez y el autor del presente trabajo.

D.- METODO DE TRABAJO:

El área "FLORIDA BARRIGON" se estudió aplicando los metodos de: Fotogeología, Geología de Campo, Geoquímica, Geofísica y Perforación.

Fotogeología: Para la elaboración del plano fotogeológico se conto con fotografías aéreas, en blanco y negro escala 1:55,000, en ellas se marcaron todos aquellos aspectos culturales que pudiesen servir de referencia (poblaciones, rancherías, obras mineras; cami

nos, etc.), se pasaron los contactos geológicos para delimitar --- unidades litológicas, así como las diferentes estructuras que pudieran tener relación con algún cuerpo mineralizado. Posteriormente se hizo un plano de restitución fotogramétrica escala 1:10,000, utilizándose este, para el desarrollo de los trabajos de campo.

Geología de Campo: Una vez hecha la interpretación fotogeológica se realizaron los trabajos de Geología de Campo con el fin de comprobar lo que se había interpretado en las fotografías, al mismo tiempo se clasificaron las rocas desde el punto de vista megascópico, haciendo observaciones sobre la mineralización, estructuras y alteraciones.

Geoquímica: Primeramente en esta zona se realizó un muestreo regional de sedimentos de arroyo y suelos, mediante los se logró delimitar una área anómala, por lo tanto en los trabajos correspondientes a esta etapa se tomaron exclusivamente muestras de roca (esquirlas).

La investigación geoquímica se efectuó simultáneamente a los trabajos de Geología de Campo; el muestreo fué proyectado a lo largo de los arroyos que drenan la región, las muestras así reunidas fueron analizadas en el laboratorio de química por cobre y molibdeno; por último con los valores obtenidos se hizo una integración e interpretación que en el capítulo referente a geoquímica se menciona.

Geofísica: Este método no se llevo a cabo durante el desarrollo de este trabajo, ya que anteriormente el C.R.M.N.R. realizó estudios previos en el área y fue entonces cuando efectuó un reconocimiento geofísico de polarización inducida y resistividad aparente a cargo de los lngs. Juan Velasco H. y Eduardo Aguilera Sch.

Sin embargo, se considera importante mencionar este método, porque se utilizaron sus planos y su interpretación geofísica existente, que sirvieron para la elaboración e integración final de las posibilidades del prospecto.

Perforación: Con base a los estudios realizados por el C.R.M.N.R. - la Cia. Exploradora Cobre de México, S.A. realizó por medio de un contrato de exploración, trabajos tendientes a ubicar reservas de mineral de cobre por medio de obras directas, las cuales consistieron en la perforación de 17 pozos, dando como resultado mediante el análisis de los núcleos contenidos, la determinación de un cuerpo mineralizado; cuyas leyes exclusivamente por cobre, no llegaron al mínimo explotable comercialmente (0.3 a 0.4).

Posteriormente y durante la etapa de elaboración de este trabajo, se procedió nuevamente al análisis químico de estos núcleos, para investigar la existencia de otros minerales cuyo valor agregado al del cobre existente, posiblemente permitan su explotación comercial; habiéndose encontrado molibdeno y tungsteno cuyos contenidos se están investigando actualmente.

CAPITULO III

GEOGRAFIA

A.- LOCALIZACION, EXTENSION Y VIAS DE COMUNICACION: Plano 1

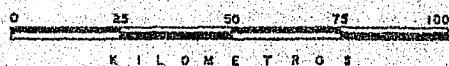
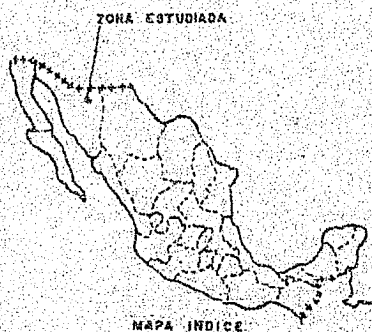
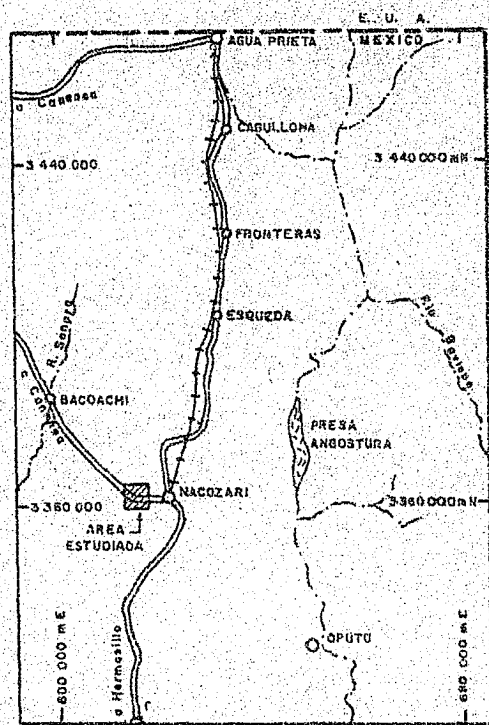
El área "FLORIDA-BARRIGON" se localiza en la parte central-nororiental del estado de Sonora, a 5 km. aproximadamente al poniente del poblado de Nacozari de Garcia, Son.

La zona estudiada abarca un área de 25 km² aproximadamente y esta definida en su parte central por las coordenadas de mercator, X=622,500 m. y Y=3,361,500 m.

El acceso al área se efectua por medio de la carretera pavimentada que se inicia en Nogales y termina en Cananea para continuar por un camino de brecha pasando por la población de Bacochi y culminar en Nacozari de Garcia, Son.

Existe otra carretera que es la de mayor uso, parte de Nogales, Son., cruza la linea divisoria con los Estados Unidos de Norteamerica se continua por la carretera No. 80S con rumbo a Douglas, Ariz. prosiguiendo despues por el camino de terraceria que une los poblados de Agua Prieta y Nacozari de Garcia.

Hacia el SW, la zona esta comunicada con la ciudad de Hermosillo, capital del estado, por medio de un camino de terraceria, el cual tiene un desarrollo de 250 Km. y toca las poblaciones intermedias de Cumpas, Moctezuma, Mazocahui y San Miguel Ures.



PLANO	FACULTAD DE INGENIERIA
I	TESIS PROFESIONAL
U	LOCALIZACION
N	DEL AREA
A	FLORIDA-BARRIGON
M	
M. FERNEL ARVIZU LARA 1970	

Estos caminos son transitables la mayor parte del año -- con excepción de la época de lluvias.

Esta población cuenta también con un ferrocarril que se une al poblado de Agua Prieta y tiene un recorrido de 134 Km. al norte pasando este por las poblaciones de Churunibabi, Turicachi, Esqueda, Fronteras y Cabullona.

B.- FISIOGRAFIA:

El área en cuestión se encuentra en la provincia fisiográfica denominada "Sierra Madre Occidental" (Alvarez Jr. 1967) -- quedando limitada esta provincia por la Sierra Madre Oriental y la Meseta Central al oriente, por la zona desértica de Sonora y llanura Costera de Sinaloa al poniente.

La provincia de la "Sierra Madre Occidental" ha sido subdividida por tres subprovincias que son: 1) zona de Altiplanicie, 2) zona de Barrancas y 3) zona de Sierras y Valles Paralelos.

Nuestra área de estudio denominada "FLORIDA-BARRIGON" es ta situada donde termina la Sierra de Cooper Queen y donde empieza la Sierra de la Cobriza, localizandose esta zona en la subprovincia de Sierras y Valles Paralelos.

Esta subprovincia se caracteriza por extensos alineamientos montañosos de moderada altura, con orientación nor-noroeste, -- separados entre si por angostos valles longitudinales.

a.- Orografía:

En esta área se encuentran cadenas montañosas que alcanzan alturas hasta de 1700 m.s.n.m., el relieve máximo en la región es de aproximadamente 500 m.; hacia el oriente y poniente la zona está limitada por una serie de lomeríos ondulados y de poca elevación constituidos por aluvión y conglomerados producto de erosión de las partes altas.

La topografía está ampliamente controlada por movimientos terrestres, por lo cual las montañas han sido interpretadas como bloques elevados por fallas normales e inversas en su lado occidental (King 1939). Como resultado de estas fallas las cordilleras tienen escarpes fuertes en su cara oeste y pendientes suaves en la cara oriental.

El relieve abrupto en algunos lugares pone de manifiesto rocas sedimentarias pero generalmente consisten de rocas intrusivas y volcánicas; el aspecto topográfico que se observa en la región nos sugiere que se encuentra en la etapa de madurez del ciclo de erosión fluvial, dando como resultado un drenaje bien desarrollado.

b.- Hidrografía:

La zona en estudio se encuentra drenada por arroyos intermitentes, en general el drenaje se puede considerar del tipo dendrítico rectangular, pertenece a la cuenca hidrográfica del río Moctezuma, siendo los ríos Santa Rosa y Nacozari los principales a

fluentes.

El río Santa Rosa nace al sur de la sierra la Púrica entre las sierras de Barrigón y Huasachuca al oriente y occidente respectivamente, corriendo con un rumbo noroeste y sureste y se une -- con él río Moctezuma al sur del poblado de Nacozari.

El río Nacozari nace al norte de la población del mismo nombre, entre las sierras de la Púrica al occidente y el Pinito al oriente, corre con rumbo norte sur, en su trayecto recibe las corrientes que drenan de la sierra del Barrigón y la Cobriza como -- son los arroyos de Lazareto, Las Gallinas y la Florida; finalmente se une al río Moctezuma. Este río vierte sus aguas al río Yaqui -- que va a desembocar al Golfo de California en el Océano Pacífico.

C.-CLIMA Y VEGETACION:

El clima en la región es de tipo semidesértico y extremo con temperaturas que oscilan desde -2° C en el invierno y 37° C en el verano, llegandose a registrar temperaturas extremas hasta -- de -8° y 40° C. Las precipitaciones fluviales son escasas y en extremo irregulares, la época de lluvias se presenta generalmente en los meses de julio, agosto y septiembre, ocasionalmente en el invierno, existiendo en la región una precipitación moderada que no excede los 300 mm.

La vegetación existente en el área se puede considerar -- escasa y raquítica, propia de regiones semidesérticas, la flora de la región es muy variada se encuentra, huisache, mezquite, nopales,

palmilla, sotol y una variedad de encino.

DE ECONOMIA:

En esta región del estado de Sonora las principales actividades económicas son: Ganadería, Agricultura y Minería.

Considerandose de mayor importancia la Ganadería, principalmente en la cría de ganado vacuno el cual se exporta en su mayor parte a los Estados Unidos de Norteamérica por los poblados de Nogales, Agua Prieta y Naco, entidades fronterizas del estado.

La agricultura es de baja producción debido a lo estéril de sus tierras y a la escasez de agua, los principales cultivos que se cosechan son: maíz, frijol y algunas legumbres.

La industria minera sigue en orden de importancia en la vida económica de la región, sirviendo esta actividad como fuente de trabajo para los habitantes de las poblaciones de Cananea, Nacozari, Oumpas y Sacozari etc. Existen en esta zona varias compañías mineras como son: Cia. Minera Cananea, S.A., Cia. Minera Monte Cristo, S.A., Cia. Minera Nacozari, S.A., Cia. Mexicana de Cobre, S.A.

CAPÍTULO IV

HISTORIA MINERA DE LA REGION

El distrito minero de Nacozari de Garcia, Son. es uno de los mas antiguos conocidos del estado, desde principios de este siglo ha sido estudiado desde el punto de vista geológico-minero, y ha tenido multiples manifestaciones de mineralización, muchas de los cuales fueron de gran importancia económica.

La mina de Pilares fue la que dió mas fama a la región por su gran tamaño y fuertes concentraciones minerales, esta mina esta ubicada a 15 Km. al sureste de la población de Nacozari, y fue descubierta en el año de 1810, sin tener fecha exacta, siendo esta, hasta 1949, uno de los principales centros mineros productores de cobre en la Republica Mexicana.

De la información mas antigua de la cual se tiene conocimiento, se encuentra la mina Churunibabi que se extraía plata y esta localizada 7 Km. al norte de Nacozari, dicha mina fue explotada casi continuamente durante 300 años suspendiendose los labores mineros en el año de 1954.

La mina de cobre mas importante en la antigüedad fue la mina Fortuna, que esta localizada en la sierra de la Cobriza al occidente de Nacozari, en donde los metales que se extraían de esta mina eran fundidos y el producto era empleado y exportado a Inglaterra.

Otra mina muy importante en la región es la de Santo Domingo conocida antiguamente como la Virgen de Plata, se localiza - 23 km. al sureste de Nacozari iniciando su explotación en el año - de 1935 y termino los trabajos en 1959, sufriendo en el año de -- 1956 una crisis económica causada por la baja de precio de los metales en el mercado internacional; en el año 1962 la empresa "Minera Montecristo, S.A." compro los derechos de explotación de la mina Santo Domingo y actualmente la trabaja por cobre, plata y tungsteno.

Una de las empresas mineras mas antiguas e importantes - de la región es la empresa "Moctezuma Concentrating, Co." que en - 1890 adquirio los derechos de las minas de San Pedro, San Pablo, - Bella Unión y la Gran Republica que construyo molinos y hornos en el Nacozari viejo y estos operaron durante muchos años. Existen otras compañías mineras que tienen programas de exploración geológico-minero en el norte del estado de Sonora, como son: Compañía Minera Nacozari, S.A., Minera Montecristo, S.A., etc."

En la región se han efectuado estudios por parte del C.-R.N.N.R. en colaboración con la O.N.U., contandose con esta colaboración durante los años de 1963 a 1967. Prosiguiendo el Consejo de Recursos la exploración por su cuenta y como fruto de ello se encontro un yacimiento de cobre porfidico en el área denominada "Nuevo Continente" conocida tambien con el nombre de la "Caridad" que tiene unas reservas probadas de 600 millones de toneladas de cobre con una ley promedio de 0.6. Cabe aclarar que este yacimiento fue encontrado por el personal técnico del Consejo de Recursos ya que-

en junio de 1967 las Naciones Unidas retiraron su colaboración y este yacimiento fue localizado en el año de 1968, quedando el área comprendida dentro del proyecto "Cobre en Sonora".

CAPITULO V

GEOLOGIA

A.- GEOLOGIA REGIONAL:

En el presente capítulo sólo se consideran las principales unidades estratigráficas que afloran en la región, aunque sus edades se estiman unicamente por una correlación petrográfica, de acuerdo con su posición estratigráfica relativa con las del sur -- del estado de Arizona y tambien con las de Caborca en el estado de Sonora.

Precámbrico:

Las rocas de esta edad precámbrica se encuentran en el -- sureste de Pitiquito en los cerros de Chino y del Rajón, al poniente de esta población en las sierras del Gachupín y el Arpa; contienen magnificas secciones que han sido consideradas del precámbrico y su litología consiste principalmente de lutitas arenosas, calizas con capas delgadas y areniscas de grano fino.

En Caborca, al noroeste y sureste, en las sierras del -- Chanate y del Carnero se encuentran esquistos de grano fino, rocas cuarcíferas de grano grueso, gneises, calizas y dolomías de edad -- precámbrica.

Al sureste de Naco y en la sierra de San Antonio al este de Nogales, se localizan afloramientos de esta edad, constituidos por los esquistos Pinal y granitos que se correlacionan con rocas.

del sur de Arizona.

Tomando en cuenta las características litológicas, estratigráficas y estructurales observadas en ésta porción del estado de Sonora y correlacionandolas con las rocas de ésta edad que afloran en los estados vecinos de Arizona y California en Norteamérica donde se aprecia una amplia distribución geográfica, se puede suponer que estos afloramientos constituyen el zócalo pre-paleozoico, el cual se encuentra cubierto a diferentes profundidades por formaciones mas jóvenes.

Paleozoico:

Con referencia al sistema paleozoico en el noreste del estado de Sonora, se han encontrado varias decenas de afloramientos y deberán descubrirse muchos otros al hacerse exploraciones más amplias y detenidas en el futuro; actualmente su distribución es la siguiente:

En la sierra de San Antonio al sureste de Nogales, la columna geológica está constituida por la Cuarcita Capote del cámbrico medio, caliza Esperanza del cámbrico superior y caliza Cristalina del devónico; en el cañon de Santa Rosa en la sierra de Teras al oeste del Tigre se han encontrado calizas con intercalaciones de lutitas del carbonífero y pérmico.

Otra localidad donde se encuentran rocas paleozoicas es en la cuenca de Cabullona y el área del Tigre y constan de calizas

y gneises del pensilvánico, el pérmico en esta región incluye rocas muy variadas principalmente en el distrito de Altar, en donde están representadas por calizas, margas intercaladas con materiales ígneos y areniscas.

Donde se han hechos estudios mas detallados por geólogos y paleontólogos, es en las cercanías del poblado de Caborca habiéndose identificado rocas desde el cámbrico inferior hasta el pérmico medio, reconociéndose en algunos sitios la columna geológica casi completa con excepción de algunos lugares en que están ausentes el ordovícico y el silurico, las rocas observadas son depósitos calcáreos y en menor proporción cuarcitas y lutitas.

Tomando en consideración tanto las características litológicas como los rasgos estratigráficos y la marcada tendencia de presentar espesores cada vez menores hacia el este, de las rocas que representan desde el precámbrico final hasta fines de paleozoico, puede suponerse que se depositaron en una plataforma continental ó miogeosinclinal, al cual Fries (1962) propuso llamar Fosa Sonorana del Geosinclinal Cordillerano.

Mesozoico:

Los primeros sedimentos post-paleozoicos en ésta región, corresponden a materiales clásticos del grupo Barranca y a la Formación Caracahui del triásico superior y jurásico superior, al sur y sureste de la región.

En la sierra de San Antonio que es la continuación hacia

el sureste de la sierra llamada "Patagonia Mountain", situada dentro del territorio Estadounidense, se han encontrado rocas volcánicas silíceas que sobreyacen al pérmico, lo que se supone son del triásico ó jurásico.

Los depósitos del cretácico inferior en esta región nor-este del estado de Sonora, consiste principalmente de materiales clásticos marinos y en ocasiones mezclados considerablemente con material volcánico, ejemplo de ello es la Formación Tarahumara en el valle del río Yaqui y en una sucesión de sedimentos que se encuentran en la región situada entre Santa Ana y Caborca al noroeste de la entidad (Cooper y Arellano 1946).

En realidad, no existen informes de otros afloramientos del cretácico superior en la región debido posiblemente a la falta de estudios ó por falta de fósiles, aunque en Cabullona se han localizado sedimentos clásticos con intercalaciones de material volcánico del cretácico superior tentativamente.

Cenozoico:

El cenozoico se encuentra representado en las sierras de Teras, La Juriquipa, La Pírca, Cooper Queen, La Cobriza y San Antonio, cuya litología está constituida por andesitas, dioritas, -- granodioritas y granitos, todos ellos del Paleoceno y eoceno. En las sierras de Nacozari, Los Pinitos y a los alrededores de Esqueda y Fronteras tenemos tobas riolíticas e ignimbritas del oligoceno y mioceno. Sedimentos clásticos de origen volcánico, tobas y a-

glomerados se encuentran en toda la zona que es lo que constituye la Formación Baucarit del plioceno.

Las rocas del cuaternario son sedimentos aluviales producidos por intemperismo de las rocas antiguas, siendo la erosión y el transporte los causantes de la distribución a lo largo de ríos y arroyos, formando así extensos valles intermontanos. En general las rocas terciarias y cuaternarias en el área están representadas por sedimentos continentales.

B.- Geología Local.

1.- Petrografía:

Plano No. 2

En el área estudiada afloran rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas; las rocas ígneas comprenden tanto intrusivas como extrusivas. Para la clasificación de las rocas en las diferentes unidades litológicas se usó el criterio de campo y petrográfico, este último se utilizó debido a que la alteración hidrotermal modificó la estructura original de la roca y fue necesario el estudio en el microscopio para una correcta clasificación.

a) Ígneas Intrusivas:

Estas rocas están representadas por granito-granodiorita (intrusivo barrigón), andesita porfídica (intrusivo negro) y pórfido monzonítico.

Intrusivo Barrigón:

Este cuerpo es el que tiene mayores extensiones de afloramiento en nuestra zona, se le encuentra aflorando en la parte central y se extiende hacia el sur adoptando la forma de un triángulo, está en contacto de falla con las ignimbritas al oriente, al occidente con rocas volcánicas y depósitos clásticos, al norte intrusióna rocas sedimentarias y a la vez se le encuentra intrusado por la andesita porfídica. Las rocas que constituyen este intrusivo (granito, granodiorita) se agruparon debido a que corresponden a un mismo cuerpo, en el cual existe una diferenciación repre-

sentado por un cambio de composición química. A continuación se describe cada roca por separado.

Granito.- Aspecto megascópico: roca color crema claro es estructura compacta, textura fanerítica, compuesto principalmente de cristales de cuarzo, feldespatos, ferromagnesianos (biotita), tiene formas subedrales y anedrales, presenta una ligera oxidación.-- Estudio microscópico: textura holocristalina, hipidiomorfica; minerales esenciales: cuarzo, microclina, andesina-oligoclasa; minerales accesorios: biotita y magnetita; minerales secundarios: arcilla, clorita y limonita. Clasificación: Granito de Biotita. Origen Plutónico.

Granodiorita.- Aspecto megascópico: roca de color gris - claro moteado, estructura compacta, textura porfiritica, con fenocristales de cuarzo, feldespatos alterados y mica. Estudio microscópico: textura holocristalina, hipidiomorfica; minerales esenciales: cuarzo, andesina-oligoclasa y microclina; minerales accesorios: biotita, magnetita, zircon; minerales secundarios: arcilla, clorita, sericita, limonita y pirita. Clasificación: Granodiorita de Biotita. Origen: Plutónico.

Intrusivo Negro:

El pórfido andesítico es el cuerpo intrusivo mas joven - del área en cuestión probablemente de principios de terciario. Asi como el que contiene mayor concentración de sulfuros de cobre y - molibdeno, con numerosas vetillas de cuarzo y calcita. Se le en-

cuentra aflorando en forma de pequeños islotes, distribuidos irregularmente, la roca que constituye este intrusivo se menciona a -- continuación:

Andesita Porfídica: Aspecto megascópico: color verde oscuro, en partes gris, estructura compacta, textura porfiritica, -- con feldespatos y ferromagnesianos fuertemente cloritizados. Estudio microscópico: textura holocristalina, porfiritica, hipidiomorfica; minerales esenciales: plagioclasas medias (andesina-oligoclasa); minerales accesorios: magnetita y ferromagnesianos alterados; minerales secundarios: calcita, clorita, epidota, arcilla, limonita, pirita y calcopirita. Clasificación: Porfido Andesítico Propilitizado. Origen: Hipabisal.

Monzonita: Esta roca se localiza en un pequeño afloramiento al NE de la zona, cubriendo una área de 0.12 km². Este cuerpo se encuentra en contacto con las rocas sedimentarias al norte y al oeste y con la andesita porfídica al sur. Su descripción de campo es: roca color gris verdoso, estructura compacta, textura porfiritica, con feldespatos y sulfuros algo cloritizados. Estudio microscópico: textura holocristalina, porfiritica, hipidiomorfica; -- minerales esenciales: plagioclasas medias (andesina-oligoclasa) y feldespato potásico; minerales accesorios: epidota y magnetita; -- minerales secundarios: calcita, arcilla y clorita. Clasificación: -- Porfido Monzonítico Epidotizado. Origen: Hipabisal.

b) Igneas Extrusivas:

Las rocas extrusivas que afloran en el área son: tobas -

riolíticas, ignimbritas y volcánico no diferenciado (andesita y tobas andesitas).

Toba Riolitica.- Este cuerpo de rocas aflora al occidente del área, está en contacto con rocas sedimentarias y con el intrusivo barrigón y se encuentra descansando sobre la andesita porfídica. Su descripción de campo es: roca color gris verdoso, estructura compacta, textura tobacea, con fragmentos de roca, cuarzo y feldespatos; la alteración observada es cloritización. Estudio microscópico: textura piroclástica, mineralogía: fragmentos de roca de tipo riolítico, cuarzo, andesina, oligoclasa, epidota, clorita, calcita, feldespatos potásicos alterados, zircón, limonita y pirita. Clasificación: Toba Riolitica. Origen Piroclástico.

Ignimbrita: se encuentra expuesta a lo largo de la falla la florida con una dirección norte-sur. Su descripción de campo es: roca color gris claro, estructura compacta, textura tobacea, fragmentos de roca y feldespatos alterados, la alteración que se observa es caolinización. Estudio microscópico: textura piroclástica. - mineralogía: fragmentos de roca de tipo riolítico, cuarzo, feldespatos alterados, vidrio desvitrificado, arcilla, sericita, zircón y limonita. Clasificación: Ignimbrita. Origen: Piroclástico.

Volcánico no Diferenciado.- Esta emisión de rocas parece ser la última etapa de vulcanismo dentro del terciario en esta área y está representado principalmente por andesitas y tobas andesíticas, se agrupan estas dos rocas dentro de una misma unidad debido a que no se consideró necesario detallar sus características-

por no tener importancia desde el punto de vista de los yacimientos minerales, afloran al oriente de la zona y se presentan como -corrientes lávicas con inclinación hacia el este, esto puede deberse a la pendiente que el terreno presentaba al momento de su eyección. Las rocas de esta unidad a continuación se describen:

Andesita.- Aspecto megascópico: roca color verde claro, -estructura compacta, textura afanítica, feldespatos, ferromagnesia nos y como alteración cloritización. Estudio microscópico: textura afanítica (pilotaxítica); minerales esenciales: andesina-oligoclasa; minerales accesorios: magnetita; minerales secundarios: clorita, epidota, calcita, limonita, cuarzo y sulfuros. Clasificación: -Andesita Propilitizada. Origen: Igneo Extrusivo.

Toba Andesítica.- Aspecto megascópico: roca color gris -claro, estructura compacta, textura tobacea, fragmentos de roca, -feldespatos con oxidación y silicificación. Estudio microscópico: -textura piroclástica, mineralogía: fragmentos de roca de tipo andesítico parcialmente alterados, andesina, cuarzo en la matriz y en -fracturas, turmalina, zircón, arcilla y limonita. Clasificación: -Toba Andesítica Silicificada. Origen: Piroclástico.

c) Rocas Sedimentarias:

Las rocas de este tipo que se encuentran aflorando en esta zona son capas de calizas con intercalaciones de areniscas. Afloran en la parte central del área y se extienden hacia el norte, esta unidad se le encuentra principalmente en la cima de la sierra

de la Copper Queen; la actitud de los estratos son variables, predominando los de N35°W siendo casi verticales y en ocasiones con poca inclinación hacia el NE.

d) Rocas Metamórficas:

El metamorfismo que se aprecia en el área es principalmente de contacto y las rocas de este tipo son skarn y hornfels, - las cuales presentan la mineralización de plomo, zinc y plata que han sido explotados en la mina la Lily. En otras porciones del casquete sedimentario se observan lentes calcareos con recristalización debido posiblemente a metamorfismo dinámico.

Skarn.- Aspecto megascópico: roca color pardo rojizo, -- compacta, brechoide, con carbonatos y cuarzo, la alteración observada es oxidación y caolinización. Estudio microscópico: textura -- granoblástica, mineralogía: cuarzo, granate, calcita y limonita. -- Clasificación: Skarn de Granate. Origen: Metasomático de Contacto.

Hornfels.- Aspecto megascópico: roca color gris oscuro, -- compacta y cristalina fina con cuarzo y cloritización. Estudio microscópico: textura granoblástica; mineralogía: cuarzo, piroxena, -- epidota, limonita y clorita. Clasificación: Hornfels de Piroxena.- Origen: Metasomático de Contacto.

Aluvión.- Es muy frecuente encontrar esta clase de depósitos clásticos, los cuales cubren áreas bastante extensas tanto -- en la parte occidental como oriental y sobre todo se encuentra en las laderas bajas de los valles donde existen varios cientos de me

tros de gravas poco consolidadas y depósitos de arena que forman a cantilados a lo largo de los arroyos.

2.- Alteración Hidrotermal:

Plano No. 3

Como resultado de la acción evidente de las soluciones hidrotermales en esta zona, las rocas se presentan con una fuerte alteración, produciendo con ello la destrucción sistemática parcial y en algunos total de los rasgos texturales originales, dificultando la clasificación de las diferentes rocas.

En general la alteración hidrotermal que se presenta en el área "FLORIDA-BARRIGÓN" con base en las observaciones de campo realizadas, consiste en silicificación, sericitización, propilitización y caolinización.

Una descripción breve de la roca y zona donde se presenta cada tipo de alteración se expone a continuación:

Silificación:

Se presenta como impregnaciones y vetillas en las unidades litológicas siguientes: Intrusivo Barrigón, representado por granito, granodiorita, tobas ácidas y rocas sedimentarias. En el cuerpo de rocas del Intrusivo Barrigón, es mas intensa cerca del contacto con la andesita porfídica (Intrusivo Negro), ó sea que el grado de silicificación disminuye a medida que se aleja del contacto con esta última roca.

Las tobas ácidas (ignimbritas) presentan esta alteración

en la matriz y en pequeñas fracturas (2 a 3 mm) rellenas de cuarzo; esto es mas caracteristico cuando estan colindando con la falla la florida.

Respecto a las rocas sedimentarias presentan bastante este tipo de alteración, ya que en ocasiones se observan filones de un espesor de 1 a 2 m. de silice, que probablemente reemplazo a calizas y arcillas.

Sericitización:

Se observa en el paquete de rocas sedimentarias e intrusivo barrigón. En las sedimentarias es mas comun y megascopicamente se presenta en forma de pelicula cubriendo la superficie de la roca y en fracturas. En el intrusivo barrigón es menos frecuente y se presenta tambien en forma similar a las anteriores.

Propilitización:

Esta alteración se manifiesta unicamente en la andesita porfídica (intrusivo negro) a la cual no afecta en su totalidad sino principalmente a los lados de las fracturas, sirvieron de conducto a las soluciones. Se aprecian en las rocas cristales irregulares de epidota, clorita y calcita; así como cristales bien desarrollados de piritita disseminada y en fracturas.

Caolinización:

Este tipo de alteración es caracteristico en las ignimbritas que colindan con la falla la florida en el borde oriental,-

donde esta perfectamente bien expuesta y limitada, ya que consiste en solo una franja de 150 a 200 m. de espesor y aproximadamente -- 1,500 m. de longitud. Se observa caolin tambien aunque en forma esporadica en algunas fracturas del intrusivo barrigón y en las andesitas cercanas a las ignimbritas antes mencionadas.

3.- Mineralización y Obras Mineras.

a) Mineralización:

Plano No. 4

La mineralización observada en el area es de tipo hidrotermal, siendo los principales minerales pirita, calcopirita y molibdenita, acompañada de cuarzo como ganga en algunas vetillas. A continuación se describe cada uno de estos sulfuros:

Pirita: Se encuentra cristalizada en forma de cubos en general, en ocasiones amorfa, este sulfuro es el mas abundante en la zona, se puede decir que se localiza principalmente en la andesita porfídica, aunque se encuentra presente esporadicamente en el granito y la granodiorita, se presenta rellenando fracturas principalmente, pocas veces esta diseminada.

Calcopirita: Se presenta en cristales de forma irregular generalmente asociada a la pirita se localiza en la andesita porfídica, rellenando fracturas y en ocasiones en el granito y la granodiorita. La parte donde este mineral abunda mas es al norte de la Florida.

Molibdenita: se manifiesta en su habito laminar, asociada esporadicamente a pirita y calcopirita, se encuentra en pequeñas vetillas en las rocas granito, granodiorita y andesita porfídica. La zona donde abunda mas es en las cercanías del rancho El Almito, mas especificamente en el contacto del granito-granodiorita y la andesita porfídica.

Debido a que el área donde se encuentra la mineralización afloran rocas de tipo andesítico y que ademas el mineral primario se manifiesta en la superficie, indicando que la zona de lixiviación ha sido erosionada, sumando a esto la escasa presencia de limonita indigena, se puede concluir que las probabilidades de encontrar una zona de enriquecimiento supergenico son pocas.

b) Obras Mineras:

A continuación se mencionan las principales obras mineras localizadas en la zona, para dar una idea de las estructuras y el tipo de mineralización existen en el área.

Mina La Lily: Constituida por capas de skarn (reemplazamiento metasomático), las cuales fueron explotadas a rumbo y en las que se extrajeron plomo, plata y zinc.

Mina La Florida: Solo se observan ligeros indicios de -- que existio una mina, pero en los terreros se ve una roca caolinizada con abundante pirita y carbonatos de cobre, posiblemente explotaron algunas fractura mineralizada con calcopirita.

Mina La Nopalera: Consiste de un tajo de 20 m. de largo - siguiendo una vetilla de cuarzo en una roca andesítica, posiblemente buscaban plata y plomo. En la superficie no existe ninguna evidencia de mineralización ni zona de oxidación.

Mina Pozo Blanco: Consiste de un tajo de 25 m. de largo - sobre una fractura con cuarzo y con sulfuros de plomo y zinc, encajonada en tobas andesíticas algo cloritizadas, al igual que la mina anterior, carece de halo de alteración hidrotermal.

Existen en esta zona gran variedad de catas, que no se mencionan por ser de poca importancia y por carecer de información autorizada.

4.- Geología Estructural:

Mediante el estudio geológico del área, se delimitaron - las principales unidades estructurales de la zona reconociendo sus características particulares: un cuerpo granítico, un casquete de rocas sedimentarias y varios bloques afallados hundidos representados en la superficie por material volcánico, finalmente depósitos de talud rellenando las partes bajas del área.

La estructura que se considera mas importante, es el intrusivo barrigón (granito-granodiorita), tiene una dirección aproximada N-S, constituye el nucleo de las sierras de la Púrica, - Copper Queen y de la Cobriza, por su tamaño se le puede considerar de tipo batolítico.

Este cuerpo es el causante del levantamiento y plegamiento de las rocas sedimentarias, el intrusivo se encuentra bordeado por fallas normales tanto en su lado occidental como oriental, estas fallas se denominan la florida y el barrigón; existe otra falla transversal con rumbo aproximado $N43^{\circ}W$, con echado vertical y una ligera inclinación al NE. Atravieza prácticamente toda la zona y delimita a "grosso modo" el casquete de rocas sedimentarias al sur.

Falla Florida:

Se encuentra en la parte oriental del área pasa cerca de la antigua mina y arroyo con este mismo nombre, es una de las mas grandes e importantes, debido a que sirvió de control para emplazamiento del intrusivo andesítico que contiene la mineralización de cobre en el área; tiene un rumbo predominante $N13^{\circ}W$, con inclinación al oriente y sensiblemente vertical, esta falla tiene una deflexión en la parte norte, con rumbo $N15^{\circ}E$; sin embargo la mineralización no es continua a lo largo del afloramiento de esta, los minerales principales son pirita y calcopirita.

Falla El Barrigón:

Se localiza en la parte occidental de la zona, al norte del cerro el barrigón, tiene un rumbo $N18^{\circ}E$ con inclinación hacia el oeste, la mineralización esta emplazada a lo largo de la falla tambien asociada a intrusivos andesíticos y es esencialmente en orden de abundancia: pirita, calcopirita y molibdenita.

El intrusivo barrigón esta constituido por granito y granodiorita, se encuentra intrusionado por diques andesíticos con un espesor que varían entre 1 y 2 m. mostrando un rumbo general de -- N45°W y echado vertical.

La andesita porfídica que aflora tanto en la zona del barrigón como en la florida, principal roca en la que se encuentran sulfuros primarios de cobre, esta fuertemente fracturada, las fracturas forman un sistema de enrejado (stockwork); los principales sistemas de fracturas mineralizadas tienen, el mas persistente, un rumbo entre N15° a 30°W, otros menos importantes pero notables tienen rumbos N60° a 70°W, por ultimo se encuentran dos sistemas de fracturas que cortan a las anteriores con dirección N30° a 60°E. El fracturamiento se puede considerar intenso ya que la separación entre ellas es de 5 a 15 cm. en promedio. Este fracturamiento se debe principalmente a los esfuerzos de tensión producidos por el enfriamiento del cuerpo, habiendose acentuado antes de los procesos de mineralización por los movimientos de ajuste de los bloques afallados existentes a los lados del intrusivo granítico.

Los crestones de rocas sedimentarias que afloran en la parte central del área, tienen un rumbo promedio de N35°W, con echado al NE e inclinación casi vertical (85°). En este lugar se encuentran bloques afallados debido al intrusivo granítico, es por eso que resulta difícil poder reconstruir la estructura original.

5.- Geología Histórica:

Debido a que se carece de estudios geocronológicos de las rocas aflorantes, se presenta un bosquejo de la historia geológica con base en las relaciones estructurales y estratigráficas.

Las rocas mas antiguas que afloran en el área son de origen sedimentario marino, representadas por calizas y areniscas interestratificadas. Estos sedimentos fueron depositados en un mar somero en el cual las transgresiones y regresiones fueron frecuentes reflejandose esto en la interestratificación que se observa, sucediendo esto posiblemente en el mesozoico (?), por lo tanto con la retirada de los mares, estos sedimentos pasaron a formar parte de nuestro continente.

Posteriormente a fines del cretácico (?) cuerpos graníticos intrusionan las rocas preexistentes viniendo consigo el levantamiento y plegamiento de ellas, formandose fallas de tipo normal en los bordes del paquete sedimentario, así como fracturas y una serie de bloques afallados que aparecen como colgantes en la masa granítica.

A principios del terciario aparecen las primeras manifestaciones de vulcanismo, acompañados de intrusiones de composición media de tipo hipabisal (andesita porfídica), estas rocas debido a los efectos de la erosión aparecen aflorando irregularmente como islotes en la superficie del terreno. Como fase final de esta actividad volcánica sucedieron procesos de mineralización que posiblemente dieron lugar a los yacimientos que se encuentran en la zona.

A fines del terciario vuelve la ultima etapa de vulcanismo, estando representado por tobas andesíticas y andesitas que aparecen como corrientes lavicas, cubriendo estas algunas zonas de rocas preexistentes al oriente del área "FLORIDA-BARRIGON".

Representando al cuaternario tenemos sedimentos terrigenos, aluviones, eluviones y conglomerados, en el cual la erosión y el transporte los ha distribuido irregularmente en una superficie a lo largo de los arroyos y en los valles aluviales. Todos estos sedimentos son producto del intemperismo y erosión de las rocas -- mas antiguas que se encuentran en las partes altas.

CAPITULO VI

GEOQUIMICA

A.- ANTECEDENTES:

Plano No. 5

El Consejo de Recursos Naturales no Renovables, inicio un amplio programa de exploración geoquímica por cobre y molibdeno en la parte NE del estado de Sonora para desarrollar nuevas técnicas y así poder encontrar nuevos yacimientos. Los métodos geoquímicos que se emplean, sirven como auxiliares para los trabajos de exploración geológico-minero; las propiedades que se miden es la presencia del contenido de algun elemento ó grupo de elementos en -- muestras de roca, suelos, sedimentos fluviales, etc.

En el presente caso, las propiedades químicas medidas se refieren al contenido de cobre y molibdeno y, el material analizado es de esquirlas de roca; siendo el principal proposito descubrir anomalías geoquímicas que indiquen la presencia de algun cuerpo mineralizado que pueda dar lugar a un yacimiento de cobre.

La realización de este programa se llevo a cabo en tres etapas independientes una de otra y son:

- 1.- Muestreo Regional.
- 2.- Muestreo de Semidetalle.
- 3.- Muestreo de Detalle.

Los dos primeros se efectuaron con anterioridad y solo se mencionara en este capítulo el muestreo de detalle.

B.- MUESTREO:

Posteriormente a la etapa de reconocimiento de semidetalle geoquímico el cual había consistido en recolectar muestras de suelos combinadas con ejemplares de roca, se planeo la elaboración del metodo del muestreo de detalle, basandose para esto en la amplia distribución que presentaban los valores anómalos de cobre en la etapa anterior.

El muestreo se proyectó a lo largo de los arroyos principales que drenan la región, así como en las áreas en donde se adolecían de datos y en los lugares donde se registraron contenidos de cobre medios y altos; el metodo escogido fue el de recolectar esquirlas de roca en la superficie expuestas en los cauces de los arroyos cubriendose así un área aproximada de 25 km².

El patrón aplicado para el control de muestras fue el de muestrear tramos cada 80 m. aproximadamente dependiendo esto, de la continuidad de los afloramientos, dichas muestras no excedían de 350 gr. y se recolectaron un total de 600. Estas muestras fueron analizadas en el laboratorio de geoquímica por cobre y molibdeno, utilizandose el metodo de Espectometria de Absorción Atomica.

C.- INTERPRETACION:

Dado que las muestras colectadas para esta exploracion geoquímica, fueron tomadas principalmente en los arroyos donde se observa la mineralización primaria, las anomalías delimitadas no reflejan la gradación de valores debido a los procesos de lixivia-

ción e intemperismo, que deben presentarse en las laderas y partes altas de la topografía.

Con base en los análisis estadísticos de la frecuencia - tanto en los valores de cobre y molibdeno; se establecieron los siguientes rangos de anomalía:

cobre

1	-	75 p.p.m.	Fondo Geoquímico (background)
76	-	150 "	Anomalía Baja.
151	-	300 "	Anomalía Media.
301	-	600 "	Anomalía Alta.
mayor	-	600 "	Anomalía Muy Alta.

molibdeno

1	-	15 p.p.m.	Fondo Geoquímico (background)
16	-	30 "	Anomalía Baja.
31	-	60 "	Anomalía Media.
60	-	120 "	Anomalía Alta.
mayor	-	120 "	Anomalía Muy Alta.

En el plano geoquímico, se observa claramente la distribución de las anomalías existentes en el área, que cubren una superficie aproximada de 4 Km² y corresponden a las siguientes características:

Anomalía Baja: Se localiza principalmente en el cuerpo litológico de granito-granodiorita (intrusivo barrigón), cuando esta en con--

tacto con la andesita porfídica. Se presenta también en forma irregular pero con menos frecuencia en el resto de todas las rocas.

Se observa que no hay aureolas de transición entre las anomalías bajas y altas, sino que colindan indistintamente con valores medios y altos. Este rango de anomalía representa el 45 % del total anómalo.

Anomalía Media: Se presenta en forma similar a la anomalía baja, es frecuente en el intrusivo barrigón, abunda más en la andesita porfídica, en las rocas sedimentarias casi no se presenta. Esta anomalía cubre aproximadamente el 40 % de todo lo anómalo.

Anomalía Alta y Muy Alta: Estos valores de anomalía se localizan en la andesita porfídica y en las ignimbritas; en la primera roca se presentan dos zonas interesantes en este rango. Estando localizada la primera al NE del área (marcada con la letra X en el plano) esta anomalía es la que presenta mayor importancia, ya que además fue comprobada a profundidad por los barrenos Nos. 1, 3, 8 y 12; los valores en la superficie oscilan entre 530 a 3450 p.p.m. originados por la presencia de calcopirita. Esta anomalía cubre un área aproximada de 0.5 km^2 . La segunda zona interesante, dentro de la andesita porfídica (marcada con la letra Y en el plano), se localiza al oriente del área, al norte del rancho El Alamito. Los valores obtenidos varían de 300 a 1030 p.p.m. originados también por la presencia de calcopirita; cubre esta anomalía 0.3 km^2 , sin embargo el barrenito Num. 13 que está dentro de esta anomalía, tiene valores que no aumentan a profundidad.

Existe una anomalía alta también en el borde de la falla la florida, sobre las ignimbritas, los valores obtenidos son de -- 300 y 550 p.p.m. cubriendo un área de 0.1 Km² y en ella están los barrenos Nums. 14, 15 y 17, que confirman que no es muy interesante.

La interpretación para molibdeno indica que hay valores bajos y medios distribuidos irregularmente en toda la zona, estando los valores más importantes en las cercanías del rancho El Alamo, precisamente en el contacto entre la andesita porfídica y el cuerpo de rocas de granito-granodiorita, siendo del orden de 83 a 270 p.p.m., estos rangos de anomalías persisten a profundidad, --- pues se confirman con el barreno Num. 16, la superficie de esta anomalía es de 0.12 Km².

CAPITULO VII

GEOFISICA

A.- INTRODUCCION:

Plano No. 6

Como complemento a los estudios geológicos y geoquímicos realizados en la zona "FLORIDA-BARRIGON", se efectuó un reconocimiento geofísico de polarización inducida y resistividad aparente, con la finalidad de comprobar la existencia de un cuerpo mineralizado a profundidad.

B.- METODO Y EQUIPO EMPLEADO:

Para el levantamiento geofísico se utilizó el equipo de P.I. y resistividad marca Siegel Sharpe empleando la unidad de medición modelo 1PU-MKVA serie 412100 con la fuente de energía de 7.5 kilowatts; se utilizó el sistema de tres electrodos en línea y uno perpendicular llamado al infinito; para las secciones con análisis de profundidades aparentes de 200 y 100 m. El trabajo consistió en trazar líneas separadas aproximadamente 600 m. y orientadas al N-30°W en el área del barrigón y E-W en la florida, aunque anteriormente se trazaron líneas intermedias con el fin de determinar la extensión de la anomalía registrada anteriormente.

C.- INTERPRETACION:

El estudio geofísico dio como resultado valores que indican la presencia de sulfuros en el subsuelo, las cuales fueron confirmadas por los barrenos que efectuó la Cia. Cobre de México, S.A.

en el área.

Con los resultados obtenidos se hizo la configuración de isovalores en el plano respectivo, observandose que estos oscilan entre 3 y 18 milisegundos, en el cual se consideró como valor normal (background) el de 4 milisegundos. En general existen dos zonas anómalas de polarización inducida.

La primera se localiza en el área del barrigón, al norte del rancho El Alamito, en el cual se observa una baja resistividad y alta polarización, debido a la presencia de pirita diseminada en las tobas riolíticas, los valores de anomalía en este caso varían de 5 a 20 milisegundos.

La segunda anomalía importante se encuentra en la andesita porfídica al norte de la falla la florida y en la cual se presentan las mismas condiciones que existen en la primera anomalía, - estos valores se deben principalmente al intenso fracturamiento -- (stockwork) que existe en la roca y que además estas fracturas se encuentran rellenas de pirita y calcopirita; los valores son del orden de 4 a 15 milisegundos.

Se localiza otra anomalía al sur de la falla la florida - con valores considerables, sin embargo se le tiene con reserva.

CAPITULO VIII

POSIBILIDADES MINERAS DE LA REGION

Los resultados obtenidos en el laboratorio de geoquímica por el metodo de Absorción Atomica, de los diferentes barrenos perforados en el área, ponen de manifiesto la importancia a profundidad de una zona delimitada por el muestreo geoquímico, dicha zona es la porción noreste del área, donde se perforaron los barrenos - Nums. 1,3,8 y 12; los cuales tienen el siguiente promedio de cobre en forma de sulfuros (calcopirita).

Barreno	Profundidad de Mineralización	Porcentaje
1	0 - 57 metros	0.2710
1	57 - 93 metros	0.2206
3	0 - 135 metros	0.3078
8	0 - 168 metros	0.3086
12	0 - 120 metros	0.2479

Ley media de cobre calculada 0.2711 %.

Si bien estos valores de contenido de cobre son bajos su importancia radica en que desde la superficie se puede explotar el mineral, ya que practicamente no existe encape y la profundidad -- del cuerpo mineralizado (stockwork) se extiende hasta los 120 m.

Tomando como base los barrenos anteriores, se calculó el volumen y contenido de cobre metálico del cuerpo geometrico de----

limitado por ellos (Fig. No. 1) llegando a los siguientes resultados:

Formula del cuerpo geometrico $\frac{B + b \cdot h}{2}$

Peso específico de la andesita 2.5[#]

Dimensiones del cuerpo:

B + b · h en la superficie = 500 + 200 · 250

H en el subsuelo = 120 m.

Sustituyendo:

$$\frac{500 + 200 \cdot 250}{2} = 87,500 \text{ m}^2.$$

$$87,500 \cdot 120 = 10,500,000 \text{ m}^3$$

Convirtiendo en toneladas Vol. m³ · Peso Especifico

$$10,500,000 \text{ tn.} \cdot 2.5 \text{ P.E.} = 26,250,000 \text{ tn.}$$

Multiplicando por la ley promedio %

$$26,250,000 \cdot 0.2711 \% = 71,163.75 \text{ tn.}$$

Como puede verse en el plano (geoquimico) existen las perspectivas de que el tonelaje anterior aumente en un 100% mas.

Otros barrenos de menor importancia a causa de la profundidad de la mineralización, pues presentan un descapote variable en cada barreno son los No. 5,9,15,17 y 14; los cuales se exponen a continuación:

Dato tomado de "Exploración Geophisics" por J.J. Jakosky, Sc. D pag. 264.

FIGURA GEOMETRICA TOMADA COMO BASE PARA CALCULO
DE TONELAJE EN ZONA ANOMALA DE COBRE

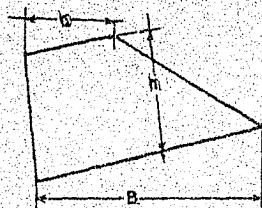
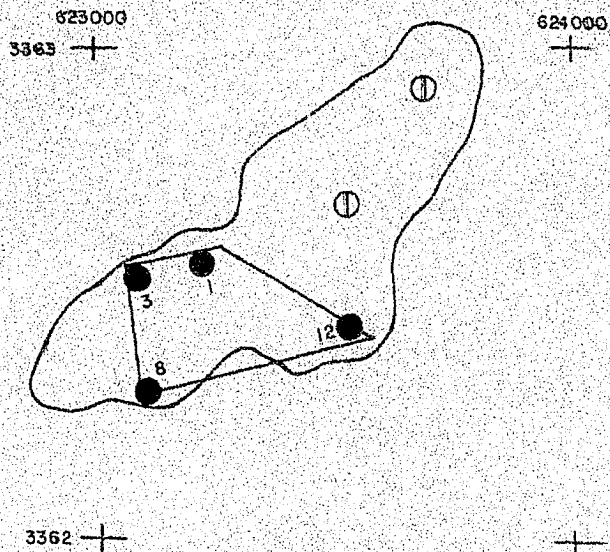


FIG. No. 1

b = 200 m.

B = 500 m.

h = 250 m.

EXPLICACION

b = base menor

B = base mayor

h = altura

○ barreno propuesto

● barreno perforado

ESC. 1:10,000

Barreno	Profundidad de mineralización (Intervalo)		porcentaje
5	213	a 381 metros	0.2518
9	72	a 249 metros	0.3029
15	15	a 120 metros	0.3004
17	30	a 51 metros	0.4868
14	81	a 168 metros	0.1714

El promedio de descapote para los barrenos anteriores oscila entre 15 (B#15) y 213 (B#5) metros.

Las posibilidades para el molibdeno en los barrenos perforados son escasas, pues los valores encontrados son bajos--- con excepción de una zona anómala en la superficie y comprobada por el Barreno No. 16. Dicha zona se localiza al oriente del área en las cercanías del cerro denominado el barrigón y en la proximidad del rancho el Alamito. El analisis del B#16 es el siguiente:

Intervalo Mineralizado	Promedio ppm.	%
3 a 99 metros	220	0.022

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los datos expuestos en capitulos anteriores, se llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

a) Conclusiones:

1.- Por la interpretación del muestreo geoquímico se localizaron dos zonas anómalas de cobre y una de molibdeno. Las anomalías de cobre se localizan: una al noreste del área con una superficie de 0.5 Km^2 (marcada con la letra X en el plano geoquímico) Esas anomalías representan valores del orden de 530 a 3450 p.p.m. en muestra de roca con mineralización primaria (calcopirita); no se toman en cuenta los valores de muestras conteniendo óxidos de cobre (malaquita, crisocola). La segunda anomalía esta ubicada en las cercanías del rancho El Alamito, coincidiendo esta ultima anomalía con la molibdeno. Los valores de cobre detectados en muestras de roca son del orden de 158 a 1030 p.p.m. y los valores de molibdeno varían de 83 a 330 p.p.m. La superficie que cubren es de aproximadamente 0.3 Km^2 (marcada con la letra Y en el plano geoquímico).

2.- Dado los resultados de una evaluación preliminar, con base en los barrenos perforados y en las muestras de roca tomadas en la superficie, se estima que existen en el área "FLORIDA-BARRIGON", un volumen de roca andesítica mineralizada de 26,500,000 tn.

con un porcentaje medio de 0.2711 %; cifras que arrojan un contenido metálico de cobre en forma de calcopirita de 71,163.75 tn.

Como se puede ver el porcentaje metálico de cobre es bajo en relación al mínimo exigido por estos yacimientos (0.3 %) ¹, - por lo tanto se concluye que cuando las facilidades de beneficio - permitan considerar este material como mena, podrá tomarse en cuenta este yacimiento. Actualmente las condiciones indican un cuerpo ligeramente abajo del margen de explotabilidad comercial.

b). Recomendaciones:

1.- Perforar dos barrenos en la zona anómala de cobre localizada en la porción noreste del área (marcada con la letra X en el plano geoquímico), con el fin de ampliar el tonelaje de cobre metálico y conocer sus leyes, limitando así toda la parte anómala restante y poder conocer el volumen total mineralizado.

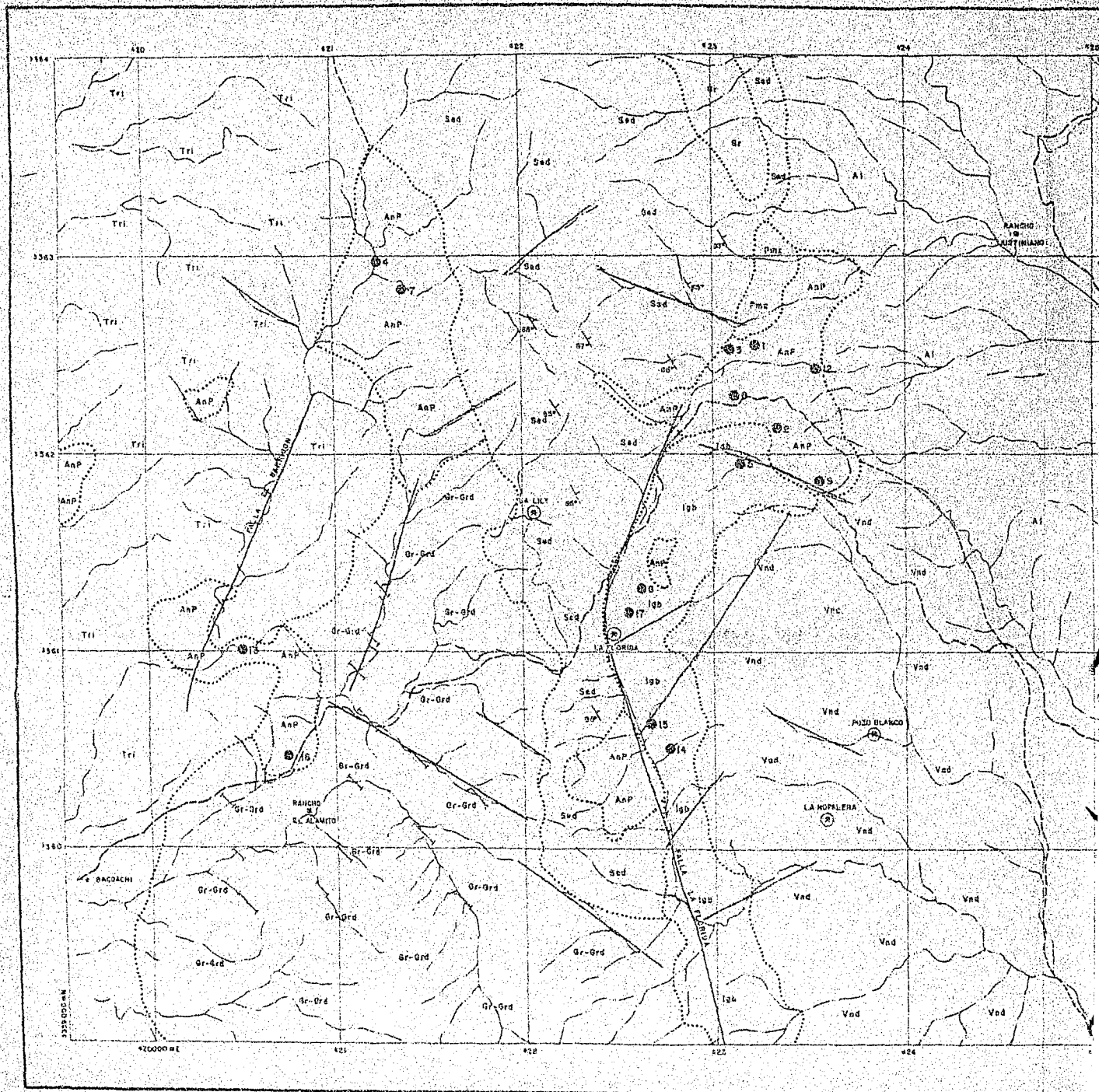
2.- Perforar un barreno al noreste del rancho El Alamito (marcado con la letra Y en el plano geoquímico). Este se dará principalmente para investigar si los valores de molibdeno detectados en el barreno Num. 16, y por los resultados de las muestras de roca tomadas en la superficie, continúan a profundidad para ver si se puede ampliar el volumen de roca mineralizada con molibdeno.

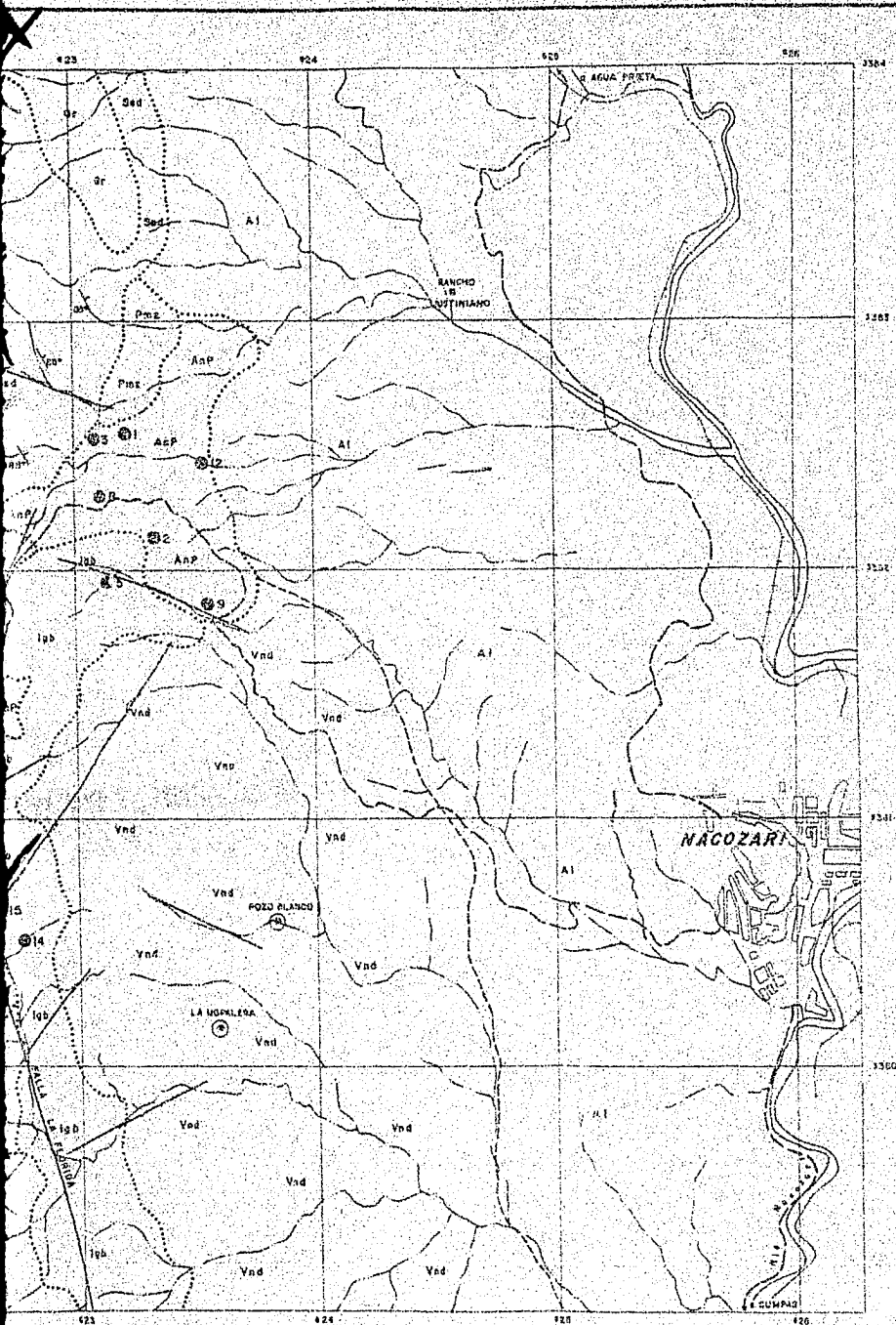
1

"Principios de prospección geoquímica". pag.40, por I.I. Ginzburg

BIBLIOGRAFIA

- | | | |
|--------------------|------|---|
| Alvarez Manuel Jr. | 1967 | Paleogeografía y Tectónica de México
Apuntes (Inédito) |
| Bateman M.A. | 1957 | Yacimientos Minerales de Rendimiento
Económico. Traducción de la segunda-
edición americana por el Dr. José A-
morós. Edit. Omega. |
| Carl Fries | 1962 | Reseña de la Geología del Edo. de So-
nora, con énfasis en el paleozoico.-
Bol. de As. Mex. de Geol. Pet. Nov.-
Dic. 1962. Vol. XLV. |
| Dobrin B. Masón | 1961 | Introducción a la Prospección Geofísi-
ca. Edit. Omega. |
| De la Campa G. | 1968 | Exploración Geológico Minero del área
Nuevo Continente, mpio. de Nacoziari,-
Son. Tesis Profesional. |
| Mc. Kinstry H.E. | 1948 | Geología de Minas. traducción de la --
Editorial original por el Ing. de Mi-
nas Miguel Casanueva Edit. Omega. |
| Tittley and Hicks | 1966 | Geology of the Porphyry Copper Deposits
Southwestern North America. The Univer-
sity of Arizona Press, Tucson, Ariz. |





LEYENDA

UNIDADES LITOLÓGICAS

ALUVION	A 1
VOLCANICO NO DIFERENCIADO	Vnd
TUBA RIOLITICA	T r 1
IGNIMBRITA	I g b
PORFIDO MONZONITICO	P m 2
ANDESITA PORFIDICA	A n p
GRANITO-GRANOCORITA	Gr-Grd
ROCAS SEDIMENTARIAS	S e d

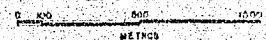
SÍMBOLOS ESTRUCTURALES

CONTACTO GEOLOGICO	
CONTACTO INFERIDO	-----
FALLA O FRACTURA	---
DIQUEE	---
RUMBO Y ECHADO	---

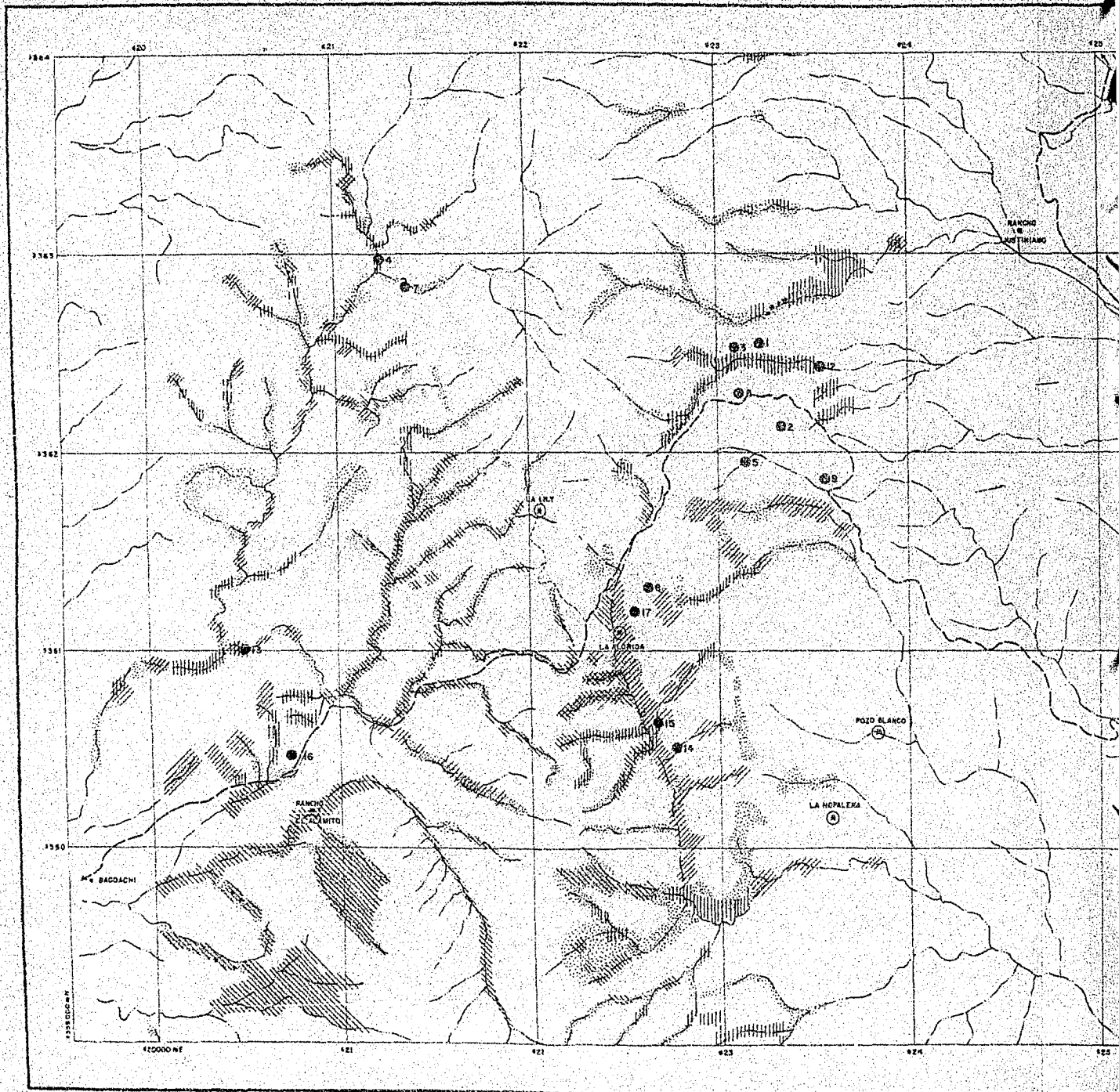
SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS

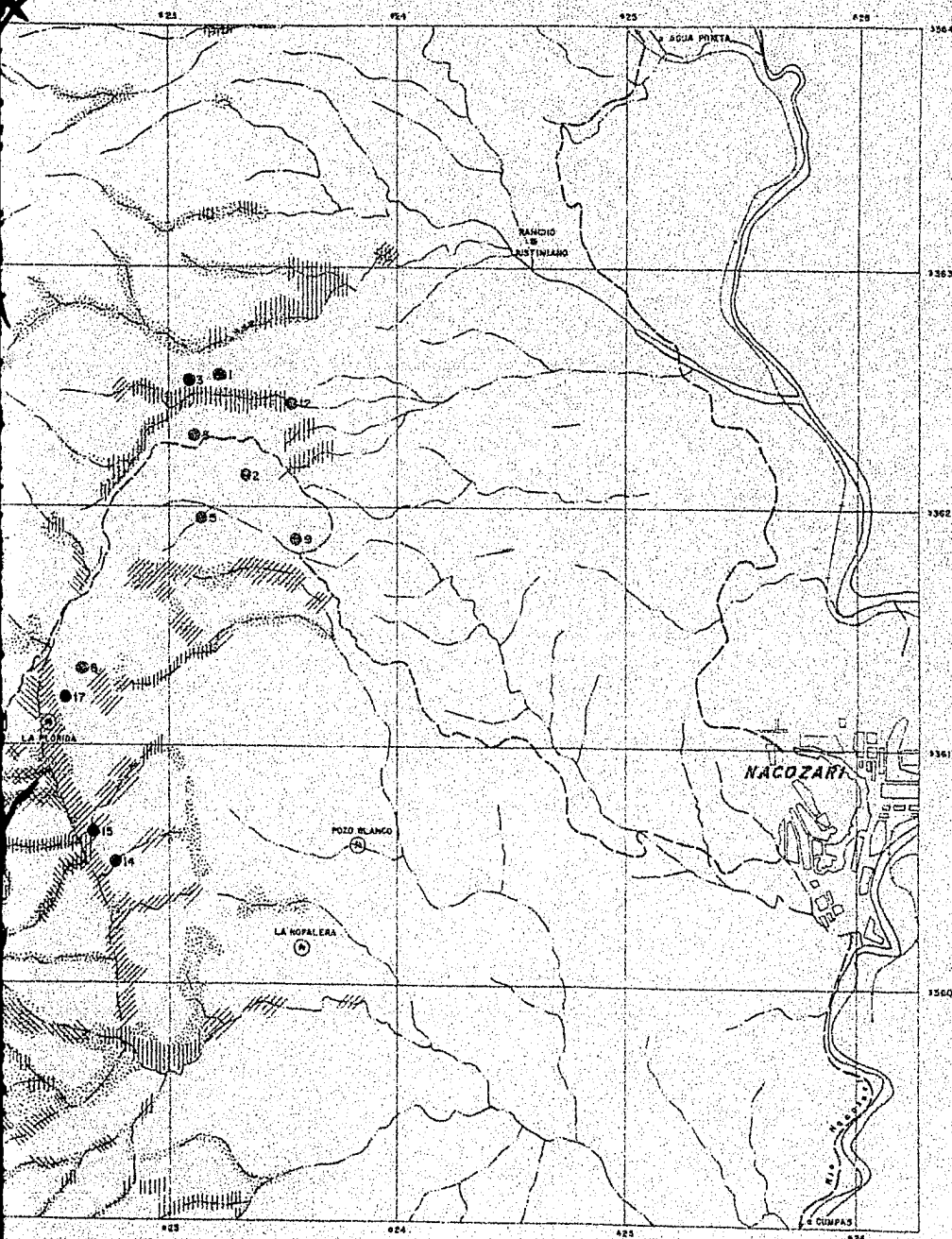
CAMINO DE TERRACERIA	---
MINA O CATA	⊙
BARRENO	⊙
ARROYO	---
COORDENADAS DE MERCATOR	---

ESCALA GRAFICA



PLANO 2	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL
U N A M	PLANO GEOLOGICO DEL AREA FLORIDA-BARRIGON MUNICIPIO DE NACIOZARI, YONGA
	M. FERNEL BRIVIZO LARA 1970





LEYENDA

ALTERACION HIDROTHERMAL

CAOLINITIZACION



SERICITIZACION



PROPYLITIZACION



SILICIFICACION



TURMALINA



SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

CAMINO DE TERRACERIA



MINA O CATA



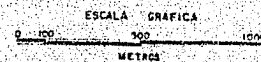
BARRENO



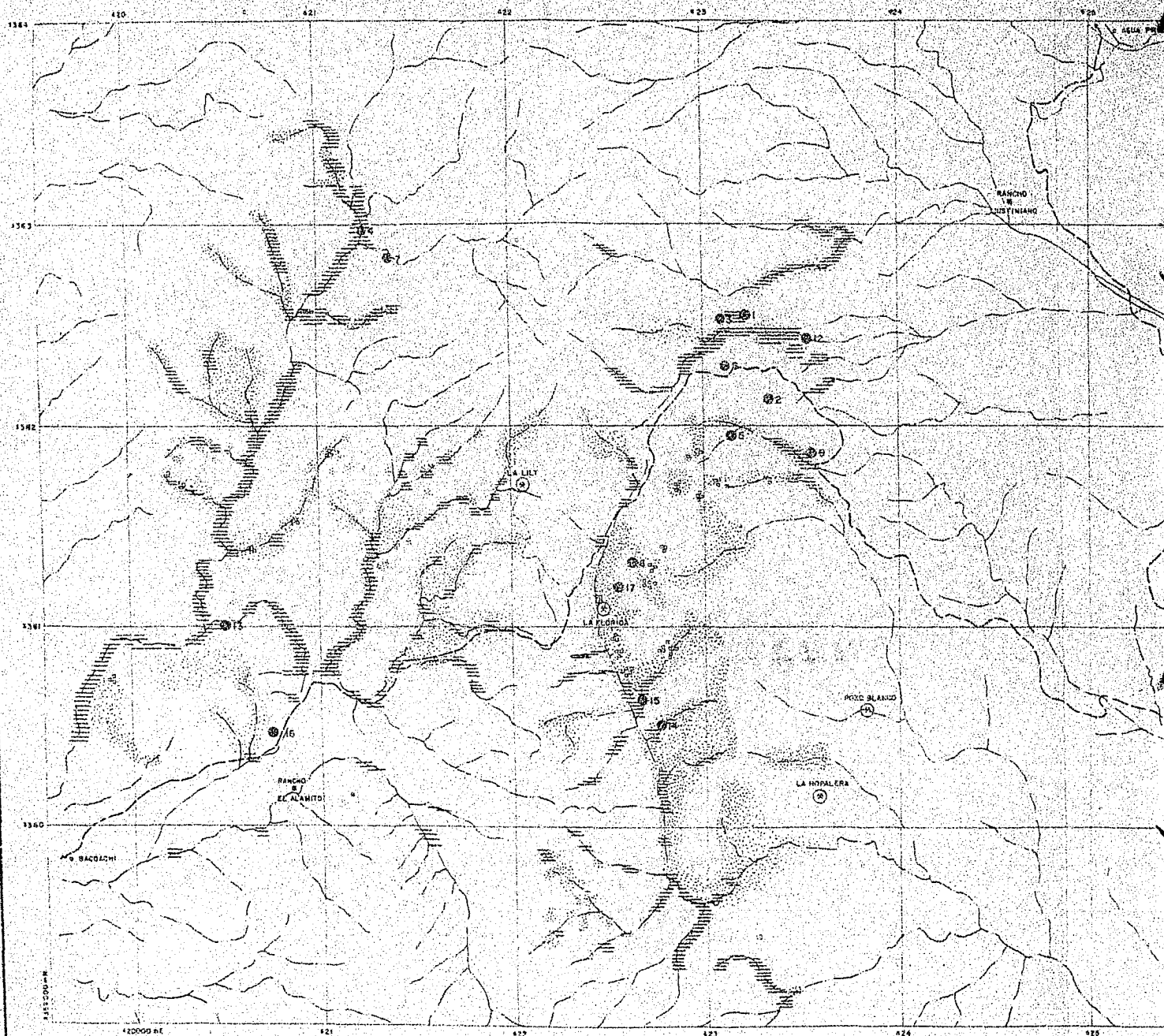
ARROYO

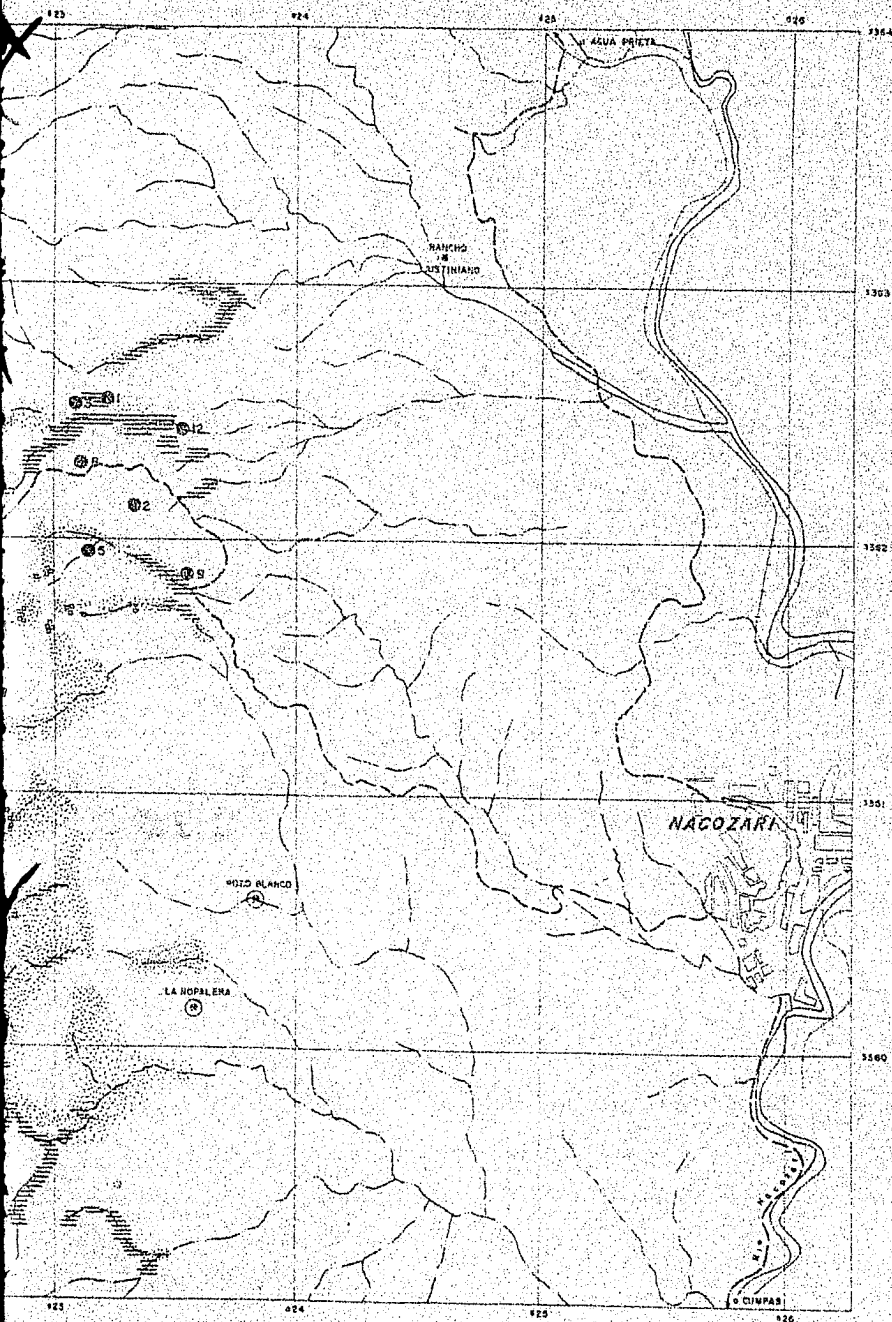


COORDENADAS DE MERCATOR



PLANO 3	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL
U	ALTERACION HIDROTHERMAL
N	DEL AREA FLORIDA-BARRIGON
A	MUNICIPIO DE NACOZARI, SONORA
M	M. FERNEL ARVIZU LARA 1970





LEYENDA

SÍMBOLOS DE MINERALIZACIÓN

LIMONITA INDÓGENA



LIMONITA TRANSPORTADA



SULFUROS PRIMARIOS



SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS

CAMINO DE TERRACERIA



MINA O CATA



BARRENO



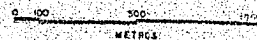
ARROYO



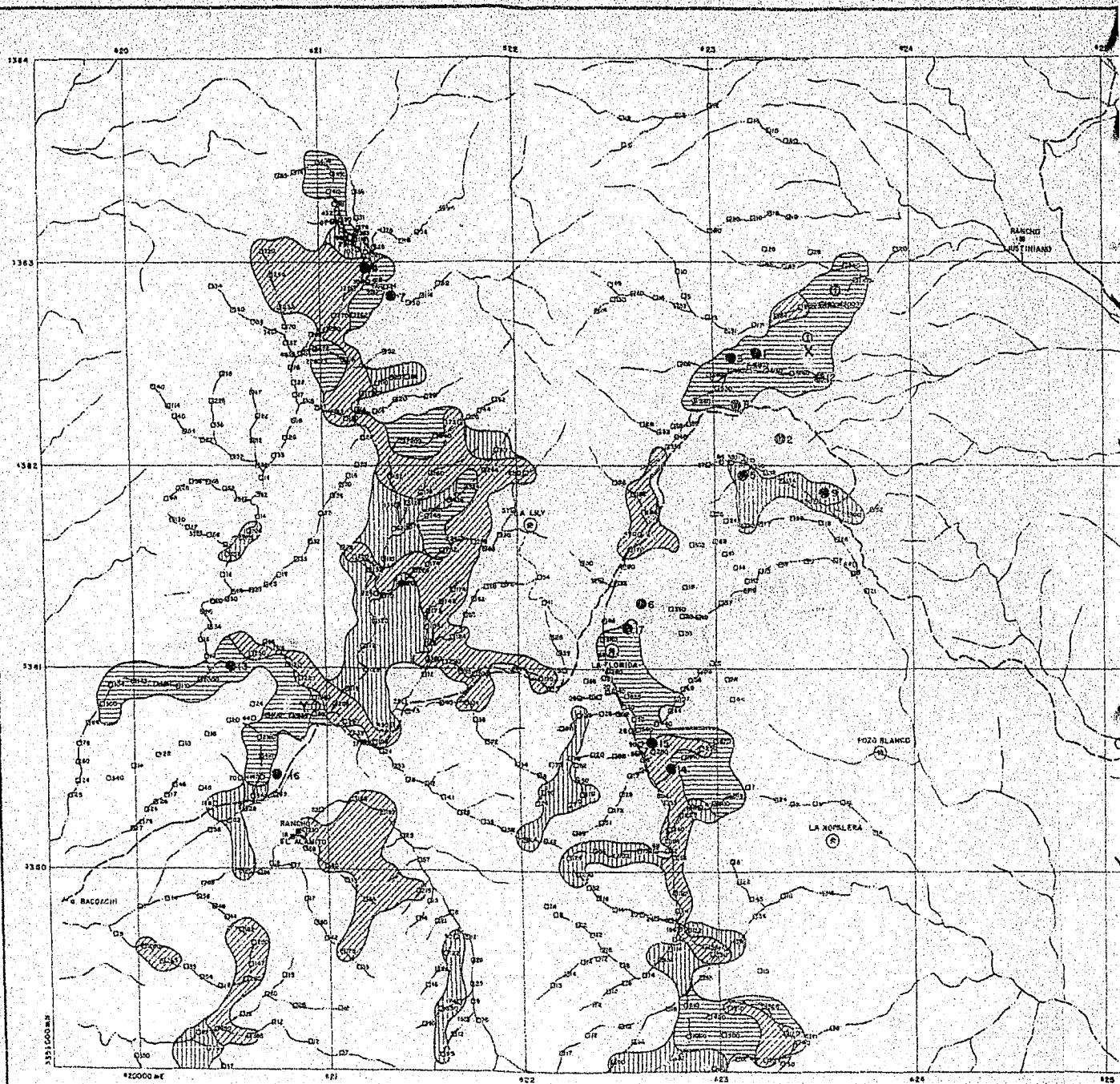
COORDENADAS DE MERCATOR

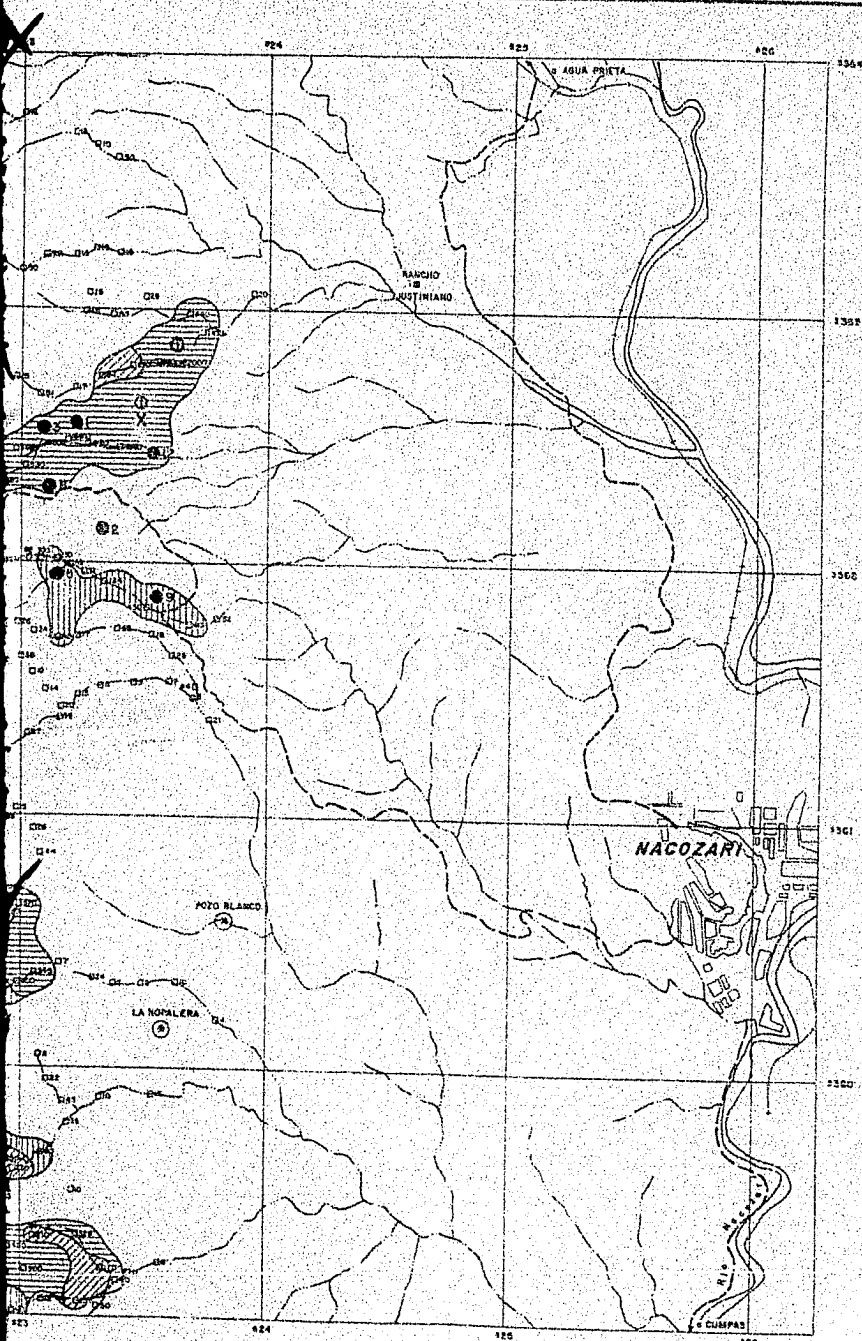


ESCALA GRÁFICA



PLANO A	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL
U N A M	PLANO DE MINERALIZACION DEL AREA FLORIDA-BARRIGON MUNICIPIO DE NACOAZIARI, SONORA
M. FERNEL ARVIZU, LA PA	1975





LEYENDA

SÍMBOLOS GEOQUÍMICOS

MUESTRA DE ROCA

ANOMALIA GEOQUÍMICA

FONDO GEOQUÍMICO 0-75 P.P.M.

ANOMALIA BAJA 76-150

ANOMALIA MEDIA 151-300

ANOMALIA ALTA Y MUY ALTA 301-600 Y 600

SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS

CAMINO DE TERRACERIA

MIMA O CATA

BARRENO

ARROYO

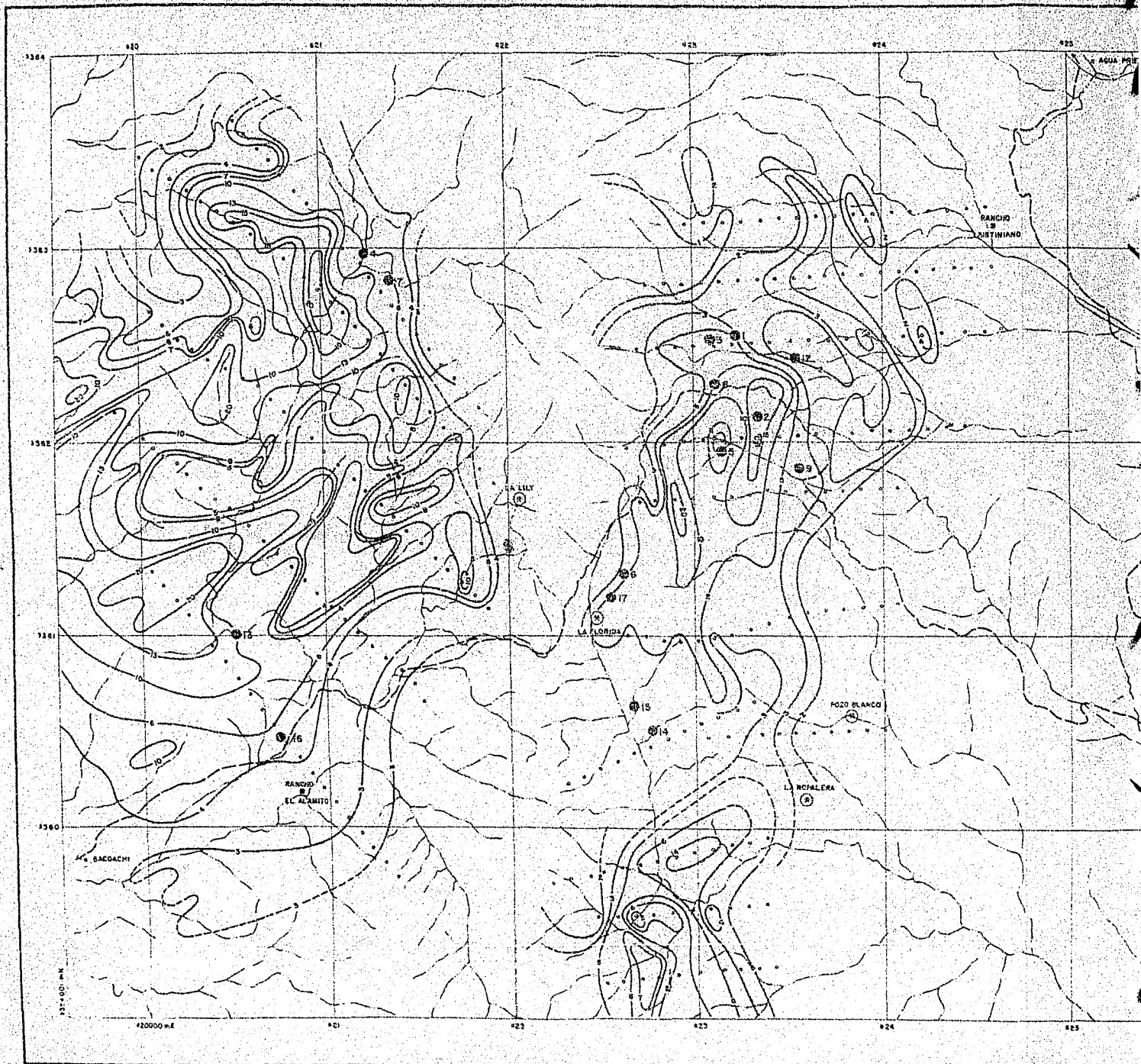
COORDENADAS DE MERCATOR

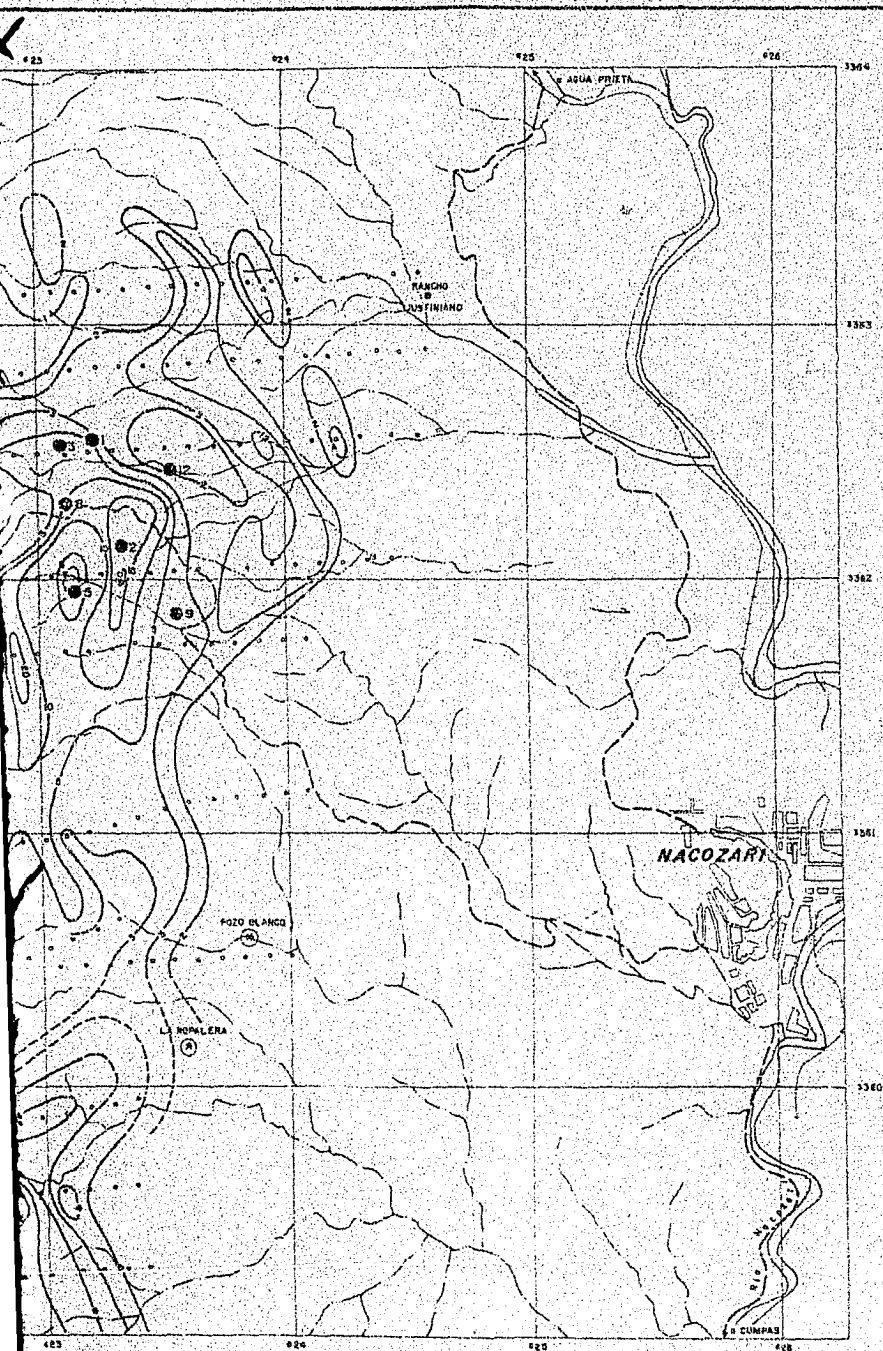
BARRENO PROPUESTO

ESCALA GRÁFICA

0 100 200 300
METROS

PLANO	FACULTAD DE INGENIERIA
5	TESIS PROFESIONAL
U	PLANO GEOQUÍMICO DE COBRE
N	DEL ÁREA FLORIDA-BARRIGÓN
A	MUNICIPIO DE NACAZARI, SONORA
M	M. FERNEL ARVIZU, ARA 1970





LEYENDA

SÍMBOLOS GEOFÍSICOS

CURVA DE CARGABILIDAD APARENTE
EN MILESSEGUNDOS

ANOMALIA CON CONFINIO DE TIEMPO

ESTACION DE LECTURA

SÍMBOLOS TOPOGRAFICOS

CAMINO DE TERRACERIA

MINA O CATA

BARRENO

ARROYO

COORDENADAS DE MENGATOR

ESCALA GRAFICA



PLANO	FACULTAD DE INGENIERIA
S	TESIS PROFESIONAL
U	CONFIGURACION DE POLARIZACION
N	INDUCIDA (CARGABILIDAD)
A	DEL AREA FLORIDA-BARRIGON
M	
M. FERNEL ARVIZU LARA 1970	