



UNIVERSIDAD DE SONORA
ESCUELA DE GEOLOGIA

GEOLOGIA DE LOS DEPOSITOS
DE PERLITA DEL MUNICIPIO DE
HUACHINERA, SONORA

T E S I S

Que para obtener el Título de

G E O L O G O

Presentan:

OSCAR FERNANDO ALMAZAN HOLGUIN
SERGIO ALFONSO TRELLES MONGE

HERMOSILLO, SONORA

SEPTIEMBRE DE 1986

Mayo 19, 1986.

SR. ING. EFREN PEREZ SEGURA
COORDINADOR EJECUTIVO
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
UNIVERSIDAD DE SONORA
HERMOSILLO, SONORA
P R E S E N T E

Biblioteca Depto. de Geología

Estimado Señor Ingeniero:

Por medio de la presente nos permitimos enviarle a usted el título de la tesis (Geología de los depósitos de perlita del municipio de Huachinera, Sonora) que como requisito parcial para obtener el grado de Geólogo presentamos los pasantes Sergio Alfonso Trelles Monge y Oscar Fernando Almazán Holguín.

De la manera más atenta y con el debido respeto rogamos a usted inicie los trámites necesarios para la aprobación en su caso de éste tema y la designación de sinodales.

Aprovechando la oportunidad para enviarle un cordial saludo y agradeciéndo de antemano las atenciones que para con nosotros tenga.

ATENTAMENTE



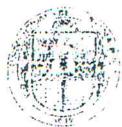
SERGIO ALFONSO TRELLES MONGE



OSCAR FERNANDO ALMAZAN HOLGUIN

c.c.p. Dr. Guillermo A. Salas P.; director de tesis para su conocimiento.
c.c.p. Archivo.

OFAH'SATM



Departamento de Geología

DEPARTAMENTO DE GEOLÓGICO

Mayo 20, 1986.

PASANTES DE GEOLOGO
SERGIO ALFONSO TRELLES NONGE
OSCAR FERNANDO ALMAZAN HOLGUIN
P R E S E N T E .

Por este conducto, tengo a bien comunicarles que ha sido aprobado su tesis profesional:

"GEOLOGIA DE LOS DEPOSITOS DE FERLITA DEL MUNICIPIO DE GUACHINERA, SONORA"

Los sindicatos para revisión y examen profesional serán nombrados posteriormente en el momento oportuno, previa presentación del borrador de dicho trabajo.

Esperando saber de ustedes pronto, les envío un cordial saludo,

ATENTAMENTE
"EL SERE DE MIS HIJOS PARA MI GRANDEZA"

ING. ERICK PEREZ SEGURA
Coordinador Ejecutivo

c.c.p. DR. GUILLERMO SALAS, Asesor de tesis

DPS/IV

A Dios y a Mi Madre, mis seres más queridos, a quienes todo debo.

A mis Hermanos Luis Alonso y Fermín Alberto, por creer en mí.

A la memoria de mi Padre.

Oscar Fernando

A Mis Padres

A Mi Esposa

A Mi Hija

Sergio Alfonso

RESUMEN

El área de Babidanchi se localiza en la porción noreste del Estado de Sonora, donde existe un yacimiento de perlita el cual por sus características y propiedades fué objeto del estudio. La perlita del Área de Babidanchi se expande en el laboratorio hasta 5.5 veces su volumen original, lo cual la hace factible de poder ser comercializada. El yacimiento se encuentra en un ambiente volcánico, de andesita, toba litica ricolítica, vitrificado, ignimbrita, basalto y aglomerado. La edad estimada es Oligoceno-Mioceno (?). Las estructuras presentes consisten en fallas de dos direcciones preferenciales NW y NE.

Las reservas geológicas y positivas para este yacimiento son 80 765 888 y 851 850 toneladas, respectivamente.

C O N T E N I D O

	PAGINA:
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	1
INTRODUCCION	3
Localización y acceso	3
Clima	5
Objeto del estudio	5
Trabajos previos	5
Material y método de trabajo	6
Fisiografía y geomorfología	6
Situación legal	9
ASPECTOS DIVERSOS DE LA PERLITA	10
Definición	10
Ocurrencia y origen	12
Propiedades físicas, químicas y ópticas	13
Usos	13
Especificaciones	15
Materiales competitivos	20
Molienda y expansión	21
Minado	21
Precios	23
PERLITA EN SONORA	25
PERLITA DE BABIDANCHI	29
Análisis químico	29
Estudio de expansión	29
MARCO GEOLOGICO REGIONAL	30
BIOLOGIA LOCAL	32

Descripción de las unidades litológicas	32
Unidad andesítica	32
Unidad piroclástica	32
Unidad riolítica	34
Unidad basáltica	38
Unidad aglomerática	40
Depósitos cuaternarios	42
Columna estratigráfica	44
Estructuras	45
GEOLOGIA HISTORICA	49
GEOLOGIA ECONOMICA	52
Reservas de la perlita de Babidanchi	52
AGRADECIMIENTOS	57
REFERENCIAS	59
LISTA DE FIGURAS	62
LISTA DE TABLAS	64

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

C O N C L U S I O N E S

1) En el área de estudio se localizaron dos cuerpos de perlita los cuales son susceptibles de explotación salvo por la infraestructura imperante.

2) El índice de expansión máximo logrado en las pruebas preliminares de laboratorio es de 550% y cumple con las especificaciones mínimas para su uso como rellenador y filtro.

3) Las reservas geológicas y positivas de los cuerpos, con buenas posibilidades económicas, son:

	POSITIVAS	GEOLOGICAS
Cuerpo I	451 045 tons.	48 644 338 tons.
Cuerpo II	400 610 tons.	32 121 550 tons.

4) Los cuerpos perlíticos son de edad terciaria.

5) La perlita es una fase de grandes paquetes de ignimbrita.

6) Los cuerpos de perlita pertenecen a una colada de composición riolítica y no a diferentes domos.

R E C O M E N D A C I O N E S

1) Determinar la edad absoluta de la perlita para fines de correlación con otras áreas.

2) Llevar a cabo un programa de barrenación sobre los cuerpos de perlita para incrementar las reservas positivas.

3) Realizar un estudio de expansión de los cuerpos de perlita por separado en distintos puntos de estos con el fin de determinar las áreas con mayor índice de expansión, para realizar

una planeación para la explotación de las áreas de interés.

4) Realizar una investigación de posibles mercados tanto en la región como en el extranjero.

5) Explorar sobre terrenos volcánicos terciarios o más recientes, principalmente asociados con grandes paquetes de piroclastos, con el propósito de definir nuevos depósitos de perlita.



I N T R O D U C C I O N

LOCALIZACION Y ACCESO

El área de estudio se encuentra enmarcada por los paralelos 30°07' 25" y 30°10' 08" de latitud Norte y los meridianos 109°03' 10" y 109°06' 48" de longitud Oeste, dentro del rancho Babidanchi, Municipio de Huachinera, Estado de Sonora (Figura 1). La elevación promedio es de 1450 metros sobre el nivel del mar.

El acceso, partiendo de la Ciudad de Hermosillo, se puede llevar a cabo tomando la carretera pavimentada federal MEX 15 (Hermosillo - Nogales) hasta donde se encuentra el entronque con la carretera pavimentada estatal SON 21 por la cual se continua, pasando por los pueblos de Ures, Mazocahui y Moctezuma. En el kilómetro 270, entronque Villa Hidalgo - Huásabas, se sigue por el camino de terracería que conduce hacia Huachinera, se llega al entronque conocido con el nombre de "El Coyote" y posteriormente al poblado de Aribabi, donde se toma un camino de terracería al norte hacia el rancho Babidanchi, el cual se encuentra en regulares condiciones todo el año. El kilometraje total por camino de terracería Huásabas - Babidanchi es de 86 kilómetros y el recorrido Hermosillo - Babidanchi se puede realizar en 5-6 horas. El poblado de Aribabi cuenta con una pista de aterrizaje en condiciones regulares.

Existe un camino de terracería que comunica los pueblos Huachinera y Villa Hidalgo, y que pasa por el límite norte del Área de estudio, encontrándose actualmente fuera de uso, aunque es factible su rehabilitación.

CLIMA

El clima es seco, semiseco, templado, con lluvias en verano y con promedio de precipitación anual de 400 - 500 mm., se registran ligeras lluvias en el invierno. La temperatura promedio anual es de 12 - 14 grados centígrados.

OBJETO DEL ESTUDIO

La perlita es un material virgen en la región de la cual no se ha obtenido beneficio económico alguno. Sin embargo dadas las condiciones extremosas del clima en el centro del Estado de Sonora, así como en los estados del Sur de Estados Unidos de Norteamérica, ha cobrado importancia la búsqueda de yacimientos como alternativas en la construcción y en otras áreas de la industria, por lo que el presente trabajo tiene como objeto realizar una valuación de la perlita en el Rancho Babidanchi, conocer su geología, características físicas y químicas, sus reservas, así como hacer un estudio comparativo con los yacimientos ya conocidos y estudiados en Sonora, deducir su viabilidad económica, y planear una explotación racional.

TRABAJOS PREVIOS

El área de estudio fue visitada en dos ocasiones por geólogos de la compañía Minera Baucarit. Estos reconocimientos fueron geológico-regionales incluyendo localización y recolección de muestras en marzo de 1981, y más detallado en base a fotografías aéreas, caminamientos de campo y muestreo para la determinación del índice de expansión de la perlita, durante

abril del mismo año.

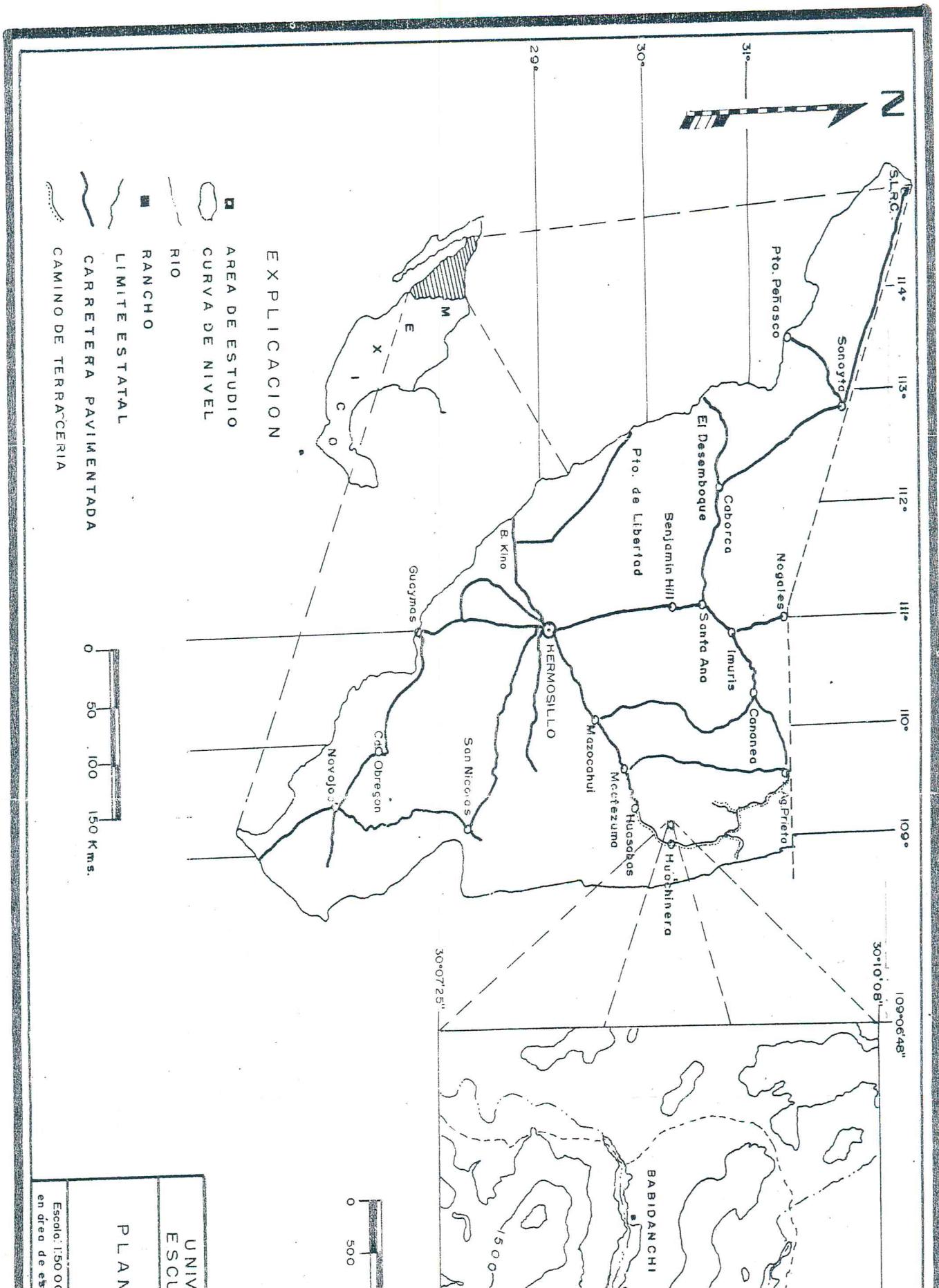
MATERIAL Y METODO DE TRABAJO

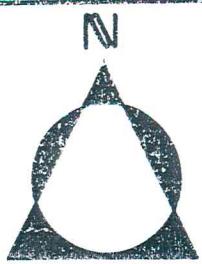
Para la realización del presente trabajo primariamente se recopiló bibliografía y se hizo una interpretación utilizando fotografías aéreas de escala 1:50,000 vaciando la información obtenida en un mapa base de escala 1:50,000. El trabajo de campo consistió en caminamientos con brújula y cinta cartografiando sobre un mapa base de escala 1:10,000. Se muestraron las diferentes unidades litológicas encontradas que fueron objeto de un estudio petrográfico y en algunas ocasiones químico y metalúrgico para determinar índices de expansión. Los cuerpos perliticos fueron delimitados para obtener un cálculo de reservas geológicas.

FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA

El área de estudio se encuentra en la subprovincia fisiográfica de cordilleras alargadas de la provincia de la Sierra Madre Occidental (Raisz, 1964).

Esta subprovincia pertenece a la provincia tectónica de "Basin and Range" también conocida como "Provincia de Sierras y Valles Paralelos" (Figura 2), ya que se tiene como característica principal, el que los cinturones orogénicos estén regidos por un patrón estructural preferencial con orientación NW-SE. Dichos cinturones se encuentran limitados a sus extremos por fallas normales y flanqueados por valles rellenos con material clástico mal consolidado.

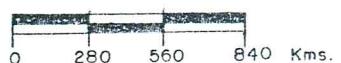




San Francisco

San Diego

Méjico D.F.



EXPLICACION

- ~ Provincia Basin and Range
- ~~ Areas adicionales de estructura Basin and Range

FIGURA 2

UNIVERSIDAD DE SONORA
ESCUELA DE GEOLOGIA

Provincia Basin and Range en el Oeste
de Estados Unidos y México modificado
de Kramer, 1976.

ESCALA
I: 28 000 000

Sep/1986

O.F. Almazán H.
S.A. Trellés M.

Las sierras y valles son horsts y grabens resultado del fallamiento normal en bloques producto de las fuerzas tensionales características de las últimas etapas de subducción de la Placa Pacifica bajo la Placa Norteamericana.

Los rasgos topográficos más sobresalientes son el Cerro Babidanchi con más de 1 460 metros de elevación y el Cerro Las Pilas con más de 1 600 metros. El patrón de drenaje dominante es el dendrítico, siendo los principales arroyos los que llevan el nombre de Babidanchi y Agua Caliente. En menor escala, el drenaje es radial centrifugo en algunas elevaciones.

SITUACION LEGAL

Los cuerpos perlíticos del área de Babidanchi, se encuentran actualmente amparados por dos denuncias los cuales se describen a continuación:

EXPEDIENTE 9524

NOMBRE DEL DENUNCIO "La Pluma Blanca".

SOLICITANTE Agripino Moreno M. y socios.

SUPERFICIE 400 Has.

SUSTANCIAS..... Perlita, vidrio volcánico.

AGENCIA Cumpas, Sonora.

MUNICIPIO..... Huachinera, sonora.

FECHA DEL DENUNCIO.... Abril 28, 1981.

SITUACION LEGAL Vigente a Julio 7, 1986, con título
de exploración otorgado en Julio
11, 1983.

EXPEDIENTE 9525.

NOMBRE DEL DENUNCIO "Babidanchi".

SOLICITANTE:..... Minera Baucarit.

SUPERFICIE:..... 800 Has.

SUSTANCIAS:..... Perlita, oro, plata, plomo, zinc.

AGENCIA Cumpas, Sonora.

MUNICIPIO Huachinera, Sonora.

FECHA DEL DENUNCIO Abril 29, 1981.

SITUACION LEGAL Vigente a Julio 7, 1986, con título
de exploración otorgado en
Noviembre 1, 1983.

A S P E C T O S D I V E R S O S D E L A P E R L I T A

DEFINICION

La perlita es una roca volcánica vitrea que tiene la propiedad de expandirse hasta veinte veces su volumen original cuando es calentada a una temperatura dentro del rango de ablandecimiento (871 - 1093 °C; Lagarda, 1983). La expansión se debe a la vaporización del agua combinada que contiene la roca, la cual agranda las partículas individuales formando una esponja vitrea, y que da como resultado un producto de baja densidad, baja conductividad térmica y alta absorción de sonido. Su composición es riolítica, aunque puede variar a andesítica (Tabla I). Tiene un lustre perlado (de aquí el nombre original "Perlstein" o "Pearlstone") y generalmente posee una estructura de fracturas concéntricas en forma de cebolla, algunas veces visible a simple vista y en otras solamente bajo el microscopio.

Químicamente la perlita cruda es un aluminosilicato amorfo metaestable inerte (Tabla I). El color es generalmente gris claro, pero también se presenta negro, café y verde. Al expandirse varía a un color blanco (Perlite Institute, 1981). Las inclusiones son comunes e incluyen microlitos, cristalitos, esferulitos; fenocristales de cuarzo, feldespato, biotita, hornblenda, y fragmentos de roca; microfenocristales de ilmenita, magnetita y hematita (Anderson, 1955). La perlita inalterada está desprovista de minerales secundarios pero la perlita alterada incluye calcedonia, ópalo, y montmorillonita. Algunas perlitas contienen litofisias, con cristobalita y raramente con

fayalita.

TABLA I

Composición química general de la perlita (tomado de un promedio de siete composiciones químicas de diferentes yacimientos de Estados Unidos de Norteamérica; Lefond 1975).

Compuesto	% en peso:
SiO ₂ -----	73.2
Al ₂ O ₃ -----	13.2
MgO -----	0.14
CaO -----	0.67
Na ₂ O -----	3.38
K ₂ O -----	4.60
TiO ₂ -----	0.08
Fierro total -----	0.84
H ₂ O+ -----	3.81
H ₂ O- -----	0.21
SO ₃ -----	0.04
Total -----	100.17



OCURRENCIA Y ORIGEN

La perlita ocurre como flujos asociados con acumulaciones potentes de fragmentos piroclásticos y de otras rocas de flujo, así como en diques, mantos o domos, y como bordes de cuerpos intrusivos. Los flujos individuales varían en espesor de pocos a más de cincuenta metros y comúnmente cubren varios kilómetros cuadrados. Los diques y mantos son comúnmente pequeños pero los domos, generalmente substanciales en tamaño, pueden alcanzar varios kilómetros de diámetro (Chesterman, 1954). La perlita en la parte superior de un domo generalmente es ~~pumicea~~ como resultado de la vesiculación del vidrio durante el emplazamiento del mismo.

Varias teorías explican el origen de la perlita. La teoría más popular considera la perlita formada por hidratación de obsidiana u otro vidrio volcánico (Chesterman, 1954, Ross y Smith, 1955). El agua para la hidratación podría haber tenido varias probables fuentes (lluvia, nieve, agua freática o agua de mar) y fue introducida en el vidrio siguiendo al emplazamiento de éste. Así en un cuerpo de vidrio perlitzado incompletamente, es posible encontrar pequeños cuerpos redondeados de vidrio negro el cual es frecuentemente referido como "marekanitas" o "lágrimas de apache". En varias localidades la perlita ha sido observada como una fase de toba soldada.



PROPIEDADES FISICAS,
QUIMICAS Y OPTICAS

Color	Gris pàlido a oscuro, cafè, verde y negro. *
Fractura	concoidea.
Dureza	5.5-7 en la escala de Mohs. *
Lustre	perlaceo.
Bravedad específica	2.300 - 2.800 Kg/Mt ³ . *
Bravedad específica (perlita expandida)	31.9 - 319.2 Kg/Mt ³ . ** $\Rightarrow 0.0319 - 0.3192$ Ton/m^3
Punto de fusión	760 - 1.320°C. *
Punto de expansión	871 - 1.093°C. ***
Calor esocífico	0.2 Cal/oC. ***
Conductividad térmica	0.04 W/M, K. ***
Indice de refracción	1.49 - 1.61. *
pH	6.5 - 8. *

* Chesterman, 1975.

** Bureau of Mines, 1980.

*** Laparda, 1983.

$$T = \frac{300-400}{\rho = 10} \text{ m}$$

USOS

Debido a las principales propiedades de la perlita como son: baja transmisión de sonido, alta resistencia al fuego, baja conductividad térmica y baja densidad "bulk", los principales usos de la perlita son:



- Agregados en paneles aislantes
- Agregados de plásticos
- Agregados en la horticultura
- Aislantes de baja temperatura
- Aislantes de alta temperatura
- Filtros auxiliares (extracción de jugos, procesamiento de resinas, etc.)
- Portador de insecticidas y herbicidas
- Fertilizantes granulados
- Acondicionador de suelos
- Empaque en el embarque de equipo delicado
- Extenderes de esmaltes, plásticos, resinas y goma de caucho
- Catalizador en reacciones químicas
- Rellenos inertes
- Aislantes acústicos
- Productos refractarios (ladrillos)
- Agregados para alimentos para animales
- Agregados en explosivos
- Agregado sólido en cemento y emplastes
- Material aislante de relleno suelto en albañilería y cavidades de muros
- Como limpiador
- Agregado ligeró
- Aislamientos de chimeneas industriales
- Aplicaciones criogénicas
- Coagulante en fundición

- Cubiertas texturizadas
- Filtros en tratamientos de aguas fecales
- Cubiertas en molde de vaciado en fundición
- Lodos de perforación
- Texturizador de pinturas
- Refinación de azúcar
- Limpiador de aire

Estos datos fueron obtenidos de: Lefond, 1975; Bureau of Mines, 1980; Meisinger, 1985; y Pettifer, 1985.

En la Figura 3 se puede observar la distribución generalizada de los usos de la perlita expandida durante el año 1980.

ESPECIFICACIONES

Las propiedades comerciales de la perlita sólo pueden ser determinadas a través de pruebas que muestran las características de expansión de un depósito particular. Esta expansión está determinada por el contenido de agua positiva o agua incluida en la roca, entre mayor sea dicho contenido mayor será la expansión.

En general las perlitas comerciales están incluidas en un intervalo de 80 a 180 Kg/Mt³. En la tabla II se detallan algunas densidades típicas y porciones de expansión requeridas para determinadas aplicaciones de la perlita expandida (Pettifer, 1981).

0.080 - (0.180 Ton/m³)



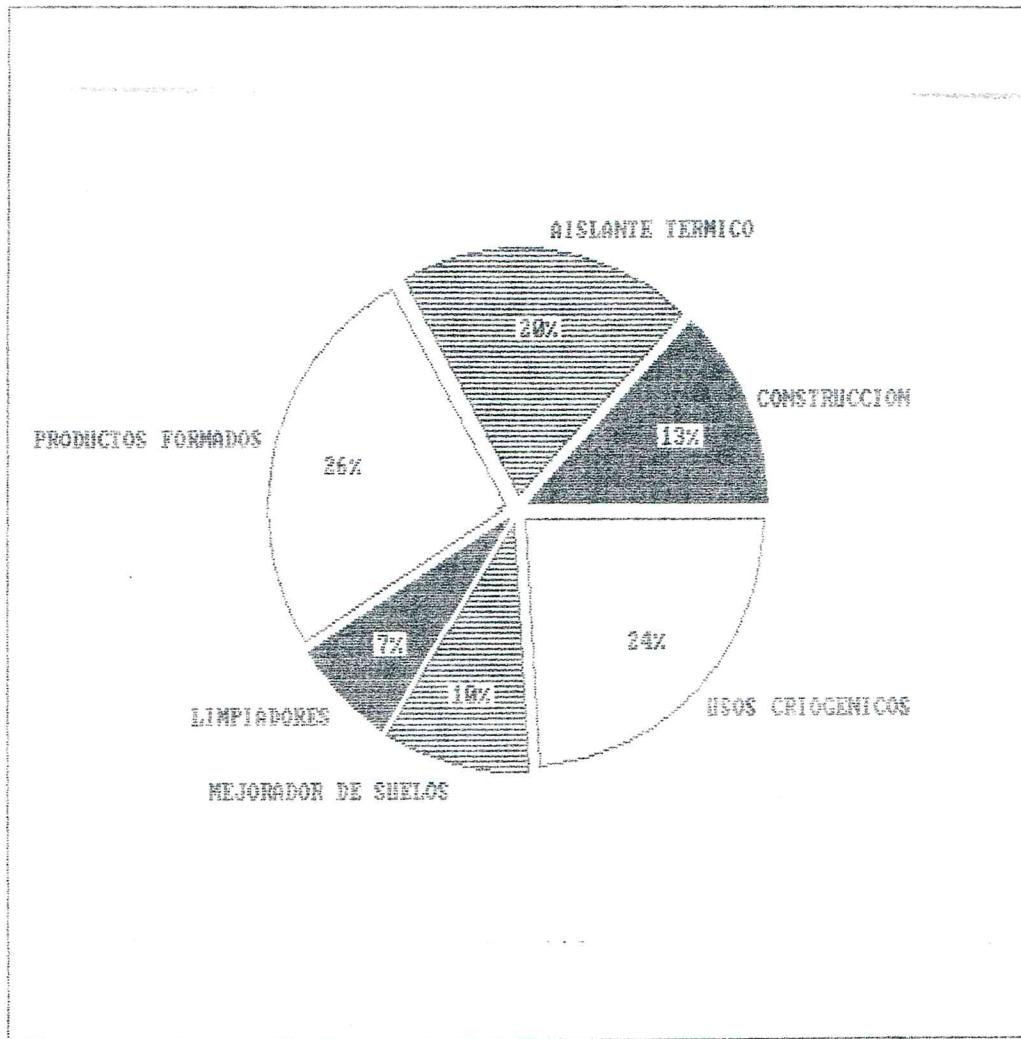


FIGURA 3. USOS DE LA PERLITA EXPANDIDA DURANTE 1980
(Pettifer, 1981)

TABLA II
ESPECIFICACIONES SEGUN APLICACIONES DE LA PERLITA

APLICACION	DENSIDAD	"BULK"	% DE EXPANSION*
	Lb/Ft ³	Kg/Mt ³	
Agregado en concreto y emplastes -----	7.5- 8.5	120-136	866- 752
Paneles aislantes para techo -----	4	64	1711
Productos formados -----	3.5	56	1970
Aislantes de baja temperatura -----	2-4	32-64	3522-1711
Albañileria y aislante en rellenos de cavidades -----	6	96	1107
Agregados en la horticultura -----	6-8	96-128	1107-805
Rellenadores -----	7-12	112-192	935-504
Filtros -----	7-12	112-192	935-504

* Utilizando una densidad "Bulk" de 1159 Kg/M³.

NOTA.-Obsérvese que en las especificaciones aparece perlita con un porcentaje de expansión hasta de 3 522%, esto quiere decir que se expande 35.22 veces su volumen original, mientras que los autores consultados en su totalidad marcan como porcentaje de expansión hasta de 2 000%, o sea 20 veces su volumen original.

Otras especificaciones según la ASTM (American Society of Testing and Materials), marcan para la perlita usada en emplastes las siguientes especificaciones:

Densidad: 7.5-15 Lb/Ft³ (120.2-240.5 Kg/M³), además el material deberá estar graduado dentro de los límites que marca la tabla III.

TABLA III

% RETENIDO DE PERLITA EN CADA MALLA POR
 VOLUMEN, PARA USO EN EMPLASTES
 (ASTM C-35-67)

#MALLA	MAXIMO	MINIMO
No. 4	0	---
No. 8	5	0
No. 16	60	5
No. 30	95	45
No. 50	98	75
No. 100	100	88

La perlita expandida para utilizarse como agregado en concretos aislantes deberá tener las siguientes especificaciones:

Densidad: 7.5-12 Lb/Ft³ (120.8-192.4 Kg/Mt³), además el material deberá estar graduado dentro de los límites que marca la tabla IV.

TABLA IV

% RETENIDO DE PERLITA EN CADA MALLA POR
VOLUMEN, PARA USO EN CONCRETOS AISLANTES
(ASTM C-332-66)

# MALLA	MAXIMO	MINIMO
No. 4	---	---
No. 8	15	---
No. 16	60	15
No. 30	80	40
No. 50	95	75
No. 100	100	90

Los requerimientos para la perlita expandida de uso horticultural (Dictados por National Bureau of Standard Voluntary Product, PS-23-70), son los siguientes:

Densidad: 5-8 Lb/Ft³ (80.1-128.2 Kg/Mt³)

pH: 6-8

Además el material deberá estar graduado dentro de los límites que marca la tabla V.

TABLA V

% RETENIDO DE VOLUMEN ACUMULATIVO, DE
PERLITA PARA USO EN HORTICULTURA
(ASTM C-23-70)

# MALLA	MAXIMO	MINIMO
(3/8 In.)	0.0	---
No. 8	---	20.0
No. 20	---	80.0
No. 100	---	97.0

MATERIALES COMPETITIVOS

Algunos de los materiales que pueden ser sustitutos de la perlita, por sus propiedades y/o costo de operación se enumeran a continuación:

Para agregados de emplastes: arena, vermiculita exfoliada, pumicita, lutita expandida, pizarra, arcillas y cenizas volcánicas.

Como materiales aislantes de rellenos sueltos: lanas minerales y vermiculita exfoliada.

Ingeniería criogénica: lámina de aluminio y vidrio.

Refractarios: Materiales combustibles: aserrín, carbón, coque, papel.

Materiales inorgánicos ligeros o fibras: diatomita, vermiculita expandida, arcilla expandida, agregados espumosos, burbujas de alúmina, lana mineral, asbestos, fibras sintéticas de alúmina-silice, etc.

Agentes espumantes: para formar vacíos en el ladrillo a través del escape de gases.

MOLIENDA Y EXPANSIÓN

Aunque los procedimientos de molienda podrían parecer simples, es recomendable que se lleven a cabo de forma cuidadosa con el fin de obtener un producto altamente clasificado y para minimizar la producción de cantidades excesivas de materiales finos, los cuales tienen uso limitado y son considerados como desperdicio.

La perlita es procesada o expandida, en uno de los dos tipos básicos de hornos: horno rotario horizontal u horno estacionario vertical (Figura 4). Ambos tipos de hornos incluyen sistemas de colección de producto y control de polvos (Chesterman, citado por Lefond, 1975).

MINADO

El minado de la perlita es por métodos de tajo abierto. La mayoría de los depósitos comerciales son en forma de flujos masivos de lava que se extienden sobre una amplia área y están cubiertos por una mínima capa de sedimentos depositados. El sitio de minado es cuidadosamente elegido para que la topografía sea favorable para su transportación. Aunque algunas veces sea necesaria la utilización de explosivos para remover la perlita cruda, la mayoría de los depósitos pueden ser minados con bulldozers o tractores equipados con ripper para aflojar la perlita cruda. Palas mecánicas son frecuentemente usadas para excavar, y camiones de carga y/o conductos inclinados son utilizados para la transprtación de la perlita hacia el proceso de molienda. Para asegurar la uniformidad de la perlita, el

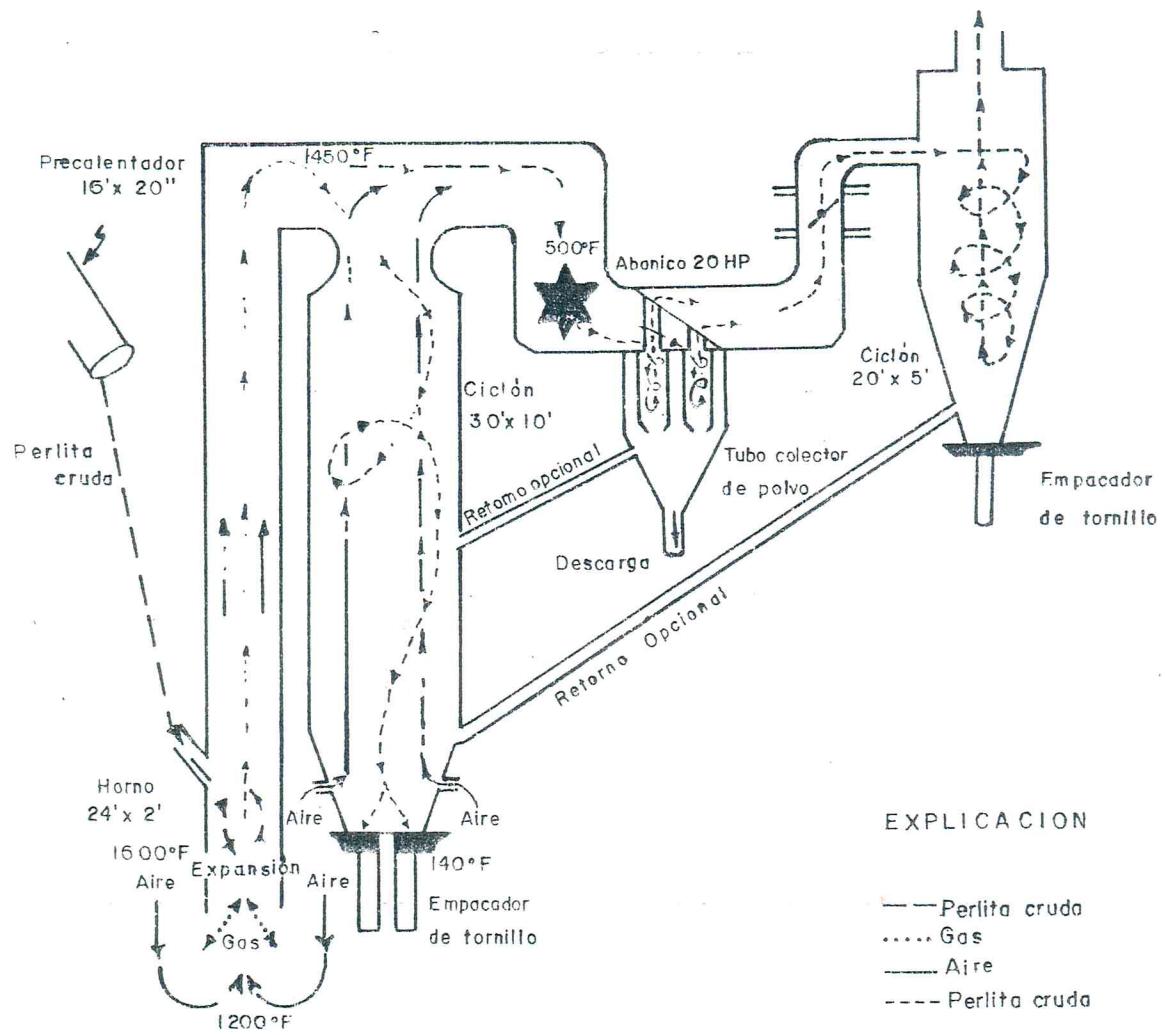


FIGURA 4

UNIVERSIDAD DE SONORA
ESCUELA DE GEOLOGIA

Diagrama de flujo de una planta de producción
de perlita expandida, horno vertical. Modificado
de Barnes, 1961.

Sin escala

Sep/1986

O.F. Almazán H.
S.A. Trelles M.

minero inicial se llevado a cabo en secciones laterales a través de la superficie en lugar de a profundidad (Meisinger, 1985).

PRECIOS

El valor total de la producción mundial de perlita procesada vendida y usada por productores comesticos en 1983 fue de \$15.7 millones de dólares; y el valor unitario promedio fue de 33.5 dólares por tonelada. En términos de dólares constantes de 1983, el valor promedio de las ventas de perlita procesada permaneció estable de 1963 a 1975. Desde entonces el valor de la perlita se ha incrementado significativamente a causa de los altos costos incrementados de energía y transportación.

La perlita expandida es vendida con un rango bastante amplio de precios que dependen del grado, uso y área de mercado geográfico (Meisinger, 1985). En la figura 5 se pueden observar los precios de la perlita tanto actuales como los basados en dólares constantes de 1983, desde el año 1963 hasta 1983.

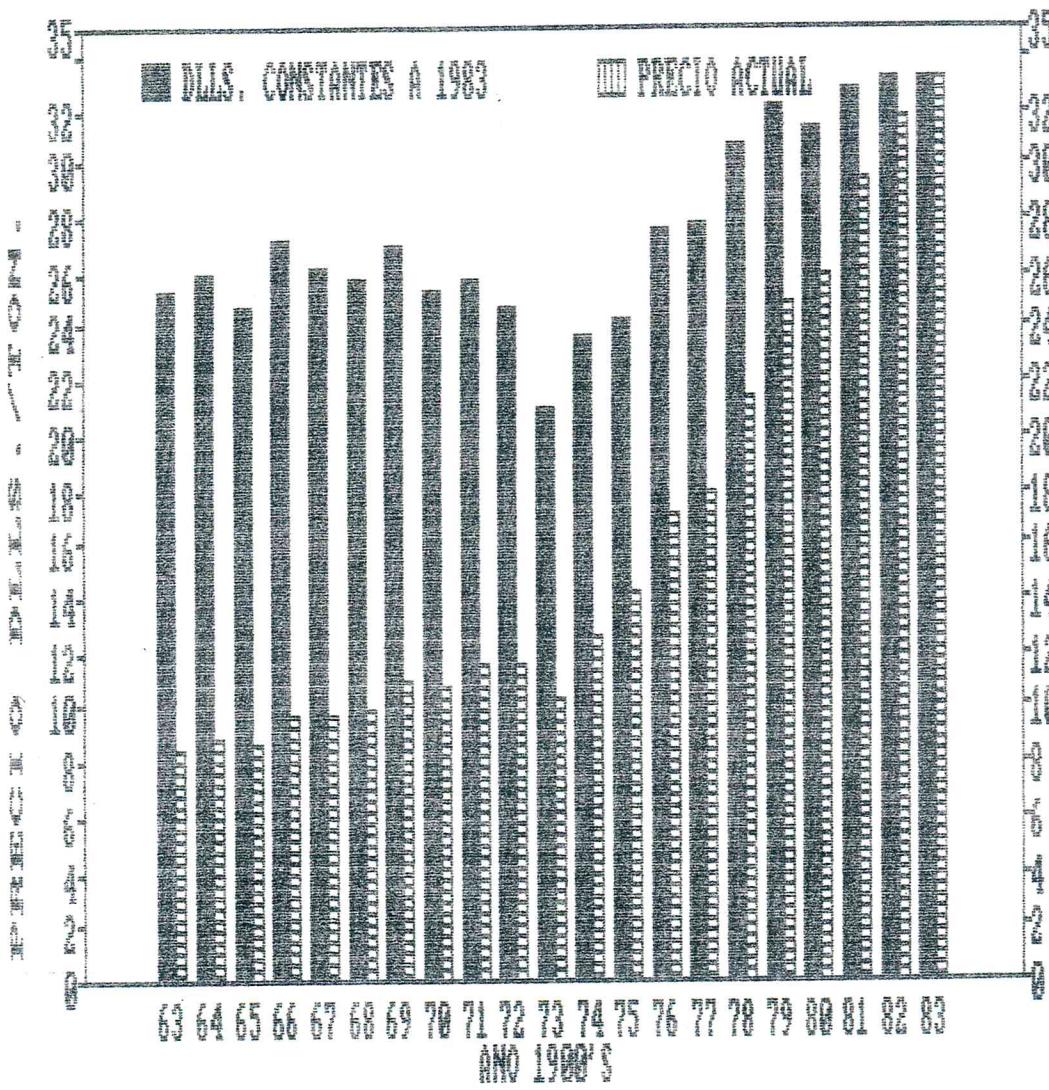


FIGURA 5. PRECIOS DE PERLITA EXPANDIDA TANTO ACTUALES COMO BASADOS EN DOLARES CONSTANTES DE 1983 (Meisenger, 1985)

P E R L I T A E N S O N O R A

En el Estado de Sonora se conocen ocho yacimientos de perlita, los cuales se nombran de acuerdo a la localidad donde se encuentran (Figura 6):

Babidanchi

Banámichi

Carbó

Cd. Obregón

San Pedro de la Cueva

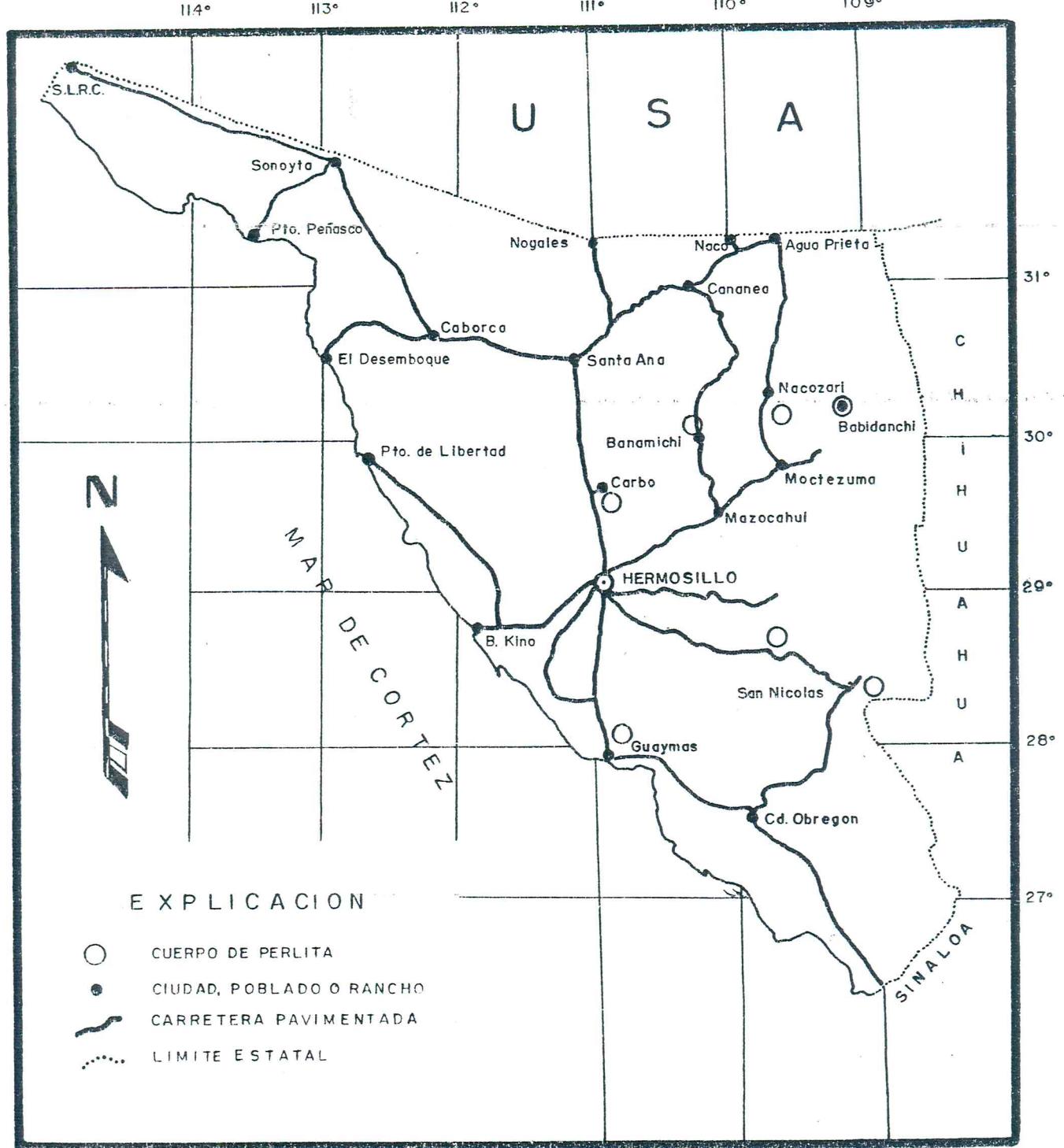
Santa Ursula-La Pasión (Guaymas)

Villa Hidalgo

Yécora

De algunos de estos se tienen datos de análisis cuímicos, índices de expansión y reservas geológicas, los cuales son comparados en las Tablas VI, VII, y VIII respectivamente.

De los ocho yacimientos nombrados sólo se encuentra en explotación la perlita de Cd. Obregón la cual es explotada por la empresa "Aislantes del Pacífico S.A."



0 50 100 150 Kms.

FIGURA 6

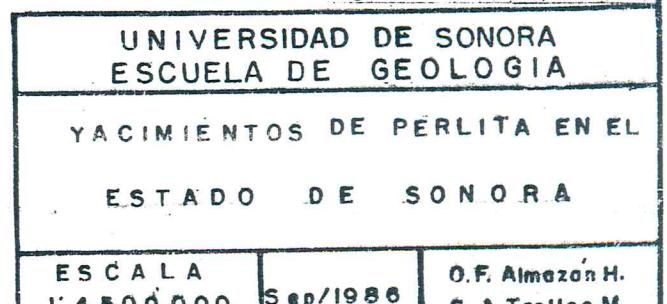


TABLA VI

COMPARACION DE ANALISIS QUIMICOS DE ALGUNOS CUERPOS PERLITICOS
EN EL ESTADO DE SONORA Y EEUU

COMPUESTO	EEUU *	BABIDANCHI	S. URSULA **	LA PASION **	BANAMICHI **	C. OBREGON **
SiO ₂	73.20	71.20	63.83	66.67	65.87	65.98
TiO ₂	0.08	0.07	0.0	0.0	0.0	0.0
Al ₂ O ₃	13.20	13.42	10.33	11.49	11.49	10.79
Fe ₂ O ₃	---	---	0.96	0.66	0.4	0.94
FeO	---	---	2.69	1.99	1.06	2.73
Fe total	0.84	0.70	---	---	---	---
MnO	---	---	0.03	0.03	0.07	0.06
MgO	0.14	0.20	0.17	0.22	0.22	0.20
CaO	0.67	1.57	0.34	0.58	0.27	0.48
Na ₂ O	3.38	3.12	5.09	6.01	6.67	7.25
K ₂ O	4.60	4.52	8.28	8.38	8.35	6.83
CO ₂	---	---	0.07	0.02	0.03	0.07
S	---	---	5.23	0.00	0.00	0.00
SO ₃	0.04	0.01	---	---	---	---
H ₂ O	---	---	5.23	3.69	4.48	3.92
H ₂ O+	3.38	4.10	---	---	---	---
H ₂ O-	0.21	1.30	---	---	---	---
TOTAL	100.17	100.21	100.02	99.74	99.07	99.25

* Chesterman, 1975.

** Lagarda, 1983.

TABLA VII
INDICES DE EXPANSION DE ALGUNOS YACIMIENTOS
DE PERLITA DEL ESTADO DE SONORA

YACIMIENTO	INDICE DE EXPANSION
Babidanchi -----	550 %
Villa Hidalgo -----	643 % *
Santa Ursula -----	50 % **
Carbó -----	800 % ***

* Guillen, 1982.

** Comunicación personal Lagarda, 1986.

*** Comunicación personal Martinez, 1986.

TABLA VIII
RESERVAS DE ALGUNOS YACIMIENTOS DE
PERLITA EN EL ESTADO DE SONORA

YACIMIENTO	RESERVAS GEOLOGICAS
Babidanchi -----	87 173 900 Tons.
Santa Ursula -----	6 664 750 Tons.*
Banámichi -----	3 000 Tons.

* Lagarda, 1983.

P E R L I T A D E
B A B I D A N C H I

A N A L I S I S Q U I M I C O

ELEMENTO	%
SiO ₂	71.20
TiO ₂	0.07
Al ₂ O ₃	13.42
Fe total	0.70
MgO	0.20
CaO	1.57
Na ₂ O	3.12
K ₂ O	4.52
SO ₃	0.01
H ₂ O+	4.10
H ₂ O-	1.30
TOTAL	100.21

E S T U D I O D E E X P A N S I O N

Existe un estudio previo de determinación de índice de expansión de una muestra de perlita del área de Babidanchi (Guillén, 1982) el cual arrojó como resultado óptimo una expansión de 340 % en un tiempo de calentamiento de 1 minuto a 1 000 °C de temperatura y un tamaño de ~ 1/4 +10 mallas. Sin embargo los autores del presente trabajo lograron obtener una expansión de 550 % en 5 minutos de calentamiento a una temperatura de 1 080°C a un tamaño de ~ 1/4 +10 mallas.

M A R C O G E O L O G I C O
R E G I O N A L

En la región noreste del Estado de Sonora afloran unidades de roca con un rango geocronológico que varía desde el Precámbrico hasta el Reciente.

El Precámbrico está representado por rocas metamórficas, las cuales afloran en la sierra de "Los Ajos", al sur de Agua Prieta, cuyas edades fluctúan entre 1 600 y 1 700 millones de años, las cuales han sido correlacionadas con los "Esquistos Pinal" del sur de Arizona (Morán, 1984).

Dentro del Paleozoico existe una secuencia de cuarcita y caliza del Cámbrico, en el distrito minero de Cananea, está compuesta por las formaciones "Cuarcita Cabote" y "Caliza Esperanza" (Mulchay y Velasco, 1954; Valentine, 1936), así como por las calizas del Devónico, Misisípico, Pensilvánico y Pérmico. Existen afloramientos calcáreos paleozoicos en Cabullona (Taliaffero, 1933), Sierra del Tigre, Nacozari y en la sierra de Moctezuma (Imlay, 1939).

El Cretácico Inferior se encuentra representado por secuencias sedimentarias marinas, constituidas por calizas, lutitas y areniscas las cuales afloran en la región de Agua Prieta, así mismo en el área localizada al sur de Huasabas, y atestiguan una transgresión marina proveniente de la cuenca de Chihuahua durante el intervalo Aartiano-Albiano (King, 1939; Rangin, 1978).

Durante el Cretácico Superior las unidades anteriormente mencionadas sufren deformaciones comórescionales y plutónicas

granítico, acompañado de emisiones andesíticas-riolíticas que se vuelven más intensas hacia la parte occidental de la Sierra Madre Occidental. También existe una secuencia sedimentaria continental en el área de Agua Prieta, la cual fue denominada como "Grupo Cabullona" (Taliafferro, 1933), esta constituida por sedimentos clásticos continentales con intercalaciones de rocas volcánicas. Durante el Terciario se desarrolla un importante conjunto de rocas volcánicas que varían en composición desde andesita y trachita hasta dacita y riolita, las cuales se localizan distribuidas ampliamente en el noreste de Sonora. Como principal evento del Terciario se tienen emisiones ignimbriticas del Oligoceno-Mioceno. En el Terciario Superior se llevó a cabo una serie de fallas normales con una orientación preferencial NW-SE y la consecuente formación de depresiones que fueron llenadas por sedimentos detriticos continentales de la "Formación Baúcarit".

A finales del Terciario y principios del Cuaternario tuvo lugar un importante episodio de volcanismo basáltico alcalino, el cual se observa en las áreas de Villa Hidalgo, sureste de Agua Prieta y sierra "Ojos Azules".

G E O L O G I A L O C A L

D E S C R I P C I O N D E L A S U N I D A D E S

L I T O L O G I C A S

U N I D A D A N D E S I T I C A

Esta unidad consiste de un paquete de 200 metros de andesita que localmente varia a andesita basáltica. Se encuentra en gran parte del área subyaciendo al resto de las unidades, actuando así, como base estratigráfica. La actitud estructural de esta unidad tiene un rumbo de N35°W y un echado de 25°NE y fue medida sobre pseudoestratos que afloraban preferentemente en la parte sur del área.

La roca es café rojizo oscuro en superficie fresca y café claro en superficie intemperizada, y de textura afanítica. Microscópicamente es merocristalina, traquítica, seriada, glomeroporfídica, con la siguiente asociación mineralógica: plagioclasa (An 60 -70), magnetita-ilmenita, olivino, piroxeno, vidrio, iddingsita, talco, apatito, y zircon (Figura 7).

U N I D A D P I R O C L A S T I C A

Esta unidad con espesor aproximado de 120 metros se localiza principalmente en la parte oeste y noreste del área de estudio. Sobrepone discordantemente a la unidad andesítica y subyace a la unidad riolítica en forma concordante. Presenta un rumbo general de pseudoestratificación de N30°W y con echado promedio de 35°NE. Está constituida por una unidad de enfriamiento de material piroclástico teniendo como base a una toba litica riolítica que se observa en pequeños afloramientos.

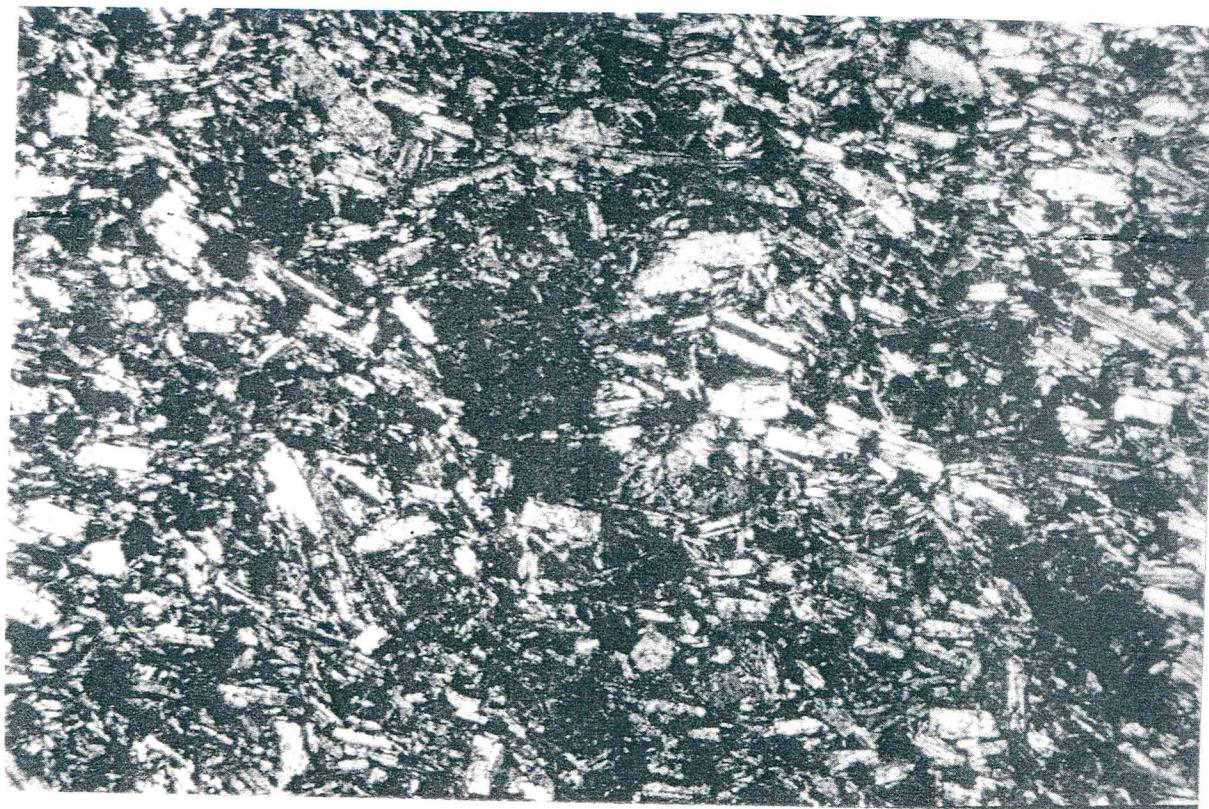


FIGURA 7. FOTOMICROGRAFIA DE ANDESITA (25 X, LP)

Andesita café rojiza. Plagioclasa (An 60-70) (60%), magnetita-ilmenita (20%), olivino (5%), piroxeno (5%), vidrio (5%), iddingsita (3%), talco (2%). trazas de apatito y zircón.

Textura: afanítica, merocristalina, glomeroporfidica, traquítica, seriada.

El talco y la iddingsita son alteración del olivino. La magnetita sustituye al olivino.

Esta roca es de color rosado en superficie fresca y rosa claro en superficie intemperizada. Presentando una textura merocristalina y volcanoclástica con la siguiente asociación mineralógica: sanidino, cuarzo, calcedonia, fragmentos liticos, minerales opacos (magnetita?), biotita, sericitia, zircón, esfena, apatito y una mesostasis vitrofelsafídica (Figura 8).

Sobre esta roca se observa un vitrificado de color café rojizo claro, con textura vitrofídica y fluidal con fragmentos de roca, feldespato potásico (sanidino), plagioclasa (An 25-35), cuarzo, biotita, calcedonia y abundante hematita, embebidos en una matriz vitrea bastante desvitrificada (Figura 9).

Sobre este vitrificado yace la más importante roca de esta unidad en cuanto a su espesor se refiere. Consiste en una ignimbrita de color café rosado con textura vitroclástica, fluidal con flamas. Los minerales son feldespato potásico (sanidino, ortoclasa), biotita, cuarzo, calcedonia, plagioclasa (An 25-35), clinopiroxeno, magnetita, pirita, zircón, esfena, y sericitia. En menor proporción presenta olivino, y una matriz de fragmentos de vidrio (shards) (Figura 10).

UNIDAD RIOLITICA

Esta unidad con espesor aproximado de 140 metros se localiza en la parte suroeste y central del área. Sobre yace concordantemente a la unidad piroclástica y subyace discordantemente a la unidad basáltica. Su estructura presenta una actitud preferencial de rumbo N45°W y echado de 25°NE, variando localmente debido a la viscosidad del magma. Esta

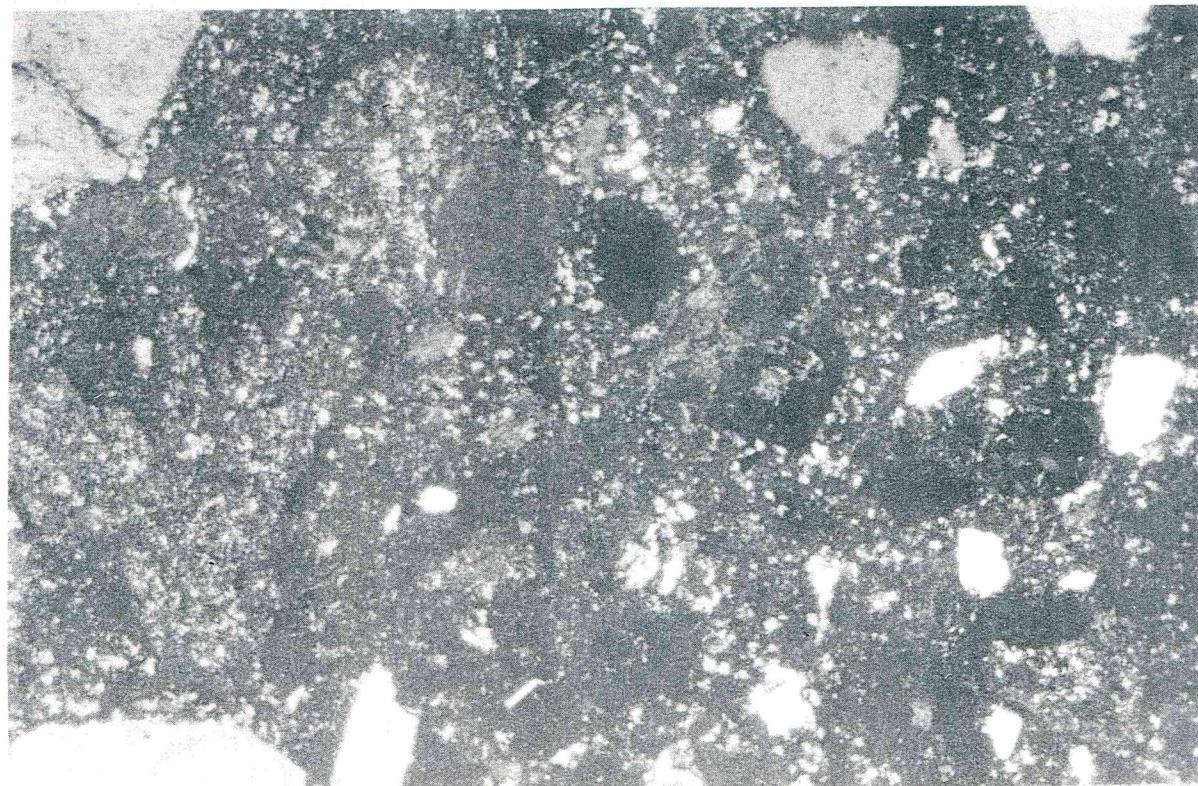


FIGURA 8. FOTOMICROGRAFIA DE TOBA LITICA RIOLITICA (25 X, LP)

Toba litica riolitica rosa. Feldespato potásico (sanidino) (40%), matriz vitrofelsoidica (30%), fragmentos liticos (12%), calcedonia (5%), biotita (5%), minerales opacos (magnetita?) (2%), sericita (1%), trazas de esfena y apatito.

Textura: merocristalina, volcanoclastica.

La calcedonia se encuentra llenando cavidades.

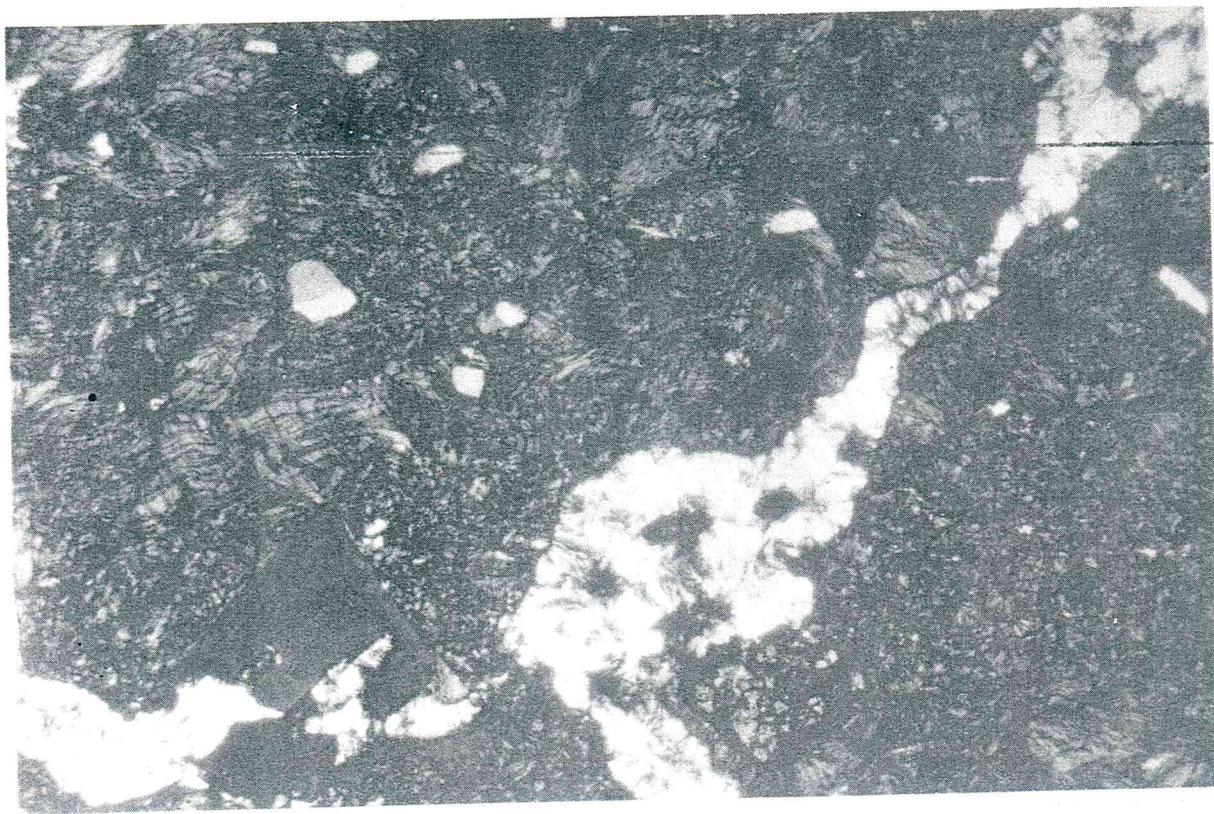


FIGURA 9. FOTOMICROGRAFIA DE VITROFIDO (25 X, LP)

Vitrófido café rojizo claro. Vidrio (75%), cuarzo (10%), hematita (5%), plagioclasa (An 25-35) (3%), calcedonia (2%), fragmentos de roca (2%), feldespato potásico (sanidino) (2%), y biotita (1%).

Textura: vitrofídica, fluidal.

Los fragmentos de roca presentan una fuerte hematitización.



FIGURA 10. FOTOMICROGRAFIA IGNIMBRITA (25 X, LP)

Ignimbrita café rosado. Vidrio (65%), cuarzo (10%), magnetita (5%), calcedonia (5%), sanidina (3%), ortoclasa (3%), plagioclasa (An 25-35) (3%), clinopiroxeno (2%), biotita (2%), pirita (1%), olivino (1%), y trazas de zircon, esfena y sericitita.

Textura: vitroclástica fluidal.

unidad consiste de una roca perlitica en su mayor parte, que varia localmente a riolita.

La roca perlitica es de color gris claro a gris oscuro, presentandose tambien bandas (pseudoestratificacion) de color blanco, negro y rojo. Es holohialina, fluidal, con abundantes fracturas tipicas de la textura perlitica. Constituida mineralogicamente por vidrio en su mayor parte, se observan concentraciones de minerales opacos a lo largo de las bandas de fluidez, y concreciones de calcedonia (Figura 11). La roca riolitica es de color rosado y presenta una textura afanitica, fluidal, y merocristalina. Las bandas estan constituidas alternantemente por vidrio y material cuarzofeldespatico, y con concreciones de cuarzo y abundante calcedonia.

Dentro de la roca perlitica se observaron pequeños diques de aproximadamente 10 centrimetros de espesor, razón por la cual no aparece en la columna estratigráfica, son de composición aplitica en el centro y hacia sus margenes se observa fracturamiento perlitico, formados muy probablemente a partir de las últimas etapas de enfriamiento de la cámara magmática que dió origen a la unidad riolitica e inyectandose a través de discontinuidades estructurales, quizas fracturas de enfriamiento.

UNIDAD BASALTICA

Esta unidad presenta un espesor aproximado de 90 metros. Sobreyace discordantemente a la unidad riolitica y subyace discordantemente a la unidad aglomeratica. Esta representada por basalto que varia localmente a basalto andesitico y tefra

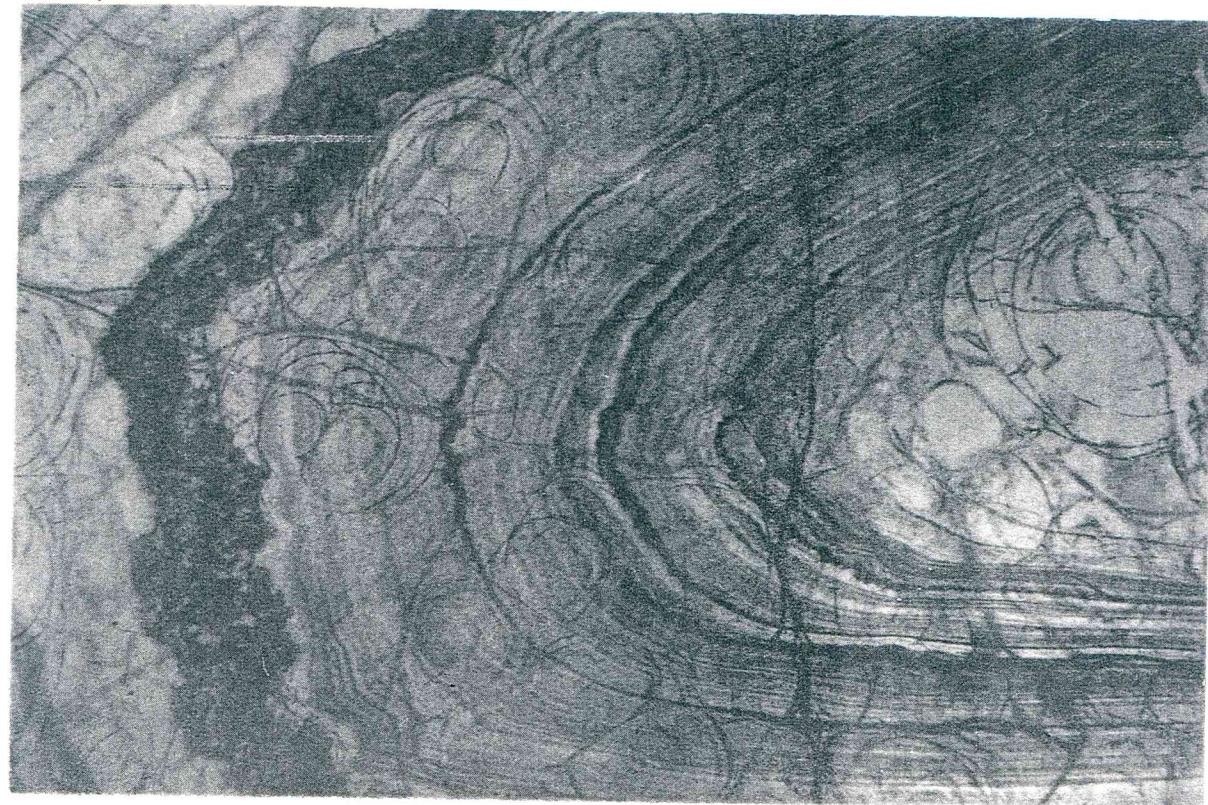


FIGURA 11. FOTOMICROGRAFIA DE PERLITA (25 X, LN)

Perlite de color gris claro con bandas de color blanco, negro y rojo.

Textura: holohialina, fluidal.

Presenta fracturamiento en forma de cebollas, tipico de esta roca.

basáltica. Los primeros se localizan esparcidos por casi toda el área coronando discordantemente a las unidades antes mencionadas y formando amplias mesetas horizontales con una pequeña inclinación hacia el noreste, mientras que la tefra aparece muy localmente en la parte sur-central.

El basalto es café oscuro con abundantes vesículas y amigdalas de zeolitas, apofilita, y calcita. La textura es merocristalina, afanítica, glomeroporfidica, localmente traquítica, seriada, amigdaloidal, y vesicular. Está constituido por plagioclasa (An 70 - 80), olivino, vidrio, iddingsita (como producto de alteración del olivino), magnetita, apofilita, piroxenos, zircon, y apatito. Esta roca se analizó químicamente arrojando una clasificación de tipo alcalino de olivino (Figura 12).

La tefra está constituida por ceniza basáltica de color rojizo, de baja densidad y gran porosidad conteniendo a bombas tipo "huso" y "listón" formadas a partir de masas eyectadas en estado plástico, terminando su enfriamiento durante el transporte aéreo (Williams, 1979).

UNIDAD AGLOMERATICA

Esta unidad consiste de un paquete de aproximadamente 120 metros de espesor que se localiza en la parte oeste y noreste. Sobreyace discordantemente a la unidad basáltica y subyace a los depósitos cuaternarios. Se formó a partir de la denudación de los cuerpos litológicos mencionados anteriormente y fué depositada en forma horizontal o ligeramente inclinada en las



FIGURA 12. FOTOMICROGRAFIA DE BASALTO (25 X, LN)

Basalto alcalino de olivino café oscuro. Plagioclasa (An 70-80) (75%), olivino (10%), vidrio (5%), iddingsita (4%), magnetita (2%), apofilita (2%), piroxeno (augita) (2%) y trazas de zircón y apatito.

Textura: afanítica, vesicular, amigdaloidal, merocrystalina, glomeroporfídica, seriada.

Las plagioclasas se encuentran zonadas y los olivinos iddingsitizados.

depresiones orográficas. La naturaleza de los fragmentos que la constituyen varia localmente dependiendo de la cercanía de la fuente de alimento. La roca presenta un color café claro en superficie fresca y café oscuro en superficie intemperizada. Su textura es aglomerática, moteada, con fragmentos de roca basáltica, riolítica y piroclástica que varían en tamaño hasta 50 centímetros de diámetro. La matriz consiste de calcita y un material tobáceo arenoso-limoso, producto de la misma erosión, y contiene fragmentos de rocas (Figura 13).

El término aglomerático ha sido elegido para nombrar esta unidad en base a la definición de "aglomerado" de Pettijohn, 1957, quien explica que un aglomerado es un depósito de material piroclástico grueso, pero que si este es removido y redepositado puede seguir siendo un aglomerado. En base a esto se puede pensar que la unidad aglomerática del área de estudio puede ser correlacionable con el conglomerado Baucarit (King, 1939).

DEPOSITOS CUATERNARIOS

Estos depósitos son formados a partir de la erosión y transporte fluvial de las unidades anteriores. Se localizan en los margenes de los arroyos Babidanchi y Aguacaliente (Figura 14), presentando espesores aproximados de 5 metros. Se observaron depósitos de coluvión en los flancos de las partes topográficamente altas del área. Estos no fueron cartografiados debido a su limitada distribución y con el fin de resaltar las unidades más importantes.

La figura 15 muestra los porcentajes de cobertura

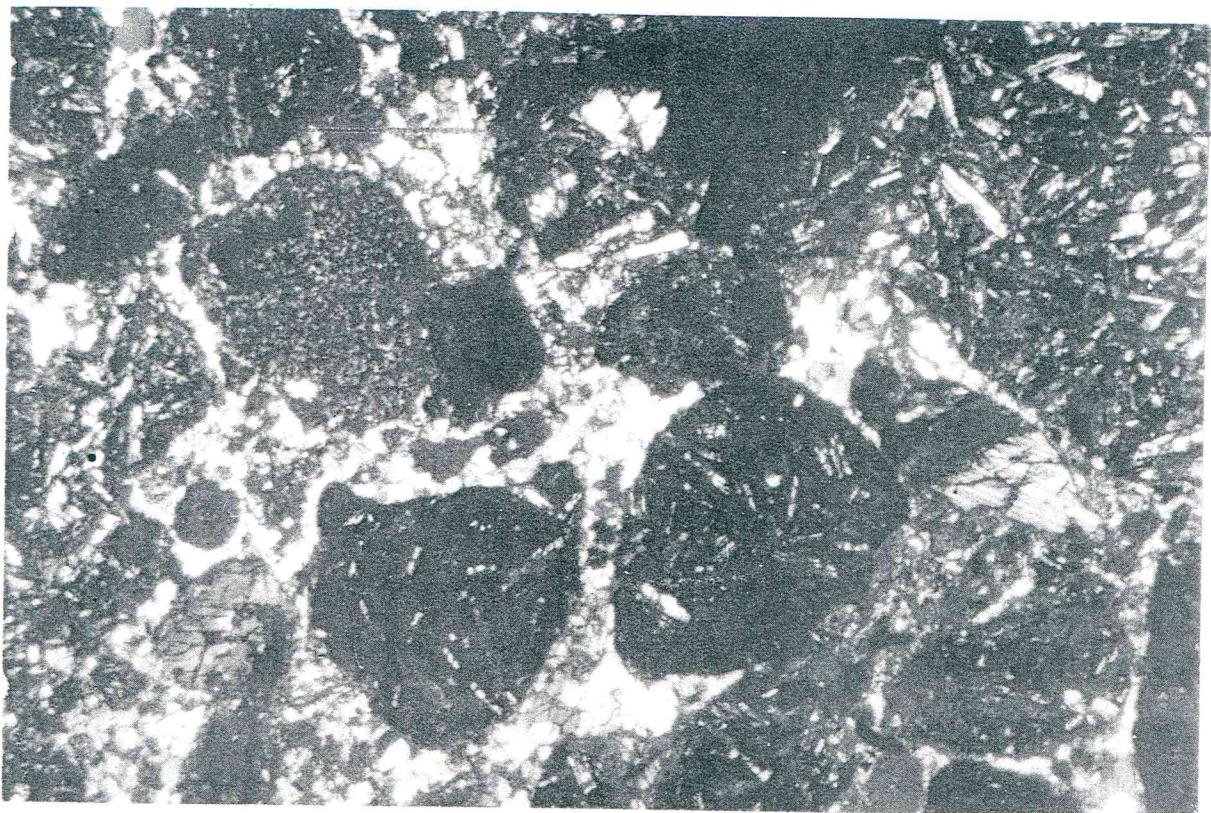


FIGURA 13. FOTOMICROGRAFIA DE AGLOMERADO (25 X, LP)

Agglomerado café. Fragmentos de roca (80%), matriz tobácea arenoso-limosa y calcárea (20%).

Textura: aglomerática.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA COMPUESTA DEL AREA
DE BABIDANCHI, MUNICIPIO DE HUACHINERA, SONORA.

E R A	SISTEMA	C O L U M N A	ESPESOR PROMEDIO METROS	D E S C R I P C I O N	
				S E R I E	
MESOZOICO	CRETACICO	CUATER REC.	5	ALUVION: mezcla inconsolidada de grava, arena, limo, y arcilla.	
CENOZOICO	O	MIOCENO - PLIOCENO ?	120	AGLOMERADO: bien consolidado con fragmentos de andesita, riolita, basalto, y rocas piroclásticas.	?
	I		90	BASALTO: vesicular - amigdaloidal.	?
	A	OLIGOCENO ?	140	RIOLITA - PERLITA	
	R		120	UNIDAD PIROCLASTICA: ignimbrita vitrófido toba lítica	?
MESOZOICO	T	PALEOCENO - EOCENO ?	200	ANDESITA: con variaciones locales a andesita basáltica.	?

superficial por unidad de roca, calculados a partir del plano geológico.

ESTRUCTURAS

Orográficamente el área se localiza al sur de la sierra El Tigre, región que se encuentra caracterizada por cinturones orogénicos (horsts) flanqueados por valles (grabens) llenos con material clástico mal consolidado y/o rocas volcánicas. Los sistemas de fracturas y fallas normales están regidos por dos patrones preferenciales; uno con orientación NW 50°-70° SE y otro NE 25°-75° SW, (Figura 14). El patrón NW-SE flanquea a los rasgos topográficos sobresalientes, mientras que el NE-SW los corta. Esto puede sugerir que el primer sistema de fallas y/o fracturas es más antiguo que el segundo. En algunas zonas se logró observar planos de falla bien definidos con estriaciones que indican movimiento vertical.

A pesar de que en estudios anteriores se hace referencia a los cuerpos perliticos como domos, no fueron encontradas evidencias que justificaran dicha clasificación (Figura 16). Al realizarse un estudio estructural de la pseudoestratificación en ambos cuerpos de perlita se observó una clara tendencia del rumbo hacia el NW-SE y del echado hacia el NE (Figura 17) lo cual podría sugerir una colada, más que un domo. En los dos cuerpos se observaron variaciones en rumbo y echado las cuales podrían ser explicadas por la gran viscosidad del magma de naturaleza riolítica.

Las estructuras perliticas ocurren flanqueando al Cerro

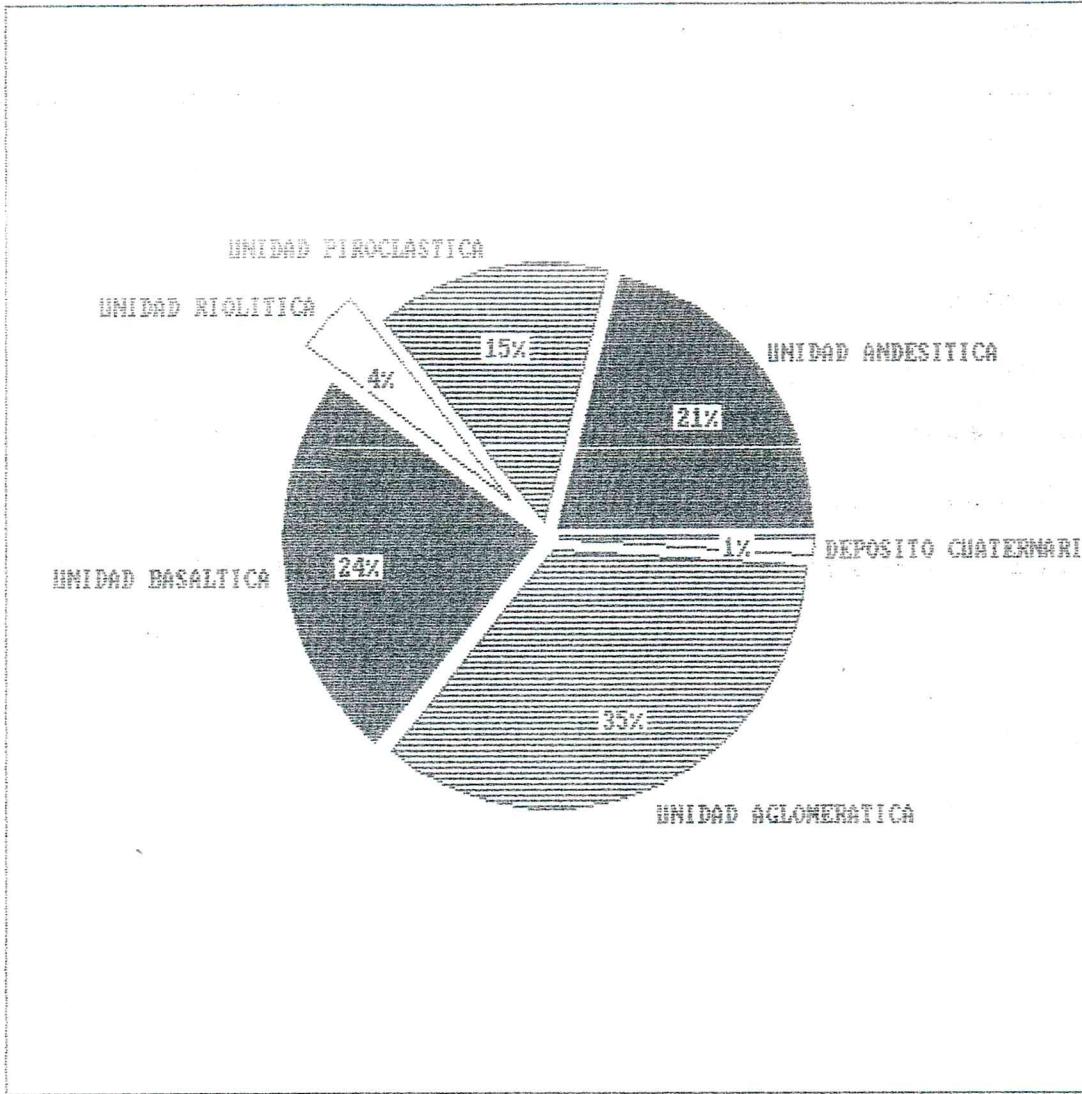


FIGURA 15. COBERTURA SUPERFICIAL SOBRE EL AREA DE ESTUDIO
POR TIPO DE ROCA

Babidanchi, situado al sur del área de estudio
(Figura 15).

El Cuerpo I se encuentra en el lado oeste, mientras que el Cuerpo II se localiza en el flanco noreste.

Figura 17

UNIVERSIDAD DE SONORA
ESCUELA DE GEOLOGIA

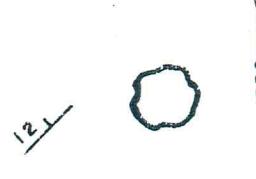
CUERPOS DE PERLITA EN EL
AREA DE BABIDANCHI, MPIO.
HUACHIERA, SON.

O.F. Almanza H.
S.A. Trejo M.

SEP 1986

RUMBO Y ECHADO DE PSEUDOESTRATIFICACION
CUERPO PERLITICO

CURVA DE NIVEL



EXPLICACION

CUERPO I

ESCALA GRAFICA

100 200 300 M.

Figura 17

UNIVERSIDAD DE SONORA
ESCUELA DE GEOLOGIA

CUERPOS DE PERLITA EN EL
AREA DE BABIDANCHI, MPIO.
HUACHIERA, SON.

O.F. Almanza H.
S.A. Trejo M.

SEP 1986

G E O L O G I A H I S T O R I C A

La actividad volcánica se llevó a cabo muy probablemente en parte a fines de la Orogenia Laramide y en parte en la Orogenia del Terciario Medio (Damon y otros, 1964; Damon y Bikerman, 1964). Dicho volcanismo es de carácter calcoalcalino y sigue una típica secuencia andesita-riolita-basalto (Figura 18). Partiendo del hecho de que no se cuenta ni con una sola datación de las unidades litológicas, todas las edades que se les asignan a estos son de carácter relativo en base a la estratigrafía y estudios generales del volcanismo en el norte de México.

La unidad litológica más antigua en el área de estudio es la andesita basal, eyectada muy probablemente en el Cretácico Superior o Eoceno Temprano durante la transgresión del arco magmático de la Orogenia Laramide (Damon y otros, 1964). Posterior a la andesita se encuentra discordantemente la serie volcánica felsica. Consiste de un paquete de material piroclástico con tobas liticas riolíticas e ignimbritas y la colada que da origen a la perlita la cual varía, muy probablemente por un enfriamiento más lento, a riolita. Cronológicamente esta unidad podría ser ubicada dentro del periodo del Eoceno Medio al Oligoceno Temprano, perteneciendo quizás ya al evento magmático de la Orogenia del Terciario Medio (Damon y Bikerman, 1964).

El fallamiento marcado por un patrón preferencial NW-SE formador de la provincia de Basin and Range y provocada por fuerzas tensionales y subsidencia, por la regresión del arco, y

por la gran cantidad de material eyectado, afectó las unidades litológicas anteriores y dio oportunidad a través de estas discontinuidades estructurales al escape de basaltos, fisurales que podrían ser del Oligoceno Tardío a Mioceno Temprano (Damon et al., 1981). Sobre yaciendo discordantemente a esta unidad basáltica se encuentra una secuencia volcanosedimentaria (aglomerado) tipo molasa, producto de la denudación de las montañas formadas por las coladas anteriores y erosionadas hacia partes topográficamente bajas. Esta unidad se encuentra fallada debido probablemente a colapsos y/o basculamientos postdeposicionales como reacción de los clastos a los procesos diagenéticos. Finalmente se encuentra el aluvión.

G E O L O G I A
E C O N O M I C A
RESERVAS DE LA PERLITA

DE BABIDANCHI

En el área de estudio se localizan dos cuerpos de perlita, mismos que son denominados cuerpo I que se encuentra en la parte oeste del cerro Babidanchi, y cuerpo II que se localiza en la parte noreste del cerro antes mencionado (Figura 14).

Tanto del cuerpo I como del II se obtuvieron dos tipos de reservas: positivas y geológicas. Las reservas positivas se obtuvieron delimitando las áreas con cinta y brújula en cuadricula, a los que se les dió un metro de profundidad y se tomó una densidad media de 2.425 Grs/Cm³ (Tabla IX y X) obteniéndose los siguientes resultados:

Cuerpo I= 451 045 Tons.

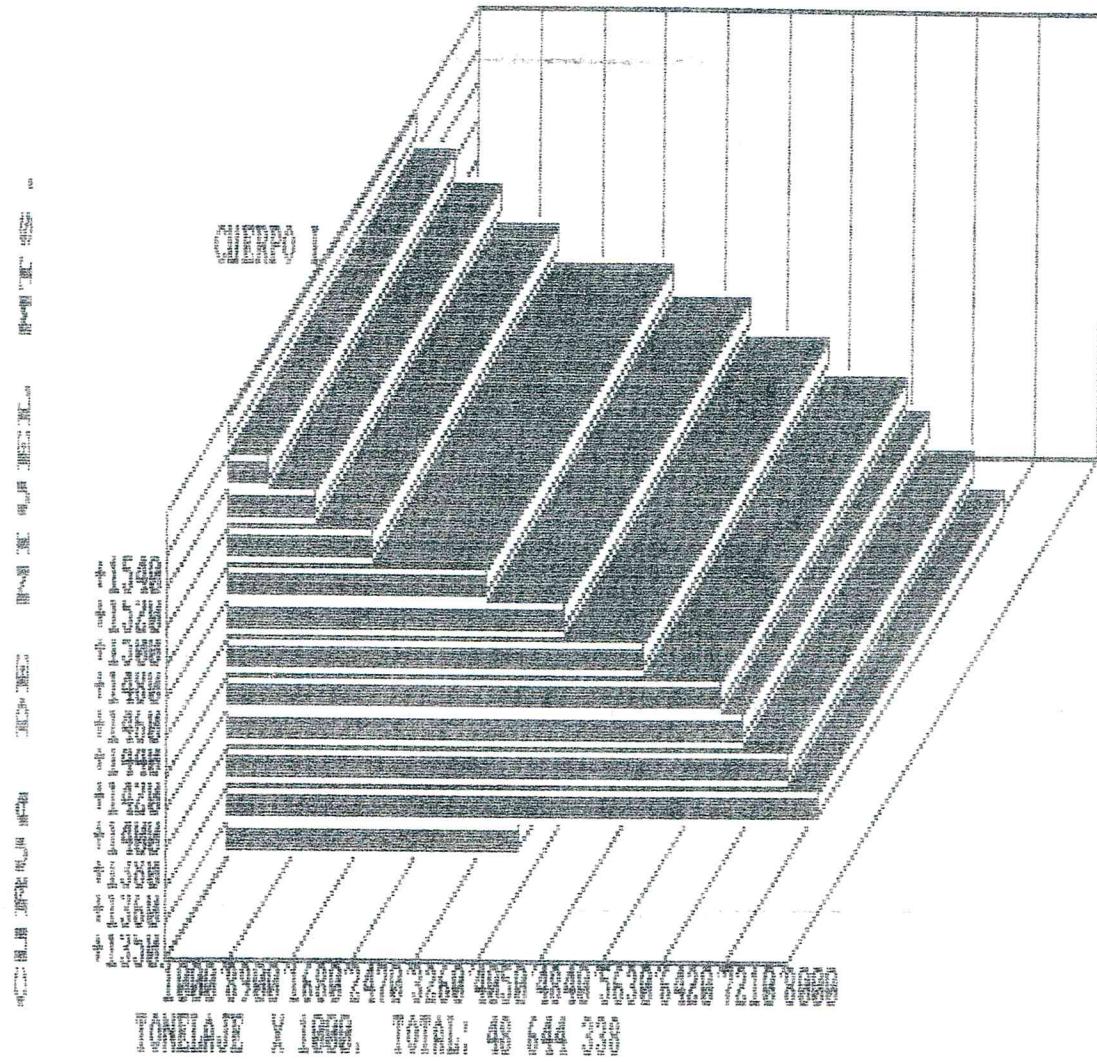
Cuerpo II= 400 610 Tons.

Total de reservas positivas= 851 655 Tons.

Las reservas geológicas se obtuvieron calculando el área contenida por cada dos curvas de nivel, a la que se le agregó el área del nivel inmediato superior, y se multiplicó por el espesor entre las dos curvas de nivel correspondientes (Tabla IX y X, y Figuras 19 y 20), para así obtener el volumen total de cada cuerpo. Este volumen se multiplicó por la densidad media antes mencionada, obteniéndose los siguientes resultados:

Cuerpo I= 48 644 338 Tons.

Cuerpo II= 32 121 550 Tons.



Total de reservas geológicas= 80 765 888 Tons.

TABLA IX

CALCULO DE RESERVAS GEOLOGICAS Y POSITIVAS DEL CUERPO I

CURVA DE NIVEL Mts	AREA Mts ²	ESPE- SOR Mts	AREA A- CUM Mts ²	VOLUMEN Mts ³	RESERVAS Tons
1350-1360	600	10	157 600	1 576 000	3 821 800
1360-1380	8 200	17.5	157 000	3 140 000	7 614 550
1380-1400	11 600	20	148 800	2 976 000	7 216 800
1400-1420	5 800	20	137 200	2 744 000	6 654 200
1420-1440	20 500	20	131 400	2 628 000	6 372 900
1440-1460	20 800	20	100 900	2 218 000	5 378 650
1460-1480	20 200	20	90 100	1 802 000	4 369 850
1480-1500	30 100	20	69 900	1 398 000	3 390 150
1500-1520	15 000	20	39 800	796 000	1 930 300
1520-1540	12 700	20	24 800	496 000	1 202 800
1540-1560	9 200	20	12 100	242 000	586 850
1560-1575	2 900	15	2 900	43 500	105 488
	<hr/>			<hr/>	<hr/>
	157 600			20 059 500	48 644 338

RESERVAS POSITIVAS= Área total x Espesor x Densidad

$$= 157 600 \text{ Mts}^2 \times 1 \text{ Mt} \times 2.425 \text{ Tons/Mts}^3$$

$$= 382 180 \text{ Tons}$$

RESERVAS GEOLOGICAS= Volumen total x Densidad

$$= 20 059 500 \text{ Mts}^3 \times 2.425 \text{ Tons/Mts}^3$$

$$= 48 644 338$$

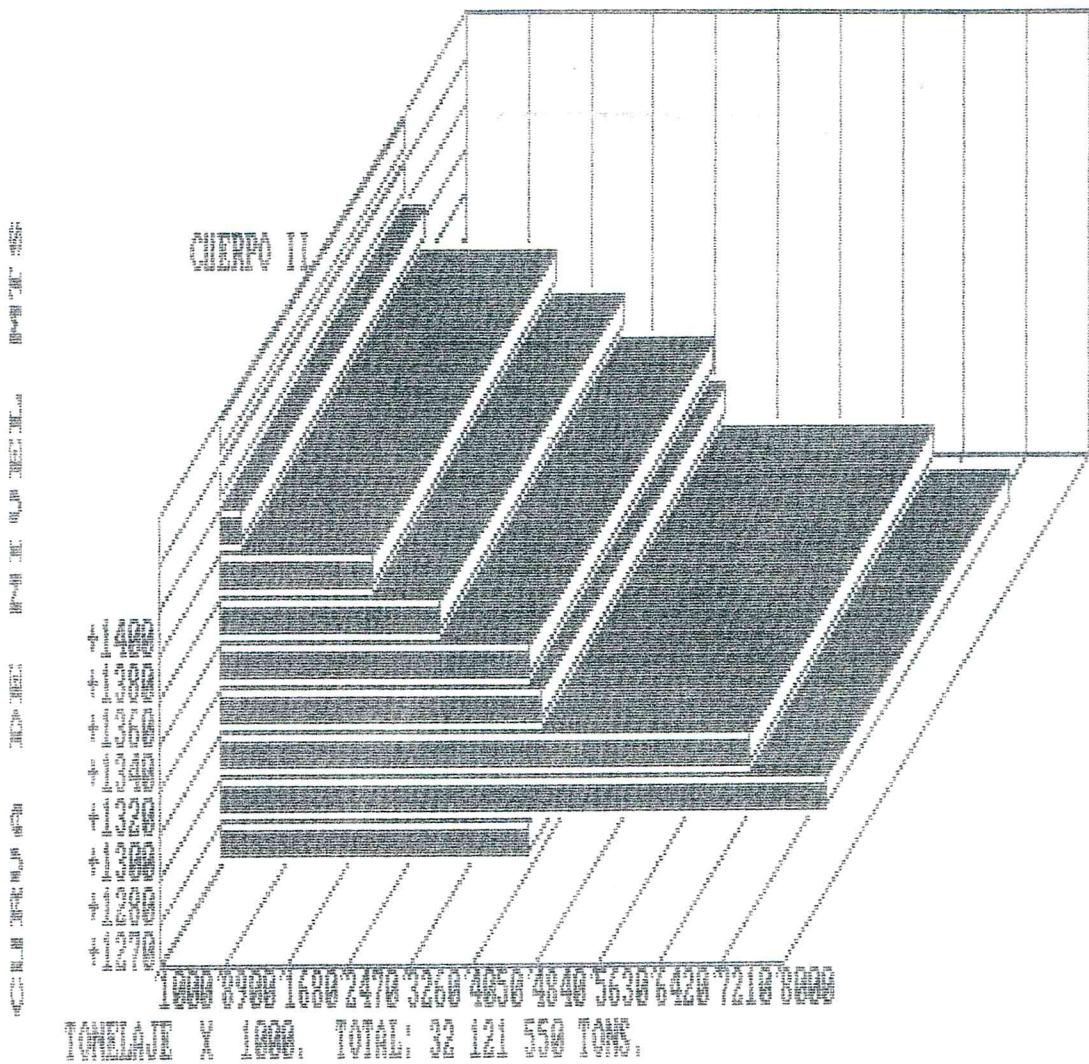


FIGURA 20. RESERVAS GEOLOGICAS DEL CUERPO II

TABLA X

CALCULO DE RESERVAS GEOLOGICAS Y POSITIVAS DEL CUERPO II

CURVA DE NIVEL Mts	AREA Mts ²	ESPE- SOR Mts	AREA A- CUM Mts ²	VOLUMEN Mts ³	RESERVAS Tons
1270-1280	4 700	10	165 200	1 652 000	4 006 100
1280-1300	19 700	20	160 500	3 210 000	7 784 250
1300-1320	25 700	20	140 800	2 816 000	6 828 800
1320-1340	29 500	20	115 100	1 726 500	4 186 762
1340-1360	23 400	20	83 200	1 664 000	4 035 200
1360-1380	18 000	20	59 800	1 196 000	2 900 300
1380-1400	32 100	20	41 800	836 000	2 027 300
1400-1415	9 700	15	9 700	145 500	352 837
	165 200			13 246 000	32 121 550

RESERVAS POSITIVAS= Area total x Espesor x Densidad

$$\begin{aligned}
 &= 165 200 \text{ Mts}^2 \times 1 \text{ Mt} \times 2.425 \text{ Tons/Mt}^3 \\
 &= 400 610 \text{ Tons}
 \end{aligned}$$

RESERVAS GEOLOGICAS= Volumen total x Densidad

$$\begin{aligned}
 &= 13 246 000 \text{ Mts}^3 \times 2.425 \text{ Tons/Mts}^3 \\
 &= 32 121 550 \text{ Tons}
 \end{aligned}$$

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

Agradecemos infinitamente al Dr. Guillermo A. Sáenz Pizá por su sabio asesoramiento y su valiosísimo apoyo.

Gracias al Instituto de Geología de la Universidad Autónoma de México, al personal del Laboratorio de Metalurgia de la Universidad de Sonora y al personal docente y administrativo de la Escuela de Geología de la Universidad de Sonora, por sus atenciones, ayuda y sugerencias.

Estamos muy agradecidos con el Sr. José Ignacio Durazo, por todas las gentilezas que tuvo para con nosotros durante nuestra estancia dentro de los terrenos de su propiedad.

Un agradecimiento muy especial para nuestros compañeros de estudio quienes colaboraron en la superación de las dificultades logísticas encontradas durante el trabajo de campo y de gabinete.

Y en general muchas gracias a todos los individuos que de una u otra manera influyeron en la realización de nuestra tesis.

REFE R E N C I A S

- DUNNISON, F. D., ET AL., 1956, COMPOSITION OF PERLITE, Report of Investigations 5199, U.S., Bureau of Mines, 13 pp.
- Original no consultado citado por Lefond, 1975.
- BARNES, R. E., 1961, PERLITE INDUSTRY, Perlite Institute, Inc., New York.
- BUREAU OF MINES, 1980, PERLITE, A chapter from Minerals, Facts and Problems, Reprinted from Bulletin 67, p. 2.
- CHESTERMAN, Ch. W.,
- 1954, GENESIS OF PERLITE (ABSTRACT), Geological Society of America Bulletin, Vol. 65, No. 12, p. 1336.
 - PERLITE, citado por Lefond, 1975.
- DAMON, P. E.
- et. al., 1981, AGE TRENDS OF IGNEOUS ACTIVITY IN RELATION TO METALLOGENESIS IN THE SOUTHERN CORDILLERA, A. G. S. Tectonics,
 - and BIKERMAN, M., 1964, POTASSIUM - ARGON DATING OF POST-LARAMIDE PLUTONIC AND VOLCANIC ROCKS WITHIN THE BASIN AND RANGE PROVINCE SOUTHEASTERN ARIZONA AND ADJACENT AREAS, Arizona Geological Society Digest, v. 7, pp. 63 - 78, Original no consultado citado por Damon et. al., 1981.
 - V. OTROS, 1964, K-AR DATING OF LARAMIDE PLUTONIC AND VOLCANIC ROCKS WITHIN THE BASIN AND RANGE PROVINCE OF

SOUTHEASTERN ARIZONA Y SONORA. 12th International
Geological Congress, India, part 3, proc. of section
3, pp. 45 - 55. Original no consultado citado por
Damon et al., 1981.

GUILLEN B., R., ESTUDIO METALURGICO PARA DETERMINAR EL INDICE DE
EXPANSION DE UN MINERAL DE PERLITA PROCEDENTE DE LA MINA
"BAUCARIT", Comisión de Fomento Minero, Inédito.

HYNDMAN, D.W., 1972, PETROLOGY OF IGNEOUS AND METAMORPHIC ROCKS,
McGraw - Hill Book Co., pp. 397 - 403.

JMLAY, R.W., 1939, PALEOGRAPHIC STUDIES IN NORTHEASTERN SONORA,
Geol. Soc. of Am. Bull., v. 50, pp. 1723 - 1744,
Original no consultado citado por Moran, 1984.

KING, R.E., 1939, GEOLOGICAL RECONNAISSANCE IN NORTHERN SERRA
MADRE OCCIDENTAL OF MEXICO, Geol. Soc. of Am. Bull., v.
50, pp. 1625 - 1722. original no consultado citado por

Moran 1984.

KRAMER, L.A., 1976, THE AGE OF BASIN AND RANGE FAULTING IN
ARIZONA, Arizona Geological Society Digest, Volumen X,
March 1976.

LAGARDA L., I., 1983, EVALUACION GEOLOGICO - ECONOMICA DE LOS
DEPOSITOS DE PERLITA EN LA SERRA DE SANTA URSULA,
GUAYMAS, SONORA, Tesis profesional, Universidad de
Sonora,

LEFOND, G.J., 1975, INDUSTRIAL MINERALS AND ROCKS, 4th. Edition,

Mujer Santa, pp. 327-334.

WEISINGER, A. C.

- 1980, PERLITE, Bureau of Mines, Reprint from Bulletin

671, Mineral Facts and Problems.

- 1985, PERLITE, A chapter from Mineral Facts and

Problems, Bureau of Mines, Department of Interior.

MORAN Z., D. J., 1984, GEOLOGIA DE LA REPUBLICA MEXICANA, UNAM E
INEGI, Mexico, pp. 22-30.

MULCHAY, R. B., Y VELASCO, J. R., 1954, SEDIMENTARY ROCKS AT
CANANEA, SONORA, MEXICO, WITH THE SECTIONS AT BISBEE AND
SWISSELMOUNTAIN, ARIZONA. AIME Tr. v. 199, pp. 628 -
632, Original no consultado citado por Morán, 1984.

PETTICOHN, F. J., 1957, SEDIMENTARY ROCKS, second edition,
Harrer and Brothers, N.Y., pp. 279 - 280, 351 - 352.

PETTIFER, L., 1981, PERLITE-DIVERSIFICATION THE KEY TO OVERALL
EXPANSION, Industrial Minerals, December 1981, pp. 65 -
75.

RAISZ, E., 1964, LANDFORMS OF MEXICO. Original no consultado
citado por Roldán Quintana, 1979.

RANGIN, C., 1978, CONSIDERACIONES SOBRE LA EVOLUCION GEOLOGICA DE
LA PARTE SEPTENTRIONAL DEL ESTADO DE SONORA. Libreto
guia del primer simposio sobre la Geología y potencial
minero del Estado de Sonora, Hermosillo, Sonora.

Instituto de Geología de la UNAM, pp. 35 - 56.

ROLDÁN QUINTANA, J., 1979, GEOLOGÍA Y YACIMIENTOS MINERALES DEL DISTRITO DE SAN FELIPE, SONORA, UNAM, Inst. Geología, Revista, vol. 3, núm. 2, pp. 97 - 115.

ROSS, G.S. & Smith, R.L., 1955, WATER AND OTHER VOLATILES IN VOLCANIC GLASSES, American Mineralogist, Vol. 40, Nos. 11, 12, Nov.-Dec., pp. 1076-1089. Original no consultado citado por Lefond, 1975.

SPP, 1972, ATLAS DEL MEDIO FÍSICO.

TALIAFERRO, N., 1933, AN OCCURRENCE OF UPPER CRETACEOUS SEDIMENTS IN NORTHERN SONORA, MEXICO, Jour. Geol. XLII (1), pp. 12 - 37, Original no consultado citado por Morán, 1984.

VALENTINE, W.S., 1936, GEOLOGY OF THE CANANEA MOUNTAINS, SONORA, MEXICO, Geol. Soc. of Am., Bull., v. 47, pp. 53 - 86. Original no consultado citado por Morán, 1984.

WILLIAMS, M. & Mc Birney, A., 1979, VOLCANOLOGY, Freeman, Cooper & Co., San Francisco.

L I S T A D E F I G U R A S

FIGURA

PAGINA:

1.- Plano de localización	4
2.- Provincia Basin and Range	7
3.- Usos de la perlita expandida	16
4.- Diagrama de flujo de una planta de producción de perlita expandida, horno vertical	22
5.- Precios de la perlita expandida tanto actuales como basados en dólares constantes de 1983	24
6.- Yacimientos de perlita en el Estado de Sonora ...	26
7.- Fotomicrografía de andesita (25 X, LP)	33
8.- Fotomicrografía de toba litica riolitica (25 X, LP)	35
9.- Fotomicrografía de vitrificado (25 X, LP)	36
10.- Fotomicrografía de ignimbrita (25 X, LN)	37
11.- Fotomicrografía de perlita (25 X, LN)	39
12.- Fotomicrografía de basalto (25 X, LN)	41
13.- Fotomicrografía de aglomerado (25X, LP)	43
14.- Plano geológico-topográfico-estructural del área de Babidanchi, Municipio de Huachinera, Sonora ... anexo	
15.- Cobertura superficial sobre el área por tipo de roca	46
16.- Sección geológica del área de Babidanchi, Municipio de Huachinera, Sonora	anexa
17.- Cuerpos de Perlita en el área de estudio	48
18.- Localización del área de estudio en un modelo geotectónico	50

19.- Reservas geológicas del Cuerpo I	53
20.- Reservas geológicas del Cuerpo II	55

L I S T A D E T A B L A S

TABLA

PAGINA:

I.- Composición química general de la perlita	12
II.- Especificaciones según aplicaciones de la perlita	17
III.- Porciento retenido de perlita en cada malla por volumen para uso en emplastes	18
IV.- Porciento retenido de perlita en cada malla por volumen para uso en concretos aislantes	19
V.- Porciento retenido de volumen acumulativo de perlita para uso en horticultura	20
VI.- Comparación de análisis químicos de algunos cuerpos perliticos en el Estado de Sonora y USA ..	27
VII.- Índices de expansión de algunos yacimientos de perlita en el Estado de Sonora	28
VIII.- Reservas de algunos yacimientos de perlita del Estado de Sonora	28
IX.- Cálculo de reservas geológicas y positivas del Cuerpo I	54
X.- Cálculo de reservas geológicas y positivas del Cuerpo II	56

INDO AL NORTE
60°.

EXPLICACION

NE



diluvio; Mezcla inconsolidada de grava, arena, limo y arcilla.



aglomerado, Bien consolidado con fragmentos de andesita, rojizo, basalto, basalto y rocas piroclásticas.



basalto; Vesicular - amigdolarial



perita, Como parte de la unidad riolítica.



andesita; Con variaciones locales a andesita basáltica.



Discordancia
Fallas interidas.

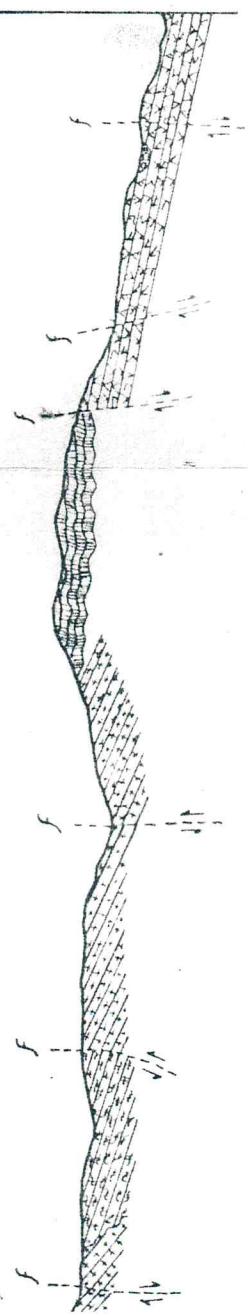


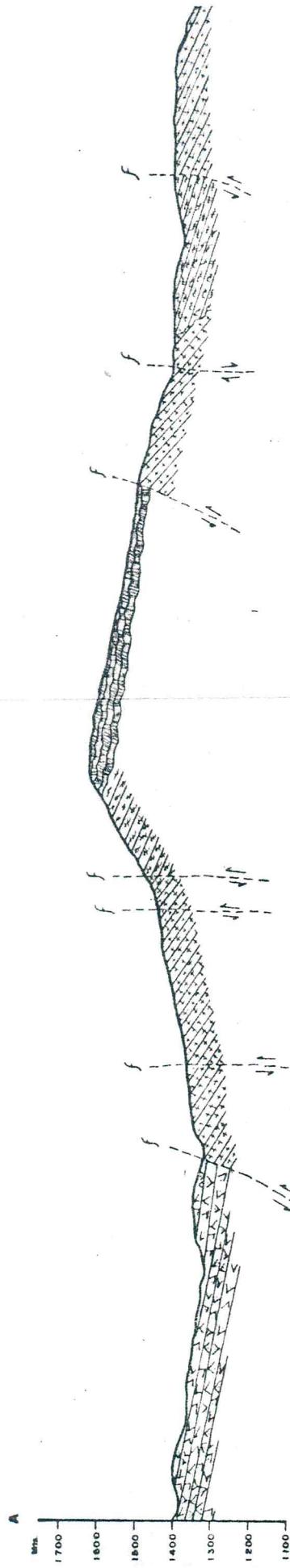
FIGURA 14
UNIVERSIDAD DE SONORA.
ESCUELA DE GEOLOGIA

SECCION GEOLOGICA
EA DE BABIDANCHI, MUNICIPIO DE HUACHINERA, SONORA.

ESCALA 1:6,130	SEPTIEMBRE 1966	ZALMAZIN H. S.A. REILES M.
----------------	-----------------	-------------------------------

SW

VIENDO AL NORTE
60°



SECCION GEOLOGICA A-A' DEL AREA DE BABIDANCHI, MUN

EXPLICACION

ROCAS SEDIMENTARIAS.

Qal

aluvión:
Mezcla inconsolidada de grava, arena, limo y arcilla.

ROCAS VOLCANO-SEDIMENTARIAS.

Togi

aglomerado:
Bien consolidado con fragmentos de andesita, riolita, basalto y rocas piroclásticas.

Discordancia

ROCAS IGNEAS.

Tba

bosollo;
vesicular - amigdaloidal.

Discordancia

riolito-perlite

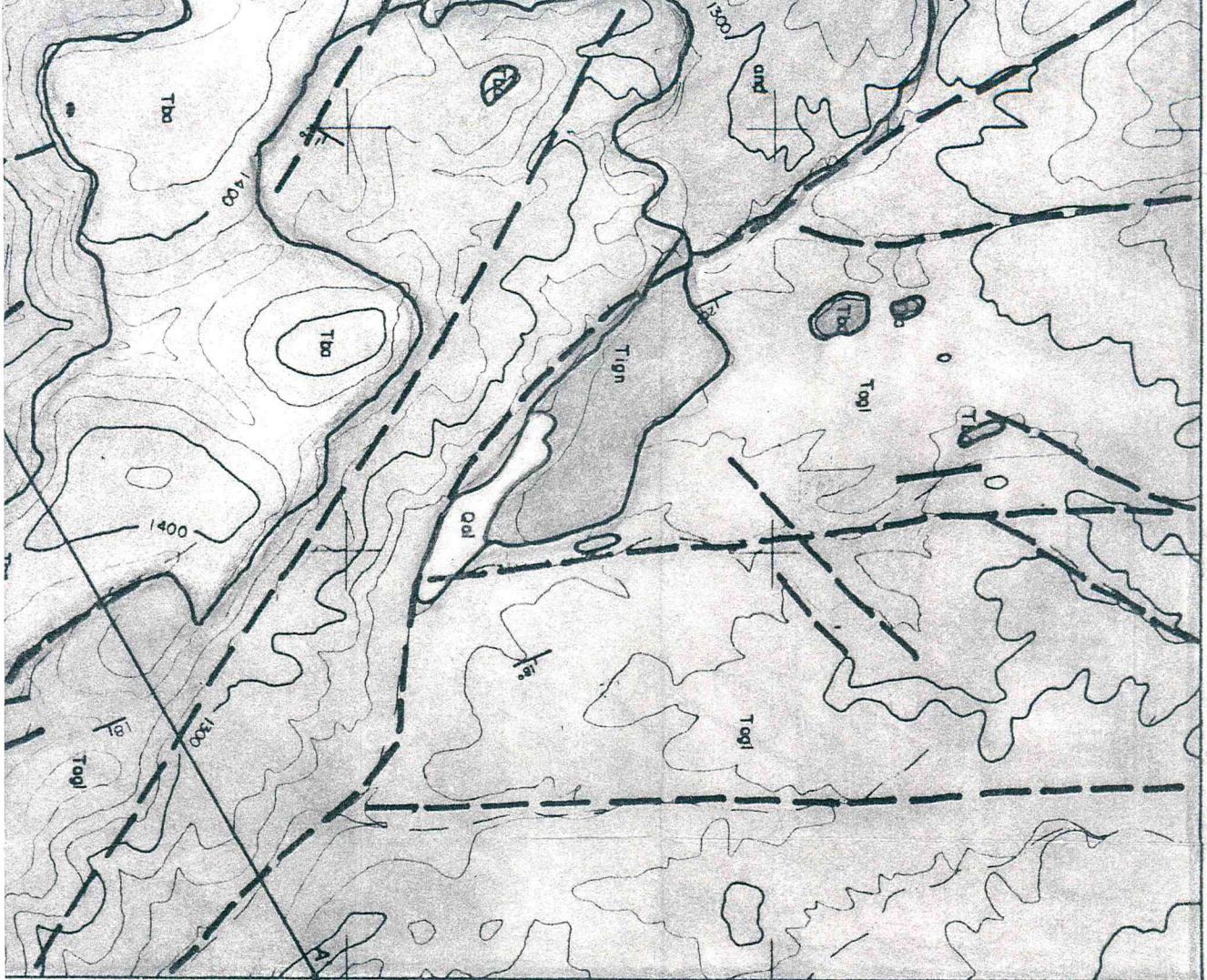
Tign

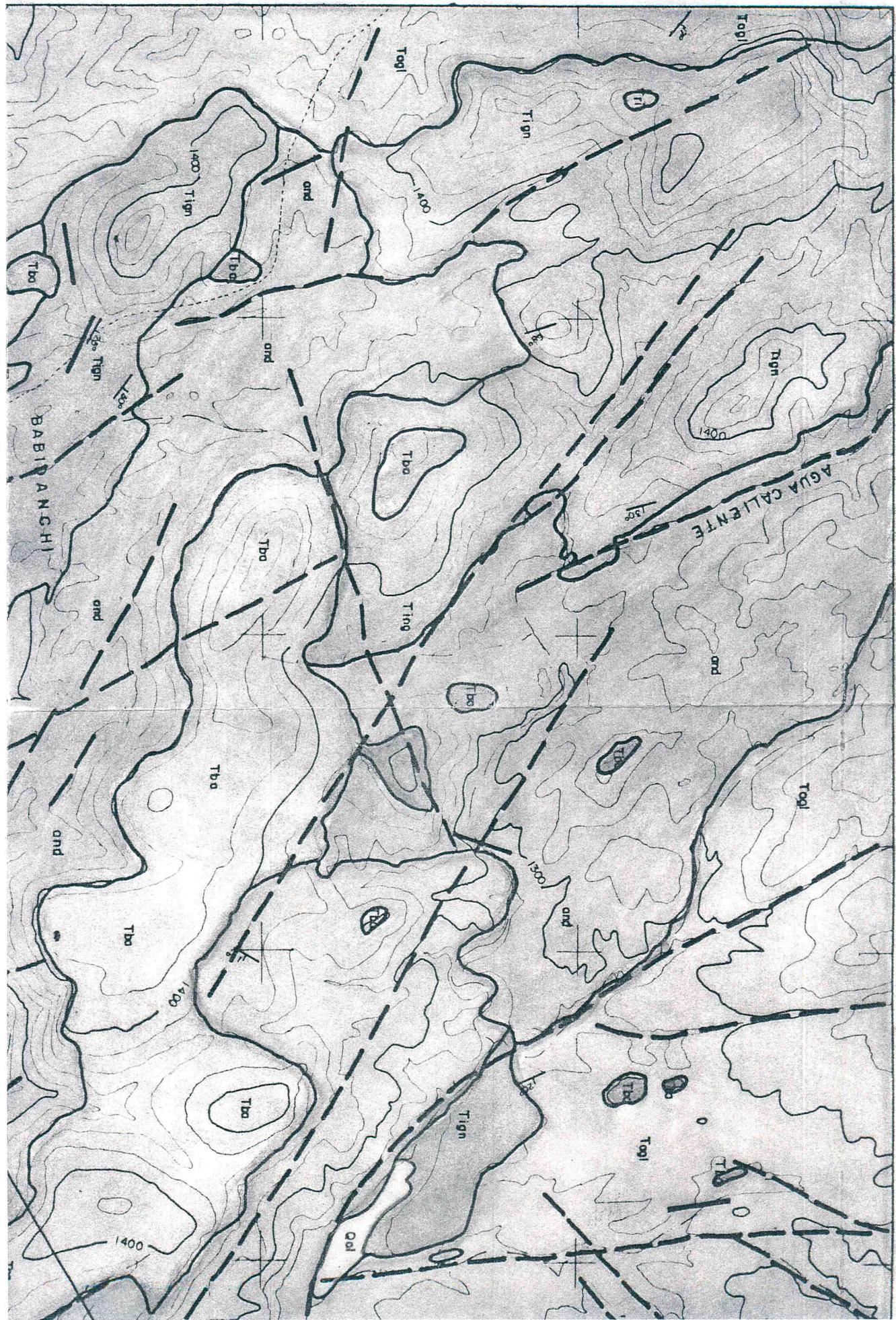
unidad piroclástica;
limnolita, vitrofílico, toba ítico.

Discordancia

andesita

and







Tpa
Tri

Riolito-perlite

unidad piroclástica;
lignimbrita, vitrofóido, tefita ístico.

Tig

Discordancia

ond

andesita.
Con variaciones a andesita basáltica.

SIMBOLOGIA



CONTACTO GEOLOGICO, CONTACTO TRANSICIONAL.



FALLA O FRACURA.



FALLA O FRACURA INFERIDA.



RUMBO Y ECHADO DE AFLORAMIENTO.



CURVA DE NIVEL INTERMEDIA.



RIO O ARROYO



CRUCE DE COORDENADAS



CAMINO



RANCHO

SECCION GEOLÓGICA

FIGURA 14

UNIVERSIDAD DE SONORA
ESCUELA DE GEOLÓGIA

PLANO GEOLÓGICO TOPOGRÁFICO
DEL ÁREA DE BABIDANCHI, MPIO.
DE HUACHINERA, SONORA
MÉXICO

0 100 200 300 400 500m

ESCALA 1:16,130	SEPTIEMBRE 1986	O. ALMAZAN H. S. TRELLAS M.
--------------------	-----------------	--------------------------------

