

Dirección General de Estudios  
de Post-Grado  
U. A. N. L.

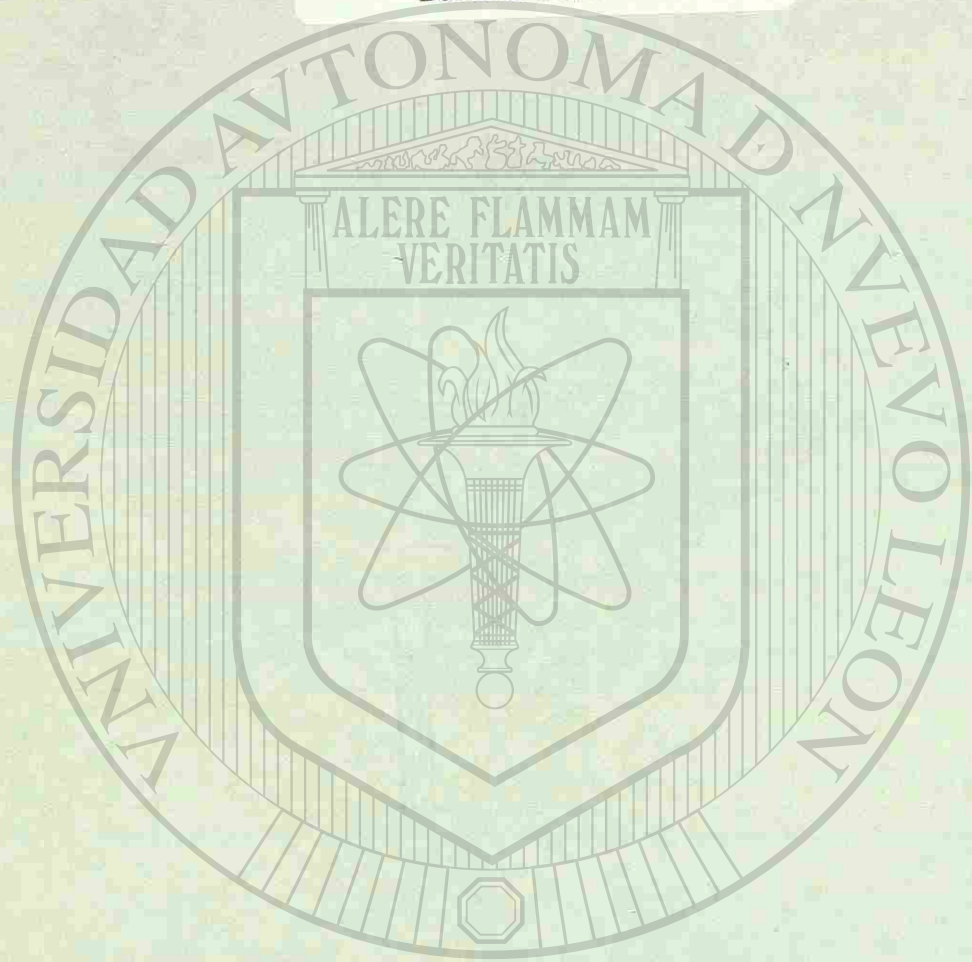
PREMIO DE INVESTIGACION 1985

*CORRELACION FISICO - QUIMICA ENTRE LOS  
ACUIFEROS CALIZO Y GRANULAR DE BUSTAMANTE N. L.*

CORRIELACION FISICO - QUIMICA ENTRE LOS  
ACUÍFEROS CAJIZO Y GERANUJILAR DE BUSTAMANTE N. L.



GB 1 1 99  
. 4  
. B 8  
A 3 4



U A N L

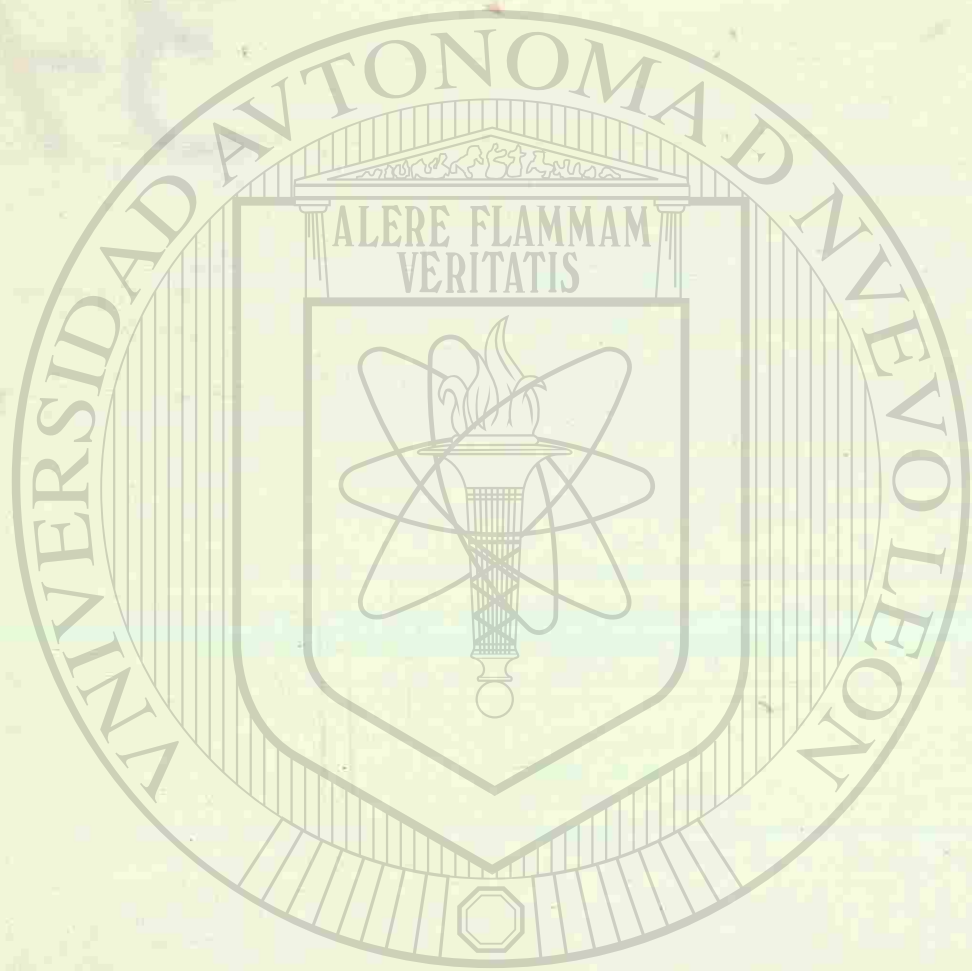
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

37

®

m



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

37

" CORRELACION FISICO-QUIMICA ENTRE LOS ACUIFEROS  
CALIZO Y GRANULAR DE BUSTAMANTE, N.L. "

LIC. VICTOR M. AGUILERA REYES.  
ING. BENITO MUÑOZ HERNANDEZ.  
ING. RICARDO SALGADO GUTIERREZ.



FONDO  
GENERAL



981930

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

FE



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

37

I	INTRODUCCION	1
II	" CORRELACION FISICO-QUIMICA ENTRE LOS ACUIFEROS CALIZO Y GRANULAR DE BUSTAMANTE, N.L. "	3
III	ESTADISTICA	8
IV	ESTADISTICA	18
V	ESTADISTICA	29
VI	ESTADISTICA	32
VII	ESTADISTICA	48
VIII	ESTADISTICA	60
IX	ESTADISTICA	63

U A N L

LIC. VICTOR M. AGUILERA REYES

ING. BENITO MUÑOZ HERNANDEZ.

ING. RICARDO SALGADO GUTIERREZ.®

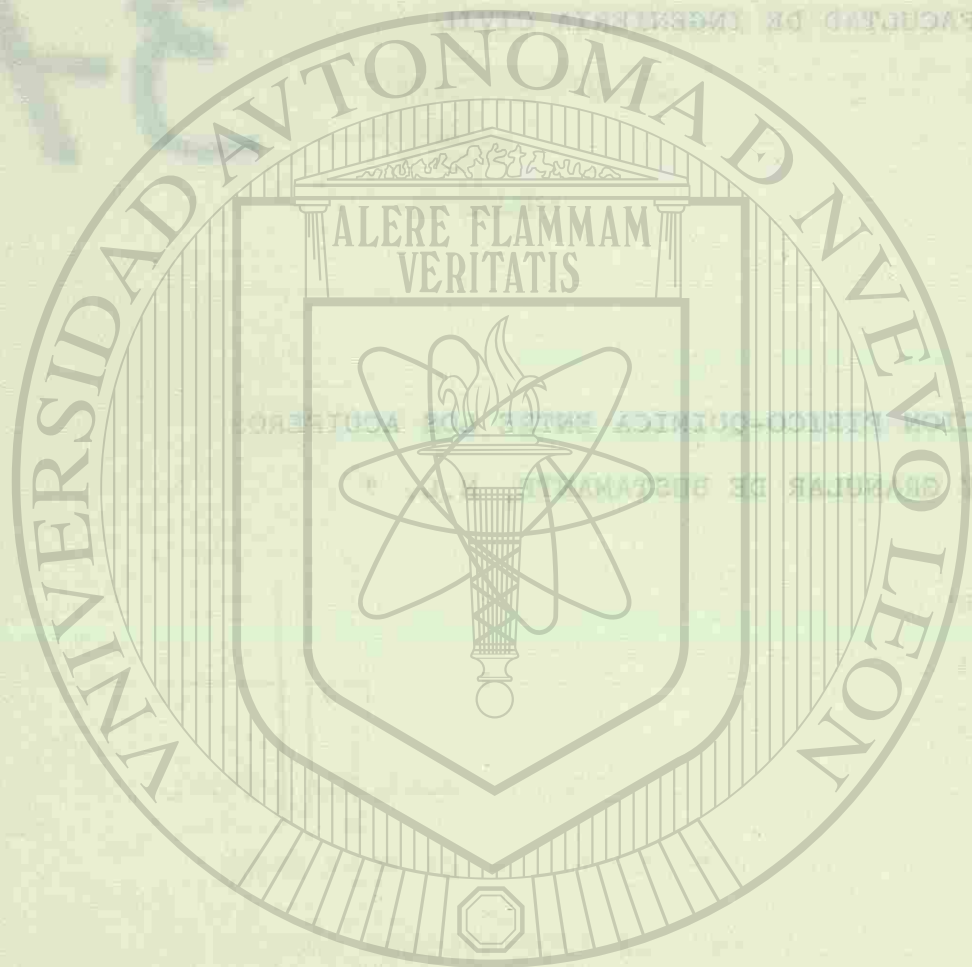
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO UNIVERSITARIO

8-II-05  
Mario

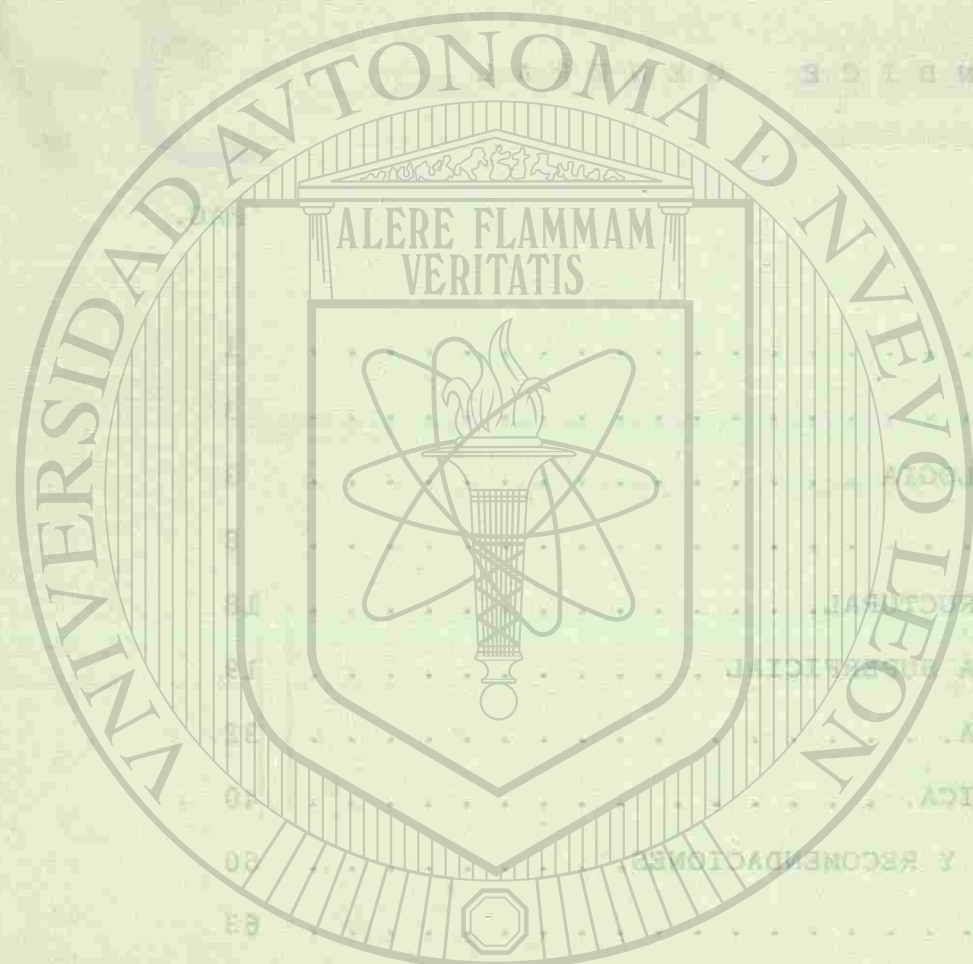


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DE FIGURAS

	PAG.
1.- PLANO DE LOCALIZACION GENERAL.	2
2.- PLANO GEOLOGICO.	5
3.- PLANO TOPOGRAFICO.	7
4.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA.	9
INDICE GENERAL	
5.- TABLA DE COEFICIENTES DE PERMEABILIDAD.	17
6.- HIDROGEOLOGIA SUPERFICIAL.	20
7a.- DIAGRAMA DE TEMPERATURAS PROMEDIO MENSUALES EN LAS ESTACIONES VALLECILLO Y LA POZA.	22
7b.- DIAGRAMA DE TEMPERATURAS PROMEDIO MENSUALES EN LAS ESTACIONES CANDELA, MYRA Y BUSTAMANTE.	23
I.- INTRODUCCION.	1
II.- FISIOGRAFIA.	3
III.- HISTORIA GEOLOGIA.	3
IV.- ESTADIGRAFIA.	8
V.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL.	18
VI.- HIDROGEOLOGIA SUPERFICIAL.	19
VII.- HIDROGEOLOGIA.	32
VIII.- HIDROGEOQUIMICA.	40
IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	60
X.- BIBLIOGRAFIA.	63
15.- RELACION $(Na+K)/Ca$ .	45
16.- INDICE DE CAMBIO DE BASE.	47
18.- DIAGRAMA LOGARITMICO ZONA A.	49
19.- DIAGRAMA LOGARITMICO ZONA B.	50
20.- PLANO DE ISOMETAS.	51
21.- DIAGRAMA LOGARITMICO ZONA C.	53
22.- PLANO DE CONCENTRACIONES DE BICARBONATO DE HCO <sub>3</sub> .	55
23.- DIAGRAMA LOGARITMICO ZONA DE MEZCLA.	55
24.- TABLA DE PERMEABILIDAD.	57



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

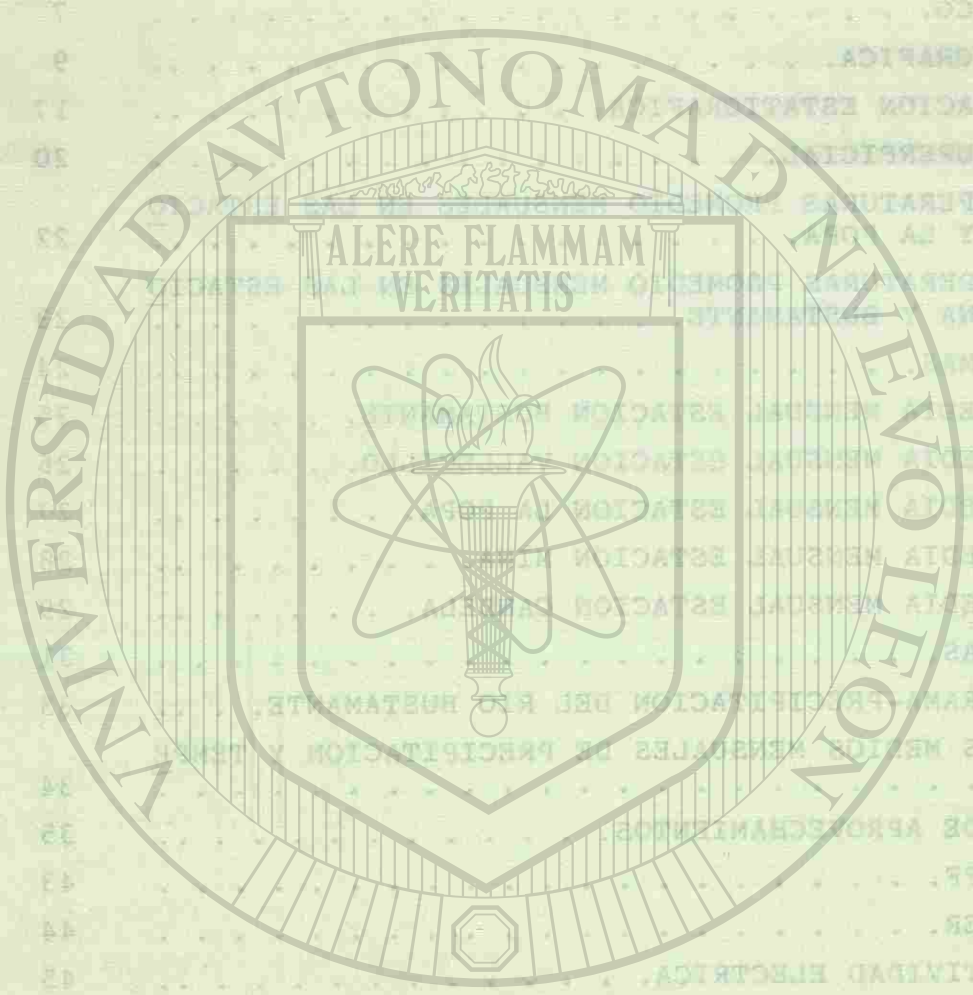
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DE FIGURAS

	PAG.
1.- PLANO DE LOCALIZACION GENERAL. . . . .	2
2.- PLANO GEOLOGICO. . . . .	6
3.- PLANO TOPOGRAFICO. . . . .	7
4.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA. . . . .	9
5.- TABLA DE CORRELACION ESTATIGRAFICA. . . . .	17
6.- HIDROGEOLOGIA SUPERFICIAL. . . . .	20
7a- DIAGRAMA DE TEMPERATURAS PROMEDIO MENSUALES EN LAS ESTACIONES VALLECILLO Y LA POPA. . . . .	22
7b- DIAGRAMA DE TEMPERATURAS PROMEDIO MENSUALES EN LAS ESTACIONES CANDELA, MINA Y BUSTAMANTE. . . . .	23
8.- PLANO DE ISOTERMAS. . . . .	24
9a- PRECIPITACION MEDIA MENSUAL ESTACION BUSTAMANTE. . . . .	25
9b- PRECIPITACION MEDIA MENSUAL ESTACION VALLECILLO. . . . .	26
9c- PRECIPITACION MEDIA MENSUAL ESTACION LA POPA. . . . .	27
9d- PRECIPITACION MEDIA MENSUAL ESTACION MINA. . . . .	28
9e- PRECIPITACION MEDIA MENSUAL ESTACION CANDELA. . . . .	29
10.- PLANO DE ISOYETAS. . . . .	31
11.- RELACION HIDROGRAMA-PRECIPITACION DEL RIO BUSTAMANTE. . . . .	33
11a- TABLA DE VALORES MEDIOS MENSUALES DE PRECIPITACION Y TEMPERATURAS. . . . .	34
12.- TABLA DE CENSO DE APROVECHAMIENTOS. . . . .	35
13.- DIAGRAMA DE STIFF. . . . .	43
14.- DIAGRAMA DE PIPER. . . . .	44
15.- PLANO DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA. . . . .	45
16.- RELACION $r(Na+K)/rCa$ . . . . .	46
17.- INDICE DE CAMBIO DE BASE. . . . .	47
18.- DIAGRAMA LOGARITMICO ZONA A. . . . .	49
19.- DIAGRAMA DE PIPER ZONA C. . . . .	50
20.- DIAGRAMA LOGARITMICO ZONA C. . . . .	51
21.- DIAGRAMA LOGARITMICO ZONA B. . . . .	53
22.- PLANO DE CONCENTRACIONES DE BICARBONATOS $HCO_3$ . . . . .	54
23.- DIAGRAMA LOGARITMICO ZONA DE MEZCLA. . . . .	55
24.- TABLA DE CLASIFICACION CHASE-PALMER. . . . .	57

de Bustamante, estableciéndose que el primero recarga al segundo mientras que el acuífero del valle de Santa, no representa correlación alguna.

PAG.  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6  
 7  
 8  
 9  
 10  
 11  
 12  
 13  
 14  
 15  
 16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22  
 23  
 24  
 25  
 26  
 27  
 28  
 29  
 30  
 31  
 32  
 33  
 34  
 35  
 36  
 37  
 38  
 39  
 40  
 41  
 42  
 43  
 44  
 45  
 46  
 47  
 48  
 49  
 50  
 51  
 52  
 53  
 54  
 55  
 56  
 57



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

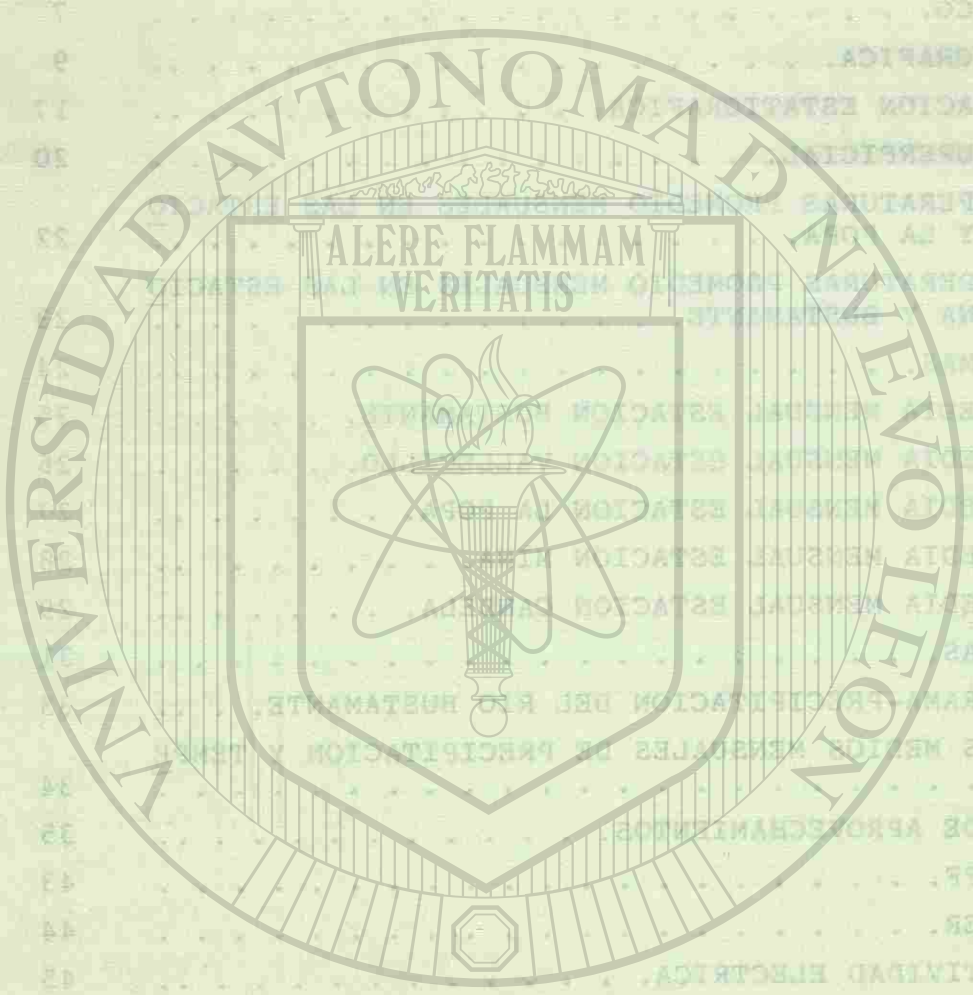
PLANO I. INTRODUCCION. IZACION GENERAL

El área estudiada se localiza a unos 90 Km. al Norte de la -- Ciudad de Monterrey, N.L. en el municipio de Bustamante, N.L. e -- incluye su casco, teniendo como centro las coordenadas geográficas 22º 32' de latitud Norte y 100º30' de longitud Oeste (Fig.1), -- cubriéndose una superficie de unos 700 Km². en la que afloran las Formaciones Austin y Eagle Ford del Cretácico Superior y Washita, -- Kimiachi, Aurora, La Peña y Cupido del Cretácico Inferior en la -- Sierra de Gomas y Aluvión en los valles de ambos lados. Las forma- ciones de Caliza Aurora y Cupido presentan el fenómeno Cárstico, -- siendo la expresión más importante las llamadas Grutas de Bustaman te, cuya entrada está en el lado Este de la Sierra, a una eleva--- ción sobre el valle de unos 700 m. A la altura de la población de Bustamante, la Sierra es cortada por el cañón del mismo nombre, en el cual brotan numerosos manantiales, midiéndose un gasto total -- medio anual superficial a la salida del cañón de 280 l.p.s., los -- cuáles forman el río Bustamante, que corre en dirección al Este, -- cambiando su rumbo al Sureste en los límites del área de estudio. En época de lluvia, este río se ve aportado por una corriente de -- tipo efímera, proveniente del valle que se encuentra al Oeste de -- la Sierra ; esta aportación hace pensar que fuera de la época de -- lluvia, los manantiales pueden ser una manifestación del agua sub- terránea que proviene del acuífero granular del lado Oeste.

El objetivo de este estudio ha sido determinar, cualitativa- mente, las características geohidrológicas del área, encontrando una correlación geoquímica entre las aguas del acuífero calizo -- que se manifiesta en la Sierra de Gomas y las del acuífero granu- lar del lado Este de la Sierra, en dónde se localiza la población de Bustamante, estableciéndose que el primero recarga al segundo mientras que el acuífero del valle Oeste, no representa correla- ción alguna.



PAG.  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6  
 7  
 8  
 9  
 10  
 11  
 12  
 13  
 14  
 15  
 16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22  
 23  
 24  
 25  
 26  
 27  
 28  
 29  
 30  
 31  
 32  
 33  
 34  
 35  
 36  
 37  
 38  
 39  
 40  
 41  
 42  
 43  
 44  
 45  
 46  
 47  
 48  
 49  
 50  
 51  
 52  
 53  
 54  
 55  
 56  
 57

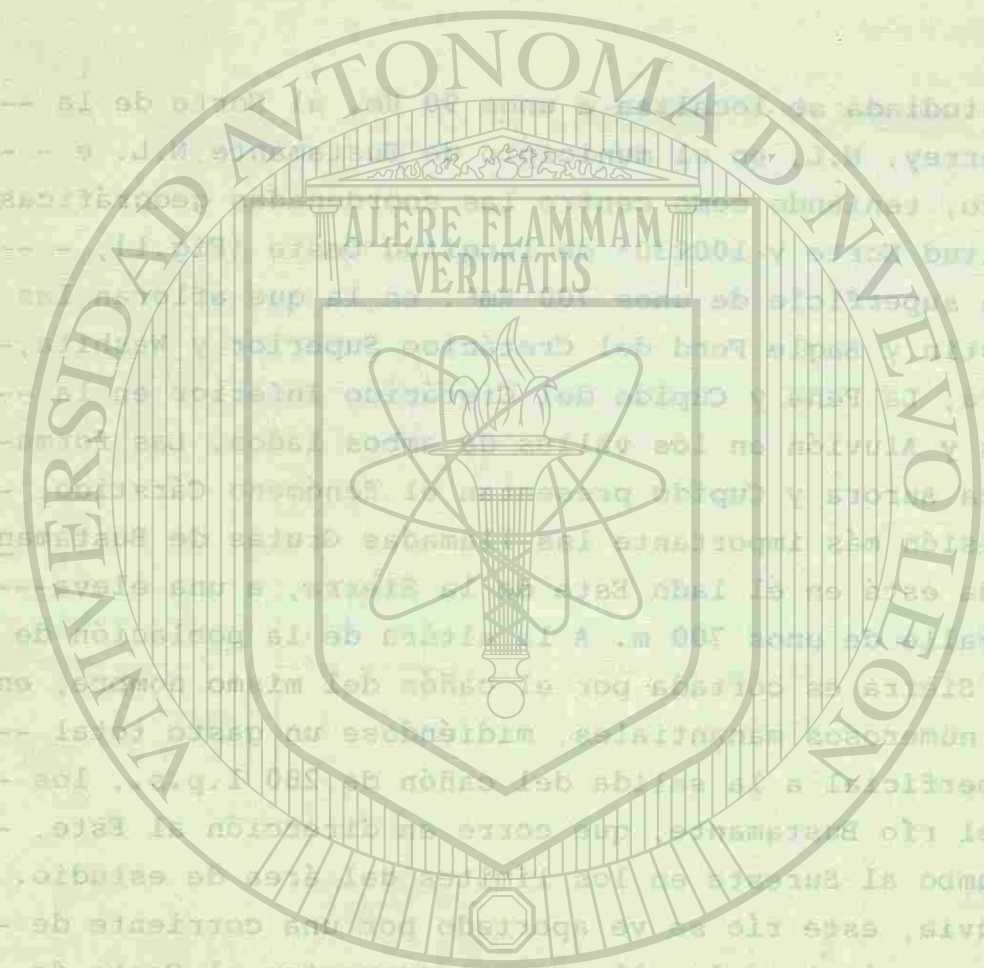


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PLANO I. INTRODUCCION. IZACION GENERAL

El área estudiada se localiza a unos 90 Km. al Norte de la -- Ciudad de Monterrey, N.L. en el municipio de Bustamante, N.L. e -- incluye su casco, teniendo como centro las coordenadas geográficas 22º 32' de latitud Norte y 100º30' de longitud Oeste (Fig.1), -- cubriéndose una superficie de unos 700 Km². en la que afloran las Formaciones Austin y Eagle Ford del Cretácico Superior y Washita, -- Kimiachi, Aurora, La Peña y Cupido del Cretácico Inferior en la -- Sierra de Gomas y Aluvión en los valles de ambos lados. Las forma- ciones de Caliza Aurora y Cupido presentan el fenómeno Cárstico, -- siendo la expresión más importante las llamadas Grutas de Bustaman te, cuya entrada está en el lado Este de la Sierra, a una eleva--- ción sobre el valle de unos 700 m. A la altura de la población de Bustamante, la Sierra es cortada por el cañón del mismo nombre, en el cual brotan numerosos manantiales, midiéndose un gasto total -- medio anual superficial a la salida del cañón de 280 l.p.s., los -- cuáles forman el río Bustamante, que corre en dirección al Este, -- cambiando su rumbo al Sureste en los límites del área de estudio. En época de lluvia, este río se ve aportado por una corriente de -- tipo efímera, proveniente del valle que se encuentra al Oeste de -- la Sierra ; esta aportación hace pensar que fuera de la época de -- lluvia, los manantiales pueden ser una manifestación del agua sub- terránea que proviene del acuífero granular del lado Oeste.

El objetivo de este estudio ha sido determinar, cualitativa- mente, las características geohidrológicas del área, encontrando una correlación geoquímica entre las aguas del acuífero calizo -- que se manifiesta en la Sierra de Gomas y las del acuífero granu- lar del lado Este de la Sierra, en dónde se localiza la población de Bustamante, estableciéndose que el primero recarga al segundo mientras que el acuífero del valle Oeste, no representa correla- ción alguna.



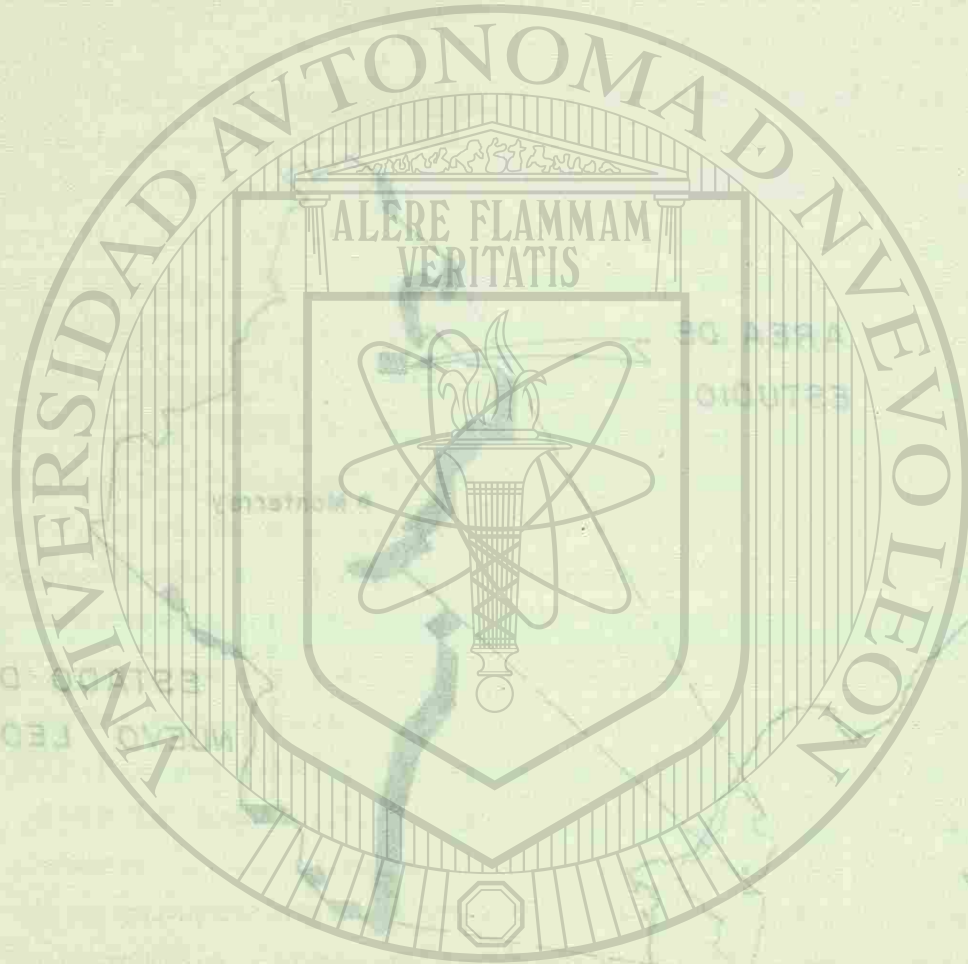
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### PLANO DE LOCALIZACION GENERAL



Figura No. 1



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

II. FISIOGRAFIA

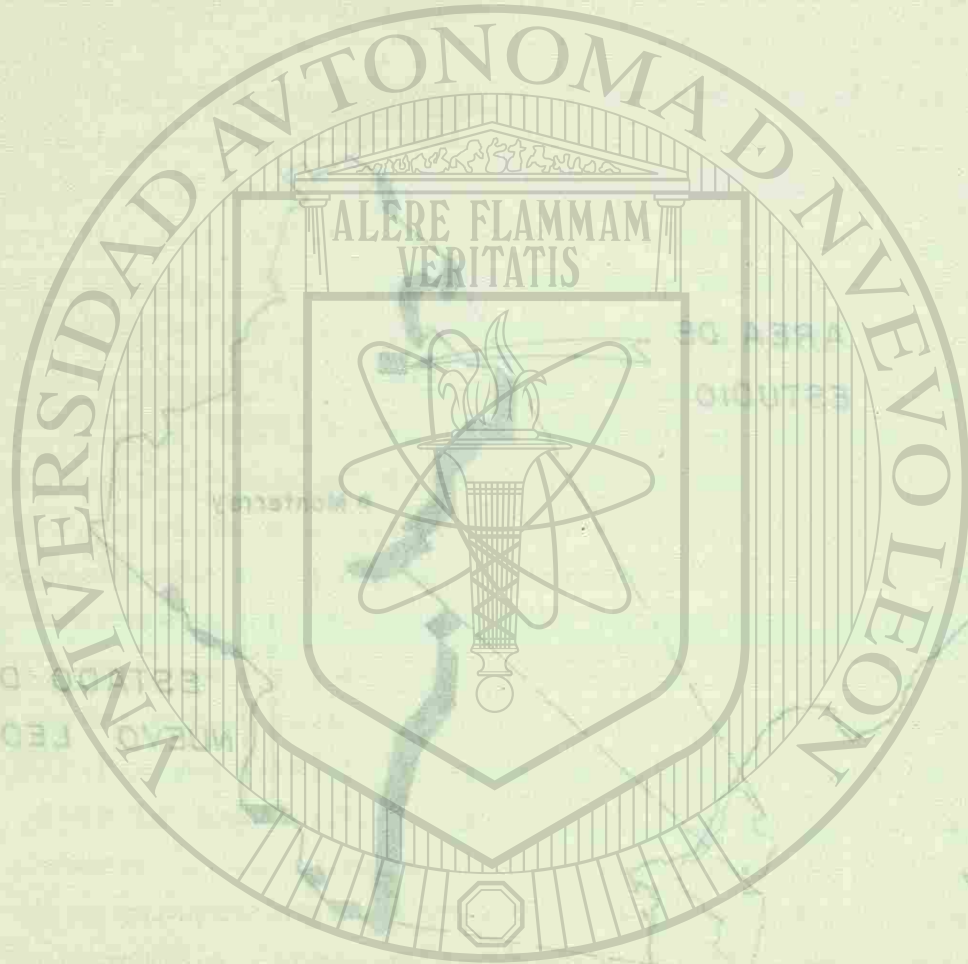
El área estudiada pertenece, según Manuel López Jr., a la Zona Oriental de la Subprovincia de la Cuenca del Bravo de la Provincia - Llanura Costera del Golfo de México, constituida por calizas, lutitas, arcillas y algunas areniscas del Cretácico Superior, con echados más o menos suaves que hacen una topografía ondulante, formando amplios valles, con zonas de montañas en las que predominan las calizas, con desniveles de orden de mil metros.

III. HISTORIA GEOLOGICA

Poco se conoce de los hechos estratigráficos y tectónicos que ocurrieron en la región en épocas anteriores al Jurásico Superior.

Seguramente los mares tuvieron una amplia distribución al final del Paleozoico y principios del Mesozoico, por la cantidad de afloramientos diseminados en el Norte del país de edad Permo-Triásica, pero la mayor parte de estas evidencias fueron borradas por la orogenia regional de fines del Triásico, probablemente todo el Noreste de México estuvo formando partes positivas, sujetas a erosión durante el Triásico y el Jurásico Inferior y Medio.

A principios de Jurásico Superior, las aguas marinas penetraron en los sitios del Geosinclinal Mexicano y el Golfo de Sabinas, después se extendieron rápidamente al Noroeste, Norte y Noreste, siendo parcialmente restringidas por los movimientos ascendentes de las masas continentales de esa época, de modo que se desarrollaron condiciones lagunares semicerradas, dando lugar a depósitos evaporíticos que se infiere, son la base de las serranías de la región (Formación Minas Viejas), seguida por una serie transgresión-regresión-transgresión que originó los depósitos de la Formación Zuloaga, regida por el marco Paleográfico de esa época (Península de Tamaulipas y Península de Coahuila).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### II. FISIOGRAFIA

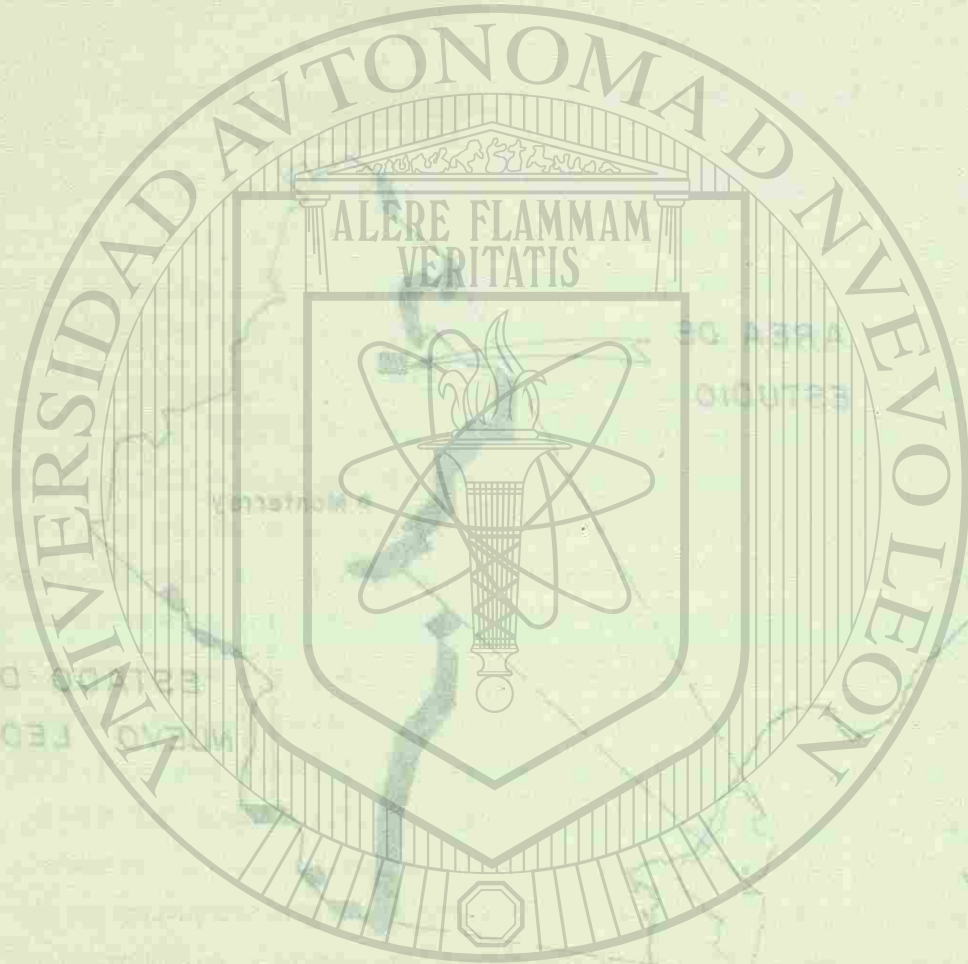
El área estudiada pertenece, según Manuel López Jr., a la Zona Oriental de la Subprovincia de la Cuenca del Bravo de la Provincia - Llanura Costera del Golfo de México, constituida por calizas, lutitas, arcillas y algunas areniscas del Cretácico Superior, con echados más o menos suaves que hacen una topografía ondulante, formando amplios valles, con zonas de montañas en las que predominan las calizas, con desniveles de orden de mil metros.

### III. HISTORIA GEOLOGICA

Poco se conoce de los hechos estratigráficos y tectónicos que ocurrieron en la región en épocas anteriores al Jurásico Superior.

Seguramente los mares tuvieron una amplia distribución al final del Paleozoico y principios del Mesozoico, por la cantidad de afloramientos diseminados en el Norte del país de edad Permo-Triásica, pero la mayor parte de estas evidencias fueron borradas por la orogenia regional de fines del Triásico, probablemente todo el Noreste de México estuvo formando partes positivas, sujetas a erosión durante el Triásico y el Jurásico Inferior y Medio.

A principios de Jurásico Superior, las aguas marinas penetraron en los sitios del Geosinclinal Mexicano y el Golfo de Sabinas, después se extendieron rápidamente al Noroeste, Norte y Noreste, siendo parcialmente restringidas por los movimientos ascendentes de las masas continentales de esa época, de modo que se desarrollaron condiciones lagunares semicerradas, dando lugar a depósitos evaporíticos que se infiere, son la base de las serranías de la región (Formación Minas Viejas), seguida por una serie transgresión-regresión-transgresión que originó los depósitos de la Formación Zuloaga, regida por el marco Paleográfico de esa época (Península de Tamaulipas y Península de Coahuila).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

II. FISIOGRAFIA

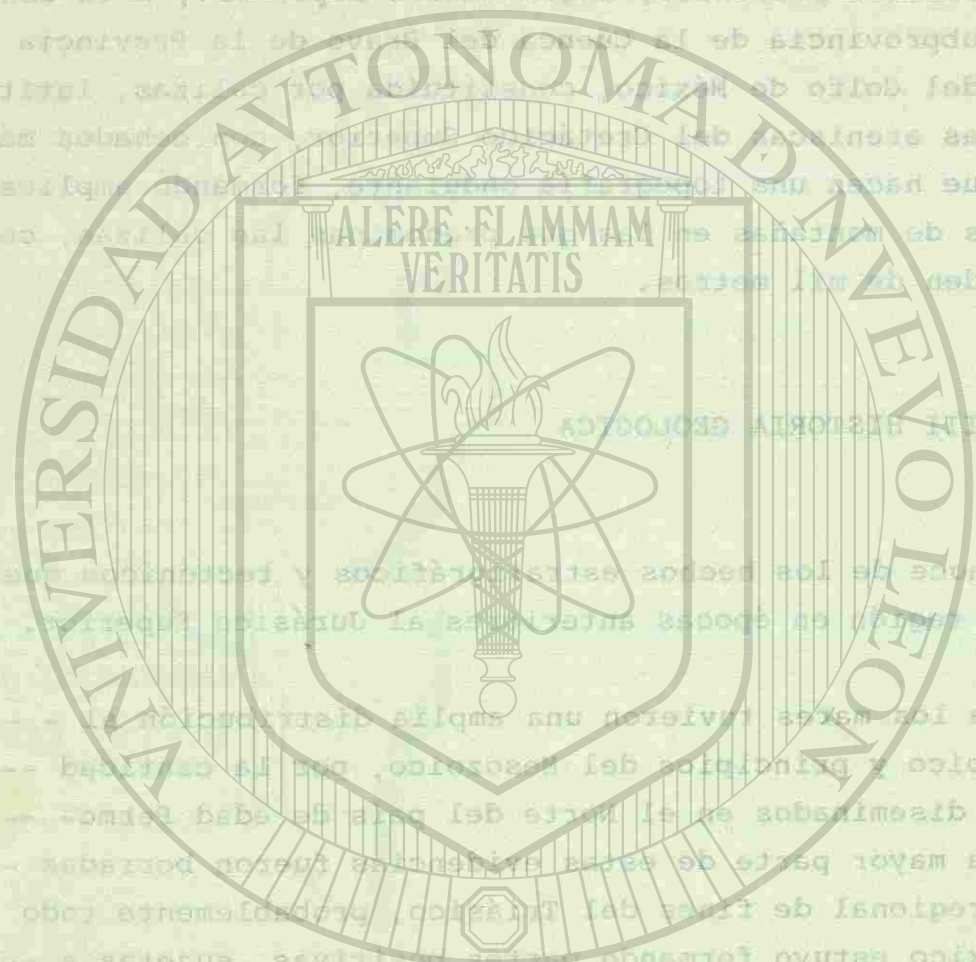
El área estudiada pertenece, según Manuel López Jr., a la Zona Oriental de la Subprovincia de la Cuenca del Bravo de la Provincia - Llanura Costera del Golfo de México, constituida por calizas, lutitas, arcillas y algunas areniscas del Cretácico Superior, con echados más o menos suaves que hacen una topografía ondulante, formando amplios valles, con zonas de montañas en las que predominan las calizas, con desniveles de orden de mil metros.

III. HISTORIA GEOLOGICA

Poco se conoce de los hechos estratigráficos y tectónicos que ocurrieron en la región en épocas anteriores al Jurásico Superior.

Seguramente los mares tuvieron una amplia distribución al final del Paleozoico y principios del Mesozoico, por la cantidad de afloramientos diseminados en el Norte del país de edad Permo-Triásica, pero la mayor parte de estas evidencias fueron borradas por la orogenia regional de fines del Triásico, probablemente todo el Noreste de México estuvo formando partes positivas, sujetas a erosión durante el Triásico y el Jurásico Inferior y Medio.

A principios de Jurásico Superior, las aguas marinas penetraron en los sitios del Geosinclinal Mexicano y el Golfo de Sabinas, después se extendieron rápidamente al Noroeste, Norte y Noreste, siendo parcialmente restringidas por los movimientos ascendentes de las masas continentales de esa época, de modo que se desarrollaron condiciones lagunares semicerradas, dando lugar a depósitos evaporíticos que se infiere, son la base de las serranías de la región (Formación Minas Viejas), seguida por una serie transgresión-regresión-transgresión que originó los depósitos de la Formación Zuloaga, regida por el marco Paleográfico de esa época (Península de Tamaulipas y Península de Coahuila).



Durante el Kimmeridgiano Medio (Jurásico Superior) las aguas marinas volvieron a avanzar con una circulación restringida y un importante aporte de terrígenos, dando lugar a lutitas, lutitas calcáreas, lutitas arenosas y lutitas negras de la Formación La Casita.

El Jurásico Superior cierra con esta sedimentación transgresiva.

La sedimentación a principios de Cretácico Inferior, en la zona de estudio está caracterizada por una mezcla de clásticos finos y de lodos calcáreos de la Formación Taraises. Estos materiales finos posiblemente se derivaron de las áreas terrestres, que sufrieron, cuando menos localmente, un rápido levantamiento a principios de Cretácico, para poder suministrar tales cantidades de clásticos a los mares existentes.

Después de este período de levantamiento, le siguió una época donde los mares fueron tranquilos y someros, con la consiguiente depositación de un considerable espesor de calizas y calizas dolomíticas de la Formación Cupido y continuó hasta el Aptiano Inferior.

Durante el Aptiano Superior hubo una considerable entrada de clásticos finos de los mares existentes, tal como lo indica la amplia distribución de lutitas, lutitas calcáreas y calizas arcillosas de la Formación La Peña.

Los mares del fin del Cretácico Inferior (fin del Aptiano y casi todo el Albiano) cubrían casi todo el Norte de México, con la consiguiente depositación de la Caliza Aurora.

Hacia el final del Albiano, los mares disminuyeron en profundidad y se retiraron localmente en el Norte de México,



aumentando el aporte de terrígenos, depositando lodos calcáreos, - delgadas láminas de lutitas, calizas, calizas arcillosas y lutitas calcáreas que pertenecen a las Formaciones Kiamichi, Washita, Eagle Ford y Austin, y terminó hacia finales del Santoniano.

Durante el Campaniano y Maestrichtiano (final del Cretácico - Superior) los mares se retiraron y se empezaron a hacer mayores la cantidad de detritos finos que se depositaron, formando las lutitas que se encuentran formando parte del sustrato rocoso de los Valles Intermontanos (Formación Méndez).

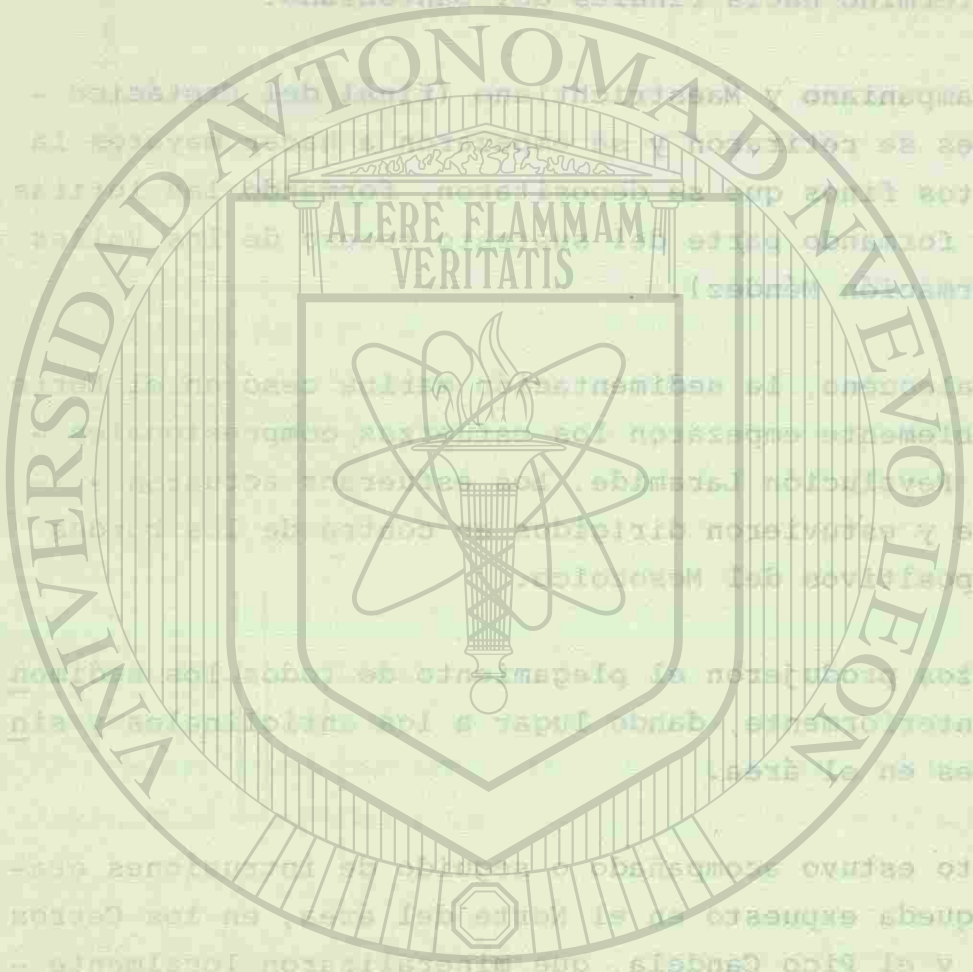
Durante el Paleoceno, la sedimentación marina cesó en el Norte de México, y posiblemente empezaron los esfuerzos compresionales - que culminaron la Revolución Laramide. Los esfuerzos actuaron - - perpendicularmente y estuvieron dirigidos en contra de los bordes de los elementos positivos del Mesozoico.

Estos esfuerzos produjeron el plegamiento de todos los sedimentos depositados anteriormente, dando lugar a los anticlinales y sinclinales existentes en el área.

El plegamiento estuvo acompañado o seguido de intrusiones graníticas, lo cual queda expuesto en el Norte del área, en los Cerros Boludo, La Chiche y el Pico Candela, que mineralizaron localmente - la Caliza Aurora.

El Terciario Superior se caracterizó por el fallamiento normal de bloques, debido a la etapa de distensión después de terminar los esfuerzos compresionales de la Revolución Orogénica Laramide.

El Cuaternario ha sido de erosión de las partes positivas y - acumulación en las partes negativas, dando lugar a amplios valles - intermontanos rellenos con estos aluviones. Existe cierta gradación entre los aluviones que forman estos valles, desde los abanicos - -



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PLANO GEOLOGICO DE LA REGION DE BUSTAMANTE

Explicacion

- Qal Aluvion.
- Ksa Fm. Austin.
- Ksef Fm. Eagle Ford
- Kiw Fm. Washita.
- Kik Fm. Klamichi
- Kia Fm. Aurora
- Kilp Fm. La Pena
- Kic Fm. Cupido
- Eje Del Anticlinal
- Fracturas
- Fallas Normales

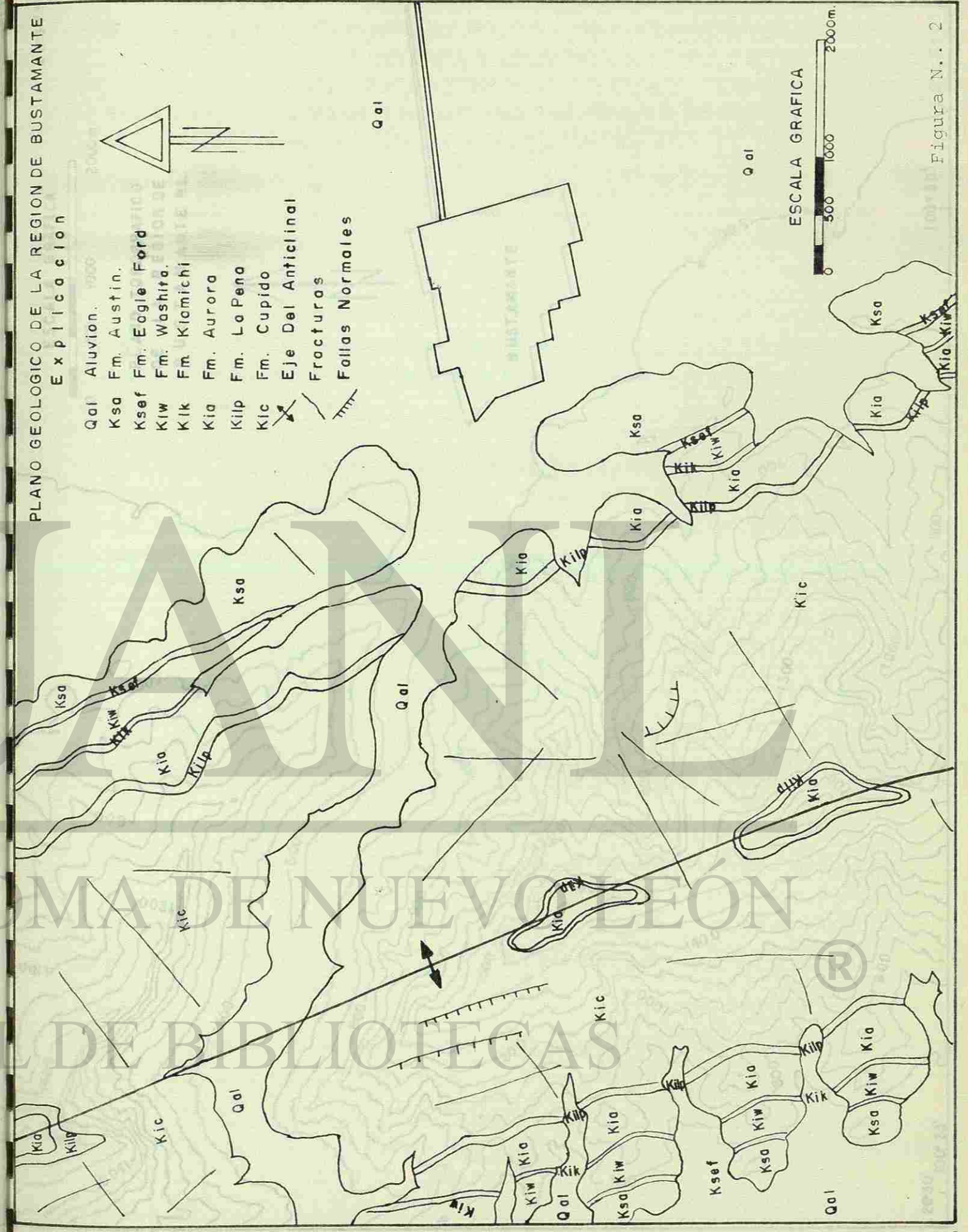
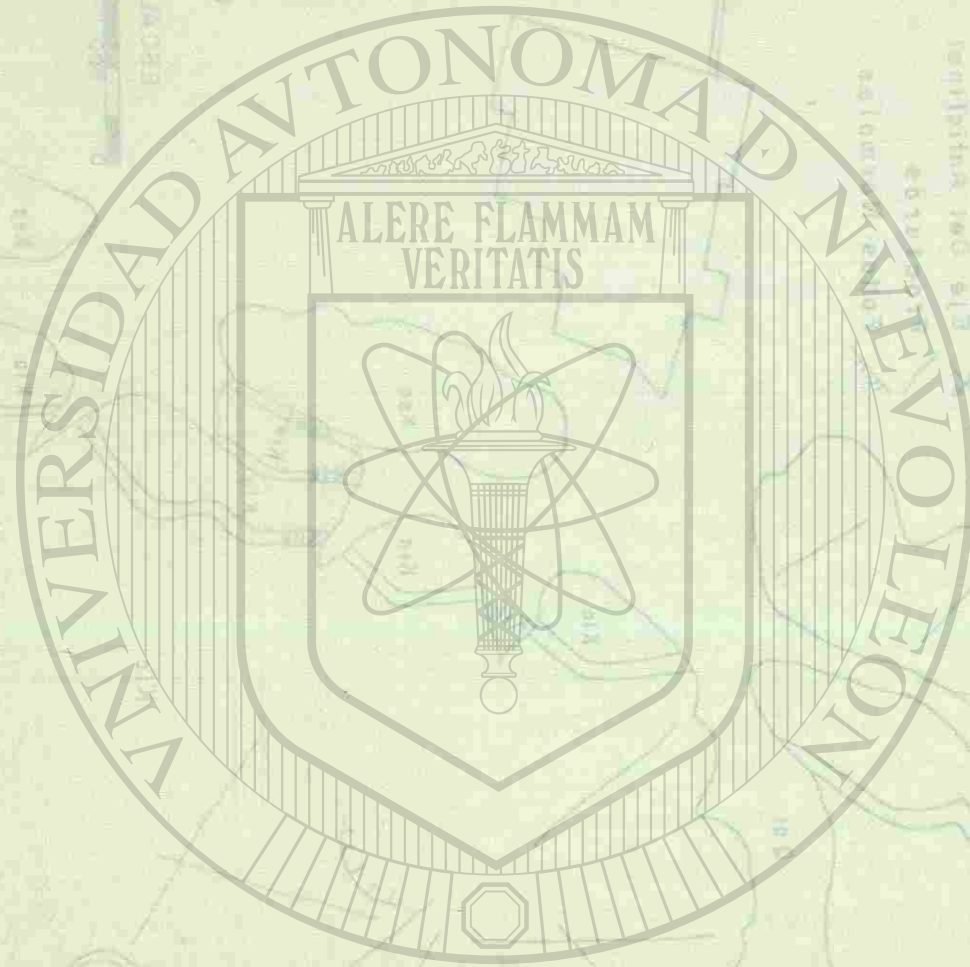


Figura N. 2



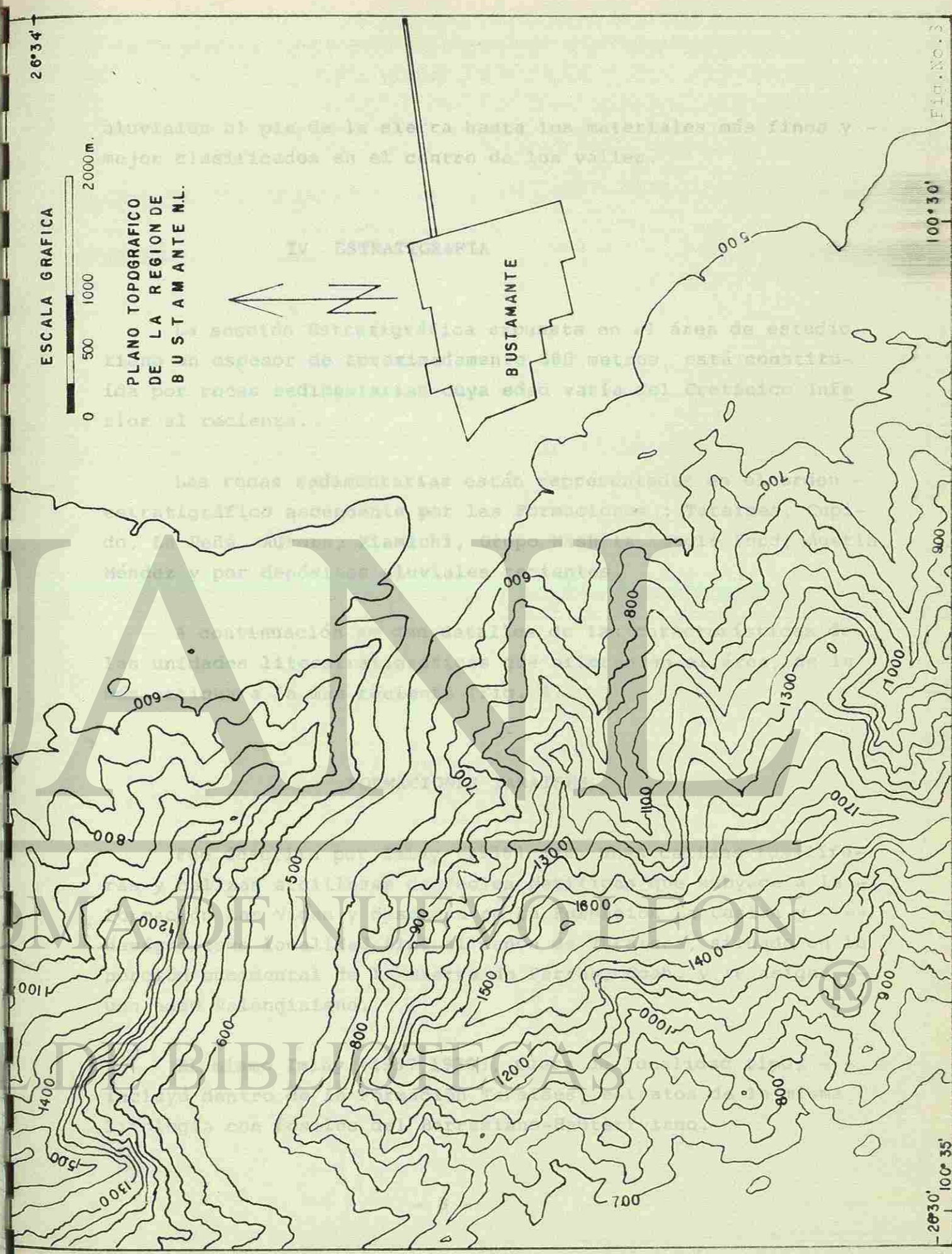


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Exposición  
Escala Gráfica  
0 500 1000 2000 m





COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA REGION DE  
GUSTAMANTE, N.

aluviales al pie de la sierra hasta los materiales más finos y -  
mejor clasificados en el centro de los valles.

IV ESTRATIGRAFIA

La sección Estratigráfica expuesta en el área de estudio  
tiene un espesor de aproximadamente 880 metros, está constitu-  
ída por rocas sedimentarias cuya edad varía del Cretácico Infe-  
rior al reciente.

Las rocas sedimentarias están representadas en el orden -  
estratigráfico ascendente por las Formaciones : Taraises, Cupi-  
do, La Peña, Aurora, Kiamichi, Grupo Washita, Eagle Ford, Austin  
Méndez y por depósitos aluviales recientes.

A continuación se dan detalles de las características de  
las unidades litoestratigráficas que afloran en el área, de la  
más antigua a la más reciente (Fig. 4).

FORMACIONES TARAISES

Fué descrita por Imlay (1936) para unas calizas fosilífe-  
ras y calizas arcillosas de Facies Neríticas que subyace a la -  
Formación Las Vigas y descansa en la Formación La Casita y - -  
designó como localidad tipo al cañón de Taraises, situado en la  
porción occidental de la Sierra de Parras, Coah. y le asignó - -  
una edad Valanginiano.

El mismo Imlay (1937, 1938), fuera de localidad tipo, - -  
incluyó dentro de la Formación Taraises, estratos de la misma  
litología con fósiles del Berrasiano-Hauteriviano.



COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA REGION DE  
GUSTAMANTE, N.L.

aluviales al pie de la sierra hasta los materiales más finos y -  
mejor clasificados en el centro de los valles.

IV ESTRATIGRAFIA

La sección Estratigráfica expuesta en el área de estudio  
tiene un espesor de aproximadamente 880 metros, está constitu-  
ída por rocas sedimentarias cuya edad varía del Cretácico Infe-  
rior al reciente.

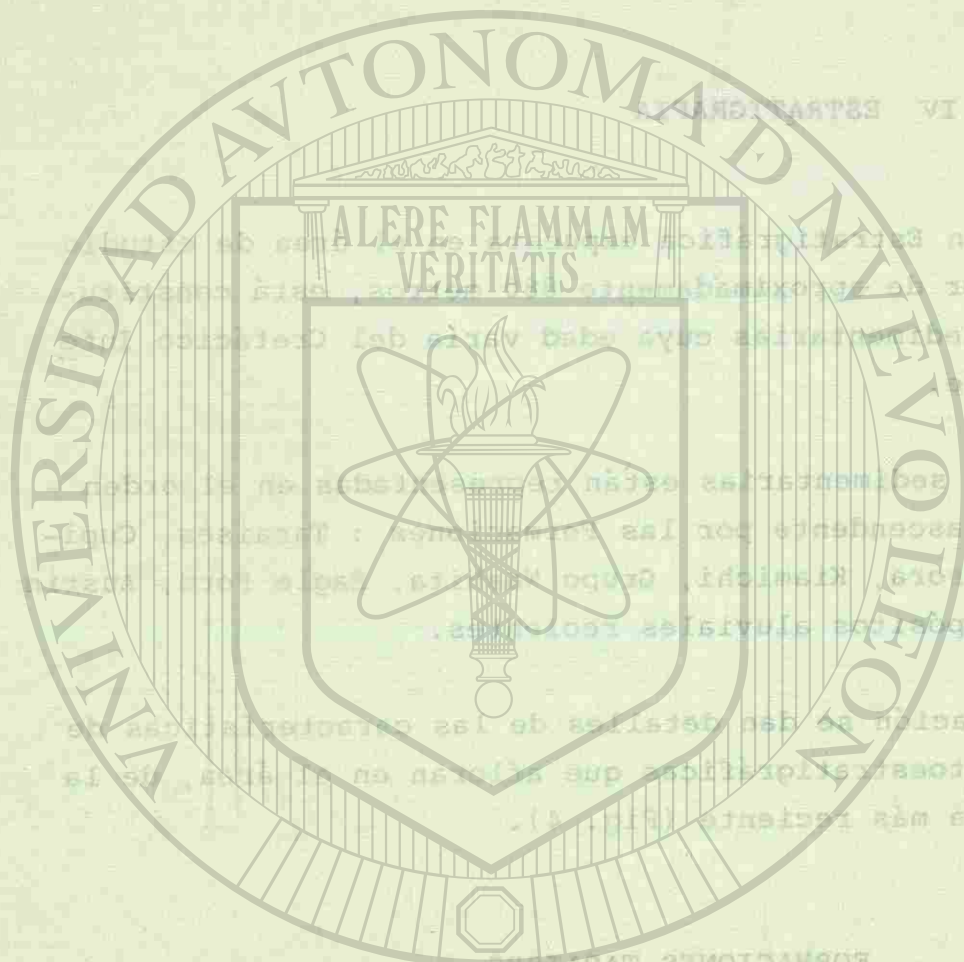
Las rocas sedimentarias están representadas en el orden -  
estratigráfico ascendente por las Formaciones : Taraises, Cupi-  
do, La Peña, Aurora, Kiamichi, Grupo Washita, Eagle Ford, Austin  
Méndez y por depósitos aluviales recientes.

A continuación se dan detalles de las características de  
las unidades litoestratigráficas que afloran en el área, de la  
más antigua a la más reciente (Fig. 4).

FORMACIONES TARAISES

Fué descrita por Imlay (1936) para unas calizas fosilíferas  
y calizas arcillosas de Facies Neríticas que subyace a la -  
Formación Las Vigas y descansa en la Formación La Casita y - -  
designó como localidad tipo al cañón de Taraises, situado en la  
porción occidental de la Sierra de Parras, Coah. y le asignó - -  
una edad Valanginiano.

El mismo Imlay (1937, 1938), fuera de localidad tipo, - -  
incluyó dentro de la Formación Taraises, estratos de la misma  
litología con fósiles del Berrasiano-Hauteriviano.

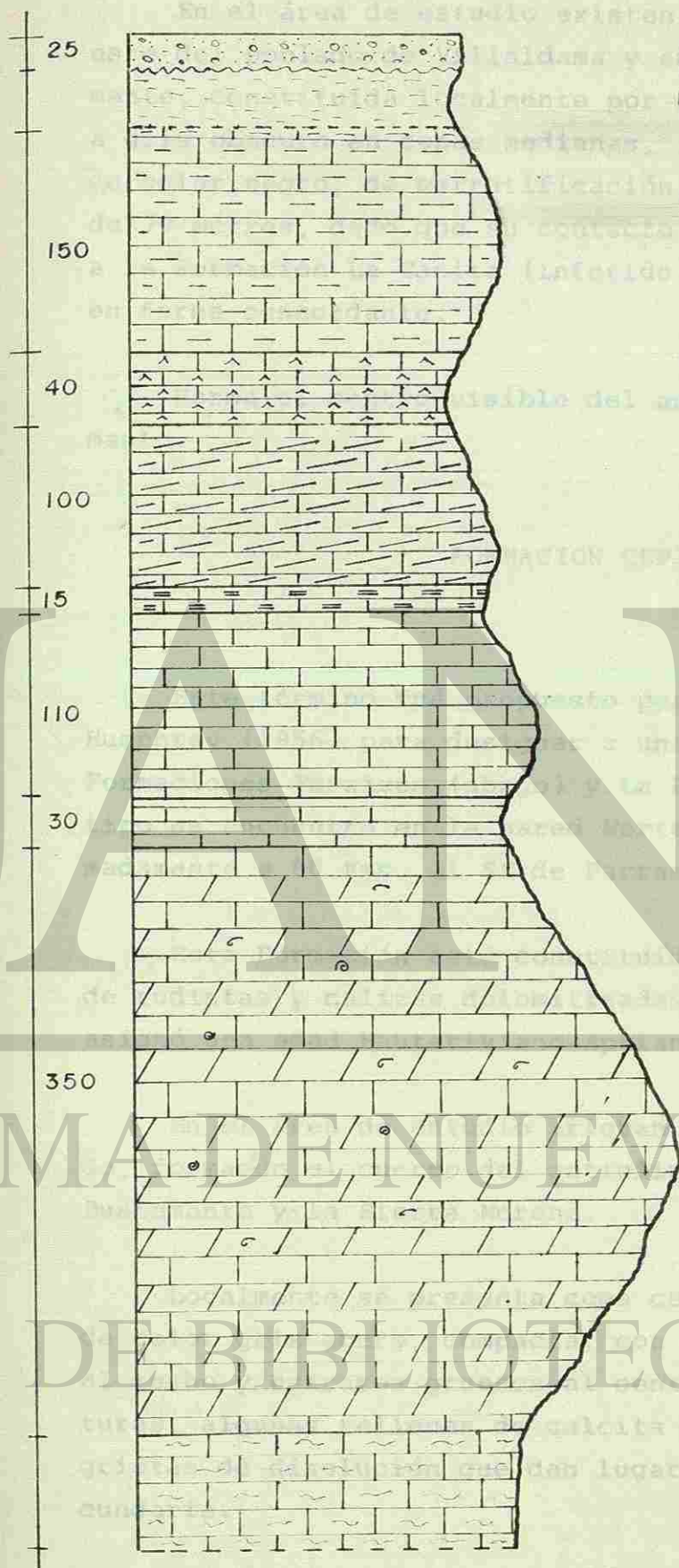


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA REGION DE BUSTAMANTE N. L.

ESPESOR (m)



ALUVION: GRAVAS Y ARENAS CON MATRIZ ARCILLOSA, LOS CLASTOS SON DE CALIZA.

FM. MENDEZ: LUTITAS AMARILLENAS FISILES Y FRACTURADAS.

FM. AUSTIN: CALIZA GRIS INTERESTRATIFICADA CON LUTITAS CALCAREAS AMARILLENAS EN ESTRATOS DELGADOS.

FM. EAGLE FORD: LUTITAS INTERESTRATIFICADAS CON CALIZA ARCILLOSA COLOR GRIS.

GPO. WASHITA: CALIZA ARCILLOSA COLOR GRIS EN ESTRATOS DELGADOS.

FM. KIAMICHI: INTERCALACION DE LUTITAS Y CALIZAS ARCILLOSAS EN ESTRATOS DELGADOS.

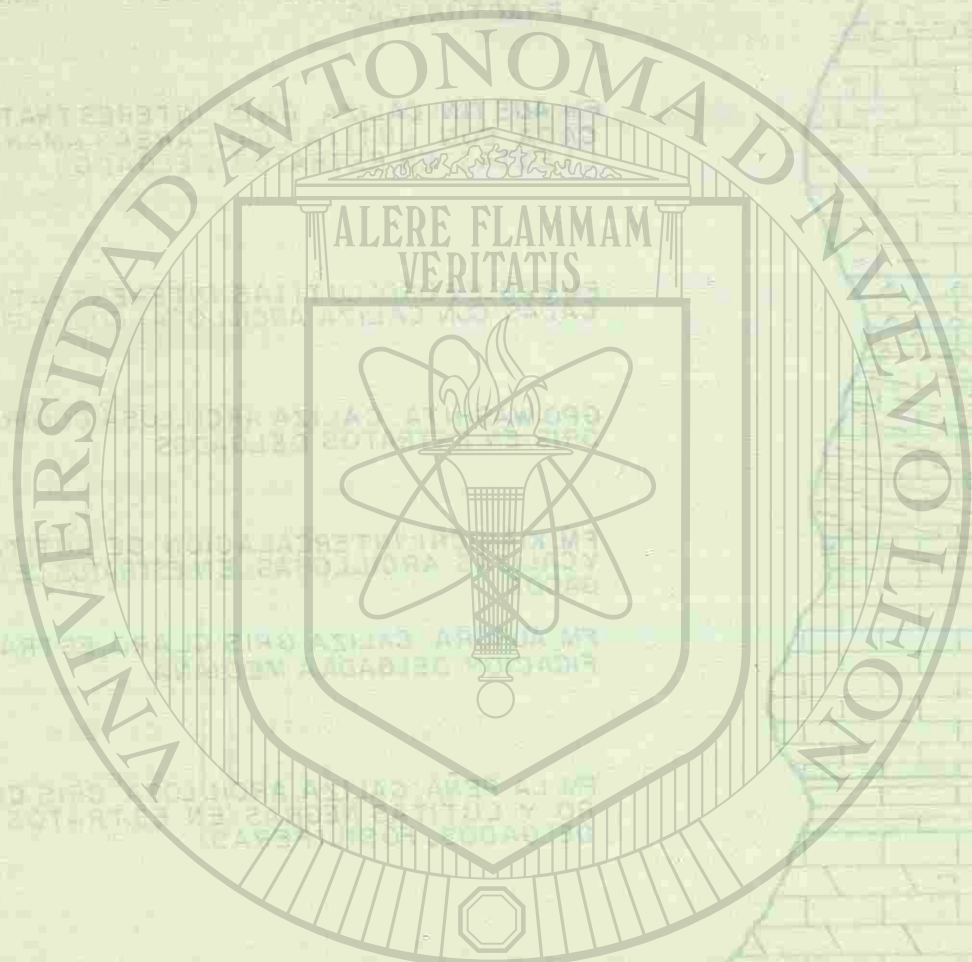
FM. AURORA: CALIZA GRIS CLARO, ESTRATIFICACION DELGADA A MEDIANA.

FM. LA PEÑA: CALIZA ARCILLOSA GRIS CLARO Y LUTITAS NEGRAS EN ESTRATOS DELGADOS, FOSILIFERAS.

FM. CUPIDO: CALIZAS DOLOMITIZADAS COLOR GRIS ACERO, KARSTICA, ESTRATOS MEDIANOS A GRUESOS.

FM. TARAISES: CALIZAS ARCILLOSAS COLOR GRIS OSCURO INTERCALADAS CON LUTITAS NEGRAS.

Figura No. 4



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Existen En el área de estudio existen rocas de esta formación al suro-este del poblado de Villaldama y en el centro de la Sierra de Bustamante, constituida localmente por calizas arcillosas de color negro a gris oscuro en capas medianas, intercaladas con capas de lutita de color negro, de estratificación delgada, con un espesor visible de 70 metros, dado que su contacto inferior está oculto, sobreyace a la Formación La Casita (inferido) y subyace a la Formación Cupido en forma concordante.

Forma el centro visible del anticlinal de la Sierra de Bustamante. El inferior formado por calizas y el superior por lutitas y calizas. Su localidad tipo se encuentra en el flanco Norte de la Sierra de Taraises, aproximadamente 4.5 kilómetros al sur de la localidad de La Peña, en el extremo sur del estado de Coahuila.

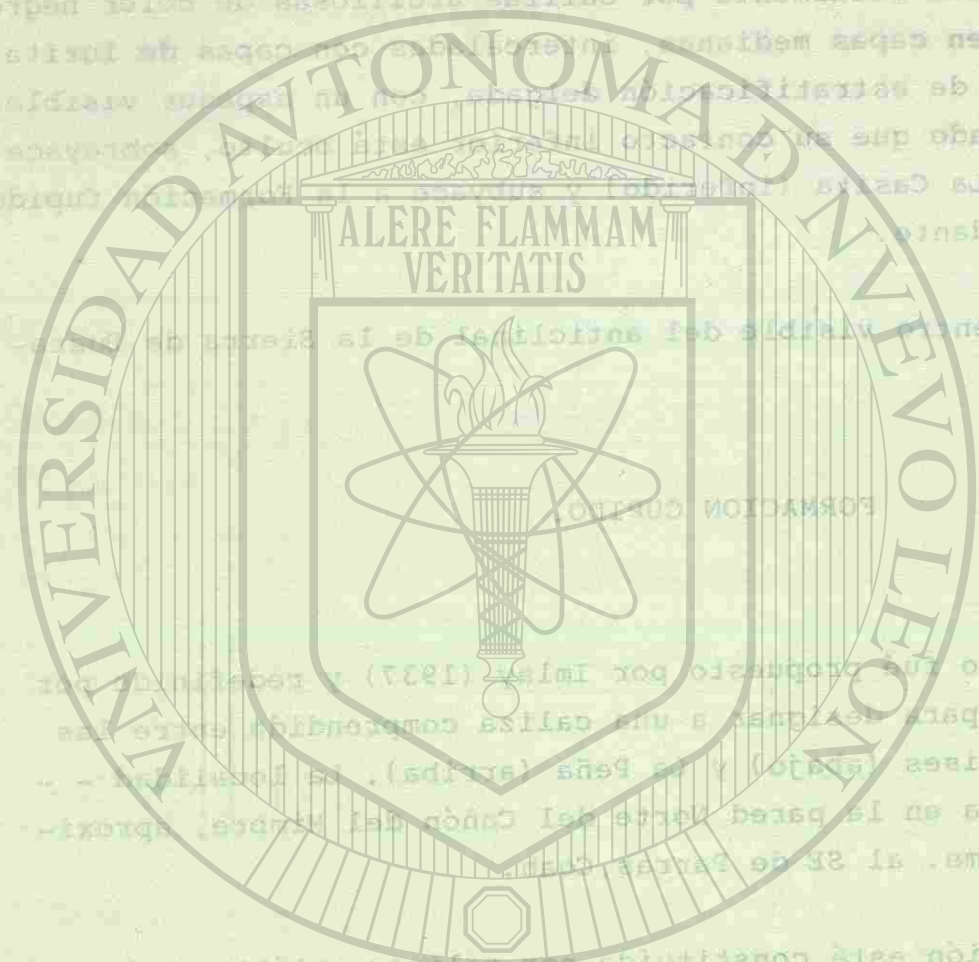
#### FORMACION CUPIDO.

Este término fué propuesto por Imlay (1937) y redefinido por Humphrey (1956) para designar a una caliza comprendida entre las Formaciones Taraises (abajo) y La Peña (arriba). La localidad tipo se encuentra en la pared Norte del Cañón del Mimbres, aproximadamente a 60 Kms. al SE de Parras, Coah.

Localmente estas rocas se presentan como calizas arcillosas. Esta Formación está constituida por calizas oolíticas, bancos de rudistas y calizas dolomitizadas de facies somera, y se le asignó una edad Hauteriviano-Aptiano Inferior.

En el área de estudio afloran las rocas de la Formación Cupido, formando el cuerpo del anticlinal en la zona de la Sierra de Bustamante y la Sierra Morena.

Localmente se presenta como calizas y calizas dolomitizadas de color acero, compacta, con estratos medianos a la base y al techo y estratos gruesos al centro de la Formación, con fracturas, algunas rellenas de calcita y otras que dieron lugar a grietas de disolución que dan lugar a una alta permeabilidad secundaria.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Existen bancos de fósiles triturados y mal conservada por la deformación, su espesor es aproximadamente 350 metros.

Sus límites son en el inferior la Formación Taraises y el superior la Formación La Peña, ambos concordantes.

#### FORMACION LA PEÑA

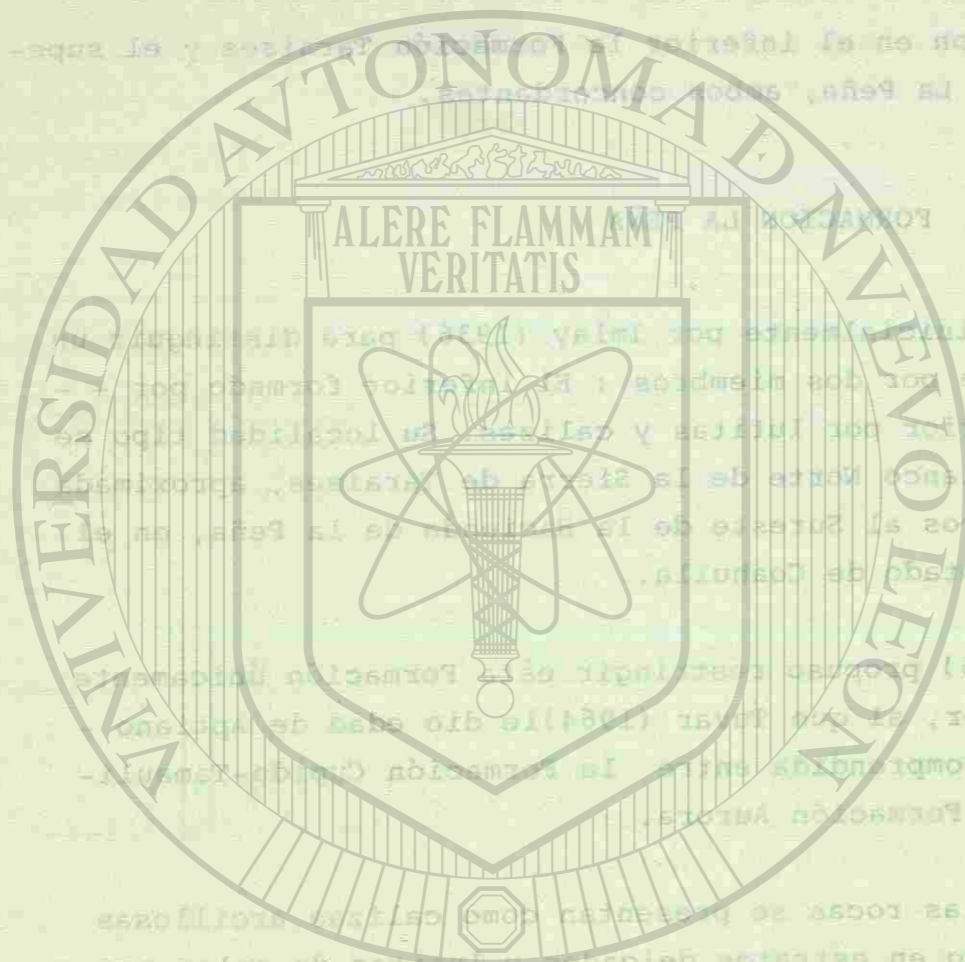
Fué nombrado inicialmente por Imlay (1936) para distinguir un cuerpo constituido por dos miembros : El inferior formado por calizas y el superior por lutitas y calizas. Su localidad tipo se encuentra en el flanco Norte de la Sierra de Taraises, aproximadamente 4.8 Kilómetros al Sureste de la Hacienda de la Peña, en el extremo Sur del estado de Coahuila.

Humphrey (1955) propuso restringir esta Formación únicamente al miembro superior, al que Tovar (1964) le dio edad de Aptiano Superior y queda comprendida entre la Formación Cupido-Tamaulipas Inferior y la Formación Aurora.

Localmente estas rocas se presentan como calizas arcillosas de color gris claro en estratos delgados y lutitas de color negro con tonos violetas de espesor delgado también con fósiles como Belemnites y otros.

Es fácil de distinguir por dar una vegetación abundante (más que los estratos de otras Formaciones) y por su facilidad de erosionarse, con un espesor aproximado de 30 metros.

Sus contactos son ; en su parte inferior con la Formación Cupido y en su parte superior con la Formación Aurora, ambos concordantes y bien marcados.



#### FORMACION AURORA

Burrows (1910), fué quien dió nombre a la Formación en su Localidad tipo, en la Sierra de la Aldea, en el Valle del Conchos. Está constituida de una secuencia de calizas.

Humphrey también propuso (1956) el mismo nombre para todas las rocas calcáreas del Noreste de México, comprendidas entre la Formación Cuesta del Cura y la Formación La Peña (o sus equivalentes).

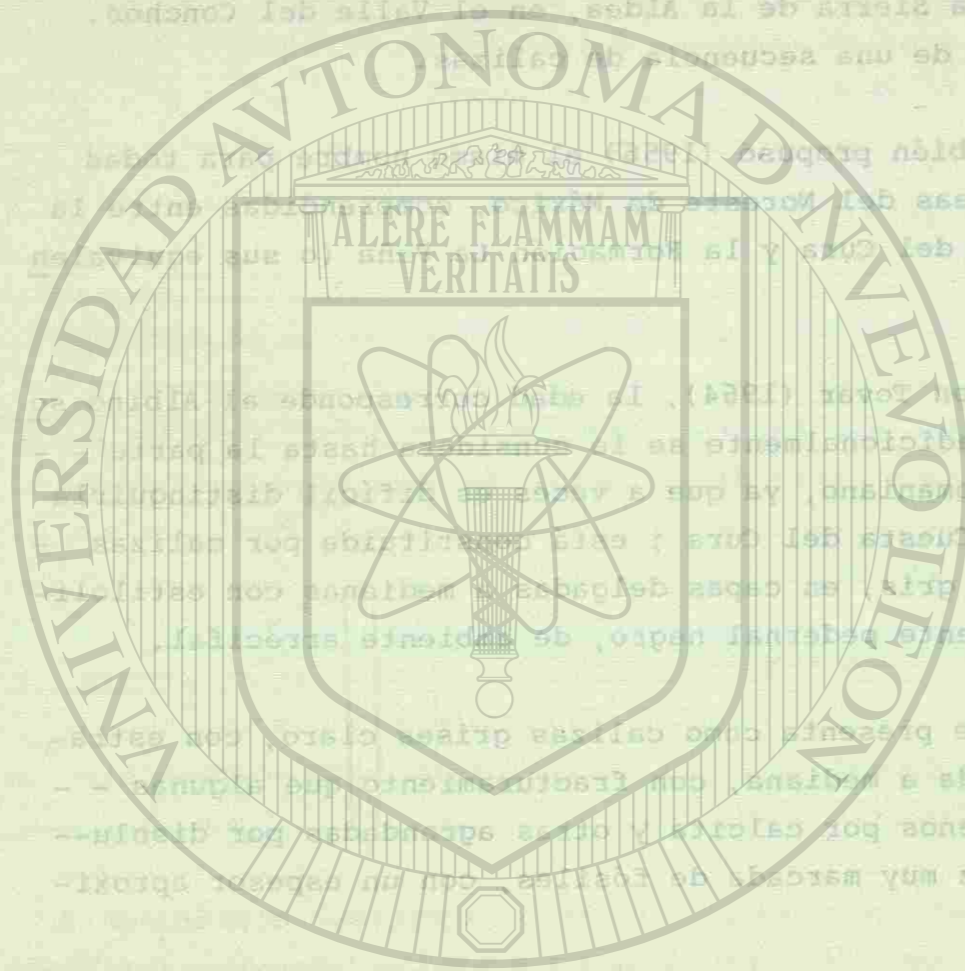
De acuerdo con Tovar (1964), la edad corresponde al Albino solamente, pero tradicionalmente se le considera hasta la parte inferior del Cenomaniano, ya que a veces es difícil distinguirla de la Formación Cuesta del Cura; está constituida por calizas densas, de color gris, en capas delgadas a medianas con estilolitos y ocasionalmente pedernal negro, de ambiente arrecifal.

En el área se presenta como calizas grises claro, con estratificación delgada a mediana, con fracturamiento que algunas veces están rellenos por calcita y otras agrandadas por disolución, con escaséz muy marcada de fósiles, con un espesor aproximado de 110 mts.

Su contacto inferior con la Formación La Peña es concordante y bien marcado, mientras que su contacto superior con la Formación Kiamichi es concordante y aparentemente transicional.

#### FORMACION KIAMICHI

Esta formación fué primero llamada "Arcillas Kiamitia" por Hill en 1891. La localidad tipo, está en las planicies del Río Kiamichi, cerca de Fort Towson al Oeste del Condado de Choctaw, Oklahoma, y está constituida por una unidad arcilla-calcárea.



Según Humphrey (1956), la Formación Kiamichi es principalmente del fin del Albiano Medio. Esta unidad representa un marcado -- cambio del ambiente de depósito con respecto a los sedimentos de -- la Formación Aurora.

En la Sierra de Bustamante afloran rocas de la Formación -- Kiamichi, la cual forma puertos en las primeras estratificaciones de -- la Sierra, consistiendo en una intercalación de lutitas y cali-- zas de estratificación delgada, donde las calizas son arcillosas -- y densas, con un espesor total aproximado de 15 metros.

Su contacto inferior con la Formación Aurora es concordante y transicional, mientras tanto su contacto con el Grupo Washita -- es concordante y aparentemente brusco.

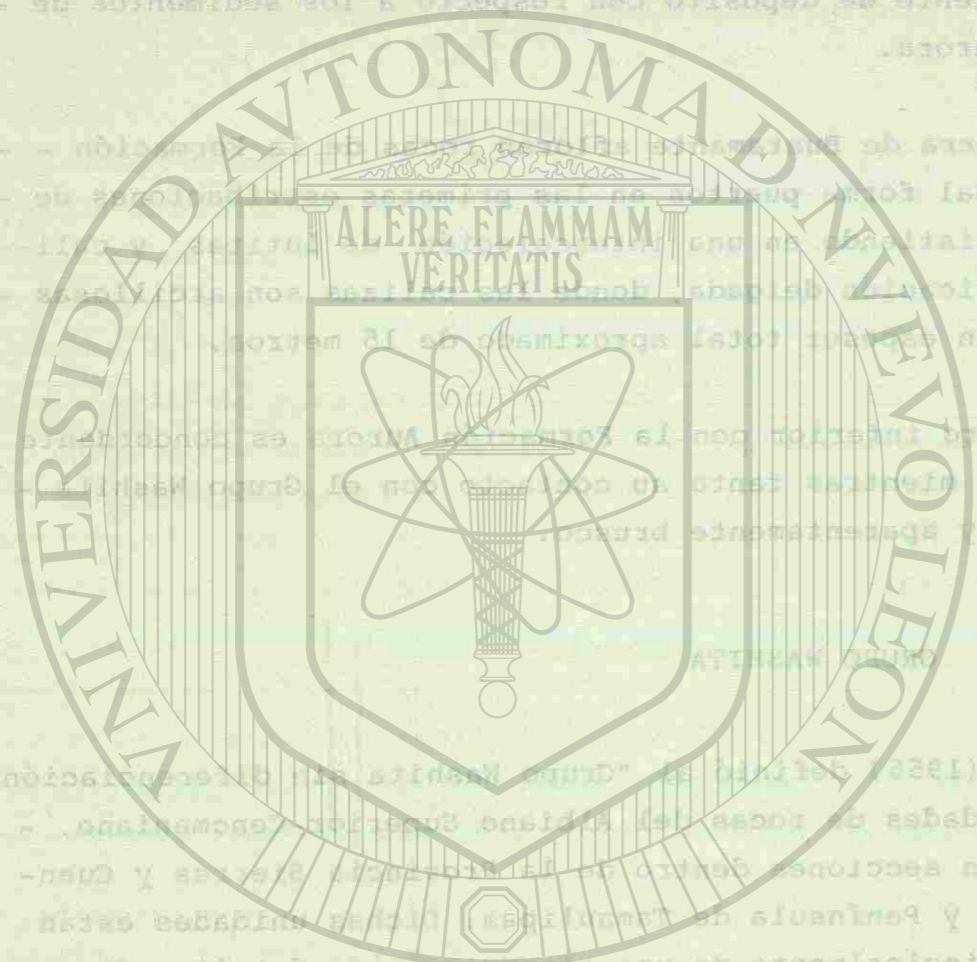
#### GRUPO WASHITA

Humphrey (1956) definió al "Grupo Washita sin diferenciación" a numerosas unidades de rocas del Albiano Superior-Cenomaniano, -- especialmente en secciones dentro de la Provincia Sierras y Cuen-- cas de Coahuila y Península de Tamaulipas. Dichas unidades están constituidas principalmente de una alternancia de detritos finos y rocas carbonatadas impuras. Al sur y Suroeste del estado pasan a ser correlacionadas con la Formación Cuesta del Cura.

Localmente se presenta como caliza arcillosa y lutitas cal-- cáreas grises en capas de 20 a 40 cms. con un espesor total apro-- ximado de 100 metros.

Sus contactos : el inferior con la Formación Kiamichi y el superior con la Formación Eagle Ford, ambos concordantes y níti-- dos.





#### FORMACION EAGLE FORD

Según Sellards (1952), la primera mención de los equivalentes de la Formación Eagle Ford, fue dada por Ferdinand Roemer, quien en 1852 incluyó en sus formaciones de la región de New Braunfels las Lutitas Negras Eagle Ford con restos de peces. Hill en 1887 colocó dichos estratos en la base de la serie del Golfo y encima de las arenas Wood Brine y fué el que primero les aplicó el nombre de Lutitas Eagle Ford. La localidad tipo está en Eagle Ford, condado de Dallas, donde la parte superior está más expuesta.

Por su posición estratigráfica y por el tipo de microfauna existente, se le asigna tentativamente la edad Cenomaniano Superior Turoniano.

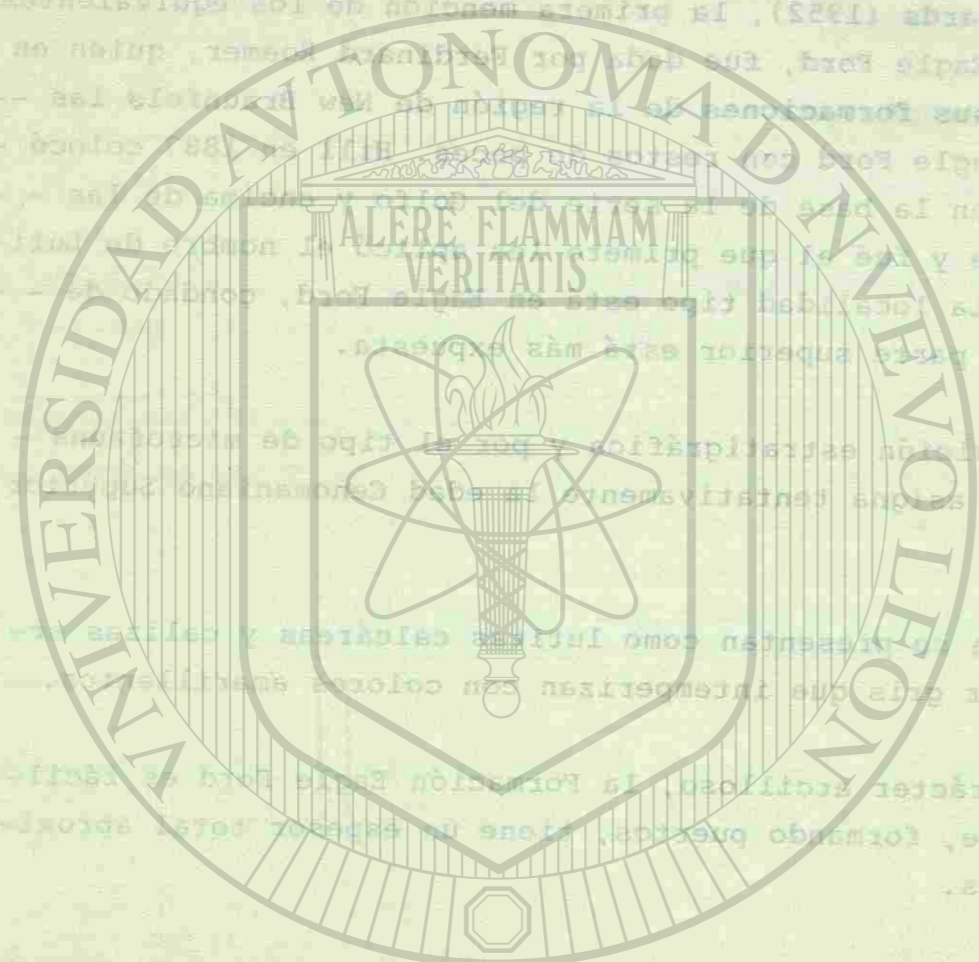
Localmente se presentan como lutitas calcáreas y calizas arcillosas de color gris que intemperizan con colores amarillentos.

Por su carácter arcilloso, la Formación Eagle Ford es fácilmente erosionable, formando puertos, tiene un espesor total aproximado de 40 metros.

Su contacto inferior con el Grupo Washita es concordante y nítido, mientras que con la Formación Austin es concordante y transicional. (contacto superior).

#### FORMACION AUSTIN

El nombre de "Caliza Austin" fué usado por B.F. Shumrad en 1860 para la caliza expuesta típicamente en Austin, Texas, y la colocó correctamente encima de la Formación Eagle Ford.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Por su macrofauna y posición estratigráfica se le asignó una edad de Conienciano-Santoniano.

En el presente trabajo se le consideró como Formación Austin a una sección calcáreo arcillosa compuesta por calizas de color gris oscuro con estratos medianos y delgados interestratificados con lutitas calcáreas de color café amarillento donde predominan calizas, y constituye los bordes del anticlinal de la Sierra de Bustamente; manifestándose como lomas redondeadas de pendiente suave, con un espesor expuesto aproximado de 150 mts. debido a que no se nota su contacto superior.

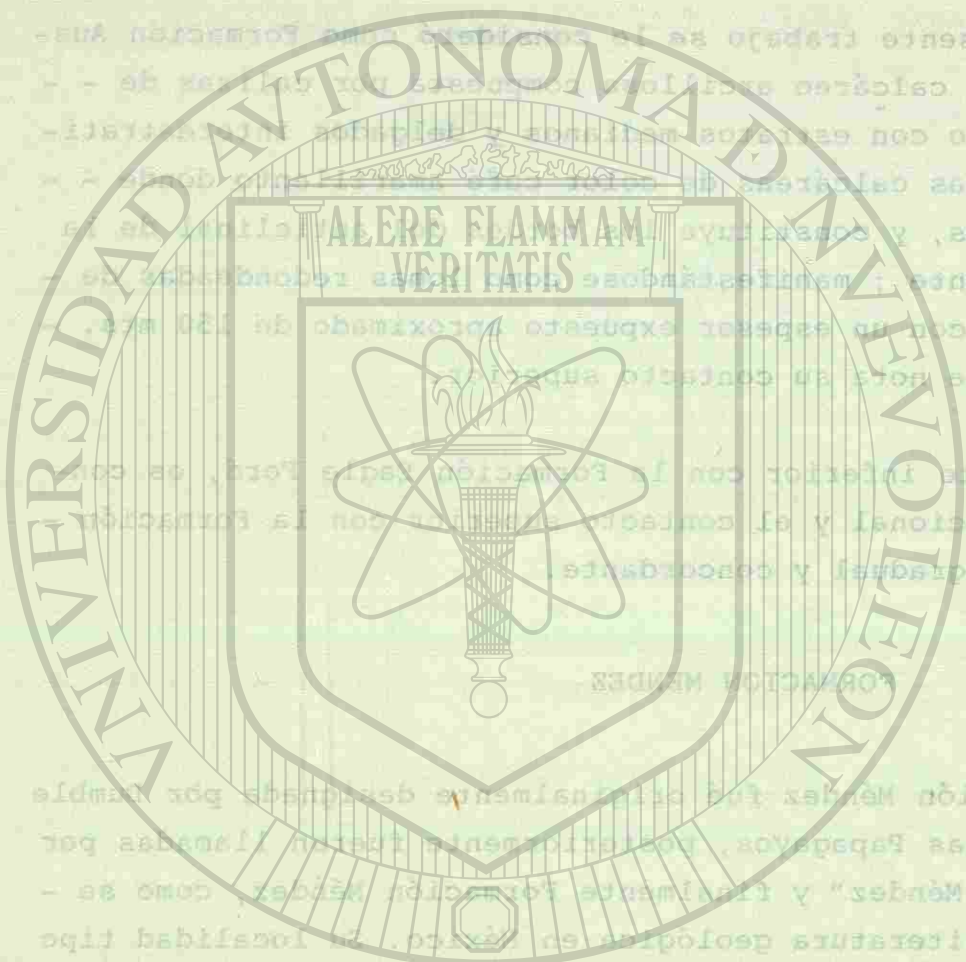
Su contacto inferior con la Formación Eagle Ford, es concordante y transicional y el contacto superior con la Formación Méndez se supone gradual y concordante.

#### FORMACION MENDEZ

La Formación Méndez fué originalmente designada por Dumble (1911) como Lutitas Papagayos, posteriormente fueron llamadas por Jeffrey "Lutitas Méndez" y finalmente Formación Méndez, como se le conoce en la literatura geológica en México. Su localidad tipo se encuentra en la Estación Méndez (Kilómetro 69.3 del ferrocarril Tampico-San Luis Potosí).

Su edad es Campaniano-Mastrichtiano (Tovar 1964) aunque Imlay (1944) indica que cerca de Linares, en la parte inferior de la Formación Méndez se encontraron fósiles *Inoceramus Balcticus* - bohn, que bajaría el rango estratigráfico hasta el Santoniano.

En la región en estudio, dado su carácter litológico, sus afloramientos son pobres y muy escasos, encontrando cubierta por materiales aluviales y eluviales, en general, su porción superior



En el presente trabajo se describe la Formación Méndez en una sección caliche...  
En el presente trabajo se describe la Formación Méndez en una sección caliche...  
En el presente trabajo se describe la Formación Méndez en una sección caliche...

se muestra en norias perforadas, donde se compone de lutitas que -  
intemperizan amarillosas y su color original no se ve por la alte-  
ración sufrida, se encuentran muy facturadas y son muy físilas.  
Se encuentran formando parte del substrato rocoso del valle Inter-  
montano de Bustamante.

Contactos: Su contacto inferior no se observó en el área,  
se supone gradual y concordante con la Formación Austin y su con-  
tacto superior discordante con el material aluvial.

### ALUVION

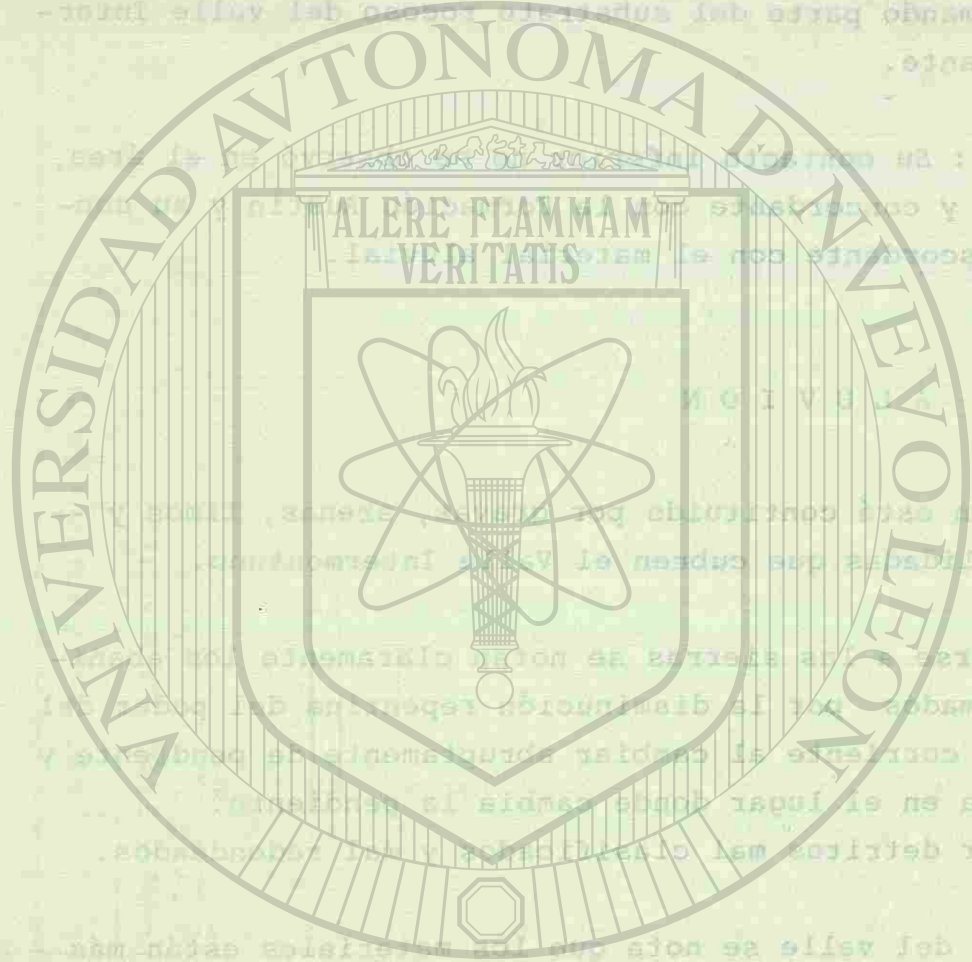
El aluvión está constituido por gravas, arenas, limos y --  
arcillas no consolidadas que cubren el Valle Intermontano.

Al acercarse a las sierras se notan claramente los abani-  
cos aluviales formados por la disminución repentina del poder del  
transporte de una corriente al cambiar abruptamente de pendiente y  
depositar su carga en el lugar donde cambia la pendiente.  
Están formados por detritos mal clasificados y mal redondeados.

Al centro del valle se nota que los materiales están más --  
clasificados y mejor redondeados, viéndose que a la base, en el --  
contacto con la Lutita Méndez, se encuentran los boleos grandes --  
y redondeados, que va graduándose hasta llegar a limos en la super-  
ficie del suelo.

En general la composición de las gravas y arenas son calca-  
reas.

Su espesor varía entre los 8 metros (cerca de la sierra) y  
los 24 metros (al centro del Valle).

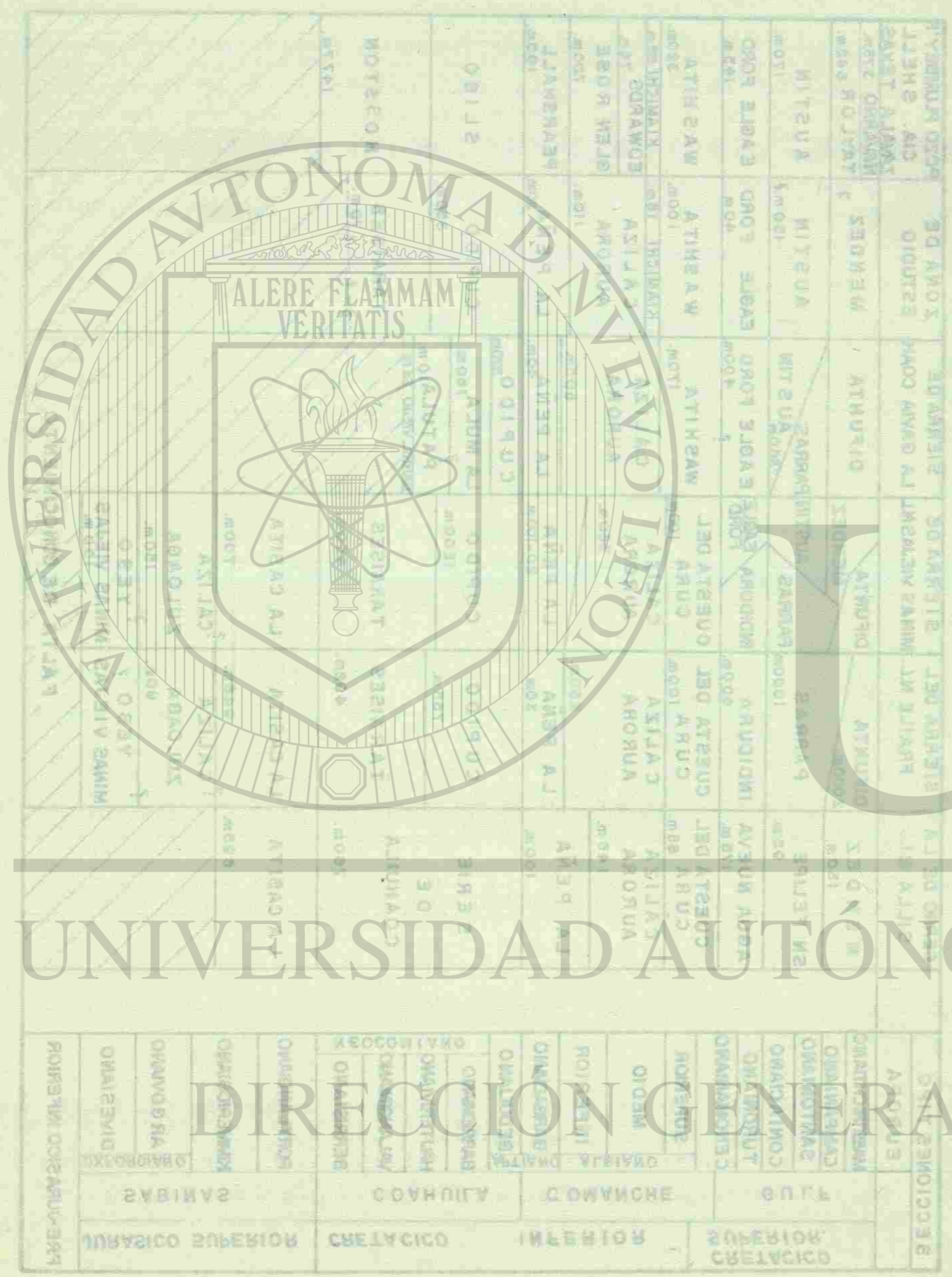


DIRECCIÓN GENERAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

TABLA DE CORRELACION ENTRE LA ZONA DE ESTUDIO Y OTRAS AREAS

SECCIONES TIPO	CERRO DE LA SILLA N.L.	SIERRA DEL FRAILE N.L.	SIERRA DE MINAS VIEJAS N.L.	SIERRA DE LA GAVIA COAH.	ZONA DE ESTUDIO	POZO PLUMBEEY
CRETACICO SUPERIOR	EUROPA	MENDEZ 150 m.	DIFUNTA 2000 m.	DIFUNTA	MENDEZ ?	CIA. SHELL
	MAESTRICHIANO	SN FELIPE 95 m.	PARRAS 1000 m.	PARRAS	AUSTIN 150 m.?	ZAVALA TEXAS
	CAMPANIANO	AGUA NUEVA 175 m.	INDIDURA 600 m.	INDIDURA	EAGLE FORD 40 m.	NAVARRO 375 m.
	SANTONIANO	CUESTA DEL CURA 65 m.	CUESTA DEL CURA 100 m.	CUESTA DEL CURA	WASHITA 170 m.	TAYLOR 542 m.
	CONIACIANO	CALIZA AURORA 145 m.	CALIZA AURORA	CALIZA AURORA	WASHITA 100 m.	AUSTIN 170 m.
	TURONIANO	LA PEÑA 100 m.	LA PEÑA 30 m.	LA PEÑA	EAGLE FORD 40 m.	EAGLE FORD 145 m.
	CENOMANIANO	SERIE DE COAHUILA	CUPIDO 755 m.	CUPIDO	WASHITA 100 m.	WASHITA 320 m.
	SUPERIOR		CUPIDO 1200 m.	CUPIDO 370 m.	KIAMICHI 15 m.	KIAMICHI 68 m.
	MEDIO		ZULOAGA 90 m.	LA MULA 160 m.	CALIZA AURORA	EDWARDS 76 m.
	INFERIOR		MINAS VIEJAS 100 m.	TARAISES 450 m.	AURORA	GLEN ROSE 700 m.
CRETACICO INFERIOR	GARGACIANO	LA CASITA 695 m.	LA CASITA 946 m.	LA PEÑA 20-100 m.	LA PEÑA 30 m.	PEARSHALL 190 m.
	BEDULIANO		ZULOAGA 90 m.	CUPIDO 370 m.	CUPIDO 350 m.	
	BARREMIANO		CALIZA 946 m.	CUPIDO 1200 m.	CUPIDO 350 m.	
	HAUTERVIANO		ZULOAGA 90 m.	TARAISES 450 m.	TARAISES 450 m.	
	VALANGINIANO		MINAS VIEJAS 100 m.	LA CASITA 946 m.	TARAISES 450 m.	
CRETACICO SUPERIOR	BERRISIANO		MINAS VIEJAS 100 m.	LA CASITA 946 m.	TARAISES 450 m.	
	PORTLANDIANO		FALTA DE CONOCIMIENTO	LA CASITA 946 m.	TARAISES 450 m.	
	KIMMERIDGIANO		FALTA DE CONOCIMIENTO	LA CASITA 946 m.	TARAISES 450 m.	
	ARGOVIANO		FALTA DE CONOCIMIENTO	LA CASITA 946 m.	TARAISES 450 m.	
PRE-JURASICO INFERIOR	DIVESIANO		FALTA DE CONOCIMIENTO	LA CASITA 946 m.	TARAISES 450 m.	
	JURASICO SUPERIOR		FALTA DE CONOCIMIENTO	LA CASITA 946 m.	TARAISES 450 m.	



V GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Durante la Revolución Laramide, los materiales del Mesozoico y anteriores del Noreste de México fueron diversamente deformados de acuerdo con la posición de sus áreas de depósito respecto a los elementos de Paleogeografía previamente existentes.

Así los estratos anteriormente horizontales fueron plegados y fallados por las fuerzas de compresión de la Revolución Laramide en una faja de anticlinales y sinclinales, cuyos ejes son generalmente paralelos al actual frente topográfico de la Sierra Madre Oriental al Norte y Este de México.

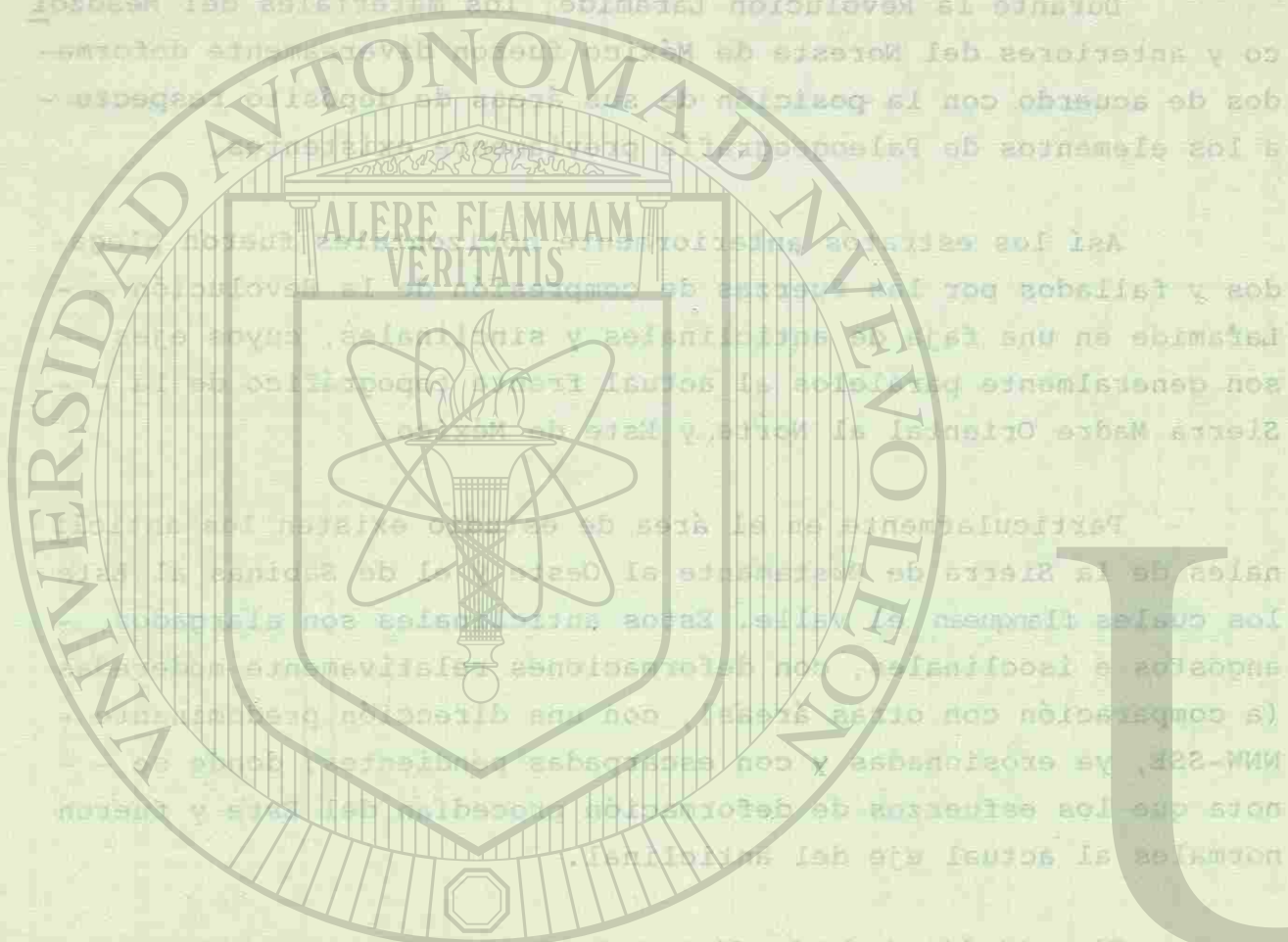
Particularmente en el área de estudio existen los anticlinales de la Sierra de Bustamante al Oeste y el de Sabinas al Este los cuales flanquean el valle. Estos anticlinales son alargados, angostos e isoclinales, con deformaciones relativamente moderadas (a comparación con otras áreas), con una dirección predominante NNW-SSE, ya erosionadas y con escarpadas pendientes, donde se nota que los esfuerzos de deformación procedían del Este y fueron normales al actual eje del anticlinal.

El anticlinal de la Sierra de Bustamante se encuentra seccionado en el área de estudio por un cañón que probablemente fue creado por el arroyo durante el levantamiento de este anticlinal o por la actuación de fuerzas de diferente sentido entre los extremos y la parte central del mismo.

FALLAS

Existen tres sistemas principales de fallamiento en el área :

- 1.- Sistema principal en el cual las fallas tienen un rumbo aproximadamente perpendicular a los ejes de los anticlinales, --



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

producidas estas fallas quizá a la aplicación de fuerzas de -  
compresión diferenciales en todo el terreno, ya que en las --  
partes medias de los anticlinales generalmente hay más defor-  
mación que en los extremos del anticlinal.

- 2.- Sistema Secundario : Donde las fallas son paralelas a los --  
ejes de los anticlinales, producidas estas por la competencia  
de algunas rocas al ser sometidas a esfuerzos de deformación.
- 3.- Fallas producidas por el emplazamiento del apófisis granítico  
al norte del área del estudio, que no tienen una orientación  
bien definida.

Debido a la composición química de las rocas dominantes (calcá-  
reas) es común encontrar cavernas de disolución de muy diferen-  
tes tamaños, que varían desde milímetros hasta varios cientos  
de metros, tales como las Grutas de Bustamante localizadas en  
el área estudiada.

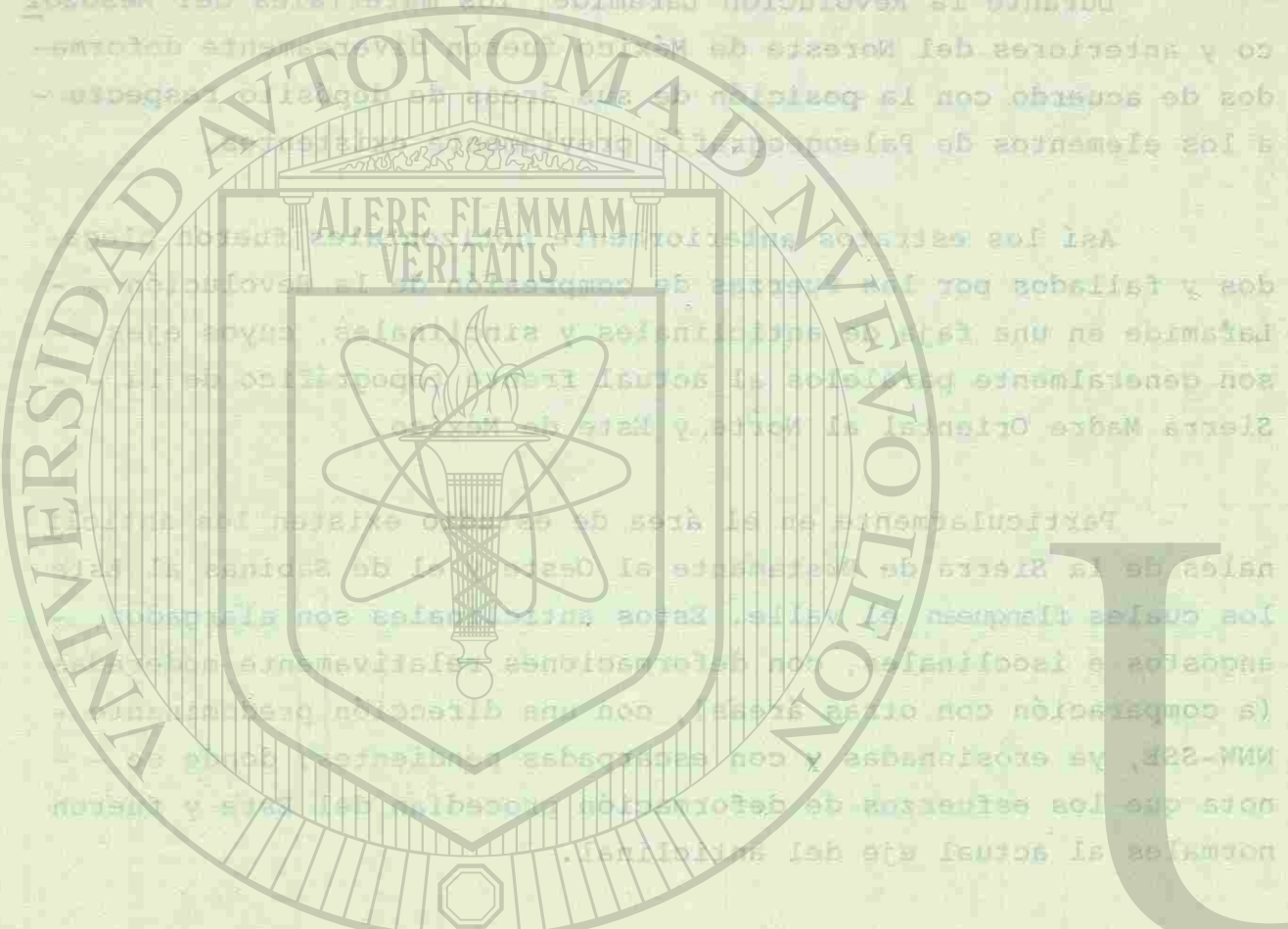
Existe, en la Sierra de Bustamante, una fuerte pendiente que  
producen "Fallas de Talud", o sea fallas de bloque que caen --  
por acción de gravedad.

VI HIDROGEOLOGIA SUPERFICIAL

- GENERALIDADES :

La subcuenca estudiada tiene un área de 1256.7 Km<sup>2</sup>. el cli-  
ma predominante en esta zona es seco semicálido presentando  
canícula, (Fig.6)

co y anteriores del Noroeste de México. Los elementos de deformación de acuerdo con la posición de sus ejes de deformación respecto a los elementos de paleogeografía.



Así los estratos sedimentarios de la Sierra Madre Occidental y fallados por las vertientes de compresión de la evolución tectónica en una falla anticlinal y simétrica, cuyos ejes son generalmente paralelos al eje de la Sierra Madre Occidental.

Particularmente en el área de estudio existen las fallas de la Sierra de Bustamante al Oeste del eje de la Sierra Madre Occidental, las cuales forman el valle de Bustamante. Estas fallas son simétricas y tectónicas, con deformaciones relativamente recientes (a comparación con otras áreas), con una dirección principal NW-SE, ya erosionadas y con escarpadas simétricas. Cabe señalar que los estratos de deformación proceden del eje y fueron normales al actual eje del anticlinal.

El anticlinal de la Sierra de Bustamante se encuentra reconocido en el área de estudio por un cañón que probablemente fue creado por el arroyo durante el levantamiento de este anticlinal.

Por la actuación de fuerzas de diferentes sentido entre las fallas y la parte central del cañón.

TABLA

1.- Sistema principal en el cual las fallas tienen un rumbo aproximadamente perpendicular a los ejes de las anticlinales.

producidas estas fallas quizá a la aplicación de fuerzas de compresión diferenciales en todo el terreno, ya que en las partes medias de los anticlinales generalmente hay más deformación que en los extremos del anticlinal.

2.- Sistema Secundario : Donde las fallas son paralelas a los ejes de los anticlinales, producidas estas por la competencia de algunas rocas al ser sometidas a esfuerzos de deformación.

3.- Fallas producidas por el emplazamiento del apófisis granítico al norte del área del estudio, que no tienen una orientación bien definida.

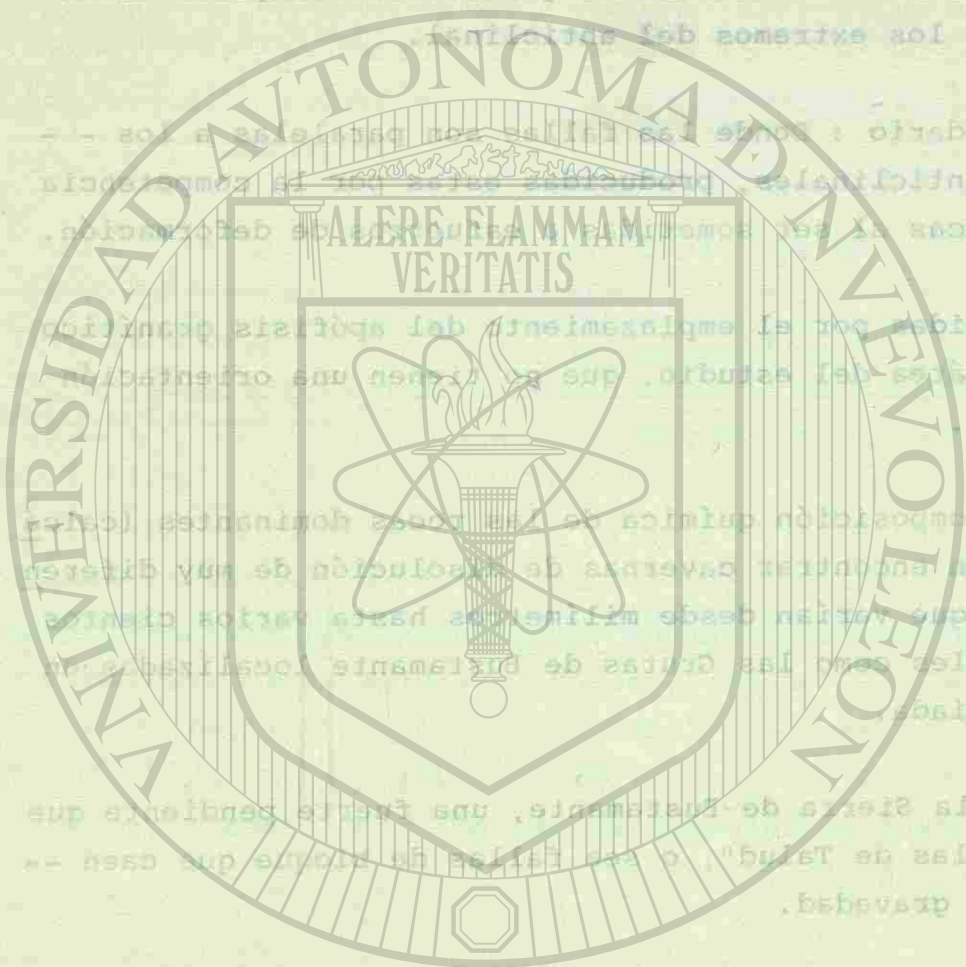
Debido a la composición química de las rocas dominantes (calcareas) es común encontrar cavernas de disolución de muy diferentes tamaños, que varían desde milímetros hasta varios cientos de metros, tales como las Grutas de Bustamante localizadas en el área estudiada.

Existe, en la Sierra de Bustamante, una fuerte pendiente que producen "Fallas de Talud", o sea fallas de bloque que caen por acción de gravedad.

VI HIDROGEOLOGIA SUPERFICIAL

- GENERALIDADES :

La subcuenca estudiada tiene un área de 1256.7 Km<sup>2</sup>. el clima predominante en esta zona es seco semicálido presentando canícula, (Fig.6)



VI. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### - TEMPERATURA

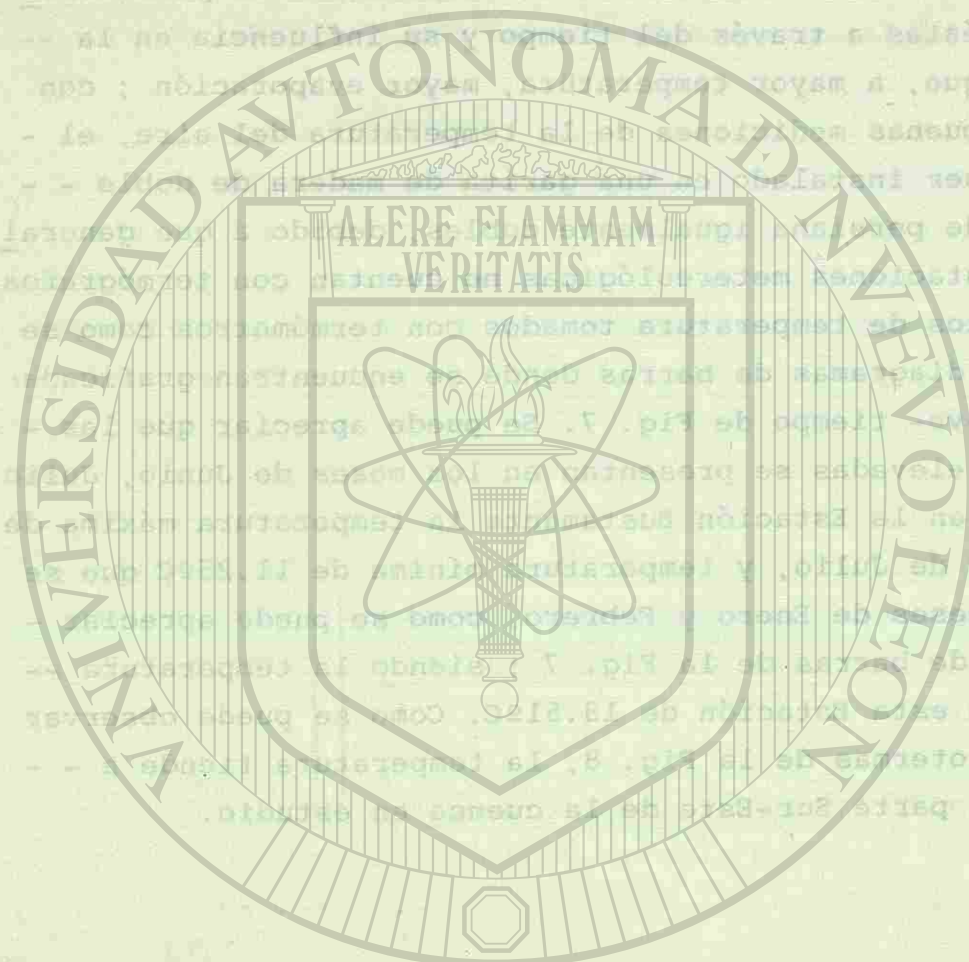
El objetivo de tomar mediciones de temperatura es para observar como varían éstas a través del tiempo y su influencia en la evaporación, ya que, a mayor temperatura, mayor evaporación; con objeto de tener buenas mediciones de la temperatura del aire, el termómetro debe ser instalado en una garita de madera de doble techo y paredes de persiana igualmente dobles, debido a que generalmente nuestras estaciones meteorológicas no cuentan con termógrafos; se cuenta con datos de temperatura tomados con termómetros como se puede ver en los diagramas de barras donde se encuentran graficadas las temperaturas-vs- tiempo de Fig. 7. Se puede apreciar que las temperaturas más elevadas se presentan en los meses de Junio, Julio y Agosto, siendo en la Estación Bustamante la temperatura máxima de 24.17°C en el mes de Julio, y temperatura mínima de 11.25°C que se presenta en los meses de Enero y Febrero, como se puede apreciar en los diagramas de barras de la Fig. 7; siendo la temperatura promedio anual en esta Estación de 18.51°C. Como se puede observar en el plano de Isotermas de la Fig. 8, la temperatura tiende a aumentar hacia la parte Sur-Este de la cuenca en estudio.

#### - PRECIPITACION

1) De acuerdo a los registros de lluvia tomados en las diferentes estaciones, se podrá observar que en todas ellas, los meses donde se presenta la mayor precipitación ocurre en Septiembre y Octubre, o sea la época de lluvias en la zona de estudio, se presenta en estos meses.

Analizando los diagramas de barras de la Fig. 9, se puede apreciar que en la Estación Bustamante la precipitación mensual mayor, se presenta en el mes de Septiembre y es de 103.65 mm. y la mínima de 10.35 mm. la cual se presenta en el mes de Marzo; encontrándose en esta Estación una precipitación media anual de 555.11 mm.





TEMPERATURA

El objetivo de tomar mediciones de temperatura es para observar como varían éstas a través del tiempo y su influencia en la evaporación, ya que a mayor temperatura, mayor evaporación; con objeto de tener buenas mediciones de la temperatura, el termómetro debe ser instalado en un lugar que esté a la sombra y lejos de paredes de concreto, para evitar la radiación solar directa y la influencia de las corrientes de aire que se producen al pasar por las aberturas de las puertas y ventanas. Las mediciones se tomarán a las 7, 12 y 17 horas del día, en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, siendo en la estación húmeda (mayo a septiembre) cuando se presenten las temperaturas más altas. Se tomarán mediciones en el plano de isotermas de la Fig. 8, la temperatura de la parte superior de la curva de la estación.

PRECIPITACION

1) De acuerdo a los registros de lluvia tomados en la estación, se podrá observar que en todas ellas, los meses donde se presenta la mayor precipitación ocurre en septiembre y octubre, o sea la época de lluvias de la zona de estudio, se presenta en estos meses.

Analizando los diagramas de barras de la Fig. 9, se puede apreciar que en la estación, básicamente la precipitación media mensual mayor se presenta en el mes de septiembre y es de 103.5 mm, y la mínima de 10.50 mm, la cual se presenta en el mes de marzo; encontrándose en esta estación una precipitación media anual de 252.11 mm.

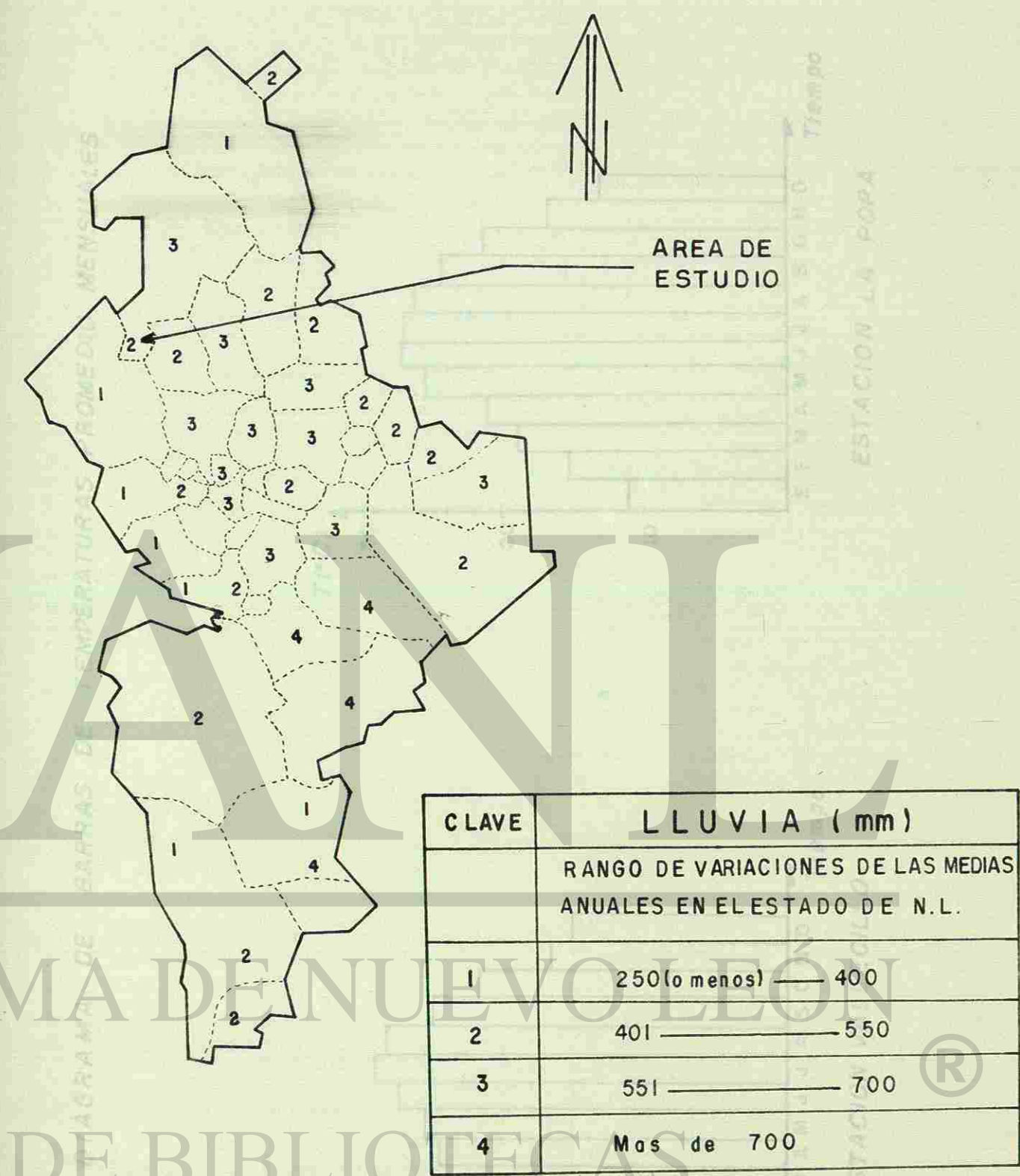


Figura NO. 6



ANUALES EN EL ESTADO DE N.L.

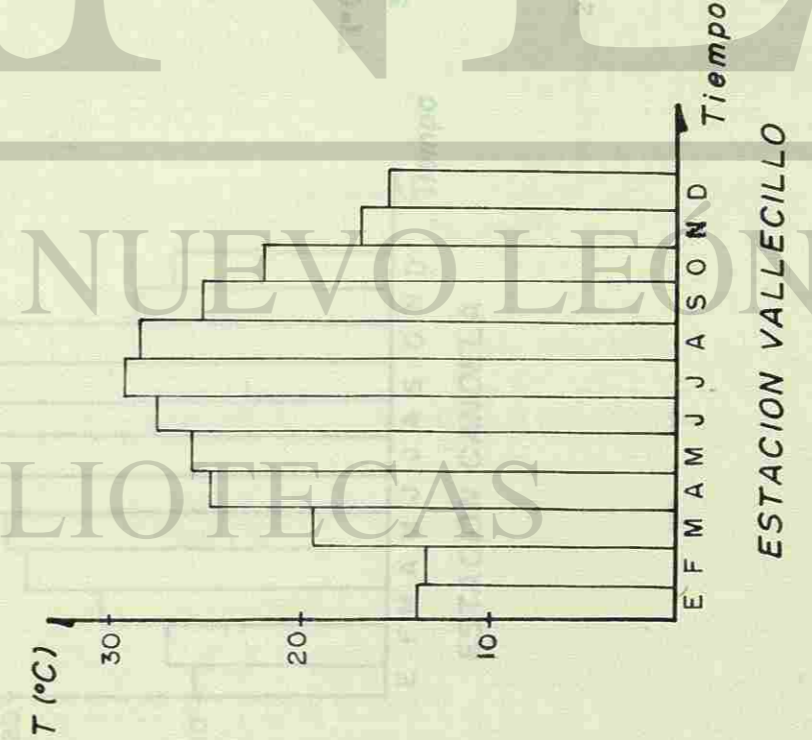
RANGO DE VARIACIONES DE LAS MEDIAS

CLAVE

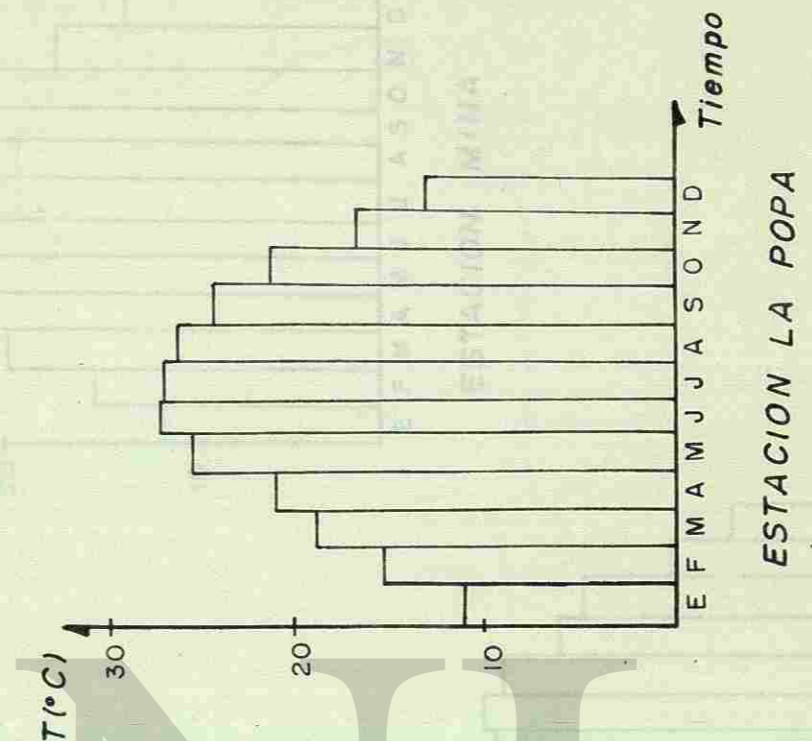
100	251	3
200	301	4
300	351	5



DIAGRAMA DE BARRAS DE TEMPERATURAS PROMEDIO MENSUALES

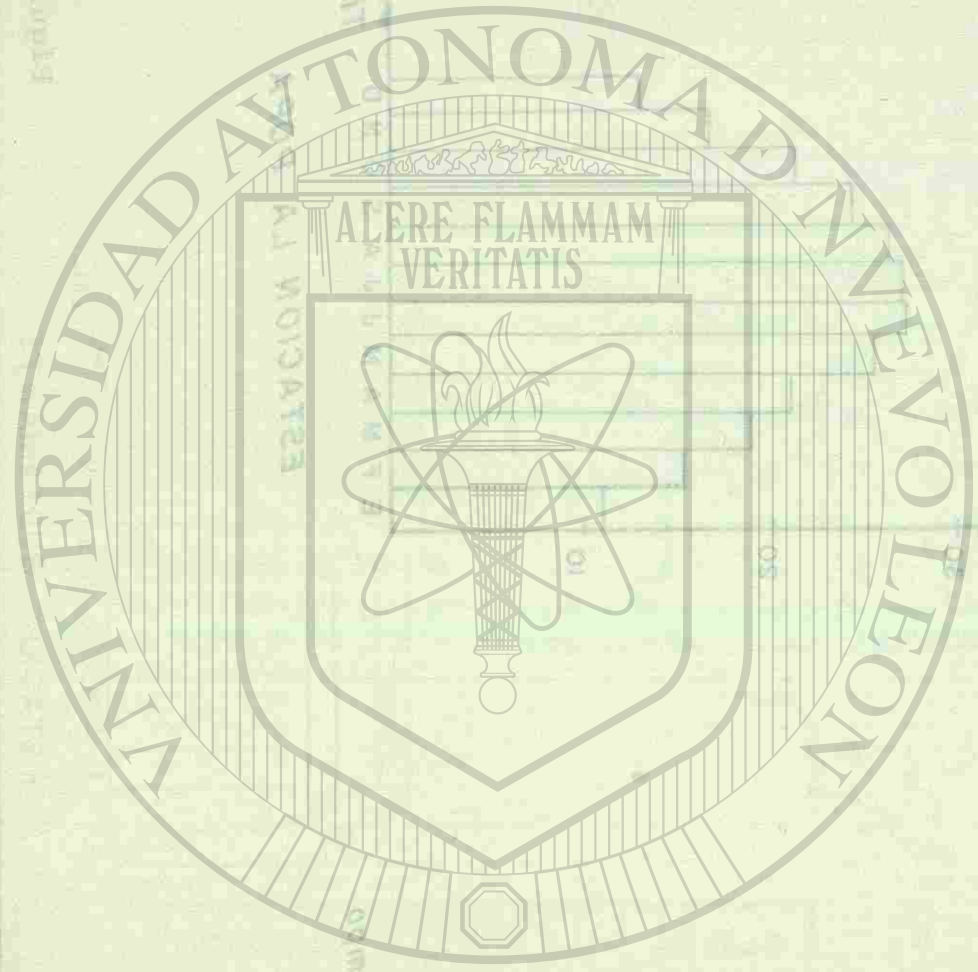


ESTACION VALLECILLO



ESTACION LA POPA

Figura No. 7a



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



DIAGRAMA DE BARRAS DE TEMPERATURAS PROMEDIO MENSUALES

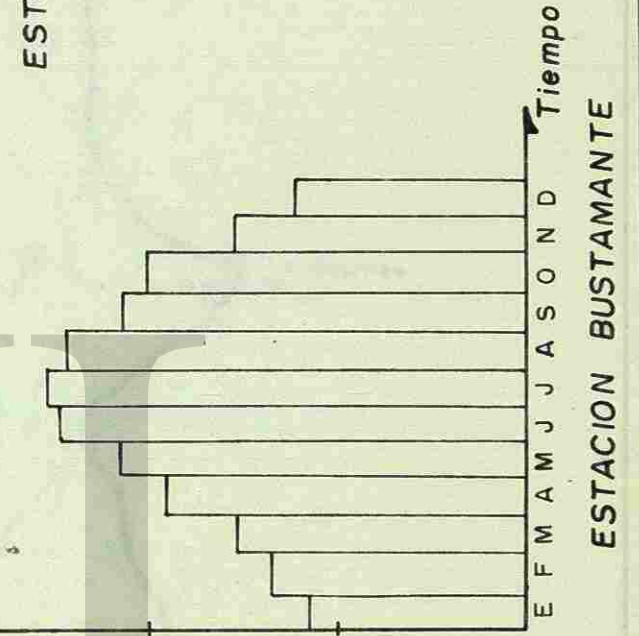
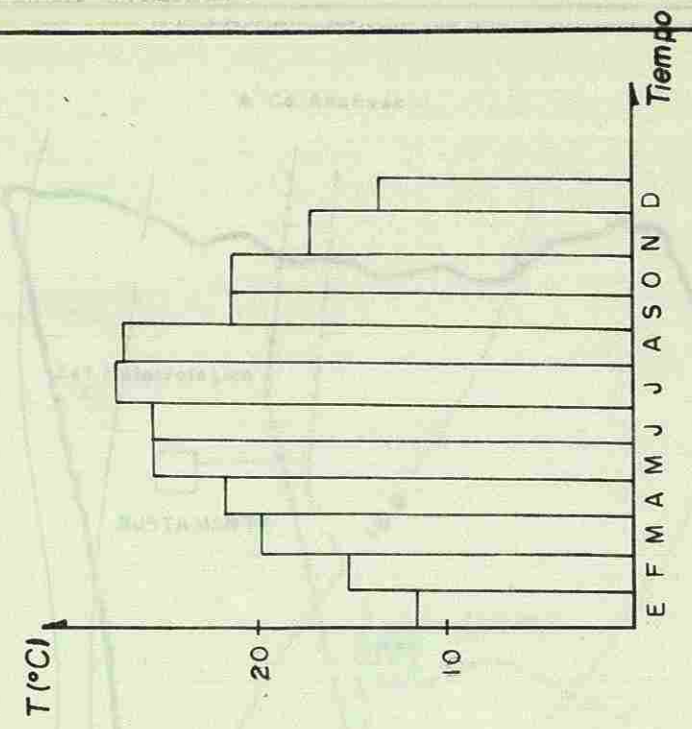
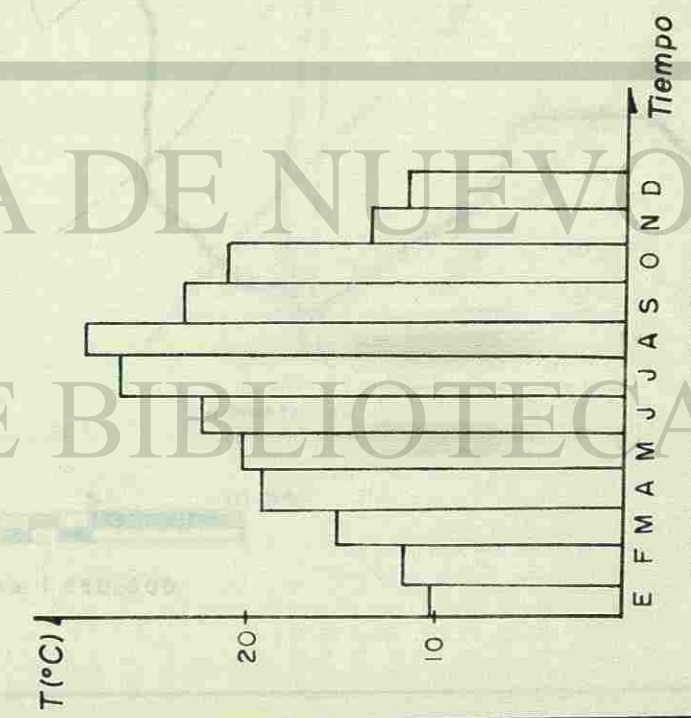


Figura No. 7a

Figura No. 7b



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

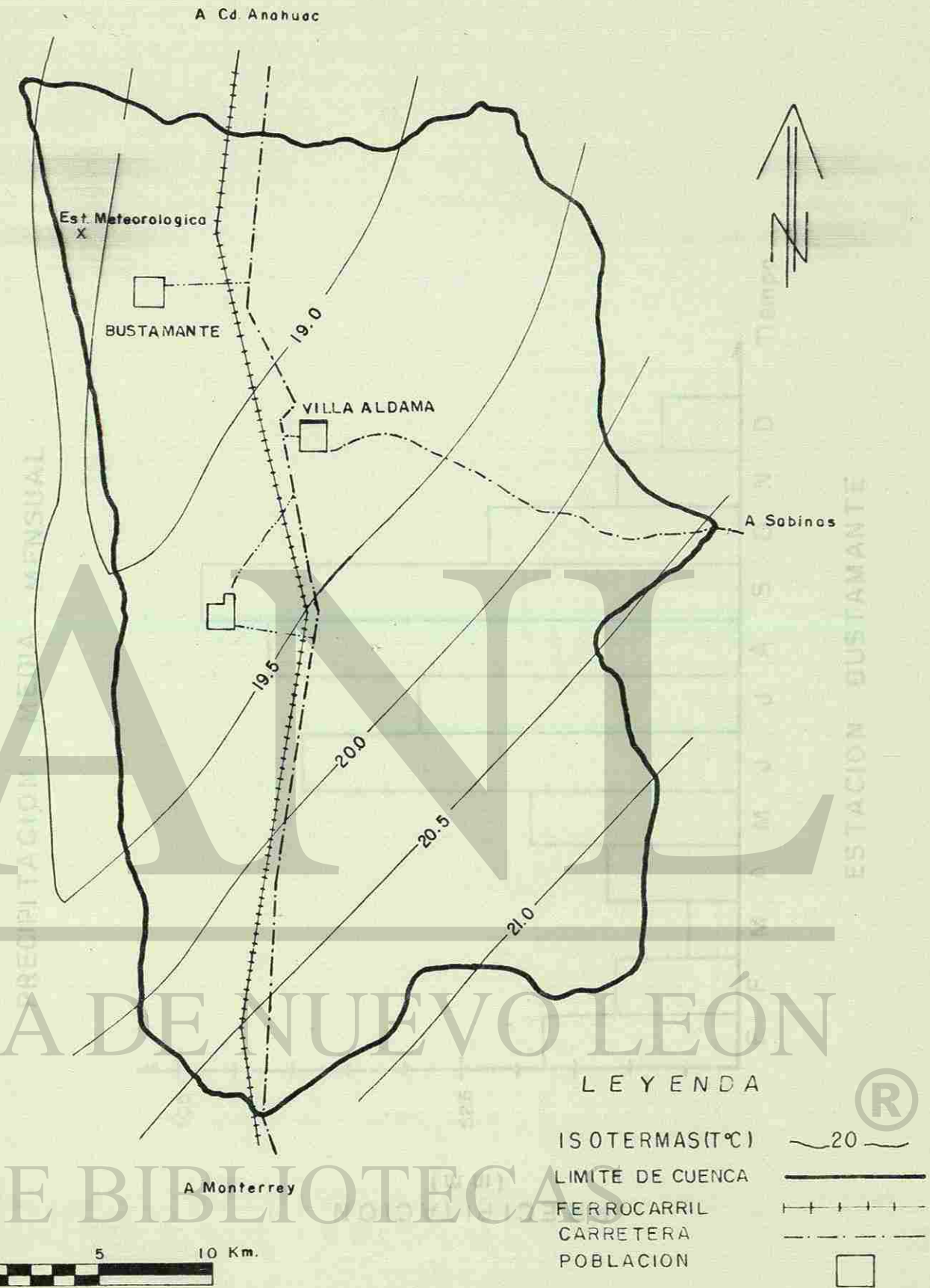
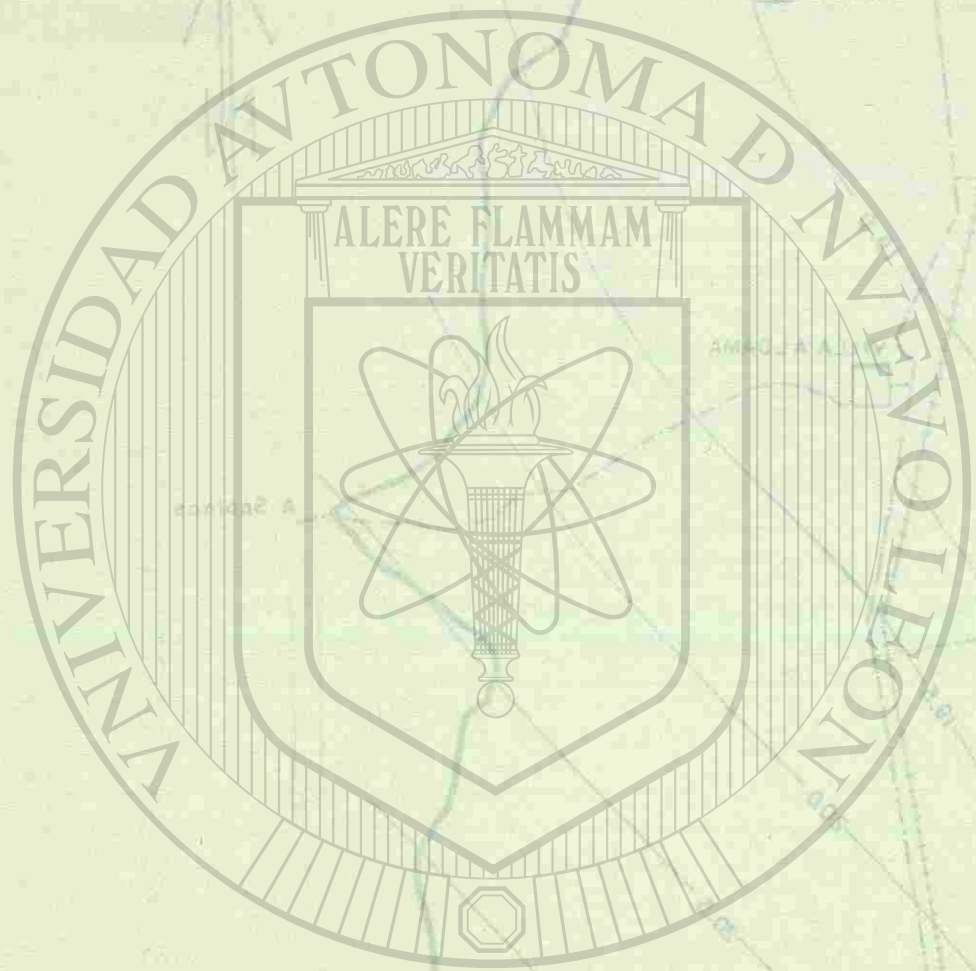


Figura No. 8



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

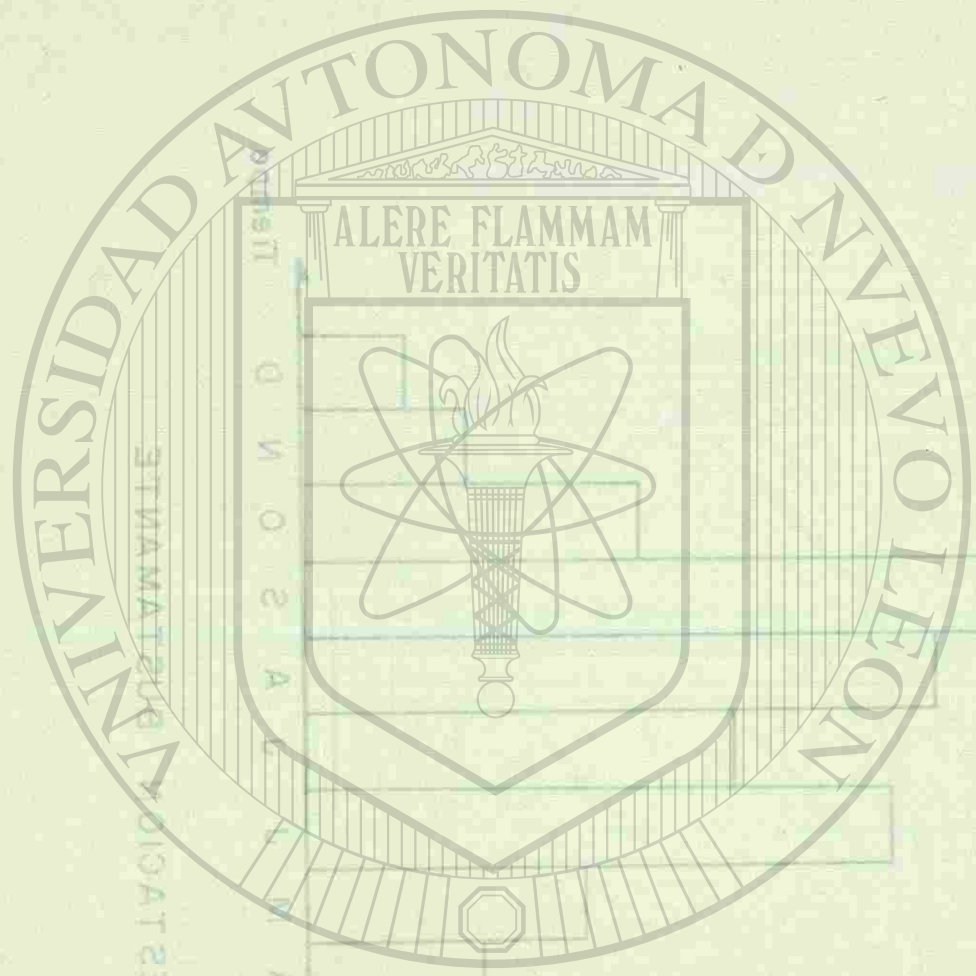


PRECIPITACION MEDIA MENSUAL



ESTACION BUSTAMANTE

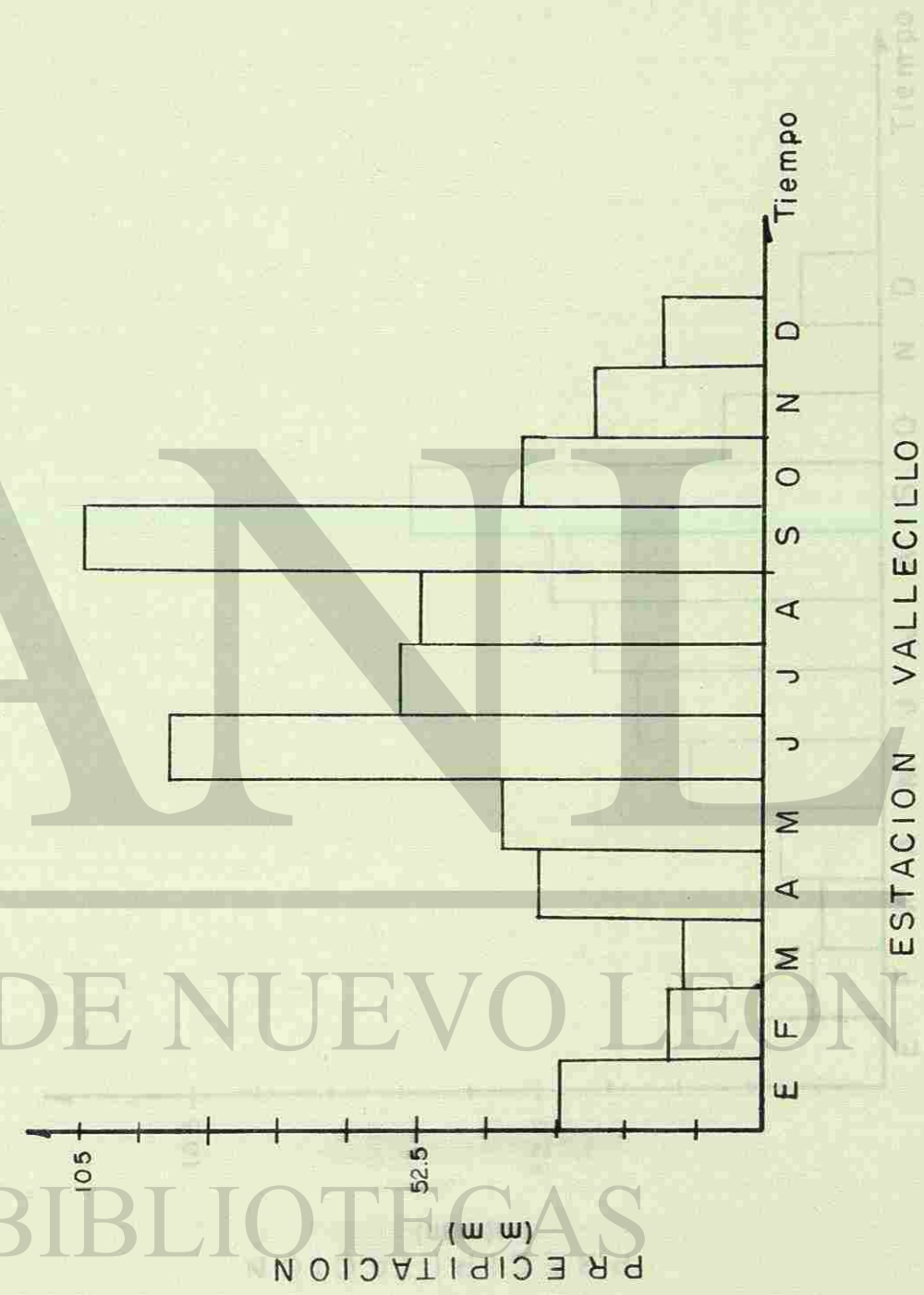
Figura No. 9a



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

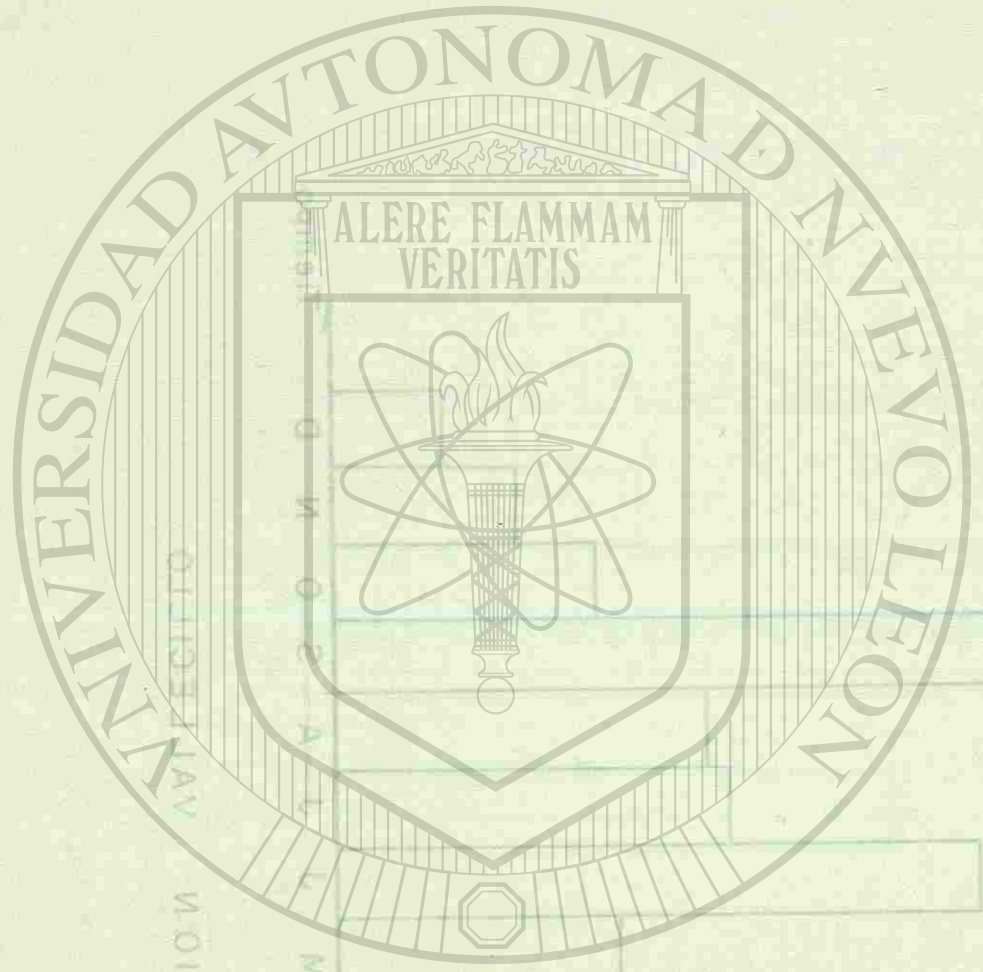
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL



ESTACION VALLECILLO

ESTACION LA POZA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL

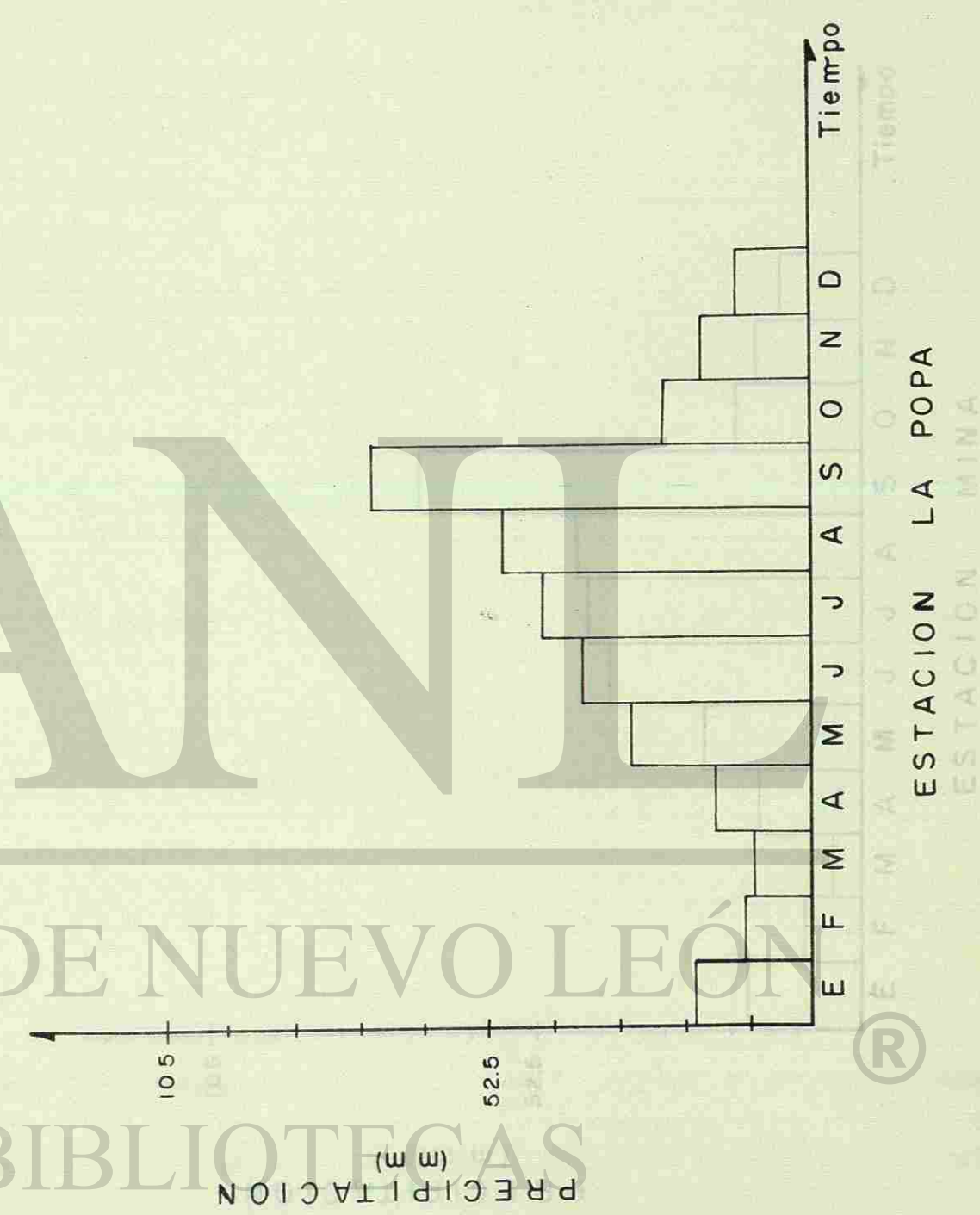
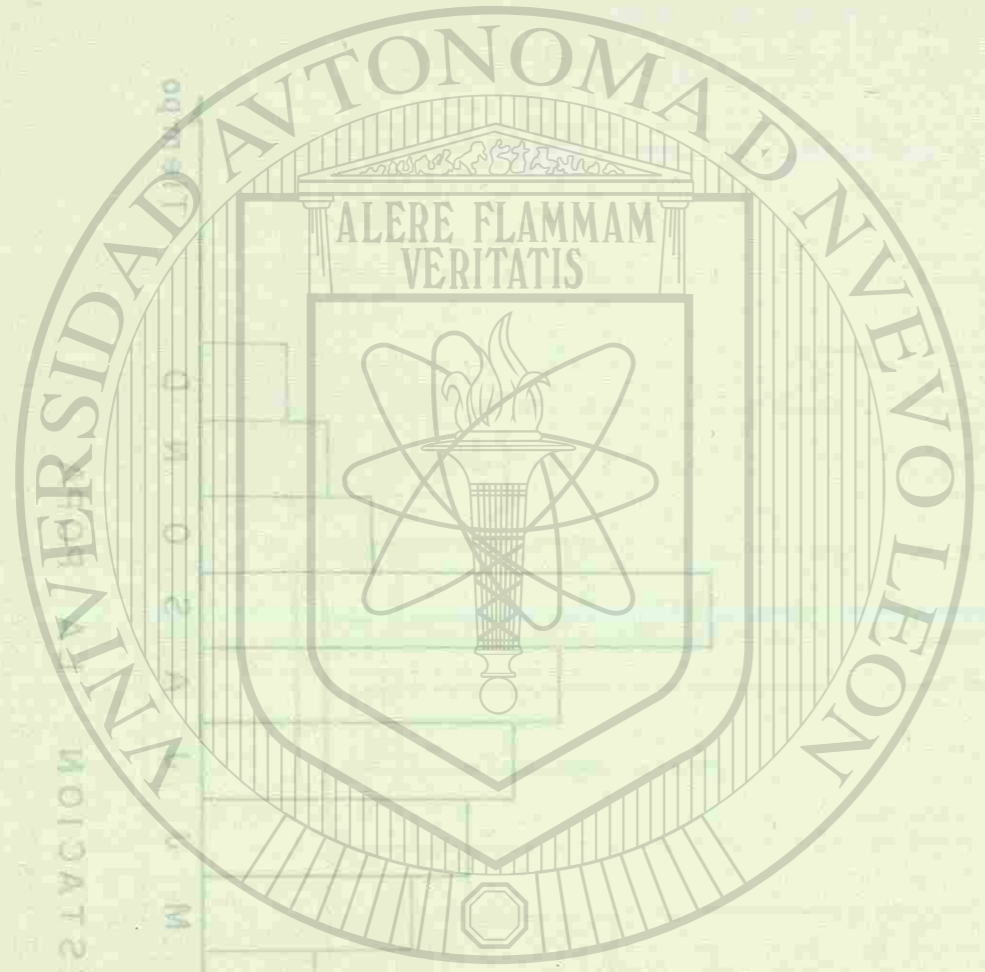


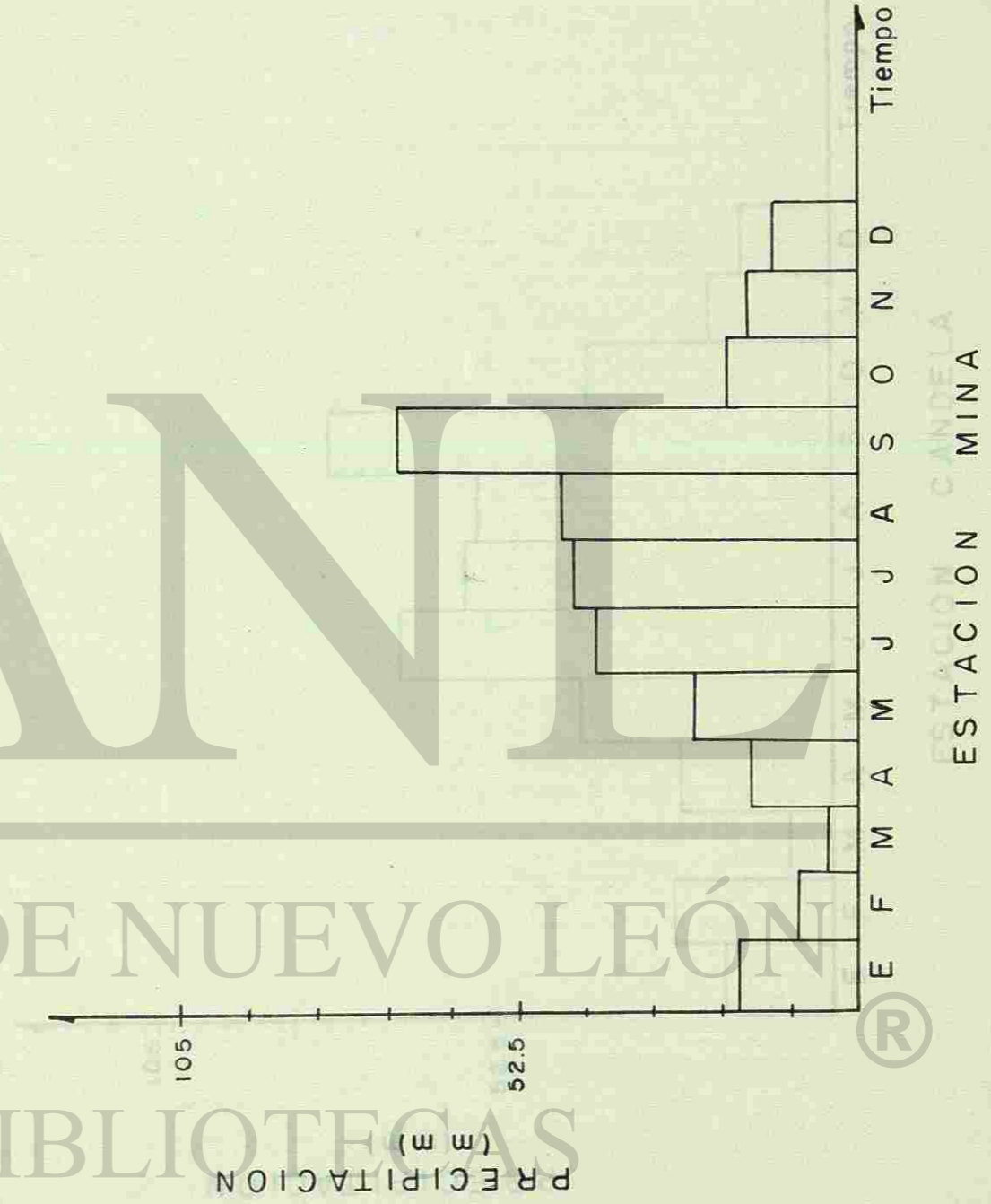
Figura No. 9c



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL

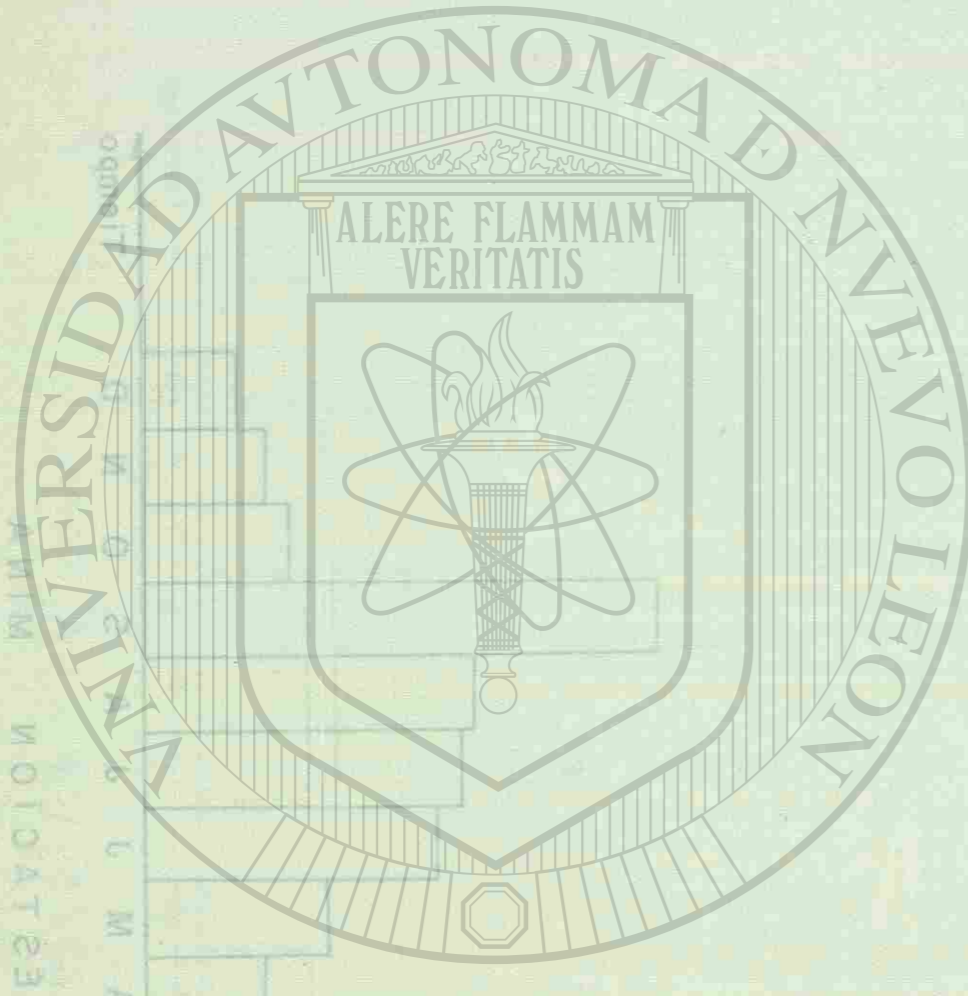


ESTACION MINA

Figura No. 9d



Estación por año



ESTACION MENSUAL  
 E F M A M J J A S O N D

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En el plano de la Fig. 10, se puede apreciar que la precipitación es menor o va disminuyendo la parte Sur en la cuenta en estudio, desde 550 mm. en la parte Norte, hasta 450 mm. en la parte Este.

2) El cálculo de la precipitación media en la zona en estudio, se lleva a cabo por medio del Polígono de Thiessen. Este método de toma en cuenta la distribución no uniforme de las lluvias en el área y en zonas adyacentes mediante una ponderación a cada uno de ellos, colocando en un mapa las estaciones pluviométricas y el área o cuenca para la cual se realiza el análisis en donde se forman triángulos y se trazan mediatrices o bisectrices que dividen el área a cada lado del triángulo definiéndose un polígono a cada estación pluviométrica. La precipitación media mensual se evalúa con la siguiente fórmula:

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL

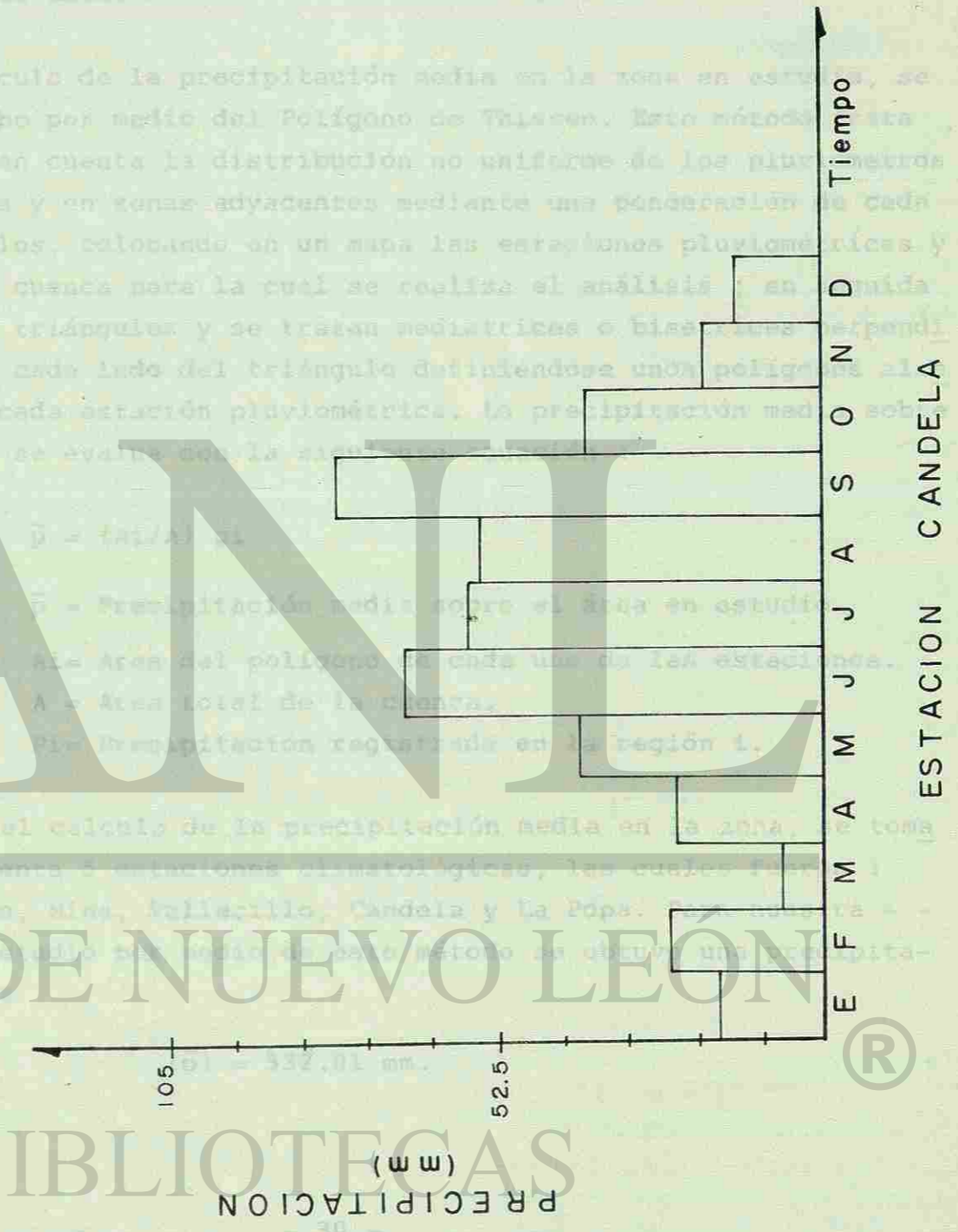
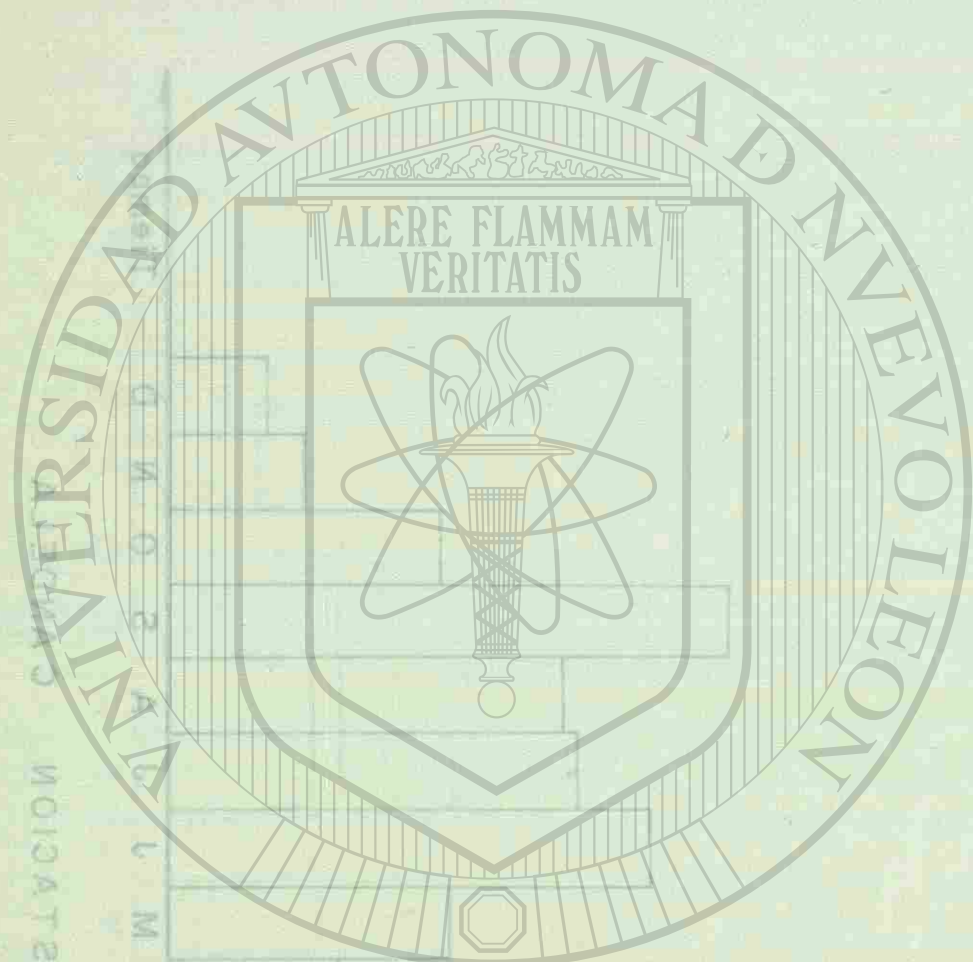


Figura No. 9e



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En el plano de Isoyetas de la Fig. 10, se puede apreciar que la precipitación es menor o va disminuyendo la parte Sur en la - cuenta en estudio, desde 550 mm. en la parte Norte, hasta 450 mm. en la parte Este.

2) El cálculo de la precipitación media en la zona en estudio, se lleva a cabo por medio del Polígono de Thissen. Este método trata de tomar en cuenta la distribución no uniforme de los pluviómetros en el área y en zonas adyacentes mediante una ponderación de cada uno de ellos, colocando en un mapa las estaciones pluviométricas y el área o cuenca para la cual se realiza el análisis ; en seguida se forman triángulos y se trazan mediatrices o bisectrices perpendiculares a cada lado del triángulo definiéndose unos polígonos alrededor de cada estación pluviométrica. La precipitación media sobre la cuenca se evalúa con la siguiente ecuación :

$$\bar{p} = (A_i/A) p_i$$

$\bar{p}$  = Precipitación media sobre el área en estudio.

$A_i$  = Área del polígono de cada uno de las estaciones.

$A$  = Área total de la cuenca.

$P_i$  = Precipitación registrada en la región  $i$ .

Para el cálculo de la precipitación media en la zona, se tomaron en cuenta 5 estaciones climatológicas, las cuales fueron : Bustamante, Mina, Vallecillo, Candela y La Popa. Para nuestra zona en estudio por medio de este método se obtuvo una precipitación media

$$(\bar{p}) = 532.01 \text{ mm.}$$

En el plano de isoyetas de la fig. 10, se puede apreciar que la precipitación es menor o va disminuyendo la parte sur en la cuenta en estudio, desde 550 mm. en la parte Norte, hasta 450 mm. en la parte Este.

3) El cálculo de la precipitación por medio del método de Thiessen se lleva a cabo por medio de la siguiente fórmula:

de tomar en cuenta la distribución de las estaciones meteorológicas en el área y en zonas elevadas mediante una ponderación de uno de ellos, colocados en las zonas elevadas, para que el área o cuenca tenga la cual se realiza el análisis; en cada se forman triángulos y se trazan mediatrices y se prolongan los triángulos a cada lado del triángulo delimitado por los triángulos adyacentes a cada estación pluviométrica. La precipitación media de cada estación se evalúa con la siguiente fórmula:

$$P_i = \text{Precipitación registrada en la estación } i$$

$$A_i = \text{Área total de la cuenca}$$

$$A_i = \text{Área del polígono de cada una de las estaciones}$$

$$\bar{p} = \text{Precipitación media sobre el área de estudio}$$

$$\bar{p} = (A_i P_i) / A$$

Para el cálculo de la precipitación media en la zona se toma top en cuenta 5 estaciones climatológicas, las cuales fueron: Bustamante, Mina, Vallecillo, Canales y La Rosa. Para obtener el promedio se utilizó el método de Thiessen, el cual se describe a continuación:

$$\bar{p} = 232.01 \text{ mm}$$

# DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

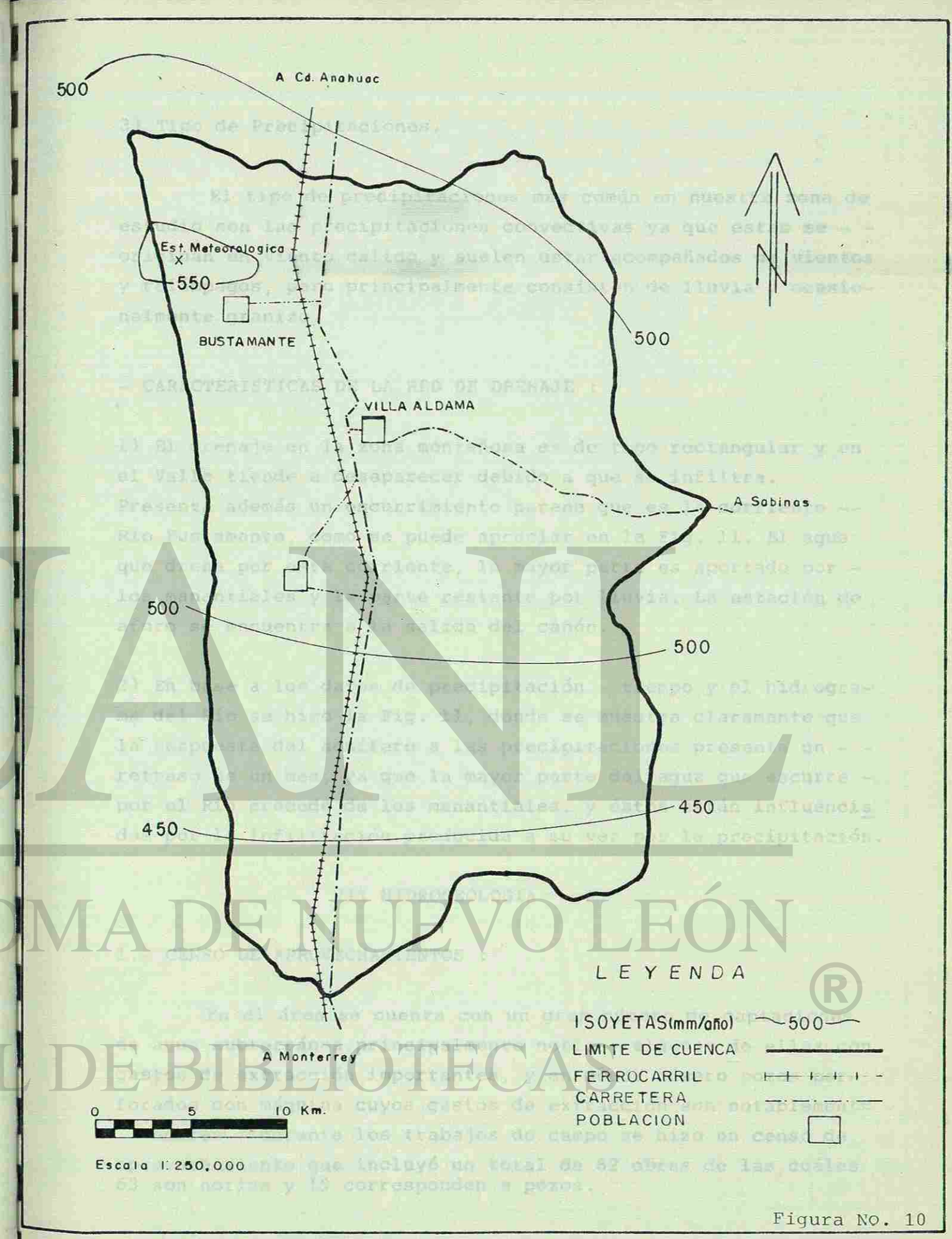
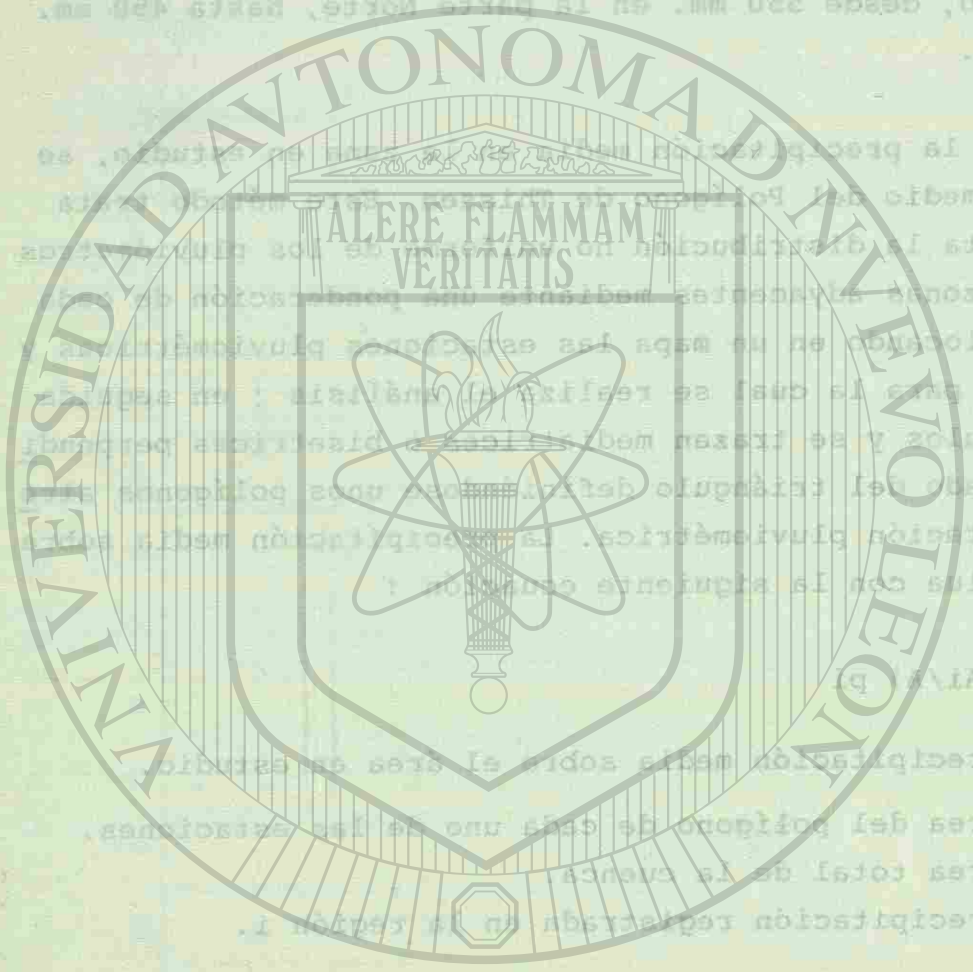
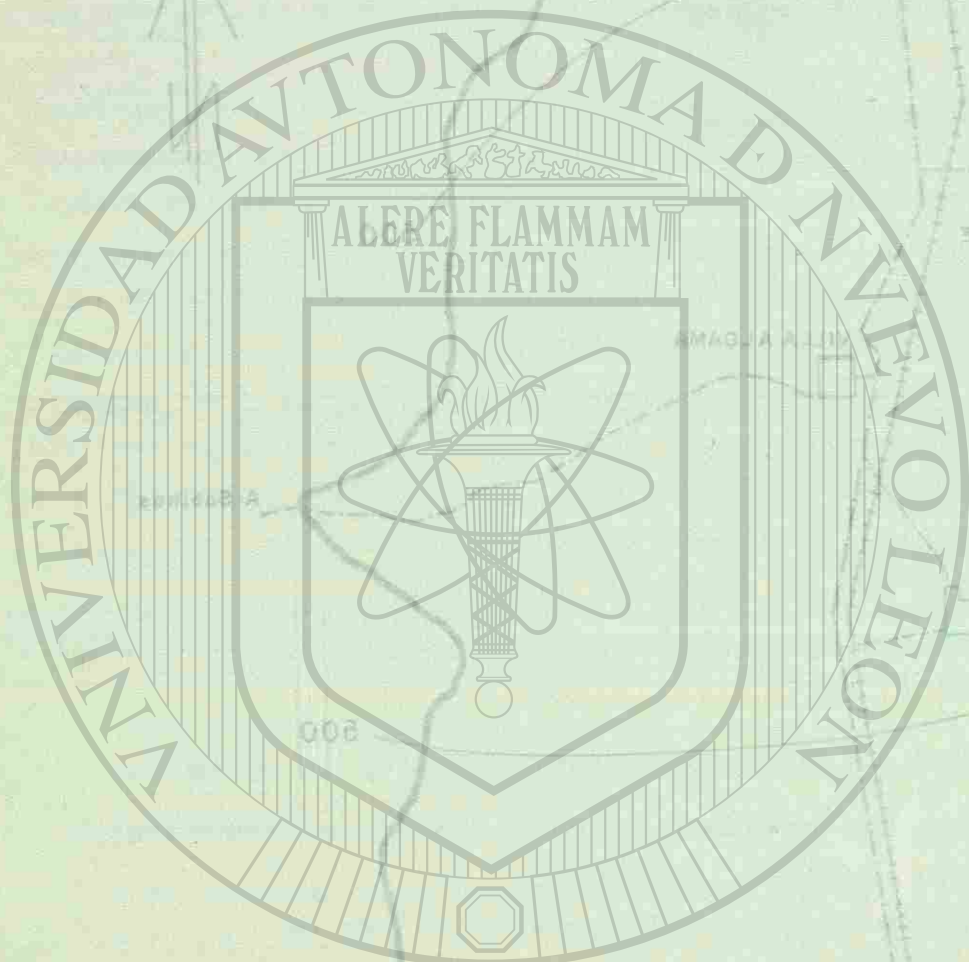


Figura No. 10



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 3) Tipo de Precipitaciones.

El tipo de precipitaciones más común en nuestra zona de estudio son las precipitaciones convectivas ya que estas se originan en viento cálido y suelen estar acompañados de vientos y relámpagos, pero principalmente consisten de lluvia y ocasionalmente granizo.

#### - CARACTERISTICAS DE LA RED DE DRENAJE :

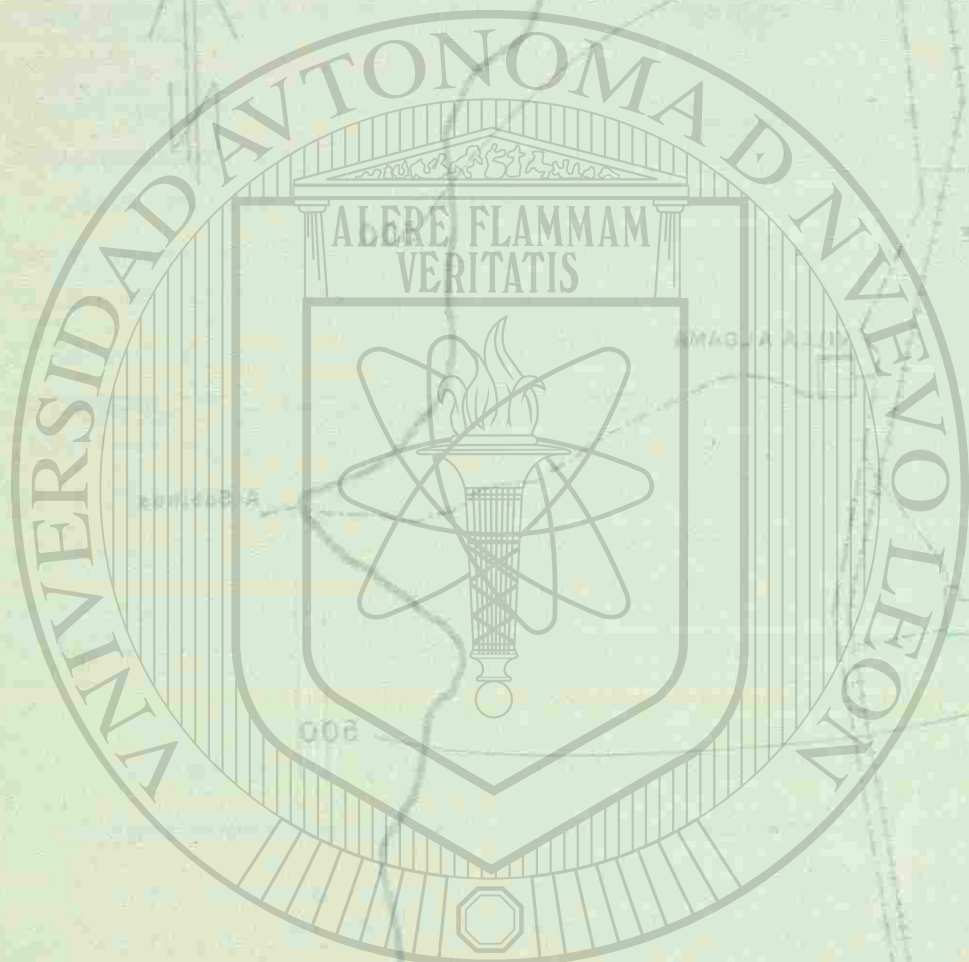
1) El drenaje en la zona montañosa es de tipo rectangular y en el Valle tiende a desaparecer debido a que se infiltra. Presenta además un escurrimiento perene que es la corriente -- Río Bustamante, como se puede apreciar en la Fig. 11. El agua que drena por esta corriente, la mayor parte es aportado por los manantiales y la parte restante por lluvia. La estación de aforo se encuentra a la salida del cañón.

2) En base a los datos de precipitación - tiempo y el hidrograma del Río se hizo la Fig. 11, donde se muestra claramente que la respuesta del acuífero a las precipitaciones presenta un retraso de un mes, ya que la mayor parte del agua que escurre por el Río procede de los manantiales, y éstos están influenciados por la infiltración producida a su vez por la precipitación.

### VII HIDROGEOLOGIA

#### 1.- CENSO DE APROVECHAMIENTOS :

En el área se cuenta con un gran número de captaciones de agua subterránea, principalmente norias, algunas de ellas con gastos de extracción importantes, y en menor número pozos perforados con máquina cuyos gastos de extracción son notablemente menores ; durante los trabajos de campo se hizo un censo de aprovechamiento que incluyó un total de 82 obras de las cuáles 63 son norias y 19 corresponden a pozos.



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 3) Tipo de Precipitaciones.

El tipo de precipitaciones más común en nuestra zona de estudio son las precipitaciones convectivas ya que estas se originan en viento cálido y suelen estar acompañados de vientos y relámpagos, pero principalmente consisten de lluvia y ocasionalmente granizo.

#### - CARACTERISTICAS DE LA RED DE DRENAJE :

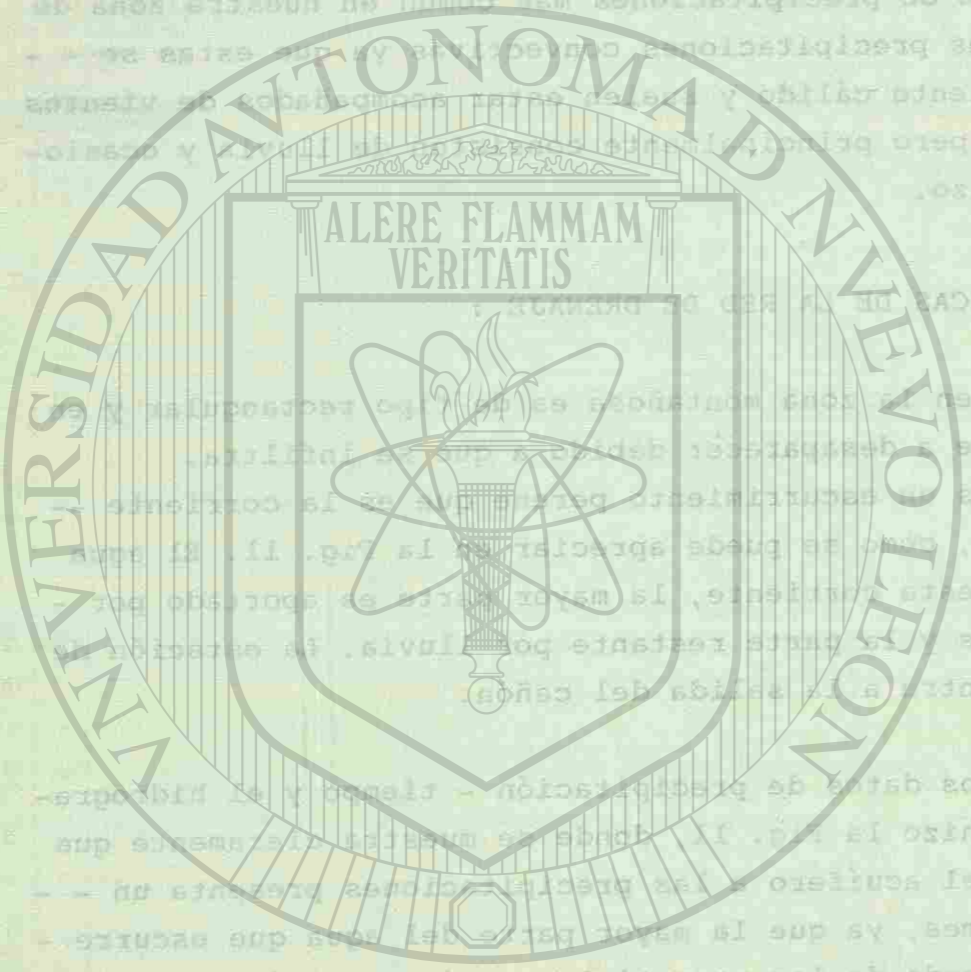
1) El drenaje en la zona montañosa es de tipo rectangular y en el Valle tiende a desaparecer debido a que se infiltra. Presenta además un escurrimiento perene que es la corriente -- Río Bustamante, como se puede apreciar en la Fig. 11. El agua que drena por esta corriente, la mayor parte es aportado por los manantiales y la parte restante por lluvia. La estación de aforo se encuentra a la salida del cañón.

2) En base a los datos de precipitación - tiempo y el hidrograma del Río se hizo la Fig. 11, donde se muestra claramente que la respuesta del acuífero a las precipitaciones presenta un retraso de un mes, ya que la mayor parte del agua que escurre por el Río procede de los manantiales, y éstos están influenciados por la infiltración producida a su vez por la precipitación.

### VII HIDROGEOLOGIA

#### 1.- CENSO DE APROVECHAMIENTOS :

En el área se cuenta con un gran número de captaciones de agua subterránea, principalmente norias, algunas de ellas con gastos de extracción importantes, y en menor número pozos perforados con máquina cuyos gastos de extracción son notablemente menores ; durante los trabajos de campo se hizo un censo de aprovechamiento que incluyó un total de 82 obras de las cuáles 63 son norias y 19 corresponden a pozos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RELACION HIDROGRAMA - CURVA PRECIPITACION-TIEMPO

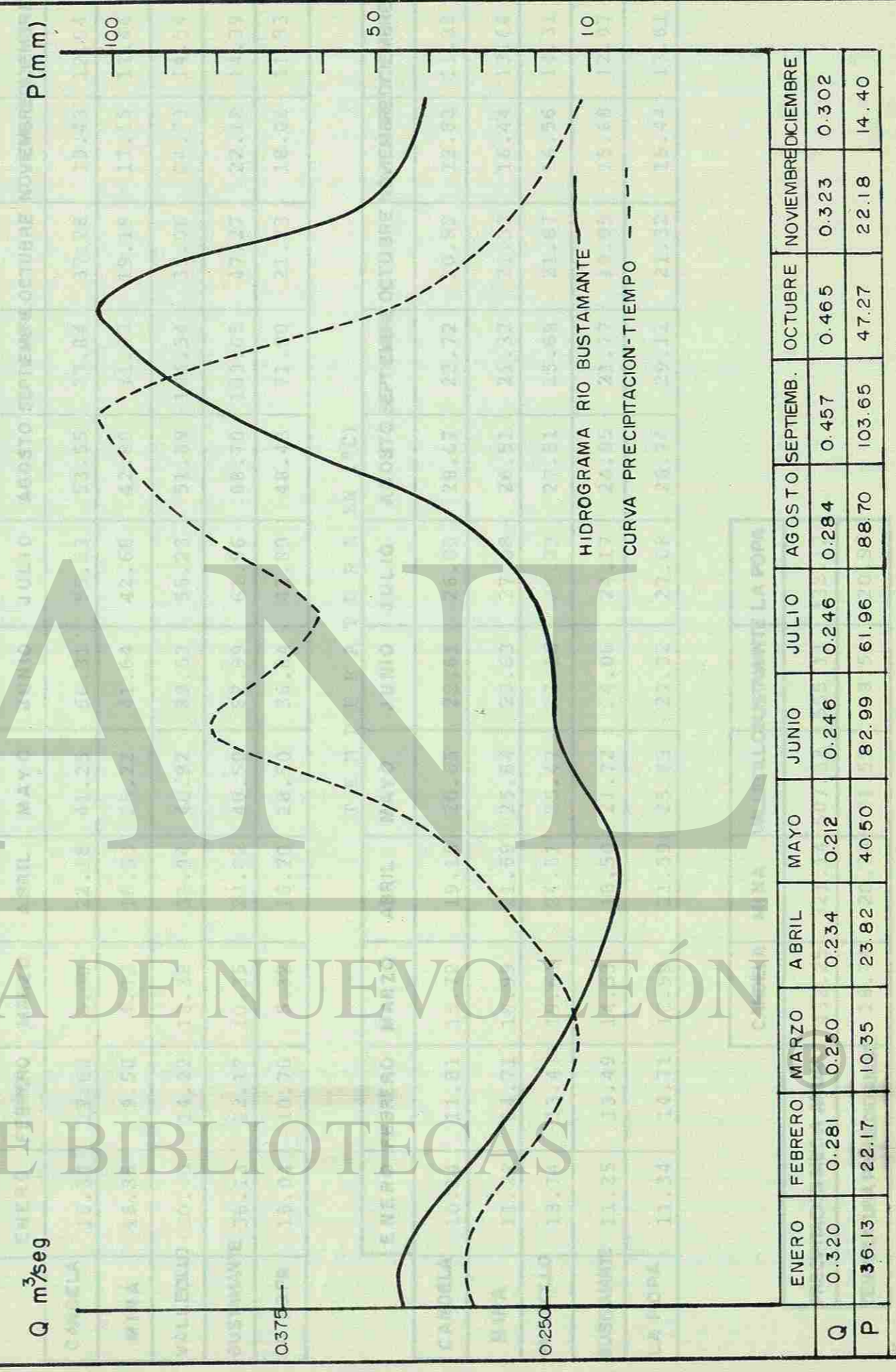


Figura No. 11

CAPILLA ALFONSO



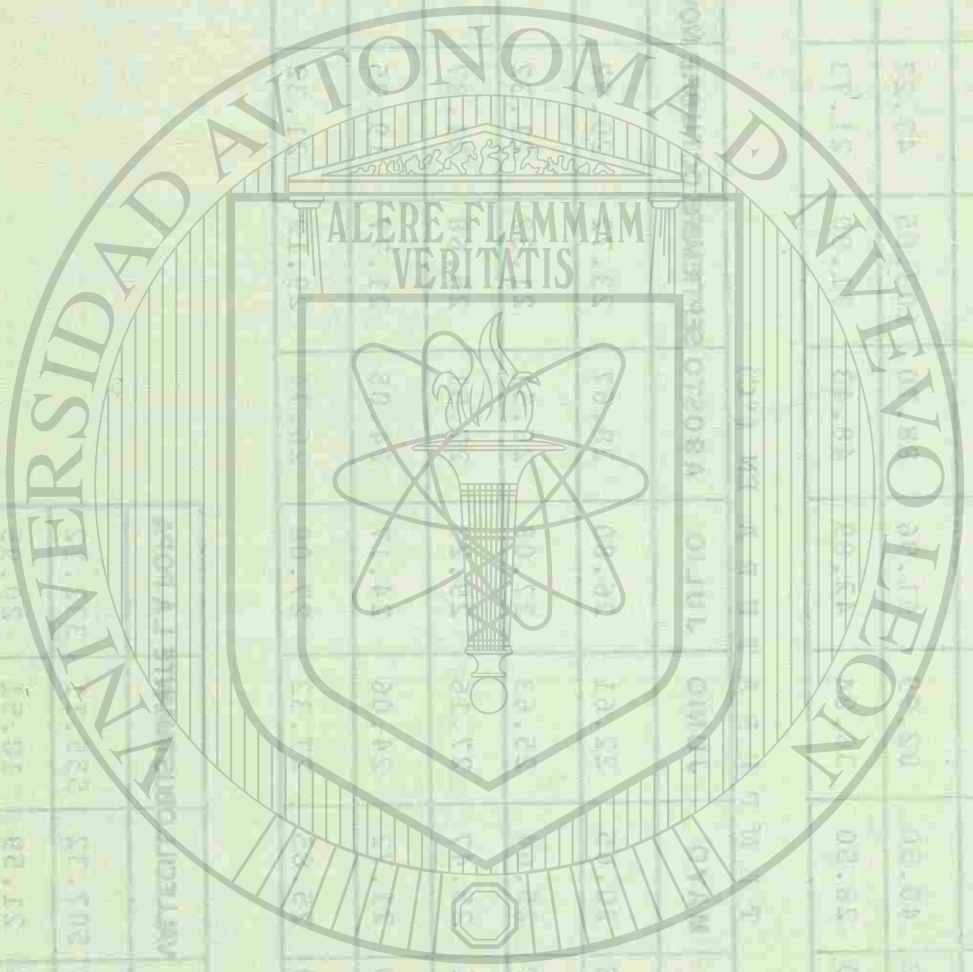
PRECIPITACION  
EN ( m m )

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
CANDELA	18.34	22.60	5.30	22.18	41.25	66.31	55.53	53.55	77.84	37.28	19.43	12.64
MINA	18.35	9.50	4.73	16.53	25.22	41.64	42.68	42.80	71.92	19.18	17.15	11.44
VALLECILLO	30.40	14.22	12.32	33.94	40.92	89.53	55.23	51.89	104.54	35.06	24.73	14.54
BUSTAMANTE	36.13	22.17	10.35	23.82	40.50	82.99	61.96	88.70	103.65	47.27	22.18	14.39
LA POPA	19.04	10.76	5.32	16.70	28.50	36.84	42.89	48.43	71.90	21.73	18.08	11.93

TEMPERATURA EN ( ° C )

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
CANDELA	10.14	11.81	15.72	19.18	20.65	22.61	26.80	28.67	23.72	20.92	12.88	11.88
MINA	11.22	14.71	18.99	21.59	25.64	25.63	27.08	26.51	21.32	21.32	16.44	13.64
VALLECILLO	13.74	13.47	19.61	24.51	25.47	27.16	29.23	27.51	25.68	21.87	16.56	14.31
BUSTAMANTE	11.25	13.49	14.53	18.50	21.72	24.06	24.17	24.05	21.77	19.95	15.68	12.97
LA POPA	11.34	14.71	18.99	21.59	25.85	27.32	27.08	26.74	29.12	21.32	16.44	13.61

	CANDELA	MINA	VALLECILLO	BUSTAMANTE	LA POPA
PRECIPITACION MEDIA ANUAL	432.25	321.14	507.32	555.11	332.12
TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL	18.74	20.34	21.59	18.51	20.95

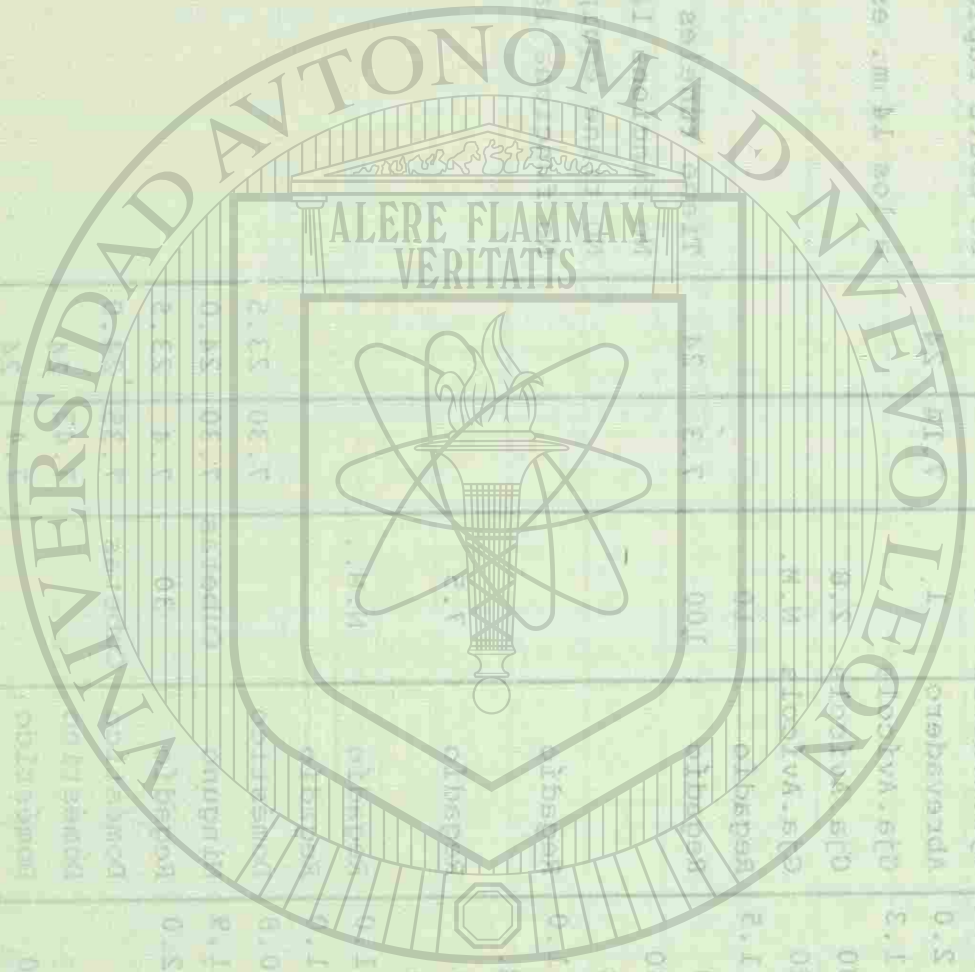


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA 1.2 - A

#CENSO	TIPO	N.E. (m)	PROF. TOTAL (m)	DIAMETROS (m)	USO DEL AGUA	CAUDAL (lps)	pH (Campo)	TOC (Campo)	OBSERVACIONES
1	Noria	15.18	19.70	0.8 X 1.5	Regadío	70-80	6.8	25	No se Usa A los 25 m. está la lutita se abate rápidamente. a los 14 m. está la lutita
2	Pozo	N.M.	N.M.	N.M.	Regadío		6.7	25	
3	Pozo	12.04	22.70	0.30	Turístico	6	6.9	24	
4	Pozo	11.70	33.35	0.20					
5	Pozo	9.63	40.00		Regadío	16			
6	Noria	12.09	19.28	0.9 X 1.10	Gja. Avícola	1			
7	Noria	11.82	15.73	1.0 X 2.0	Abrevadero	1	7.14	24	
8	Noria	9.01	16.50	1.0 X 1.3	Gja. Avícola				
8-A	Noria	9.48*	14.60	2.00	Gja. Avícola	2.8			
9	Pozo	9.80	47.40	0.20	Gja. Avícola	N.M.			
10	Noria	6.95	11.57	1.1 X 1.5	Regadío	10			
11	Noria	9.30*	11.70	1.0	Regadío	100	7.3	24	
12	Pozo	10.10	92.00	0.30					
13	Pozo	9.67	94.18	0.3					
14	Noria	10.05	17.20	1.8 X 1.0	Regadío				
15	Pozo	N.M.	N.M.	N.M.					
16	Pozo	11.65	53	0.24	Regadío	7.5			
17	Pozo	12.12	50.00	0.30					
18	Noria	12.98	17.50	1.0 X 1.0	Regadío	N.M..			
19	Noria	13.70	20.00	1.5 X 1.0	Regadío				
20	Noria		22.35	0.8 X 0.8	Doméstico		7.30	23.5	
21	Noria	11.35	20.70	1.0 X 1.9	Ninguno	Cubetas	7.30	24.0	
22	Noria	13.75	26.04	1.0 X 2.0	Regadío	30	7.4	23.5	
23	Noria	10.00	13.55	1.1	Doméstico	Cubetas	7.35	24.0	
24	Noria	9.10	13.00	1.1	Doméstico		7.43	24	
25	Noria	7.65	10.86	1 X 1.0	Doméstico		7.4	24	
26	Noria	14.70	17.14	0.84	Doméstico	Cubetas	7.40	24	

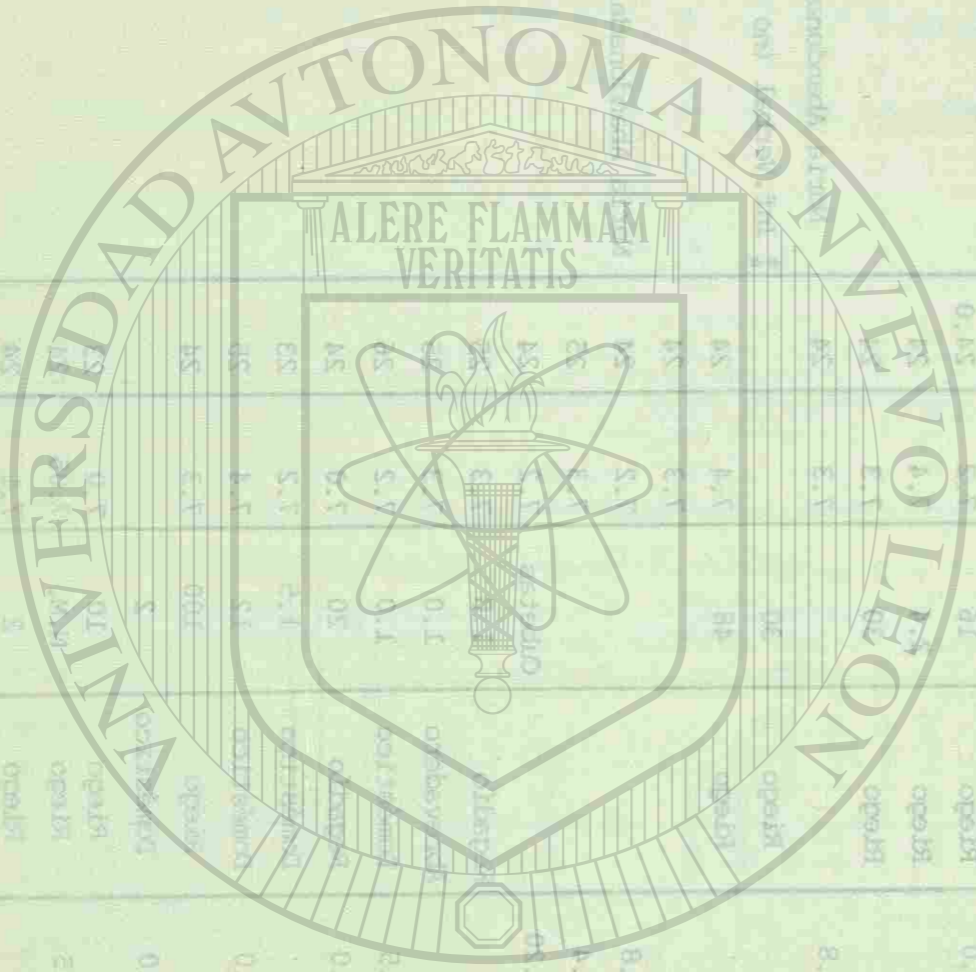




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HÍDRICOS

TABLA 1.2 - A

#CENSO	TIPO	N.E. (m)	PROF. TOTAL (m)	DIÁMETROS (m)	USOS DEL AGUA	CAUDAL (lps)	pH (campo)	TpC (Campo)	OBSERVACIONES
27	Pozo	N.M.	N.M.	N.M.	Abastecimto.	N.M.			N.M. no medible
28	Pozo	16.18*	N.M.	0.30	Regadío		7.45	24.5	
29	Noria	12.89	15.90	1.0 X 1.0	Doméstico	0.5	7.5	24.5	
30	Noria	15.73	21.70	1.00	Doméstico	3.0	7.2	23.5	
31	Pozo	13.06	33.5	0.3	Abrevadero	1.0	7.3	25.0	
32	Noria	12.17	20.70	1.0 X 1.0	Riego	16	7.2	24.0	
33	Noria	9.65	15.00	0.60	Riego	2.4	7.4	24	
34	Noria	9.84	14.82	0.80	Riego	30	7.3	24	
35	Noria	10.35	14.20	0.8 X 0.8	Riego	30	7.3	24	Noria Abandonada
36	Pozo	13.00 *	10.3	0.3	Riego				** Inf. Verbal (no se midió)
37	Noria	10.48	18.85	1 X 1.5	Riego	48	7.4	24	
38	Noria	11.48	16.50	1 X 1	Riego		7.3	24	
39	Noria	9.28	13.40	0.8 X 0.8	Riego		7.2	24	
40	Noria	8.81	14.00	0.8 X 1.4	Riego		7.3	25	
41	Noria	9.48	12.60	1.2 X 1.20	Riego	Cubetas	7.2	24	
42	Noria	16.27	24.80	0.85	Regadío	1.0	7.3	25	
43	Noria	18.85	28.10	1.60	Abrevadero	1.0	7.3	25	
44	Noria	18.01	23.80	1.0 X 1.5	Doméstico	1.0	7.2	26	
45	Noria	17.32	24.85	1.0 X 2.0	Regadío	20	7.0	24.5	
46	Noria	12.28	21.90	1.0	Doméstico	1.5	7.2	23	
47	Noria	12.35	19.15	1.0 X 2.0	Doméstico	12	7.4	25	
48	Noria	22.28*	23.00	1.0	Riego	100	7.3	24	
49	Noria	13.57	20.00	1.0 X 1.0	Doméstico	2			
50	Pozo	N.M.	35		Riego	10	7.0	23	
51	Noria	11.52	22.40	1.0 X 1.5	Riego	N.M.	7.05	24	
52	Noria	10.33	13.50	0.60	Riego	2	7.1	24	
53	Noria	11.37	13.00	8	Riego		7.4	24	



T A B L A 12 - A

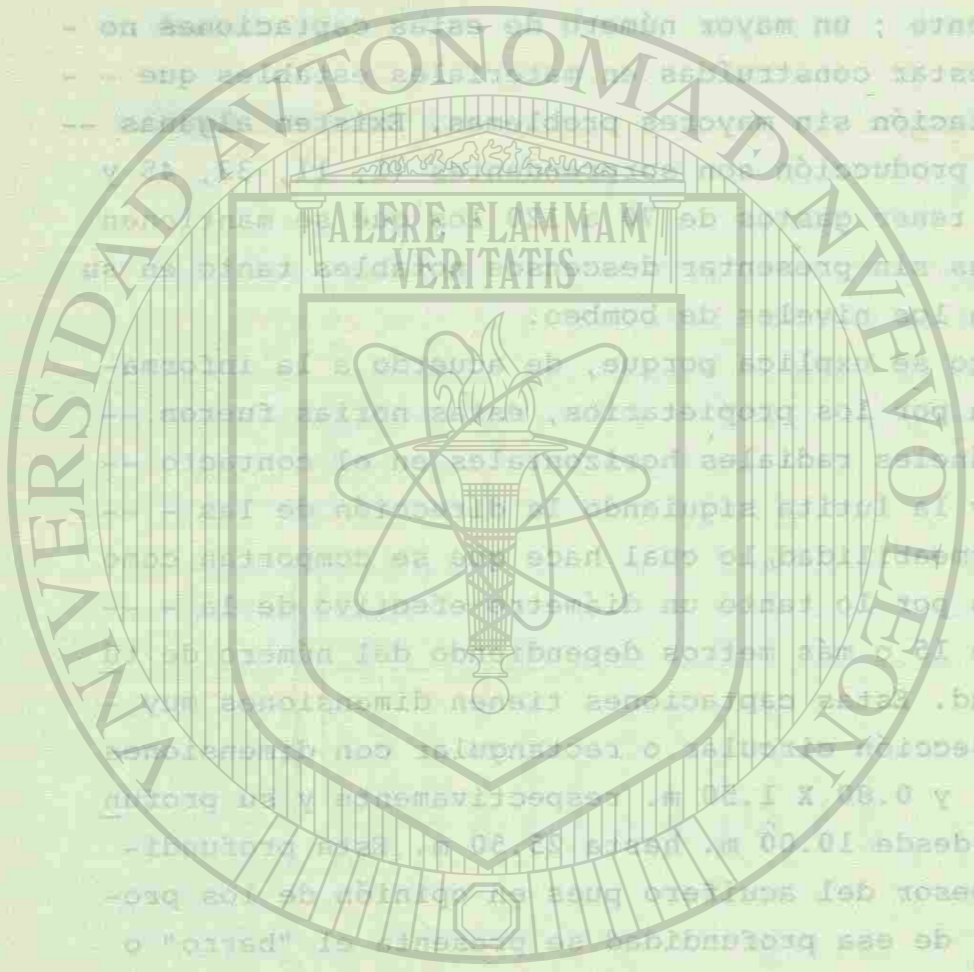
#CENSO	TIPO	N.E. (m)	PROF. TOTAL (m)	DIAMETROS (m)	USO DEL AGUA	CAUDAL (lps)	pH (campo)	TpC (Campo)	OBSERVACIONES
54	Noria	12.35	15.43	0.93 X 1.55	Doméstico			25	
55	Noria	13.03	13.59	1.0	Doméstico	Cubetas	7.4	24	
56	Noria	11.02	14.24	0.8	Abrevadero	16	7.33	24	
57	Noria	5.64	12.60	0.7 X 1.70	Abrevadero			24	No está equipado
58	Pozo	18.47	48.80	0.3		16	7.5	24	Noria Nueva
59	Noria	16.53	18.10	1.6 X 2.0		0.5	7.2	24.5	Falta Motor a la bomba
60	Noria	22.21	24.40	1.4 X 1.6			7.2	25	
61	Noria	16.69	22.70		Abast. Pobl.	20	7.8	27	
62	Pozo	13.03	39.10	0.3	Abast. Pobl.	20			
63	Pozo	N.M.	67.00*	0.3					
64	Noria	19.10	25.15	0.9 X 0.9	Doméstico	Cubetas	7.5	24	
65	Noria	11.41	14.6	1.0	Doméstico	Cubetas	7.45	24.5	
66	Noria	6.49	10.00	1.0	Abrevadero	Cubetas	7.2	24	
67	Noria	10.64		2. X 1.7	Abrevadero	1.0	7.1	25	
68	Noria	11.24	18.20	1.5 X 1.1	Doméstico		7.35	24	
69	Noria	15.47	18.35	1.1 X 2.0	Abrevadero	1.0	7.0	24	
70	Noria	7.62	19.0	1.1 X 1.4	Riego y Abr.	15	7.0	24	
71	Noria	10.81	13.70	1.6 X 0.8	Abrevadero	1.5	6.95	24.5	No. SARH 274N219
72	Noria	18.23	25.50	0.7 X 1.7	Abrevadero	1.0	7.04	25	
73	Noria	17.25	21.50	1.10	Doméstico	1.0	6.8	25.5	
74	Noria	17.93	22.00	1.8 X 0.9	Abrevadero	1.0	7.2	25	
75	Noria	10.20	N.M.	0.8 X 2.0	Abrevadero	1.0	7.1	25	
76	Manantial	0.00			Turístico	N.M.	7.0	29	Manantial
77	Noria	11.06	12.0	1.0 X 1.0	Abrevadero		7.5	25	
78	Noria	4.5	5.0				7.6	23	
79	Noria	18.00	19.0	1 X 1			7.5	25	
80	Noria	14.2	16.5	1 X 1			7.6	25	
81	Noria	12.90	16.32	0.96			7.2	24	
82	Pozo			0.3	Ninguno		7.2	25	Pozo de Pemex

CANTON	MUNICIPIO	DIRECCIÓN GENERAL	PROFUNDIDAD	TIPO DE POZO	MATERIALES	ESTADO	OBSERVACIONES
85							
87							
89							
90							
91							
92							
93							
94							
95							
96							
97							
98							
99							
100							
101							
102							
103							
104							
105							
106							
107							
108							
109							
110							
111							
112							
113							
114							
115							
116							
117							
118							
119							
120							
121							
122							
123							
124							
125							
126							
127							
128							
129							
130							
131							
132							
133							
134							
135							
136							
137							
138							
139							
140							
141							
142							
143							
144							
145							
146							
147							
148							
149							
150							

Las norias, en la mayoría de los casos, están además con mampostería o concreto, pudiéndose detectar que las primeras corresponden a obras antiguas en tanto que las de concreto son de construcción reciente ; un mayor número de estas captaciones no tienen ademe por estar construídas en materiales estables que permiten su explotación sin mayores problemas. Existen algunas norias que por su producción son sorprendentes (1, 11, 33, 45 y 48) pues llegan a tener gastos de 70 a 120 los que se mantienen durante varios días sin presentar descensos notables tanto en su producción como en los niveles de bombeo.

Este comportamiento se explica porque, de acuerdo a la información proporcionada por los propietarios, estas norias fueron construídas con túneles radiales horizontales en el contacto entre el aluvión y la lutita siguiendo la dirección de las zonas de mayor permeabilidad, lo cual hace que se comportan como pozos Ranney, dando por lo tanto un diámetro efectivo de la noria del orden de 15 o más metros dependiendo del número de túneles y su longitud. Estas captaciones tienen dimensiones muy variadas, son de sección circular o rectangular con dimensiones típicas de 1.00 m. y 0.80 X 1.50 m. respectivamente y su profundidad total varía desde 10.00 m. hasta 25.50 m. Esta profundidad refleja el espesor del acuífero pues en opinión de los propietarios a partir de esa profundidad se presenta el "barro" o "almendrilla" que se interpreta como base del acuífero granular constituido por lutitas de la Formación Méndez del Cretácico Superior.

Los pozos han sido perforados con máquina de percusión principalmente y según información proporcionada por los propietarios no funcionan tan eficientemente como las norias. El diámetro y la profundidad de estas obras varían de 8" a 12" y desde 21.00 m. hasta 103 m. respectivamente.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

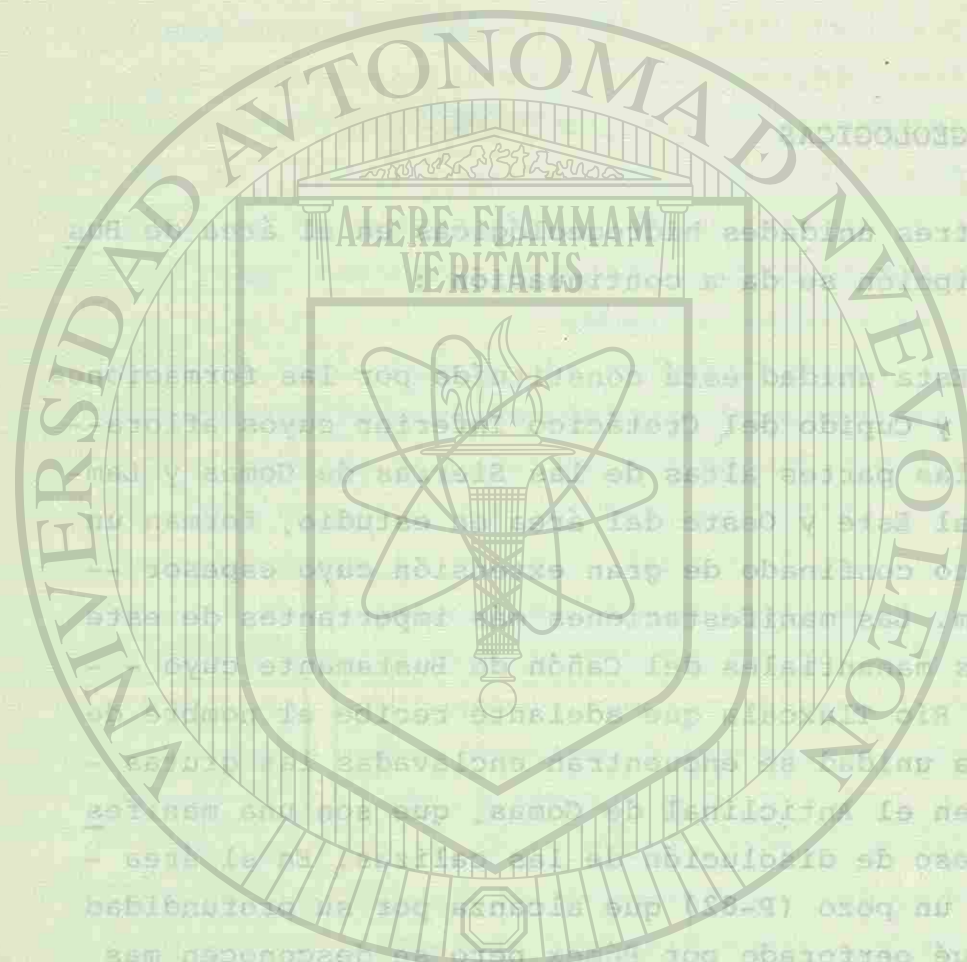
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Un caso especial de aprovechamiento lo constituyen los manantiales situados en el Cañón de Bustamante cuyo caudal se ha canalizado para usarlo en el riego de las huertas de nogales y en otros cultivos.

## 2.- UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

Se reconocen tres unidades hidrogeológicas en el área de Bustamante cuya descripción se da a continuación :

- a) Rocas calizas. Esta unidad está constituida por las formaciones Aurora, La Peña y Cupido del Cretácico Inferior cuyos afloramientos forman las partes altas de las Sierras de Gomas y Lampazos situadas al Este y Oeste del área en estudio, forman un acuífero cárstico confinado de gran extensión cuyo espesor -- rebasa los 500 m. Las manifestaciones más importantes de este acuífero son los manantiales del Cañón de Bustamante cuyo -- caudal forma el Río Tlaxcala que adelante recibe el nombre de Sabinas. En esta unidad se encuentran enclavadas las grutas -- de Bustamante, en el Anticlinal de Gomas, que son una manifes-- tación del proceso de disolución de las calizas. En el área -- sólo se detectó un pozo (P-82) que alcanza por su profundidad esta unidad ; fué perforado por Pémex pero se desconocen mas datos sobre su terminación y potencial por estar tapado y -- solo fue posible tomar una muestra de agua para su análisis -- físico-químico por ser brotante.
- b) Rocas arcillosas. Esta unidad esta constituida por las forma-- ciones Kiamichi, Washita, Eagle Ford, Austin y Méndez, del -- Cretácico Inferior y Superior. Afloraron en los flancos de -- los anticlinales de las Sierras de Lampazos y Gomas formando la última de ella, el sustrato impermeable del aluvión. En esta unidad ocurre un flujo muy pobre de agua a través de las fracturas que presenta lo cual se manifiesta en la parte NE --



del área en estudio donde ocurren afloramiento o bien el espesor del aluvión que la cubre es pequeño, hecho que se manifiesta por los gastos de extracción tan pobres que proporcionan -- los pozos perforados en esta área.

- c) Aluvión. Esta constituido por gravas, arenas, limos y arcillas que cubre la parte central del valle alargado que forman las Sierras de Lampazos y Bustamante y alcanzan sus máximos espesores en los abanicos aluviales formados en los márgenes de las Sierras siendo este el caso de principal acuífero de Bustamante. Este acuífero funciona como libre y tiene un espesor medio de 24 m. en su parte central. La profundidad de los niveles estáticos varía desde 5.0 m. hasta 15.0 m. en la proción central y marginal de la Sierra de Gomas respectivamente.

### 3.- PROFUNDIDADES DEL NIVEL FREÁTICO.

Existen marcadas diferencias en la profundidad del nivel -- freático medidos en los pozos y norias del área estudiada debido entre otras cosas a la topografía y al diferente acuífero que -- captan, sin embargo, se puede establecer que las mínimas profundidades se localizan en la parte Norte pozos No. 66 y 78 con -- 5.49 respectivamente en tanto que la zona central se tiene delimitada una zona de valores intermedios con profundidades de 8.00 m. promedio y esta profundidad aumenta en la dirección Oeste y Sur -- del área que es donde se observan mayores diferencias entre pozos cercanos. (P-48 con 22.28 m. y P-59 con 16.53 m.)

La tendencia de las curvas de igual profundidad en la dirección NW-SE obedece, entre otras cosas, a la influencia de las -- áreas de recarga en el Río y en la margen Este de la Sierra de -- Gomas.

## VIII HIDROGEOQUIMICA

Con el fin de conocer las características físico-químicas del agua subterránea del área de estudio, para en base a ellos llevar a cabo el principal objetivo de este proyecto, se realizó un muestreo a detalle de pozos, norias y manantiales obteniéndose en 2 -- etapas, 90 muestras de agua.

El método de trabajo que se siguió para realizar el muestreo fue el siguiente :

Se utilizaron botellas de plástico con capacidad de 1 litro, contando estas con contratapa, para evitar derramamiento de líquido e introducción de aire (el cual podría modificar las características originales de la muestra). A cada muestra se le midió -- "in situ" el pH y la temperatura, etiquetando el envase con el -- número del censo que le correspondía al aprovechamiento ; si este contaba con bomba se tomaba el agua directamente en la descarga y si no era así, se introducía un muestreador en la obra de captación por medio de un cable nylon, procurando siempre enjuagar la botella con la misma agua por analizar, una o dos veces antes de obtener el llenado final, evitando además la formación de burbujas en el seno del líquido.

Las características físico-químicas del agua que se determinaron en el laboratorio fueron :

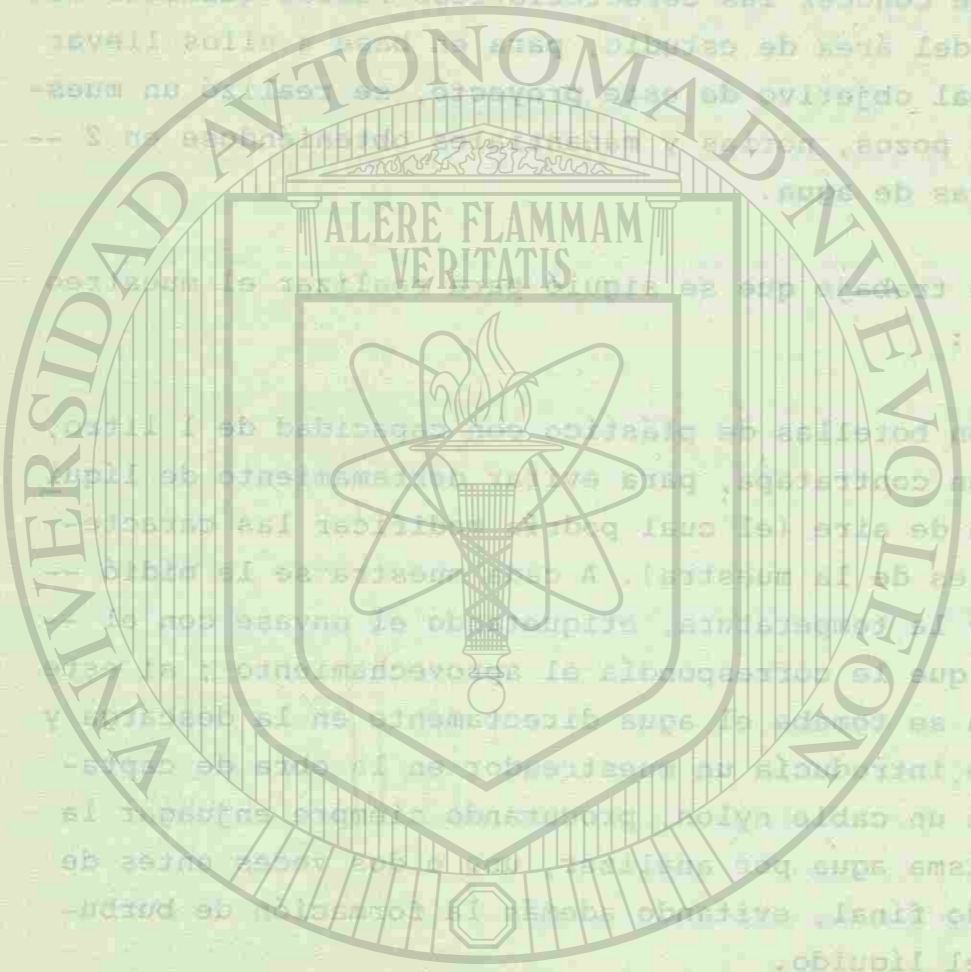
ANIONES : Sulfatos ( $\text{SO}_4=$ )  
Cloruros ( $\text{Cl}^-$ )  
Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ )  
Carbonatos ( $\text{CO}_3=$ )



Con el fin de conocer las características físico-químicas del agua subterránea del área de estudio se realizó un muestreo a campo el principal objetivo de este estudio es determinar tres a detalle de pozos, para ello se tomaron 90 muestras de agua en 3 etapas, 30 muestras de agua.

El método de trabajo que se siguió para analizar el agua fue el siguiente:

Se utilizaron botellas de plástico con capacidad de 1 litro, cuando estas con el contenido de agua se introdujeron en el agua original de la muestra. A continuación se le agregó un "in situ" el pH y la conductividad. Después de un análisis del número del censo que le corresponde al aprovechamiento de agua con bomba se tomó el agua directamente en las botellas y se introdujo en un recipiente en la sala de agua. La creación por medio de un campo a la hora de muestreo se hizo en botellas con la misma agua que se utilizó en el muestreo para obtener el llenado final, evitando así la formación de burbujas en el seno del líquido.



- CATIONES :
- Sodio (Na<sup>+</sup>)
  - Potasio (K<sup>+</sup>)
  - Calcio (Ca<sup>++</sup>)
  - Magnesio (Mg<sup>++</sup>)
  - Dureza Total
  - Dureza Cálcica
  - Conductividad Eléctrica
  - pH

Se determinó además en algunos lugares el anión nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

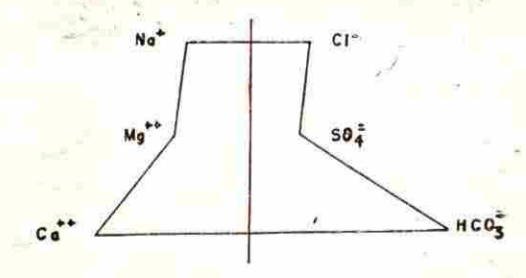
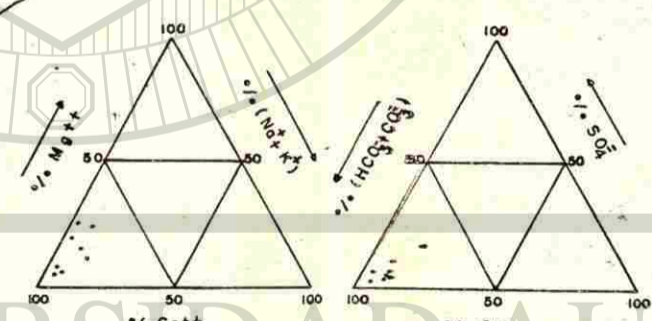
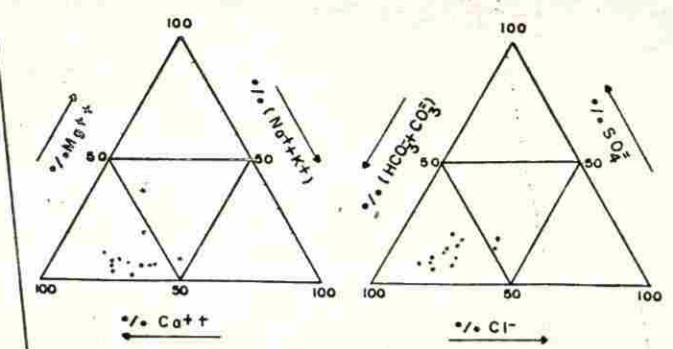
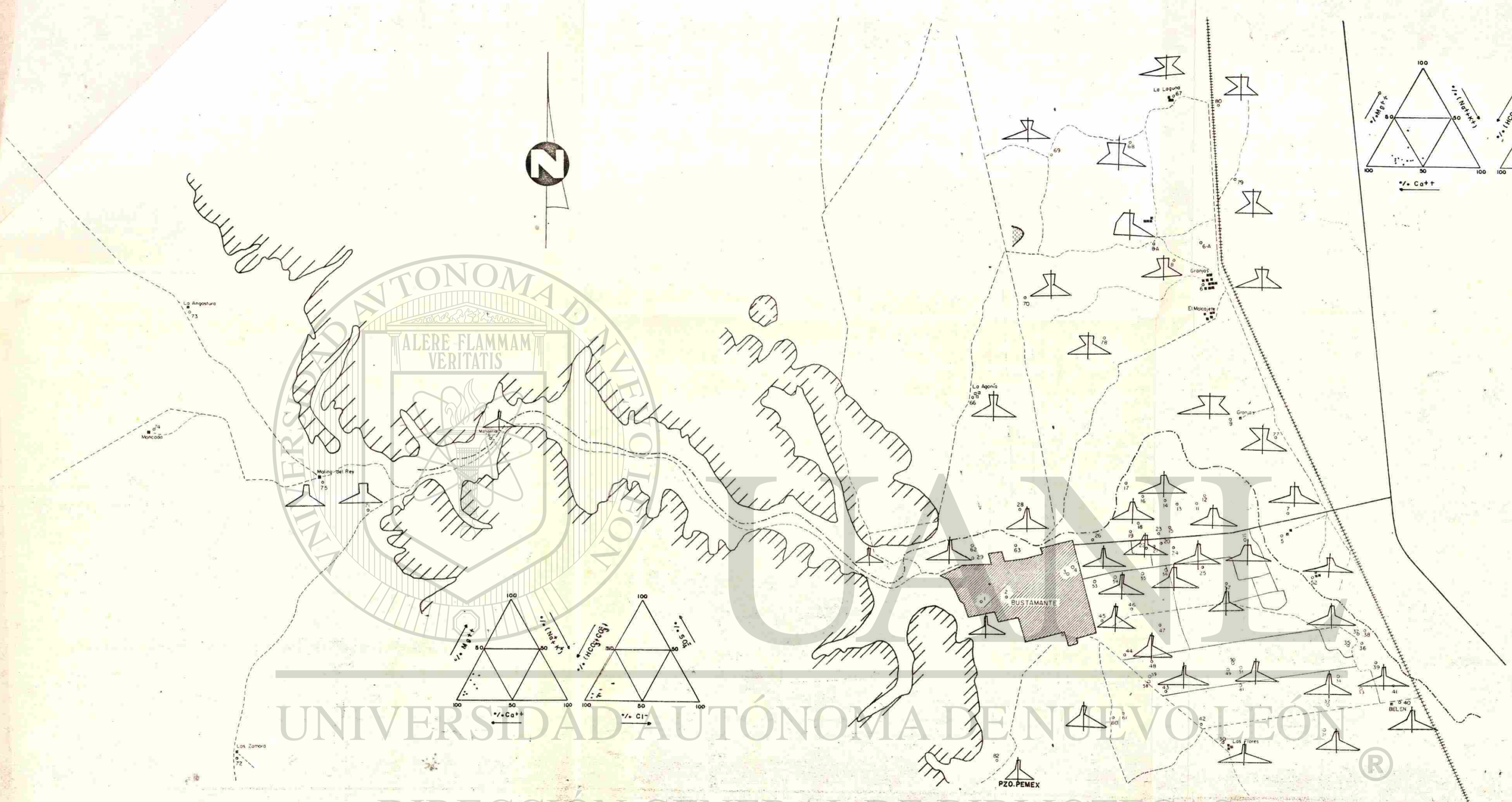
Durante la primera etapa de muestreo se improvisó un laboratorio en el campo para determinar los iones que pudieran verse afectados con la variación de las condiciones originales del agua siendo estos el HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>=</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>.

En base a los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos y con la información geológica recabada durante los recorridos de campo realizados, se procedió a efectuar la interpretación hidrogeoquímica correspondiente, utilizando para ello diagramas de Stiff, diagramas de Piper, diagramas logarítmicos de Shoeller-Berkaloff y mapas hidrogeoquímicos de Conductividad Eléctrica, -- Bicarbonatos, relación r(Na+K)/rCa e índice de cambio de bases.

En el diagrama de Stiff (Fig. No. 13) se puede apreciar la similitud existente en los diagramas de análisis, pudiéndose definir 3 zonas principales:

- Zona A.- que involucra la Zona Norte del área.
- Zona B.- Abarca la salida del cañón y la parte Sur
- Zona C.- Manantiales, grutas, pozo Pémex y pozos localizados en el extremo W de la Sierra de Gomas.

DIAGRAMA DE STIFF MODIFICADO  
PLANO No. 13  
JULIO DE 1985



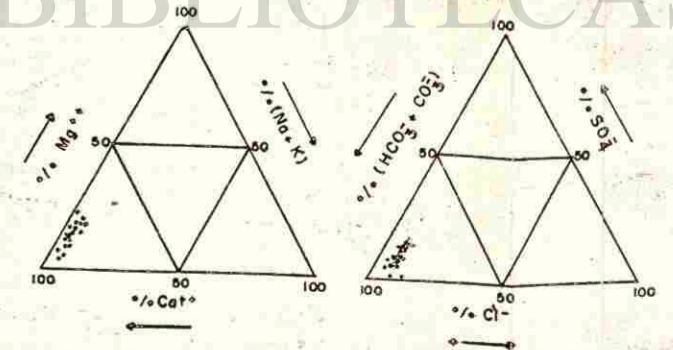
ESCALA : 1 meq = 2mm.

SIMBOLOGIA DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

- BORDE IMPERMEABLE
- RIO
- BRECHA
- CARRETERA
- FERROCARRIL
- CAMINO ACCESO
- REPRESA
- POZO O NORIA



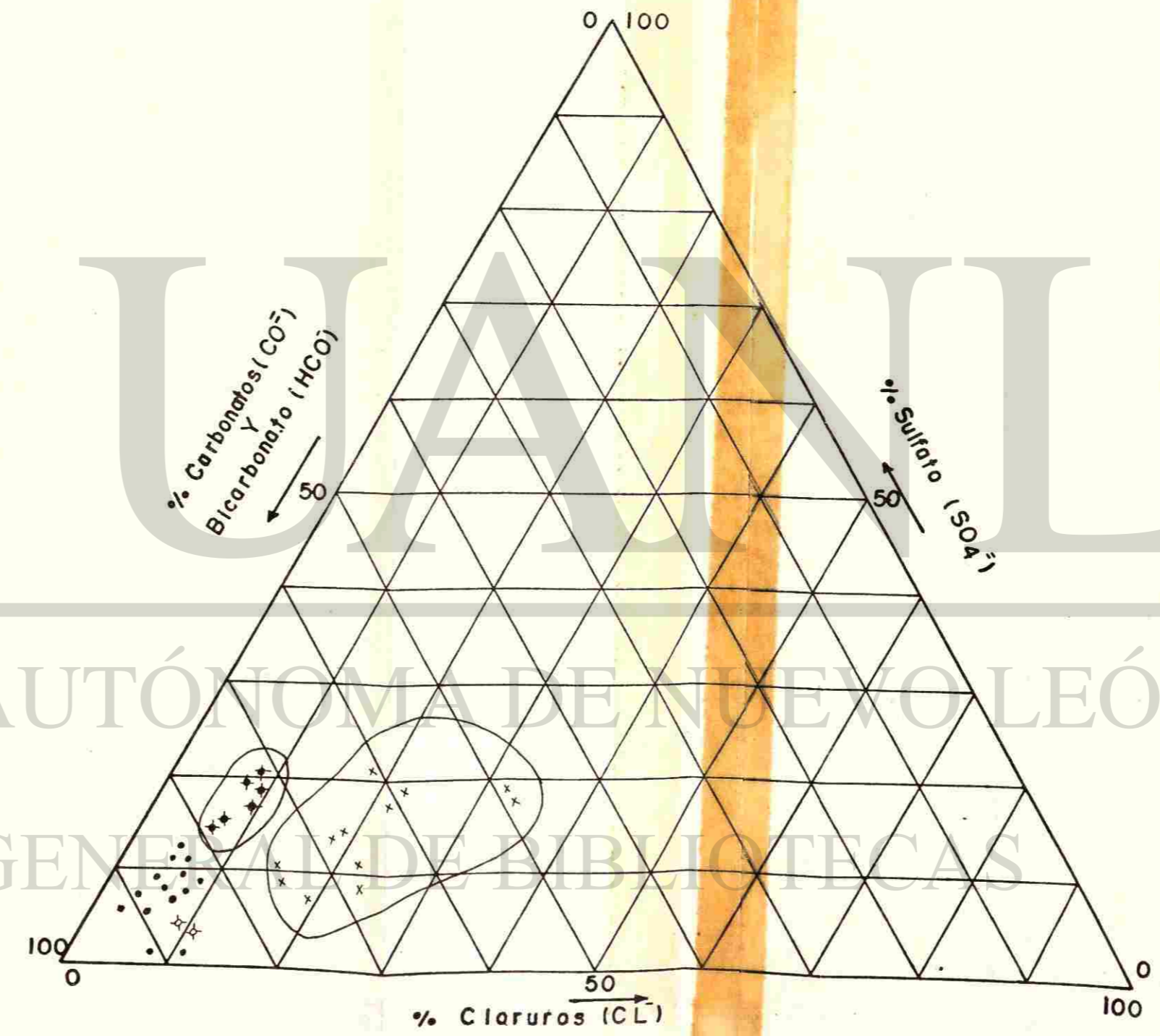
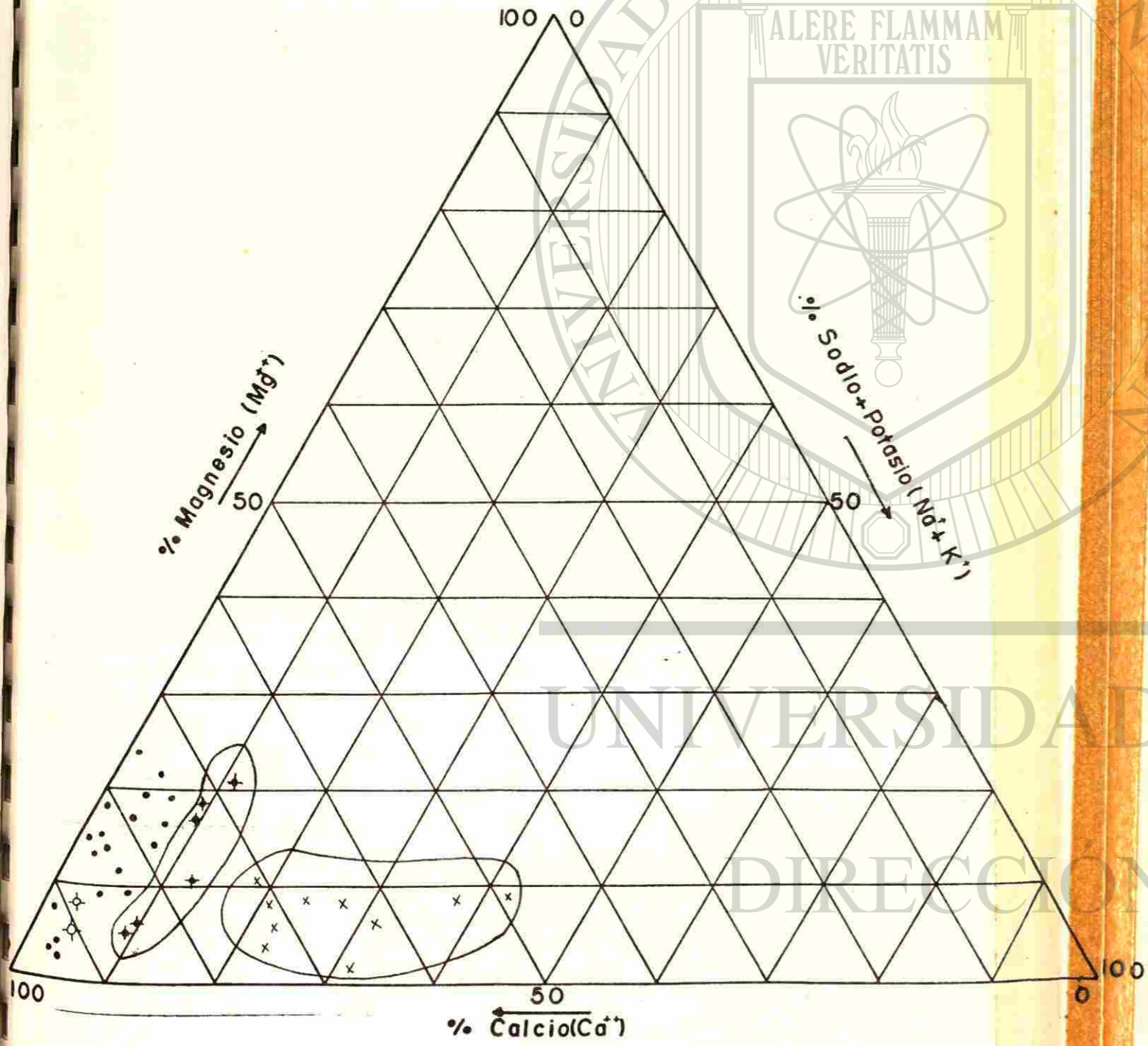
Escala 1:25000



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
MAESTRIA EN HIDROLOGIA SUBTERRANEA	
ESTUDIO GEOHIDROLOGICO DEL ACUIFERO DE BUSTAMANTE, N. L.	
DIAGRAMA DE STIFF MODIFICADO	
PLANO No. 135	JULIO DE 1985



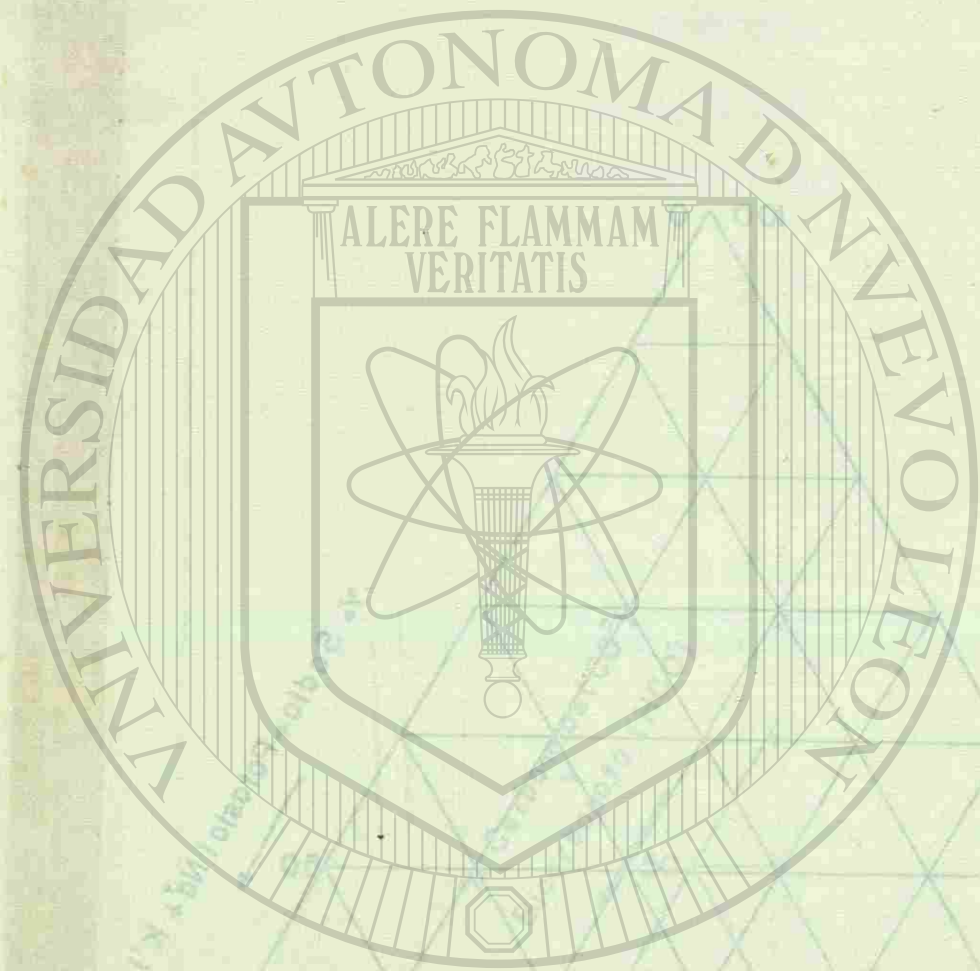
# DIAGRAMA DE PIPER



## LEYENDA

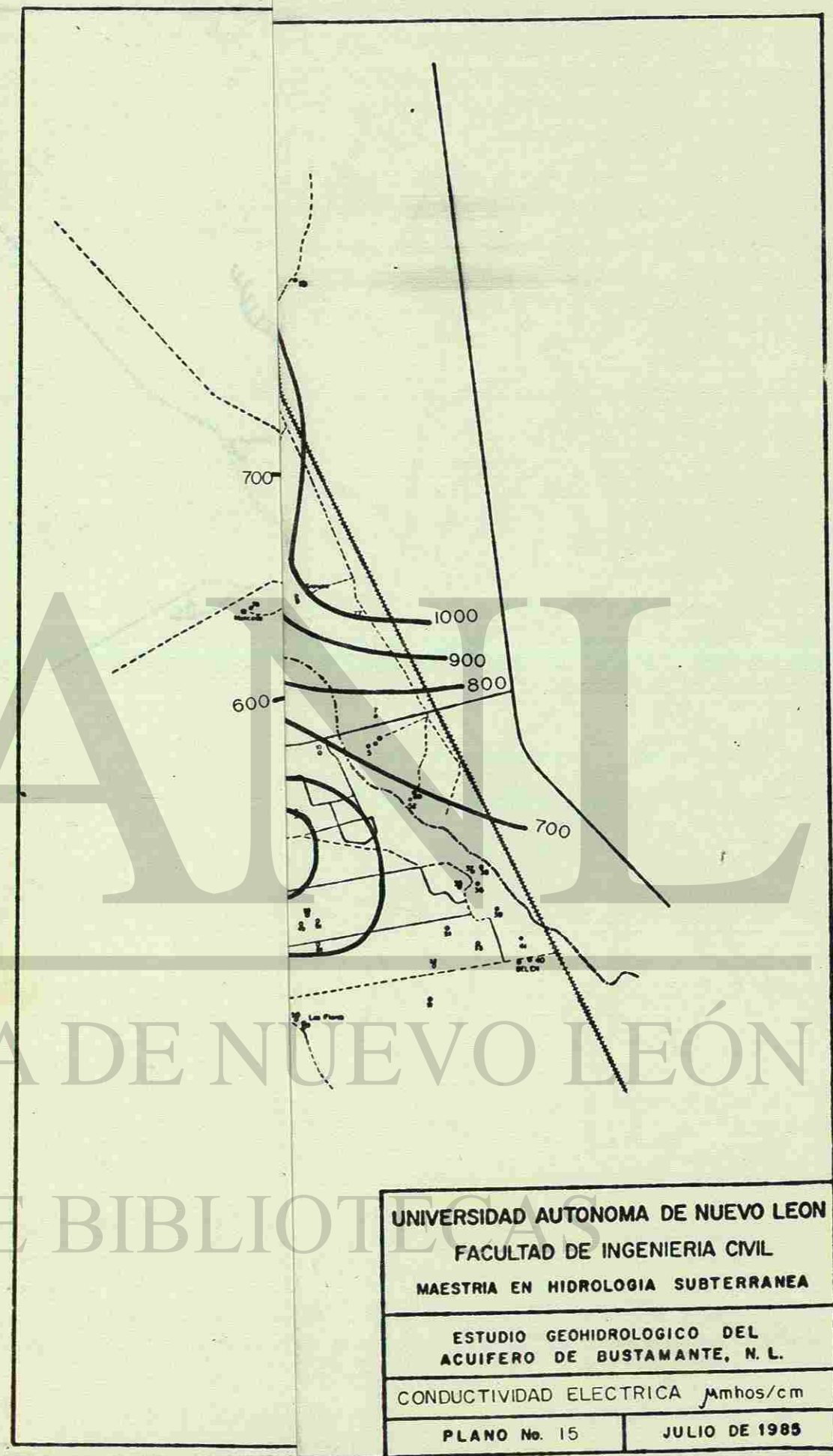
- POZOS ZONA "A" x
- POZOS ZONA "B" •
- POZOS ZONA "C" +
- POZOS ZONA DE MEZCLA ⊕

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 ESTUDIO GEOHIDROLOGICO DEL  
 ACUIFERO DE BUSTAMANTE, N.L.  
 DIAGRAMAS DE PIPER



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

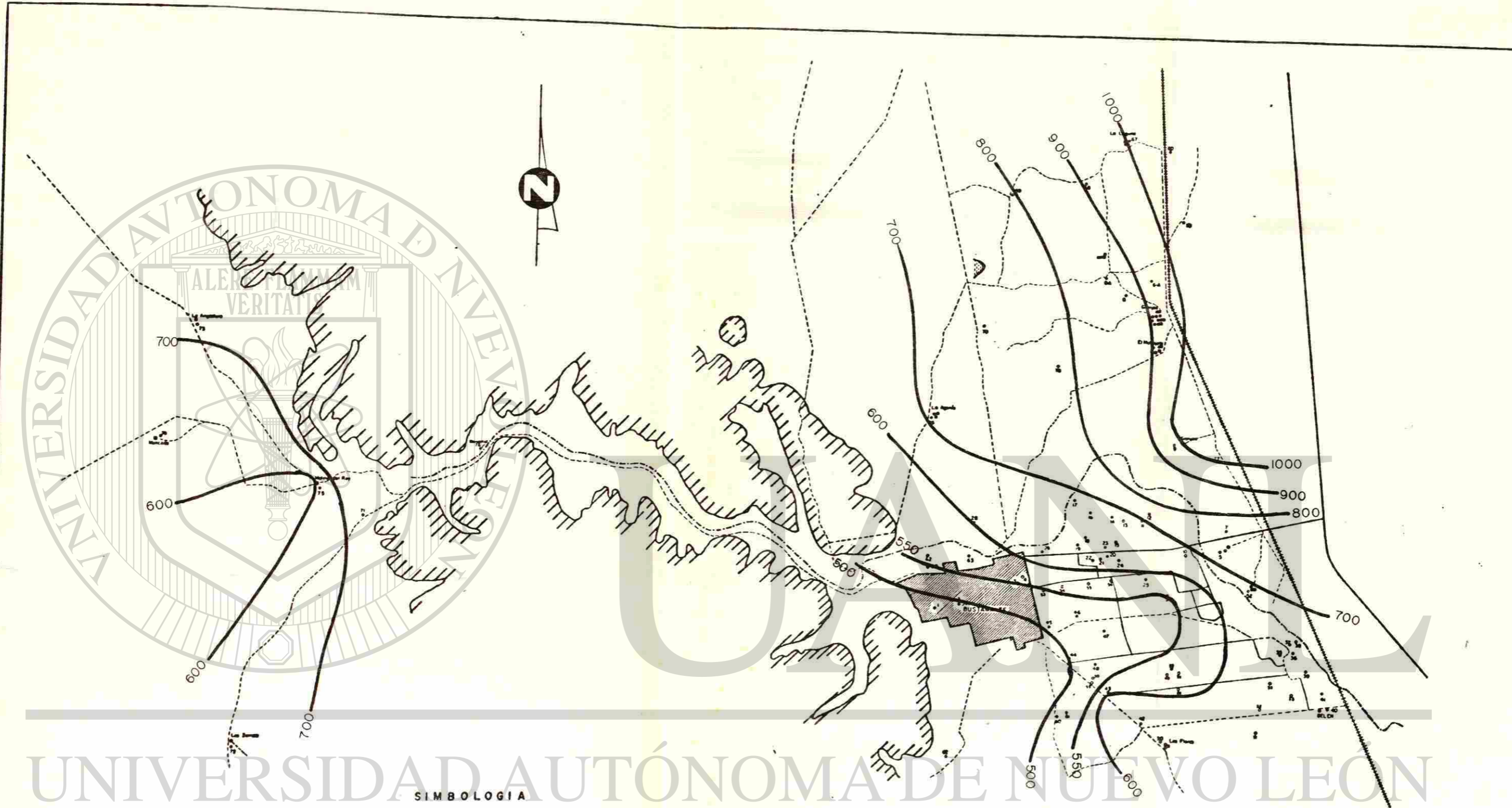


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
MAESTRIA EN HIDROLOGIA SUBTERRANEA

ESTUDIO GEOHIDROLOGICO DEL  
ACUIFERO DE BUSTAMANTE, N. L.

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA  $\mu\text{mhos/cm}$

PLANO No. 15      JULIO DE 1985



**SIMBOLOGIA**

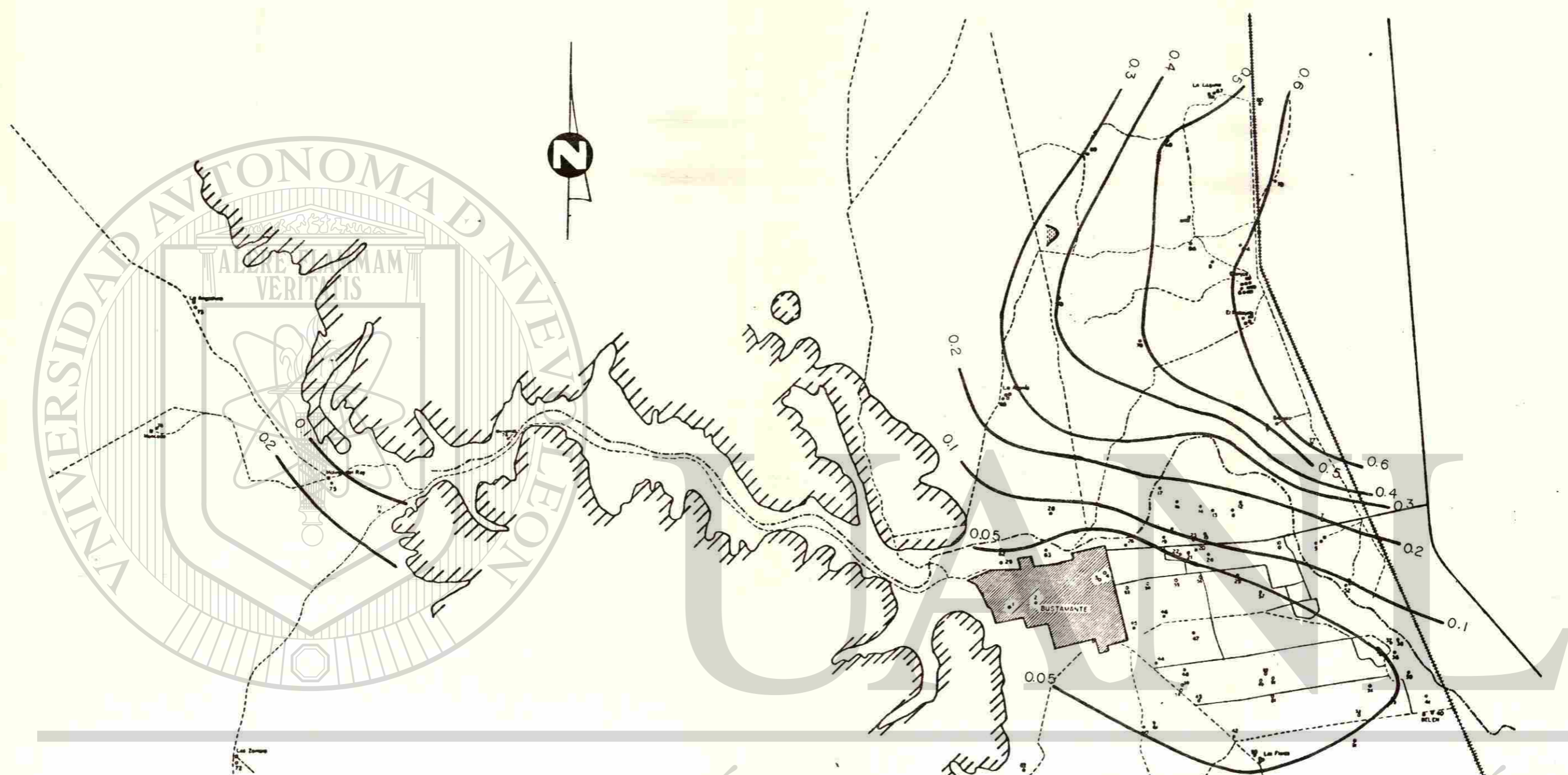
- BORDE IMPERMEABLE
- RIO
- BRECHA
- CARRETERA
- FERROCARRIL
- CAMINO ACCESO
- REPRESA
- POZO O NORIA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
MAESTRIA EN HIDROLOGIA SUBTERRANEA	
ESTUDIO GEOMORFOLOGICO DEL ACUIFERO DE BUSTAMANTE, N. L.	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA $\mu$ mhos/cm	
PLANO No. 15	JULIO DE 1985



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

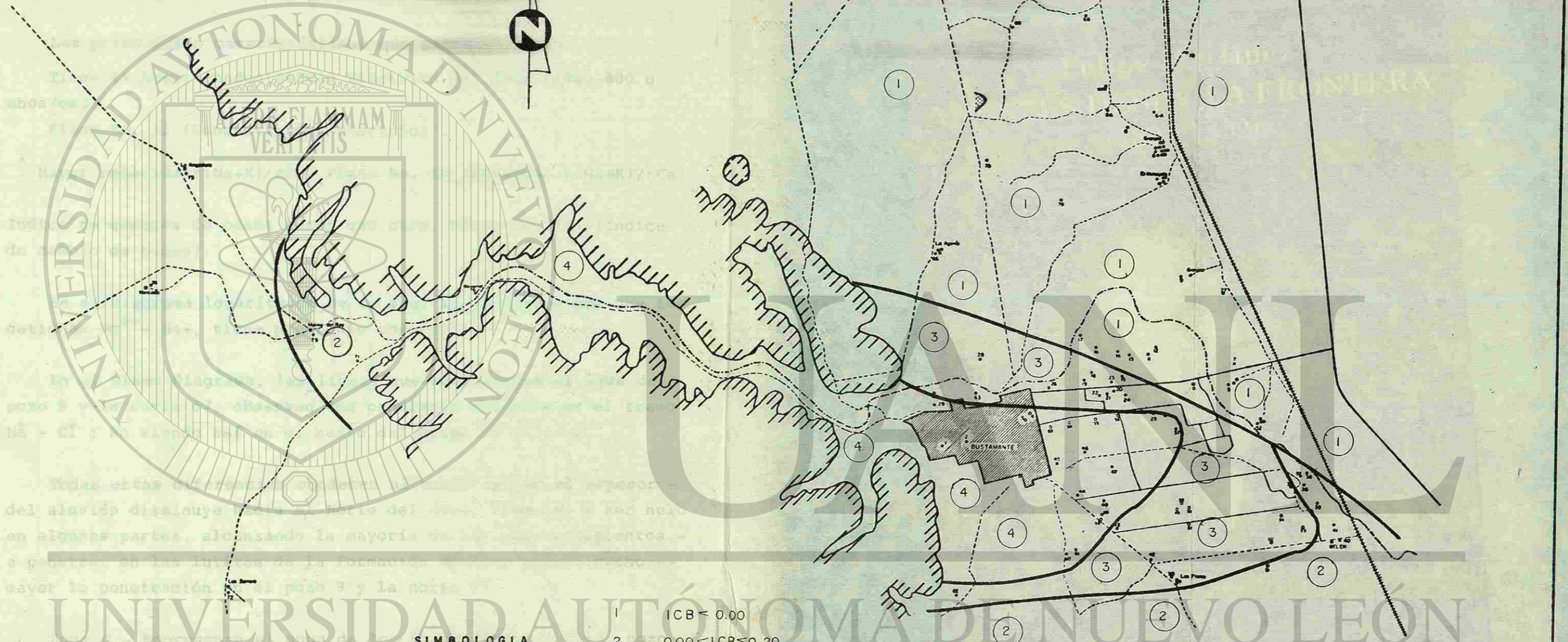
SIMBOLOGIA

- BORDE IMPERMEABLE
- RIO
- BRECHA
- CARRETERA
- FERROCARRIL
- CAMINO ACCESO
- REPRESA
- POZO O NORIA



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
MAESTRIA EN HIDROLOGIA SUBTERRANEA	
ESTUDIO GEOHIDROLOGICO DEL ACUIFERO DE BUSTAMANTE, N. L.	
RELACION $r(\text{Na}+\text{K})/r\text{Ca}$	
PLANO No. 16	JULIO DE 1985

Zona de estudio... en el centro de...  
 Los datos... por el...  
 y se... la...  
 de...



**SIMBOLOGIA**

1	ICB < 0.00
2	0.00 < ICB < 0.20
3	0.20 < ICB < 0.45
4	ICB > 0.45

- BORDE IMPERMEABLE
- RIO
- BRECHA
- CARRETERA
- FERROCARRIL
- CAMINO ACCESO
- REPRESA
- POZO o NORIA



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 MAESTRIA EN HIDROLOGIA SUBTERRANEA

---

ESTUDIO GEOMORFOLOGICO DEL  
 ACUIFERO DE BUSTAMANTE, N. L.

---

INDICE DE CAMBIO DE BASE

---

PLANO No. 17      JULIO DE 1985



Zona de Mezcla.- Se encuentra en el centro de parte E del área

Zona A.- Está representada por el agua de la Zona Norte del área y se localiza en la parte derecha de los triángulos del diagrama de Piper (Fig. 14)

Las principales características que presenta son :

Tiene la mayor conductividad Eléctrica del área (1000-800 umhos/cm).

Plano No. 15 (Conductividad Eléctrica).

Mayor relación  $r(\text{Na}+\text{K})/\text{rCa}$ , Plano No. 16 (relación  $r(\text{Na}+\text{K})/\text{rCa}$ )

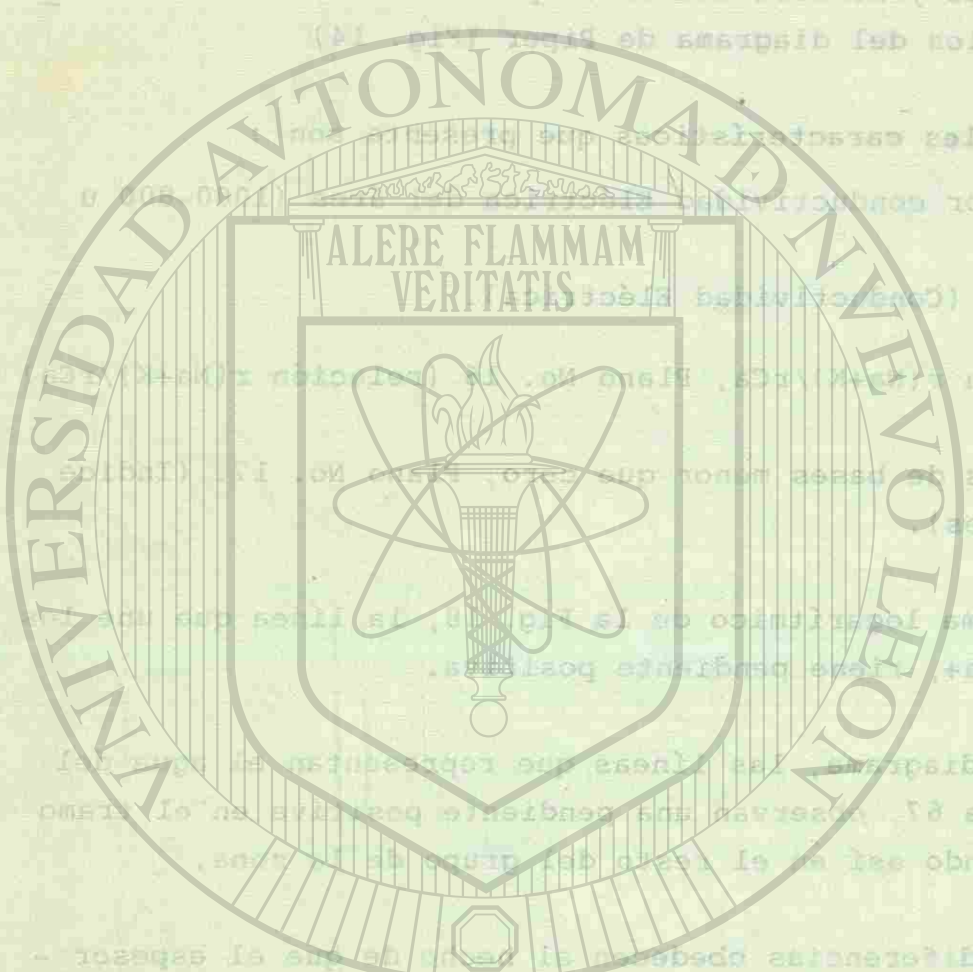
Índice de cambios de bases menor que cero, Plano No. 17. (Índice de cambio de bases).

En el diagrama logarítmico de la Fig. 18, la línea que une los cationes  $\text{Mg}^{++}$  -  $\text{Na}^+$ , tiene pendiente positiva.

En el mismo diagrama, las líneas que representan el agua del pozo 9 y la noria 67, observan una pendiente positiva en el tramo  $\text{Na}^+$  -  $\text{Cl}^-$ ; no siendo así en el resto del grupo de la zona.

Todas estas diferencias obedecen al hecho de que el espesor del aluvión disminuye hacia el Norte del área, llegando a ser nulo en algunas partes, alcanzando la mayoría de los aprovechamientos a penetrar en las lutitas de la Formación Méndez, siendo mucho mayor la penetración en el pozo 9 y la noria 67.

Zona C.- Representa el agua de los manantiales, grutas, pozo Pemex y zona al Oeste del cañón. En el diagrama de Piper de la Figura No. 19, en el triángulo de los cationes se observa que el agua de los manantiales, río, pozo pemex, y grutas es la misma, variando tan sólo en las grutas y en el pozo pemex en el contenido de magnesio debido seguramente a que el agua de estos se encuentra en la zona dolomitizada de la Formación Cupido.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

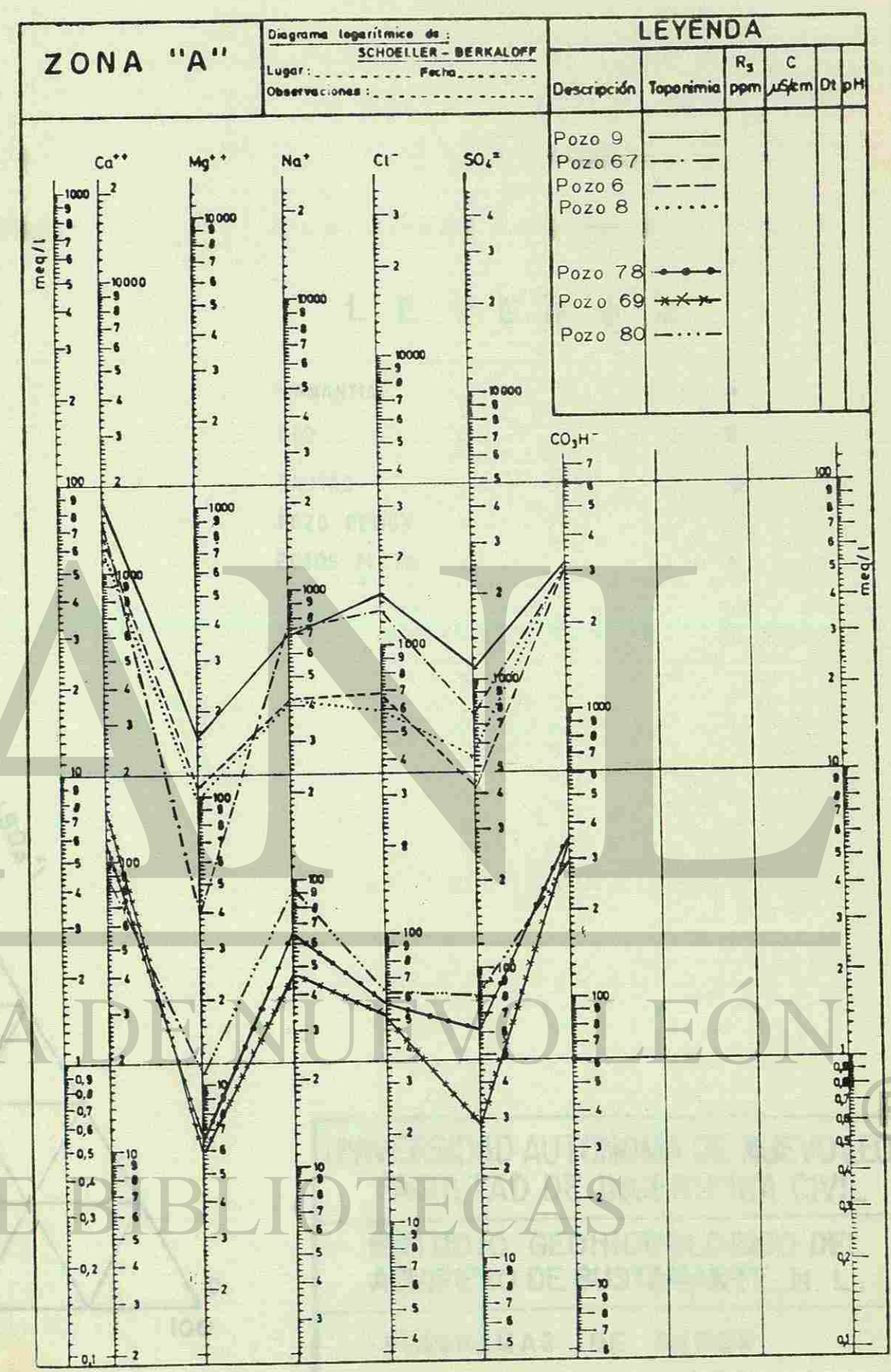
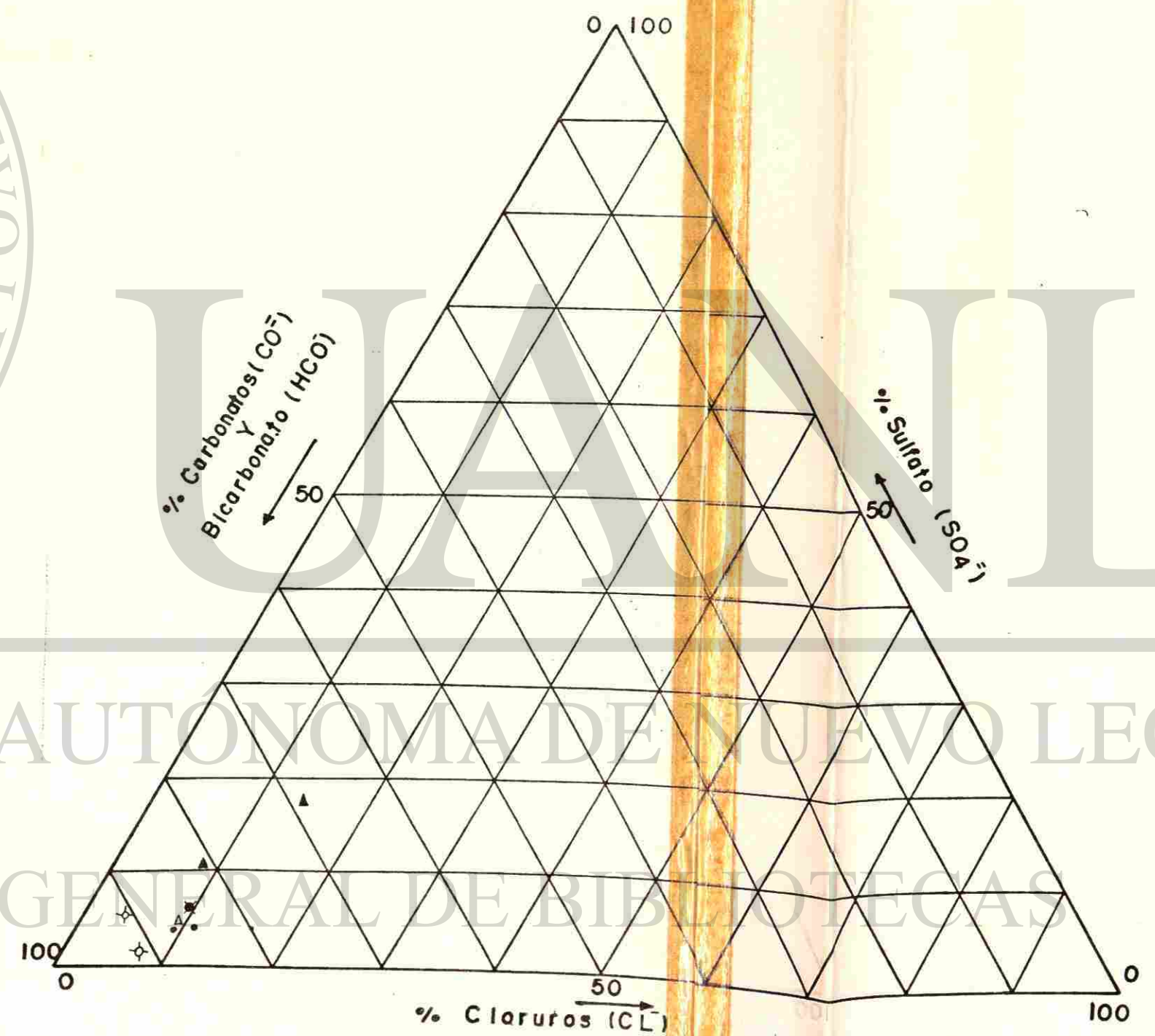
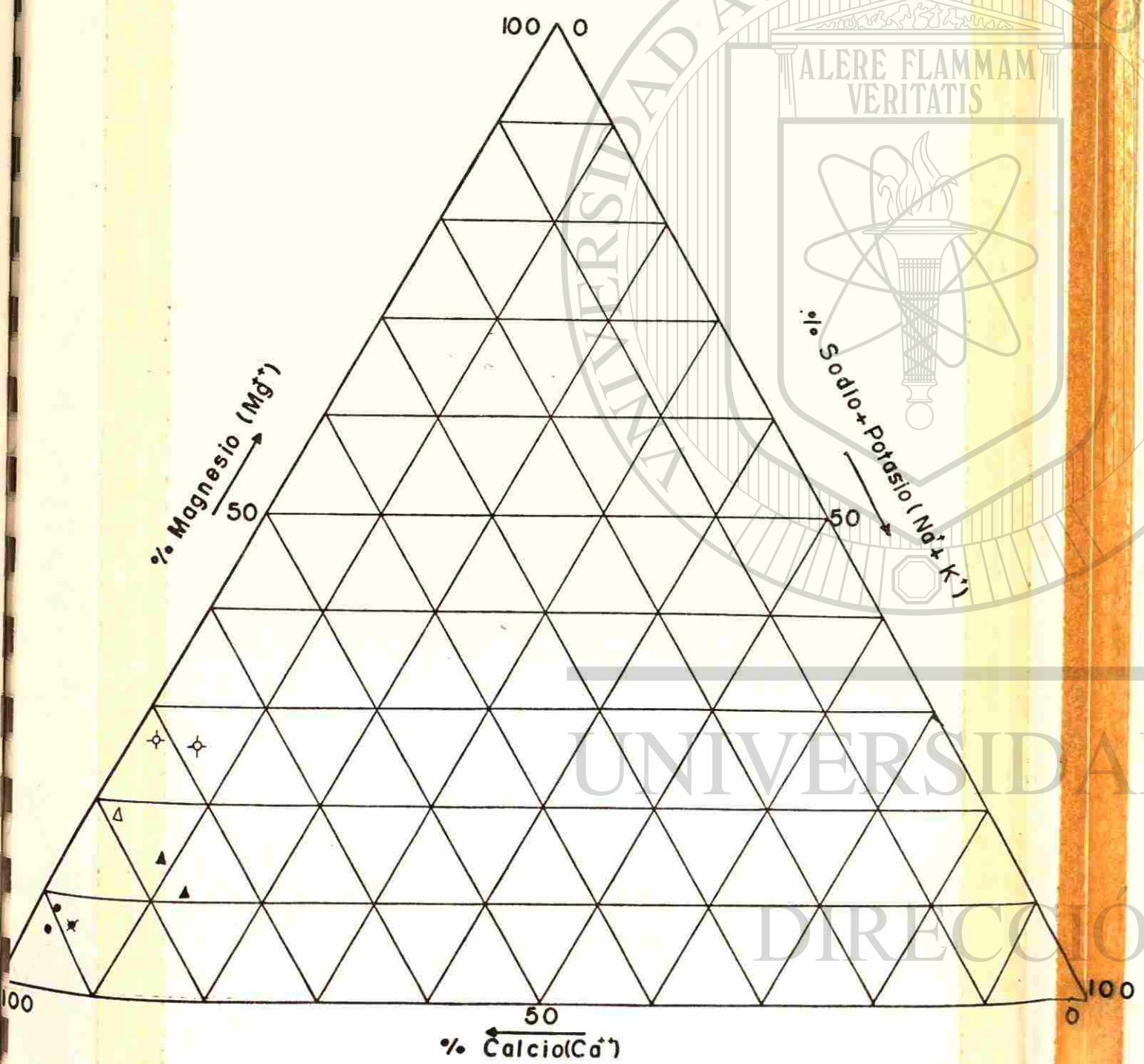


Figura No. 18

# DIAGRAMA DE PIPER



## LEYENDA

- MANANTIAL •
- RIO ✕
- GRUTAS ✦
- POZO PEMEX △
- POZOS 71,75 ▲

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 ESTUDIO GEOHIDROLOGICO DEL ACUIFERO DE BUSTAMANTE, N. L.  
 DIAGRAMAS DE PIPER  
 FIG. No.19





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE HIDROLOGÍA

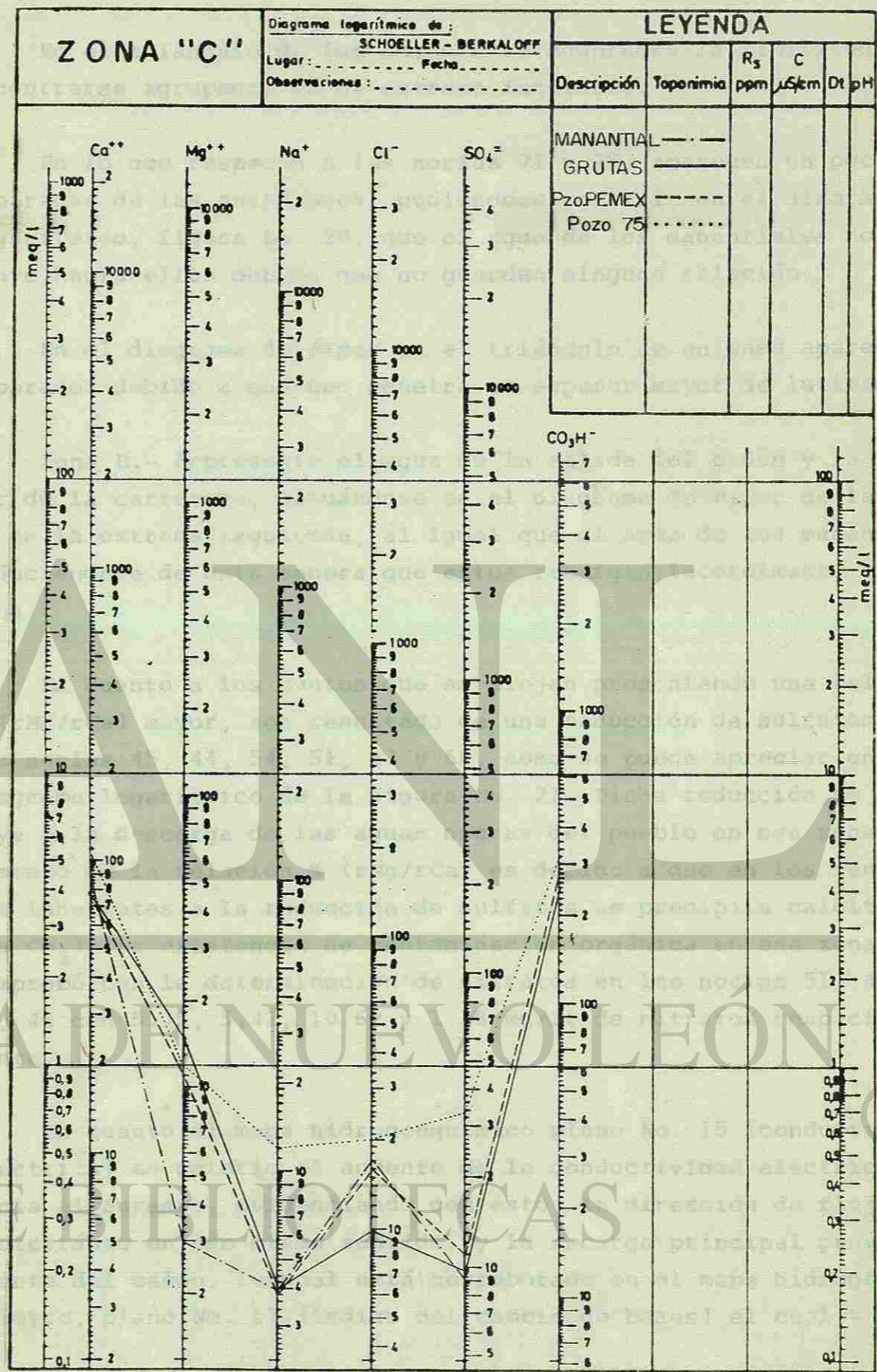


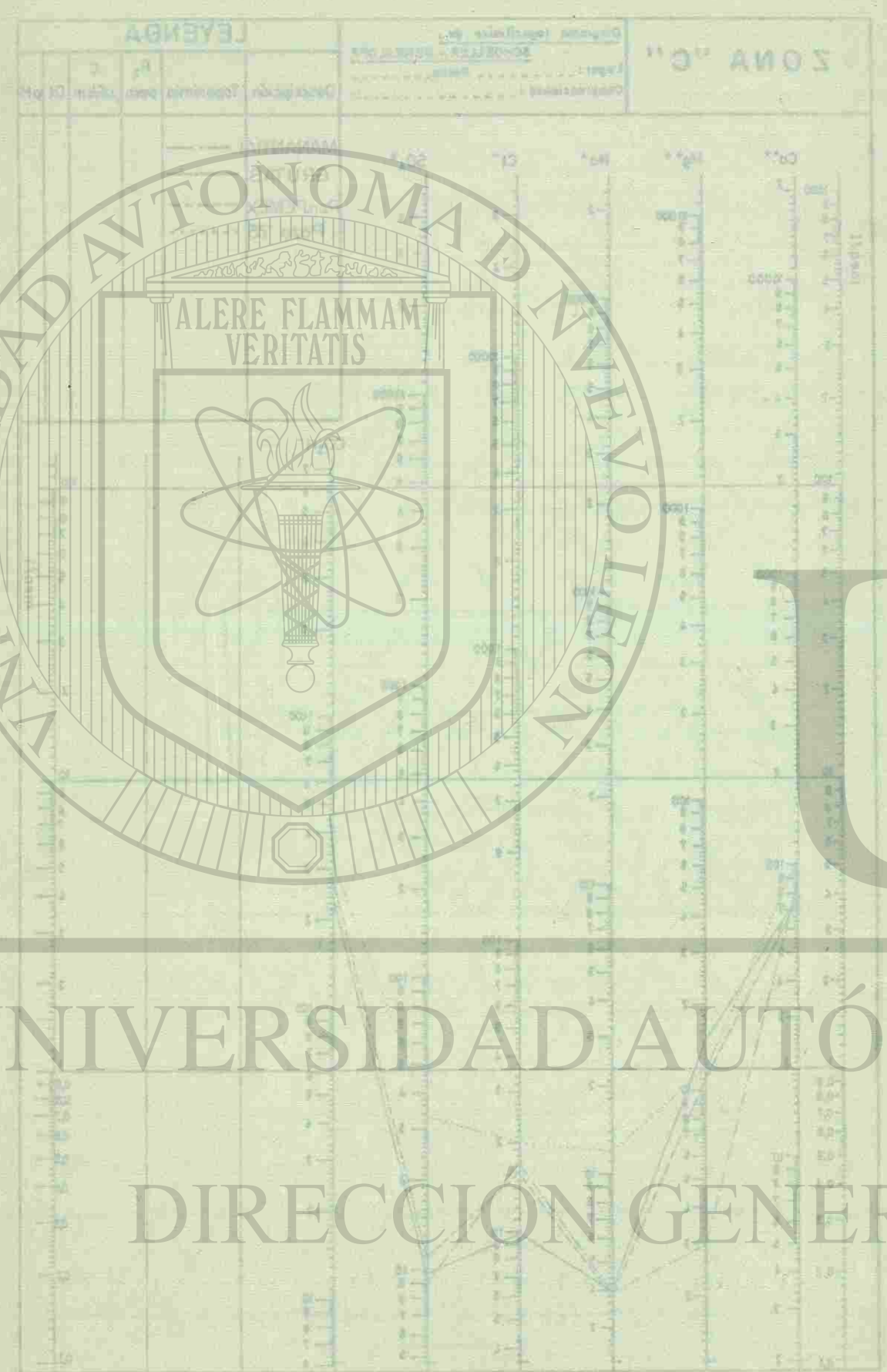
Figura No. 20

146734



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



En el triángulo de los aniones se comprueba la similitud al encontrarse agrupados en el extremo izquierdo.

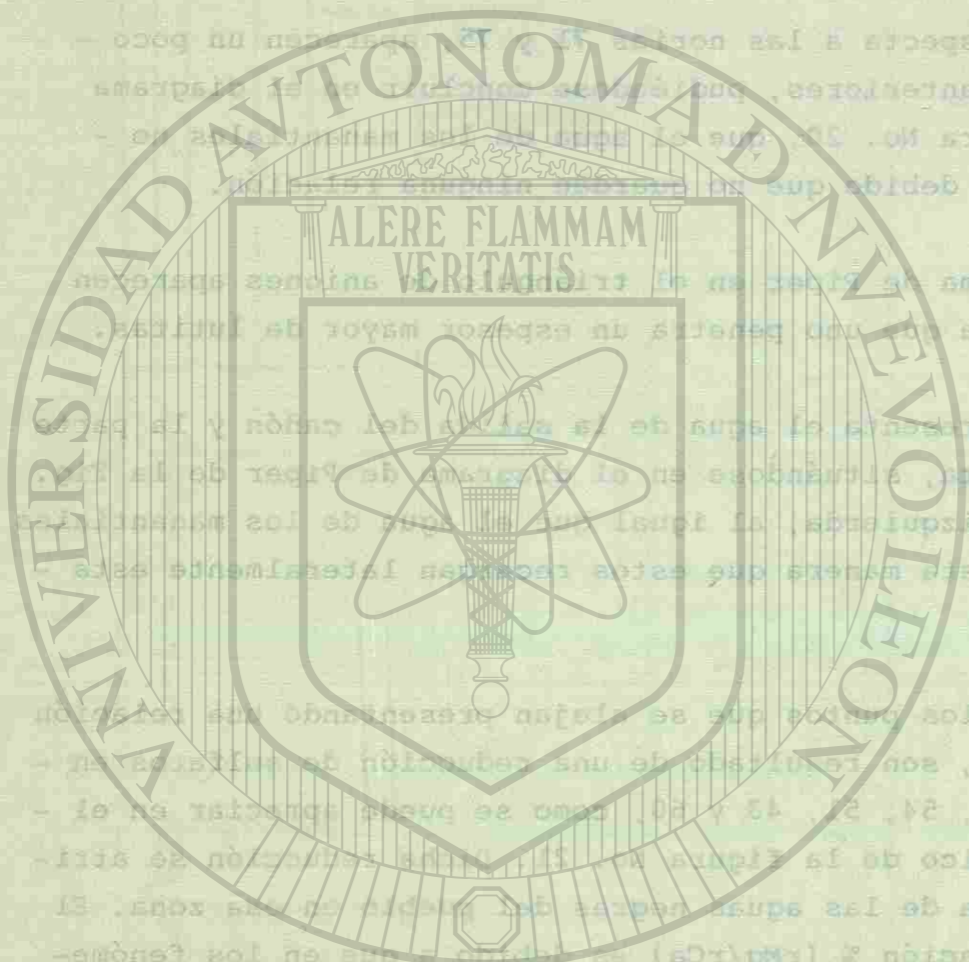
En lo que respecta a las norias 71 y 75, aparecen un poco separadas de las anteriores, pudiéndose concluir en el diagrama logarítmico, figura No. 20, que el agua de los manantiales no fluye hacia ellos debido que no guardan ninguna relación.

En el diagrama de Piper en el triángulo de aniones aparecen separados debido a que uno penetra un espesor mayor de lutitas.

Zona B.- Rrpresenta el agua de la salida del cañón y la parte Sur de la carretera, situándose en el diagrama de Piper de la Fig. 14 en la extrema izquierda, al igual que el agua de los manantiales deduciéndose de esta manera que estos recargan lateralmente esta zona.

En cuanto a los puntos que se alejan presentando una relación % (rMg/rCa) mayor, son resultado de una reducción de sulfatos en las norias 45, 44, 54, 51, 43 y 60, como se puede apreciar en el diagrama logarítmico de la figura No. 21. Dicha reducción se atribuye a la descarga de las aguas negras del pueblo en esa zona. El aumento de la relación % (rMg/rCa) es debido a que en los fenómenos inherentes a la reducción de sulfatos se precipita calcita -- (ca Co<sub>3</sub>). La existencia de contaminación orgánica en esa zona se comprobó con la determinación de nitratos en las norias 51, 44, 45, 43 con 5.75, 5.42, 10.62 y 1.28 mg/lt de nitratos respectivamente.

En cuanto al mapa hidrogeoquímico plano No. 15 (conductividad eléctrica) es notorio el aumento de la conductividad eléctrica -- hacia el Sureste, evidenciando con esto, la dirección de flujo subterráneo en ese mismo sentido, y la recarga principal proveniente del cañón, lo cual está corroborado en el mapa hidrogeoquímico, plano No. 17 (índice del cambio de bases) el cual --



En el estudio de los datos se comprueba la similitud al encontrarse agrupados en el extremo izquierdo.

En lo que respecta a las notificaciones de los datos de las separadas de las anteriores, puede verse en el diagrama logarítmico, figura No. 21, que se encuentran en el extremo izquierdo de la zona B.

En el diagrama de Schoeller-Berkhoff se puede apreciar que las separadas de las anteriores se encuentran en el extremo izquierdo de la zona B.

En cuanto a los puntos que se muestran en el diagrama de Schoeller-Berkhoff, se puede apreciar que las separadas de las anteriores se encuentran en el extremo izquierdo de la zona B.

En cuanto a los puntos que se muestran en el diagrama de Schoeller-Berkhoff, se puede apreciar que las separadas de las anteriores se encuentran en el extremo izquierdo de la zona B.

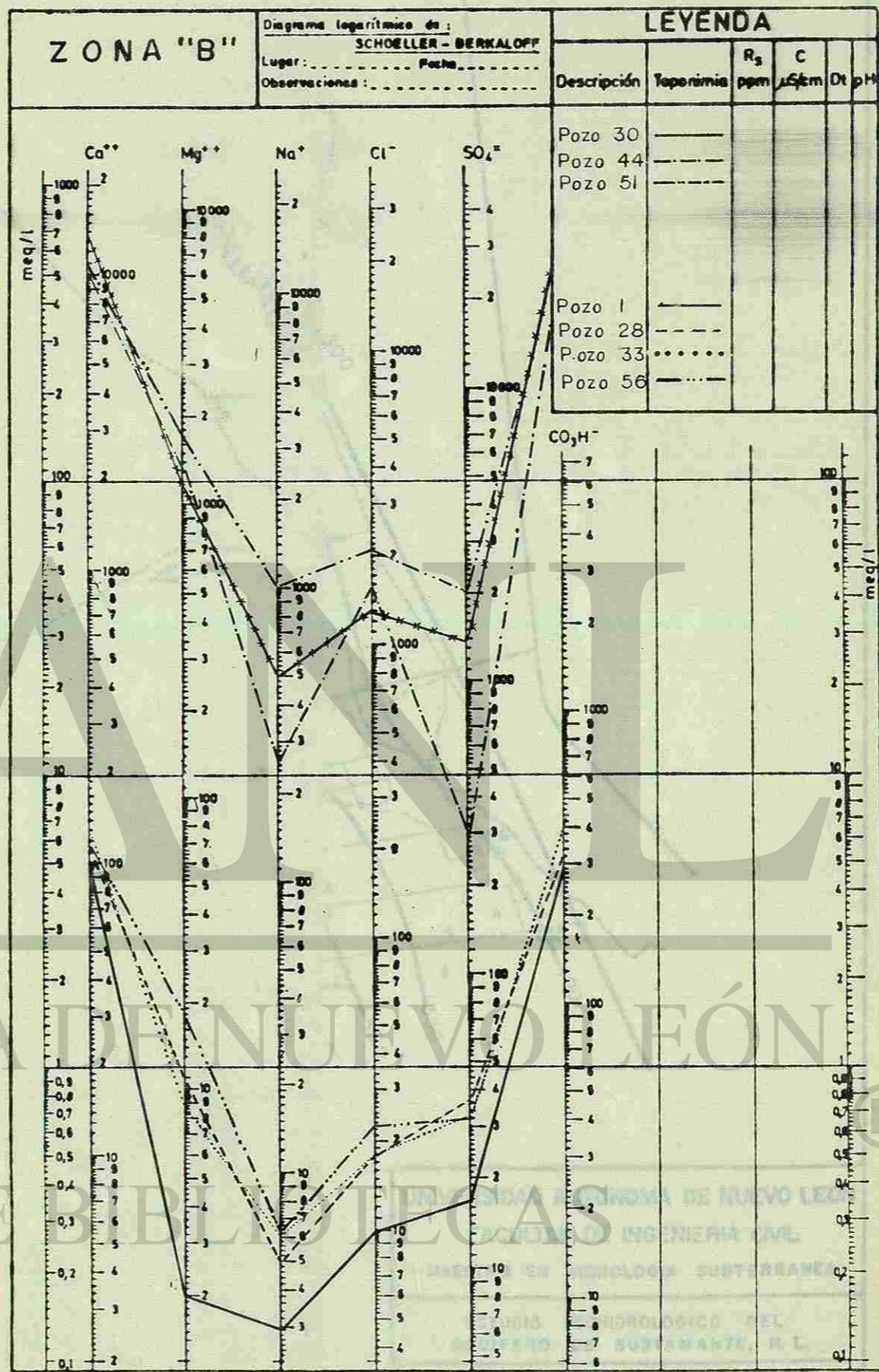
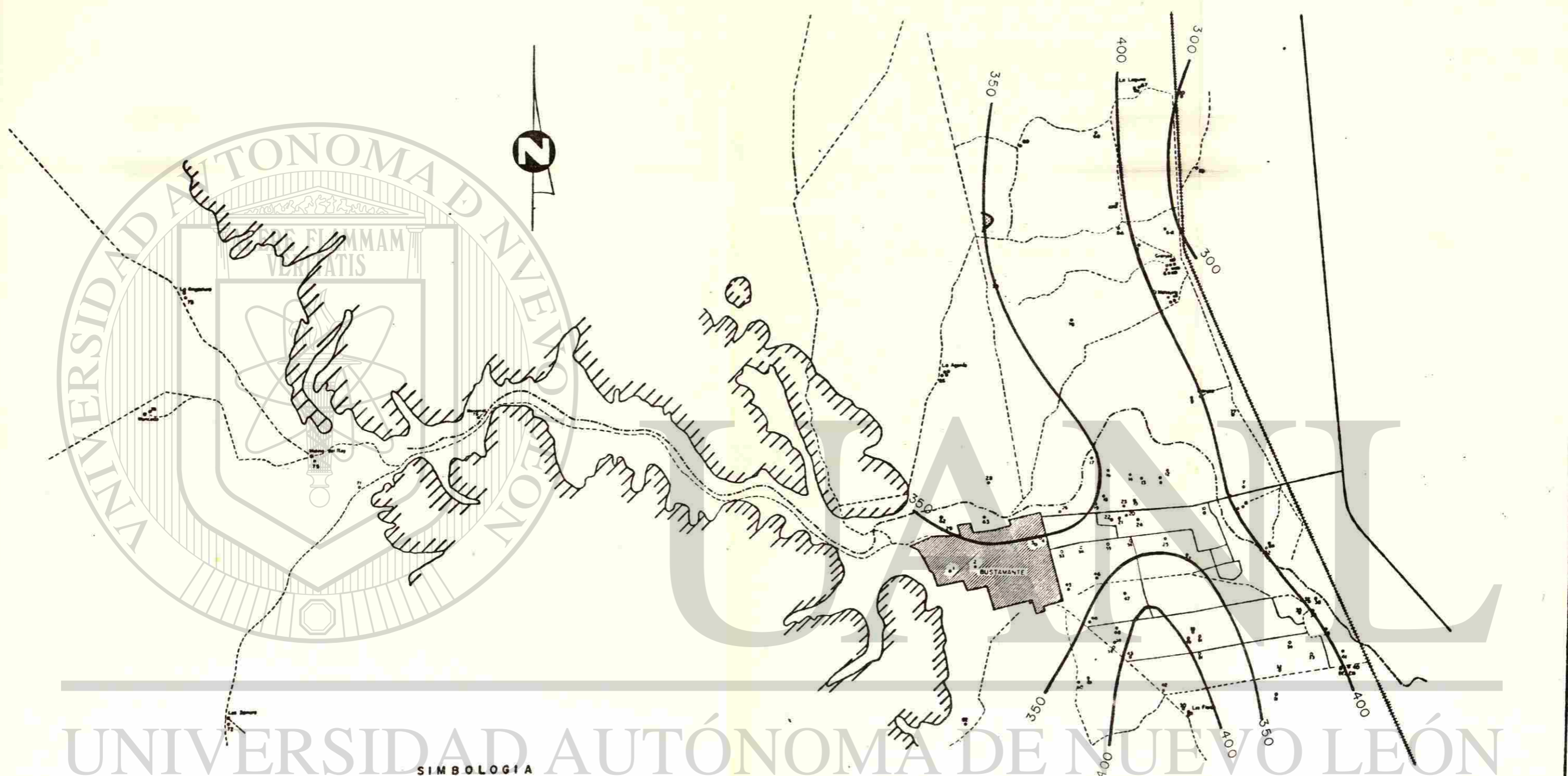


Figura No. 21



SIMBOLOGIA

- BORDE IMPERMEABLE
- RIO
- CARRETERA
- FERROCARRIL
- CAMINO ACCESO
- REPRESA
- POZO O NORIA



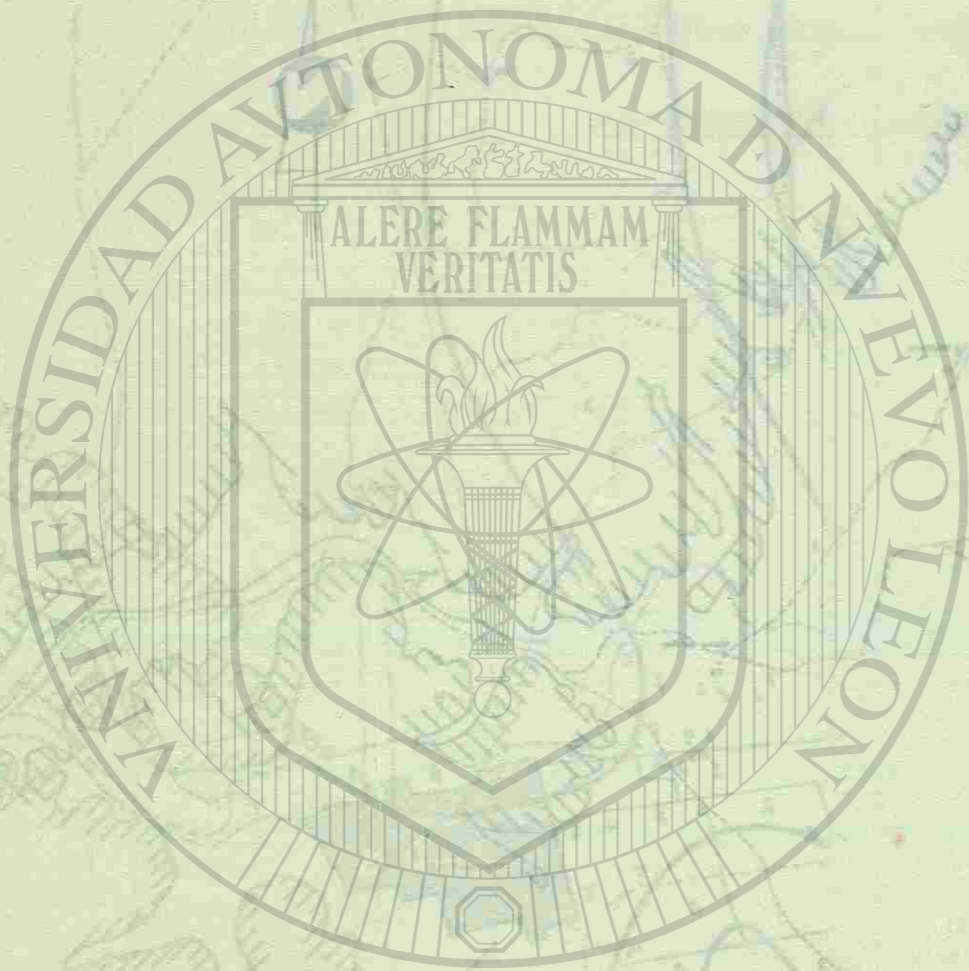
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 MAESTRIA EN HIDROLOGIA SUBTERRANEA

ESTUDIO GEOHIDROLOGICO DEL  
 ACUIFERO DE BUSTAMANTE, N. L.

BICARBONATOS  $\text{HCO}_3^-$  mg/lit

PLANO No. 22 JULIO DE 1985





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ESCALA GRAFICA

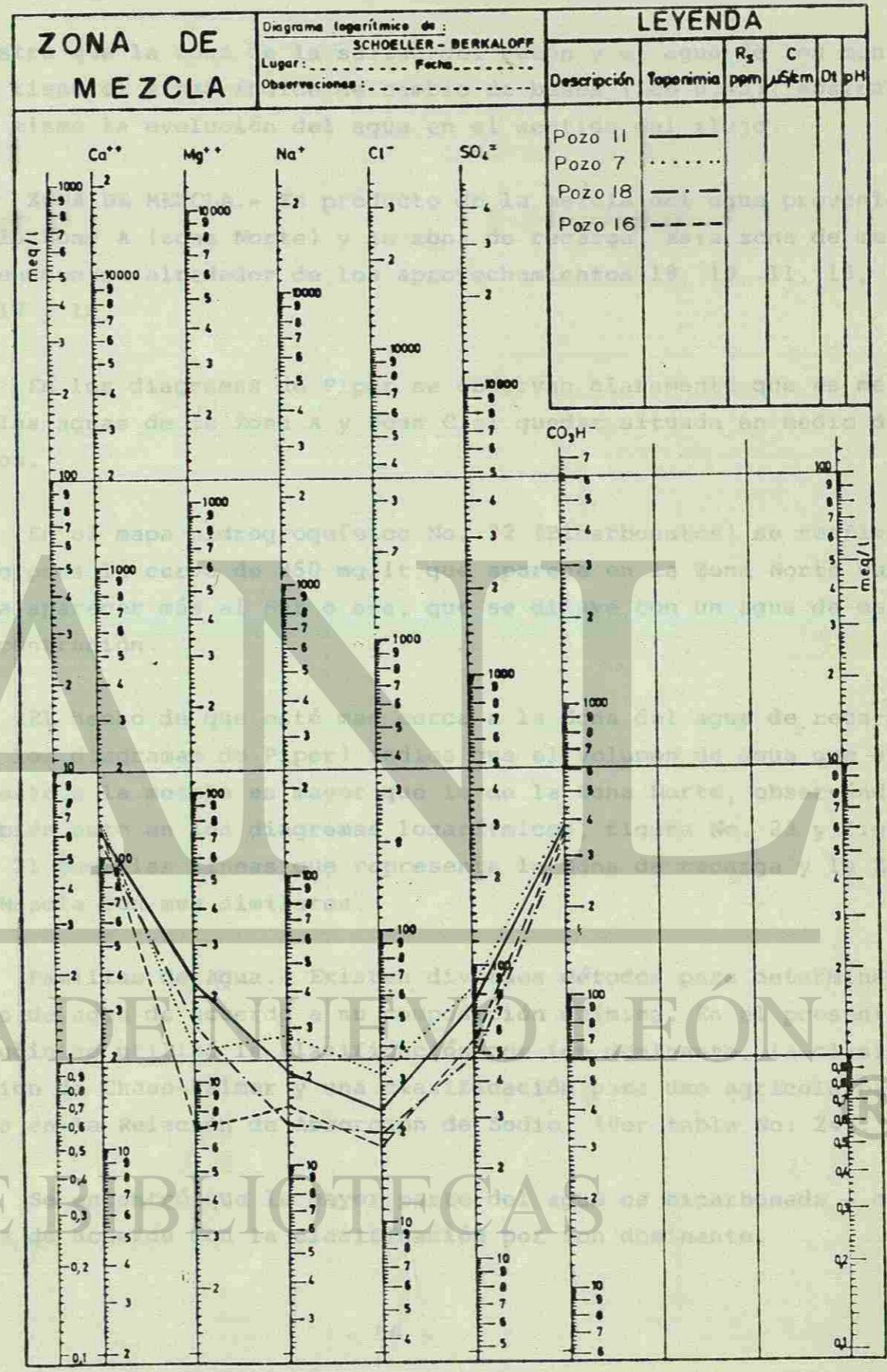


Figura No. 23



muestra que la zona de la salida del cañón y el agua de los manantiales tiene el mismo índice de cambio de bases (icb 0.45), mostrando - así mismo la evolución del agua en el sentido del flujo.

ZONA DE MEZCLA.- Es producto de la mezcla del agua proveniente de la Zona A (zona Norte) y la zona de recarga. Esta zona de mezcla se encuentra alrededor de los aprovechamientos 19, 10, 11, 16, 52, 7, 17 y 18.

En los diagramas de Piper se observan claramente que es mezcla de las aguas de la Zona A y Zona C al quedar situada en medio de - estos.

En el mapa hidrogeoquímico No. 22 (Bicarbonatos) se reafirma esto pues la curva de 350 mg/lit que aparece en la Zona Norte vuelve a aparecer más al Sur o sea, que se diluye con un agua de menos concentración.

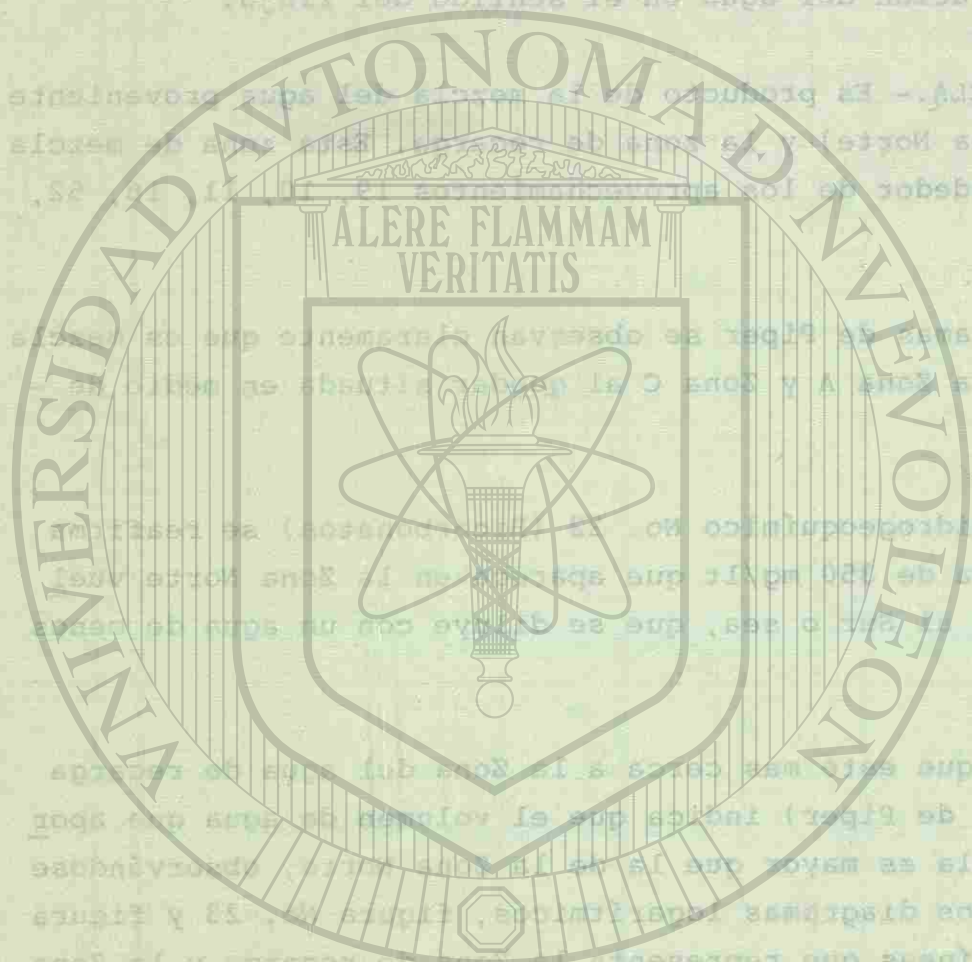
El hecho de que esté mas cerca a la Zona del agua de recarga (en los diagramas de Piper) indica que el volumen de agua que aporta este a la mezcla es mayor que la de la Zona Norte, observándose también esto en los diagramas logarítmicos, figura No. 23 y figura No. 21 pues las líneas que representa la Zona de recarga y la Zona de Mezcla son muy similares.

Familias de Agua.- Existen diversos métodos para determinar el tipo de agua de acuerdo a su composición química. En el presente - estudio se utilizó la clasificación por ión dominante, la clasificación de Chase-Palmer y una clasificación para uso agrícola basándose en la Relación de Absorción de Sodio. (Ver tabla No. 24).

Se encontró que la mayor parte del agua es bicarbonada - cálcica de acuerdo con la clasificación por ión dominante.

TABLA No. 24.

MUESTRA	FAMILIA DE AGUA (ION DOMINANTE)	CLASE CHASE-PALMER	CLASIFICACION R. A. S.	FORMACION	TIPO DE AGUAS
1	Bicarbonatada-Cálcica	III-A2	C2-S1	Qal	+
4	" "	"	C2-S1	Qal	+
6	" "	"	C3-S1	Qal-lt	+
7	" "	"	C2-S1	Qal	+
8	" "	"	C3-S1	Qal-lt	+
8-A	" Mixta	"	C3-S1	Qal	+
9	" Cálcica	III-A2-S2	C3-S1	Qal	+
10	" "	III-A2	C2-S1	Qal	+
11	" "	"	C2-S1	Qal	+
16	" "	"	C2-S1	Qal-lt	+
18	" "	"	C2-S1	Qal	+
22	" "	"	C2-S1	Qal	+
24	" "	"	C2-S1	Qal	+
25	" "	"	C2-S1	Qal	+
28	" "	"	C2-S1	Qal	+
29	" "	"	C2-S1	Qal	+
30	" "	"	C2-S1	Qal-lt	+
31	" "	"	C2-S1	Qal	+
33	" "	"	C2-S1	Qal	+
34	" "	"	C2-S1	Qal-lt	+
37	" "	"	C2-S1	Qal	+
40	" "	"	C2-S1	Qal	+
43	" "	"	C2-S1	Qal	+
44	" "	"	C2-S1	Qal	-
45	" "	"	C2-S1	Qal	-
51	" "	"	C2-S1	Qal-lt	-
52	" "	"	C2-S1	Qal	+
54	" "	"	C2-S1	Qal	+
56	" "	"	C2-S1	Qal	+
57	" "	"	C2-S1	Qal	+
60	" "	"	C2-S1	Qal-lt	-
66	" "	"	C2-S1	Qal-lt	+
67	Mixta-Mixta	III-A2-S2	C3-S1	lt	-
68	Bicarbonatada-Cálcica	I-A2	C3-S1	Qal-lt	-
69	" "	III-A2	C3-S1	Qal-lt	-
70	" "	I-A2	C2-S1	Qal-lt	-



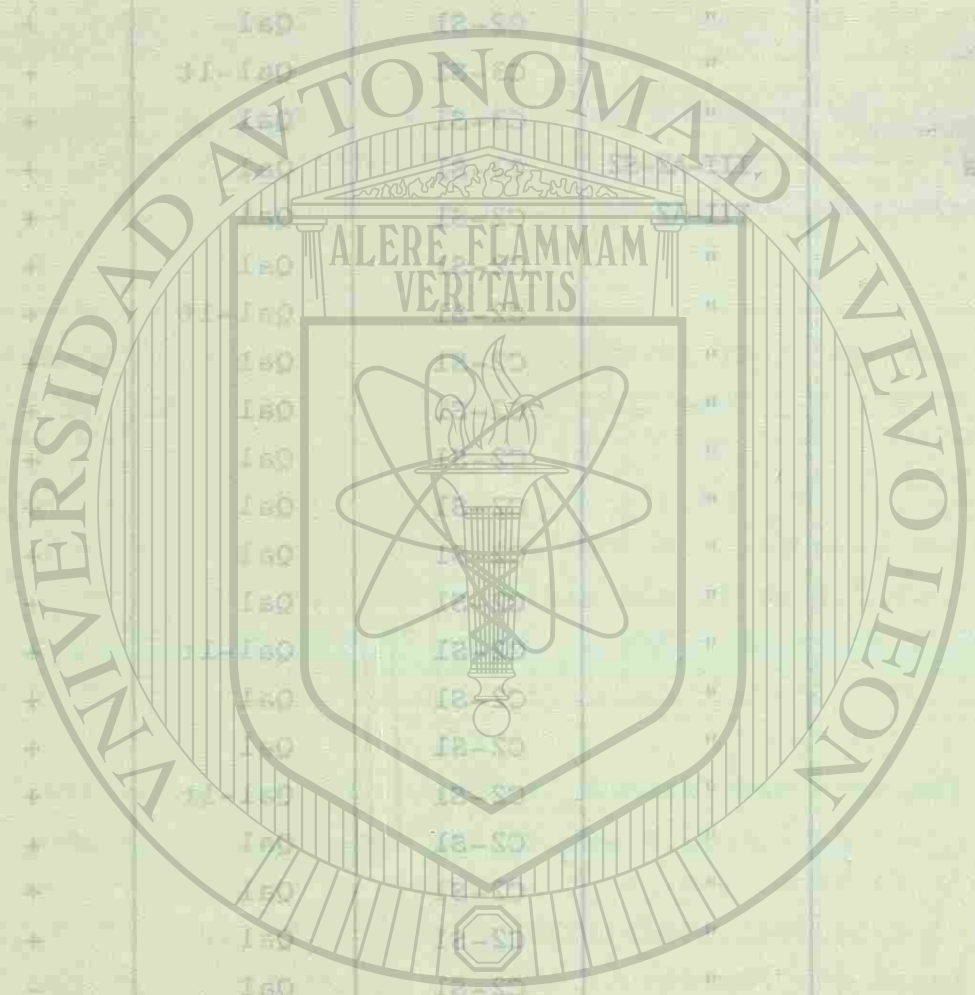
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA No. 24

MUESTRAS	FAMILIA DE AGUA (ION DOMINANTE)	CLASE CHASE-PALMER	CLASIFICACION R. A. S.	FORMACION	TIPO DE AGUAS
71	" "	III-A2	C3-S1	Qal-lt	+
75	" "	III-A2	C2-S1	Qal	+
76	" "	III-A2	C2-S1	Qal	-
77	Bicarbonatada-Cálcica	I-A2	C3-S1	lt	+
78	" "	II-A2	C3-S1	Qal	+
79	" "	III-A2	C3-S1	Qal-lt	-
80	B. Cálcica-Sódica	I-A2	C3-S1	lt	-
7. Pemex	Bicarbonatada-Cálcica	III-A2	C2-S1	Caliza	-
8. Putas	" "	" "	C2-S1	Caliza	-

\* Tipo de agua :

- Incrustante +
- Agresiva -

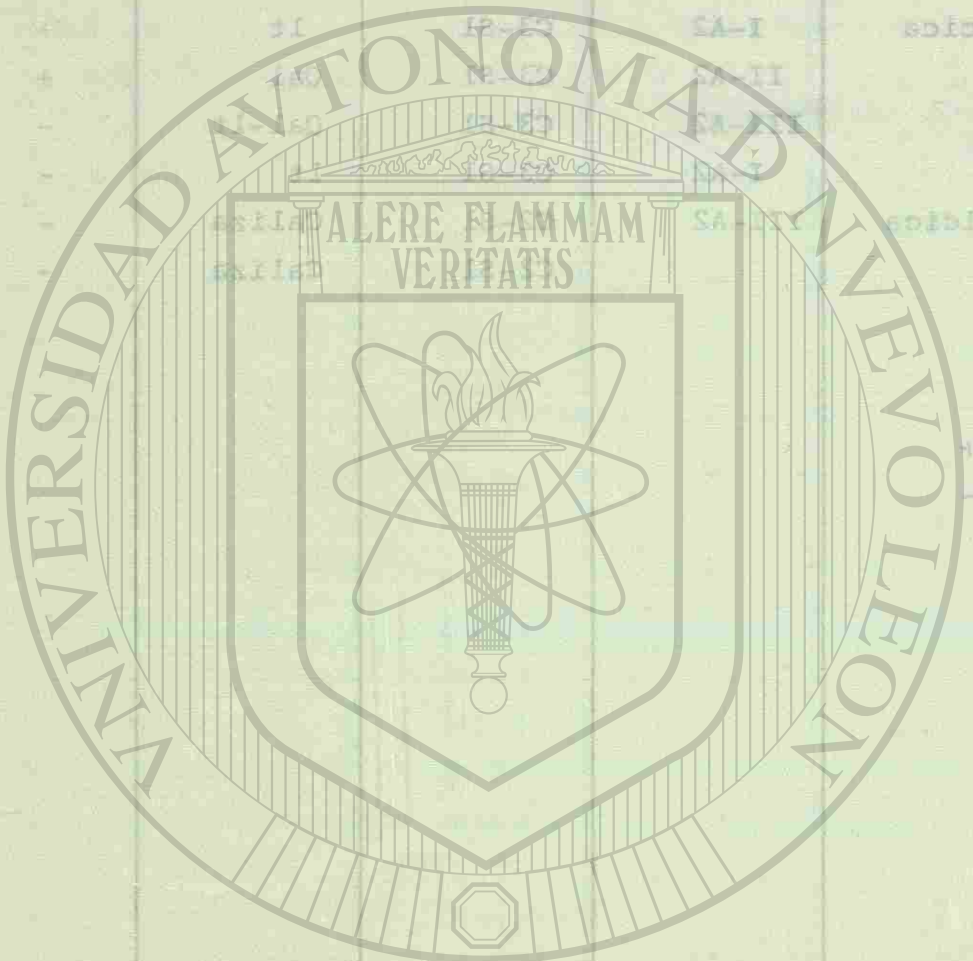


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





TIPO DE AGUA	FORMACION	CLASIFICACION	CLASE	FAMILIA DE AGUA
		P. A. S.	CHASE-PALMER	(CON DOMINANTE)
	Qa1-17	C3-S1	III-A2	"
	Qa1	C2-S1	III-A2	"
	Qa1	C2-S1	III-A2	"
	14	C2-S1	I-A2	Bicarbonatada-Cálcica



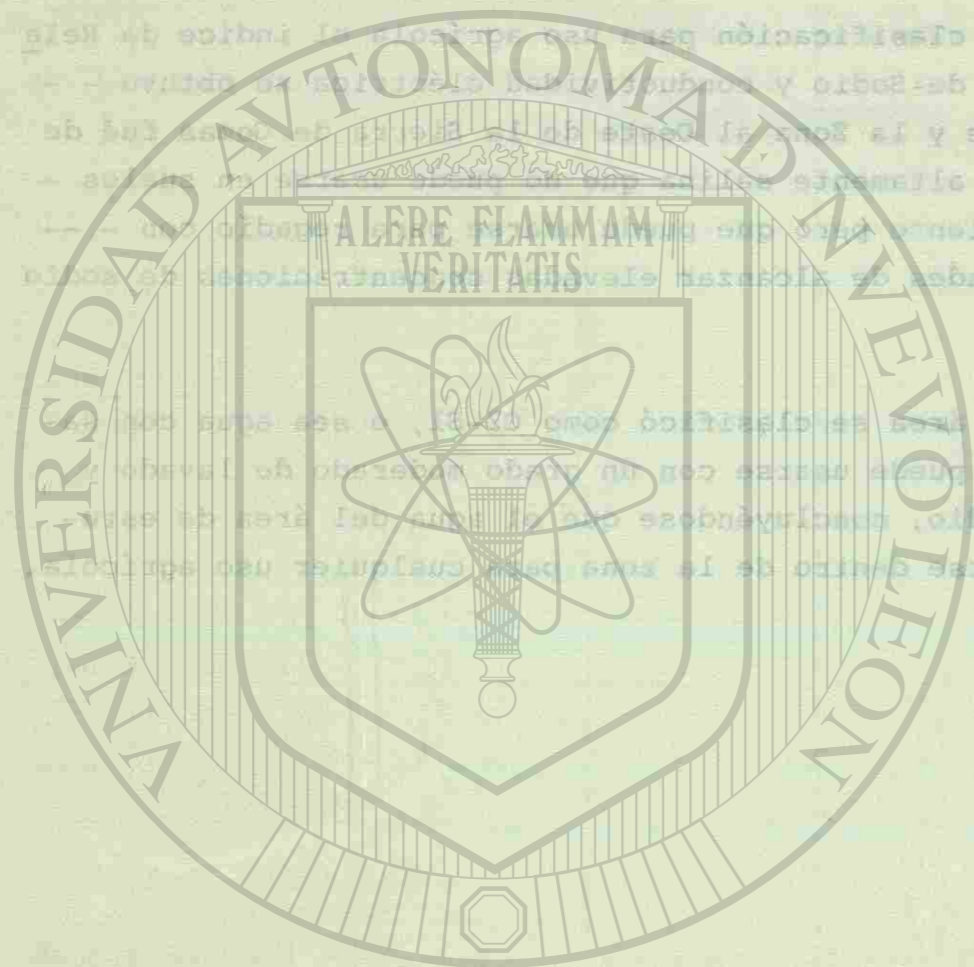
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En la clasificación de Chase-Palmer predominó la clase III-A2 indicándose con esto que se trata de agua de reciente infiltración.

Dentro de la clasificación para uso agrícola el índice de Relación de Absorción de Sodio y conductividad eléctrica se obtuvo -- para la Zona Norte y la Zona al Oeste de la Sierra de Gomas fué de C3-S1, o sea agua altamente salina que no puede usarse en suelos -- con drenaje deficiente pero que puede usarse para regadío con --- escasas posibilidades de alcanzar elevadas concentraciones de sodio intercambiable.

El resto del área se clasificó como C2-S1, o sea agua con salinidad media que puede usarse con un grado moderado de lavado y además baja en sodio, concluyéndose que el agua del área de estudio puede utilizarse dentro de la zona para cualquier uso agrícola.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de las investigaciones realizadas se concluye lo siguiente :

PRIMERA.- El acuífero granular recibe como recarga, principalmente, los volúmenes escurridos en los manantiales cársticos situados en el cañón a través de los materiales granulares permeables que forman el cauce del río.

SEGUNDA.- Bajo las condiciones y época en que se realizó el estudio, se determinó, en base a la calidad química del agua, que no existe una relación directa entre los manantiales y el acuífero localizado en la parte Poniente de la Sierra de Gomas.

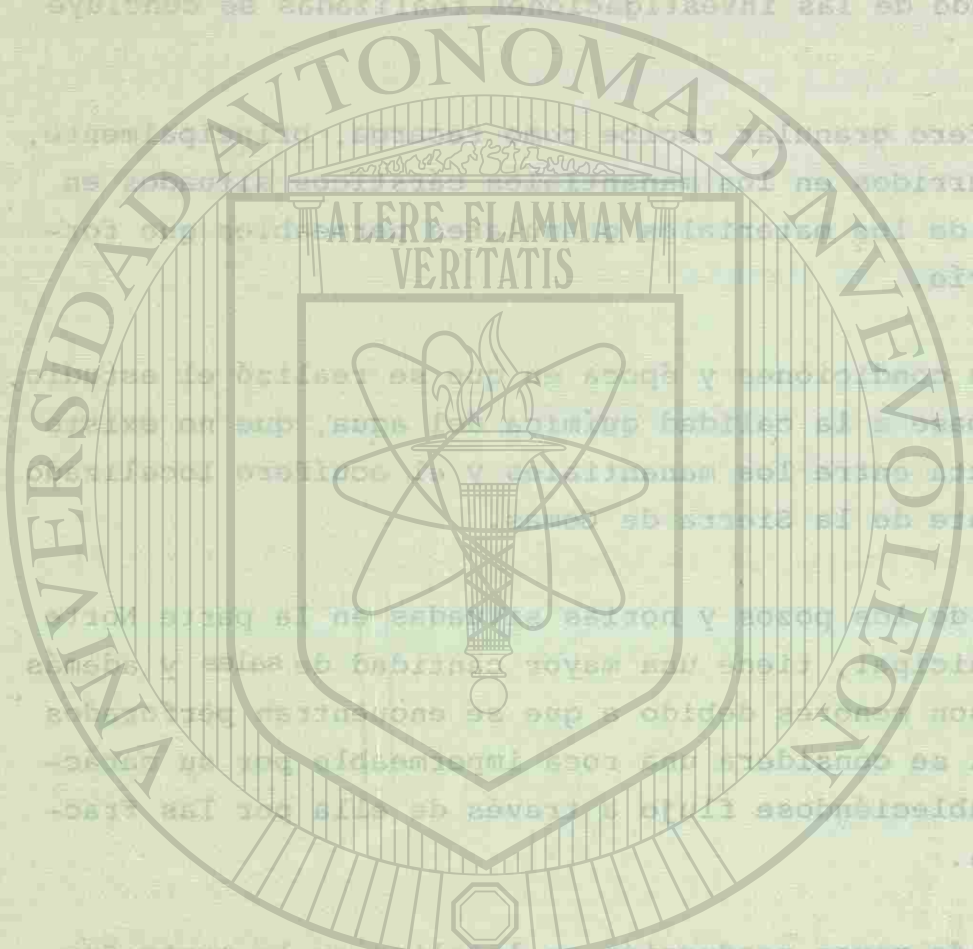
TERCERA.- El agua de los pozos y norias situadas en la parte Norte de la cabecera municipal, tiene una mayor cantidad de sales y además sus rendimientos son menores debido a que se encuentran perforados en lutita, la cual se considera una roca impermeable por su carácter arcilloso, estableciéndose flujo a través de ella por las fracturas que presenta.

CUARTA. - La zona de mayor producción se localiza en la parte Sureste de la cabecera municipal debido a la mayor permeabilidad y -- espesor del material granular que forma el aluvión.

QUINTA.- Las obras de captación que tienen mayor rendimiento son -- las norias que tienen túneles horizontales en el contacto entre el aluvión y la lutita por lo cual amplían su radio efectivo de captación considerablemente.

SEXTA.- De la interpretación de los resultados de calidad química del agua, se presentan indicios de reducción de sulfatos en los -- pozos y norias situados en las cercanías de la fosa donde se descargan las aguas de drenaje de la población.

Como resultado de las investigaciones realizadas se concluye lo siguiente:  
PRIMERA.- El acuífero presenta una capacidad mayor a la actual explotación, hecho que tendrá que cuantificarse en estudios posteriores.  
SEGUNDA.- Bajo las condiciones y época de lluvia se realizó el estudio de la zona de captación del acuífero y se determinó en base a la calidad de agua, que no existe una relación directa entre los niveles de agua en la parte superior de la zona de captación y el nivel de agua en la parte inferior de la zona de captación.  
TERCERA.- El agua de los pozos y norias que se encuentran en la zona de captación, tiene una mayor cantidad de sales y su rendimiento es menor debido a que se encuentran perforados en lutita, la cual es considerada una roca impermeable por su estructura cristalina, estableciéndose flujo a través de las fisuras que presenta.  
CUARTA.- La zona de mayor producción se encuentra en la parte superior de la capacidad municipal debido a la mayor permeabilidad y espesor del material granular que forma el aluvión.  
QUINTA.- Las obras de captación que tienen mayor rendimiento son las que se encuentran en la zona de captación y la infiltración en el contacto entre el aluvión y la lutita por lo cual amplían su radio efectivo de captación considerablemente.  
SEXTA.- De la explotación de los pozos y norias se debe tener cuidado del agua, se presenten indicios de reducción de caudales en los pozos y norias situados en las cercanías de la zona donde se descargan las aguas de drenaje de la población.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SEPTIMA.- Con este estudio se obtuvo una evidencia de que el acuífero presenta una capacidad mayor a la actual explotación, hecho que tendrá que cuantificarse en estudios posteriores.

En base a lo anterior, se pueden dar, entre otras, las siguientes recomendaciones:

PRIMERO.- La explotación del acuífero se haga mediante norias con túneles horizontales radiales en el contacto del aluvión y la lutita, principalmente.

SEGUNDO.- La profundidad de las obras de captación del agua subterránea no debe ser mayor que la del contacto aluvión-lutita para evitar gastos de perforación mayores sin aumento en la producción.

TERCERO.- Es necesario realizar un estudio bacteriológico con el fin de determinar los lugares y el nivel de contaminación.

CUARTO.- Planear desde ahora la posible construcción de una planta de tratamiento de las aguas negras con el fin de salvaguardar la buena calidad actual de las aguas superficiales como subterráneas.

QUINTO.- Ampliar este estudio hacia la parte Sur-Este del área y mediante actividades de topografía y geofísica de resistividad y sismología a fin de tener los elementos necesarios para realizar una cuantificación del agua subterránea.

SEXTO.- Establecer estaciones de aforo en los canales y acequias, así como medidores en los pozos con objeto de cuantificar las infiltraciones y extracciones en el acuífero.

SEPTIMO.- Que las personas encargadas de operar las obras de captación lleven un control del tiempo de operación de los equipos de bombeo, para tener un dato lo más real posible del gasto que se extrae del acuífero.

SEPTIMA - Con este estudio se obtuvo una evidencia de que el acuífero  
presenta una capacidad mayor a la actual explotación, hecho que  
tendrá que cuantificarse en estudios posteriores.

En base a lo anterior, se hacen las siguientes recomendaciones:

PRIMERO.- La explotación del acuífero se debe hacer en forma  
horizontal, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.  
Principalmente:

SEGUNDO.- La profundidad de las obras de captación del agua  
debe ser mayor que la del nivel freático, para evitar la  
contaminación de las aguas subterráneas.

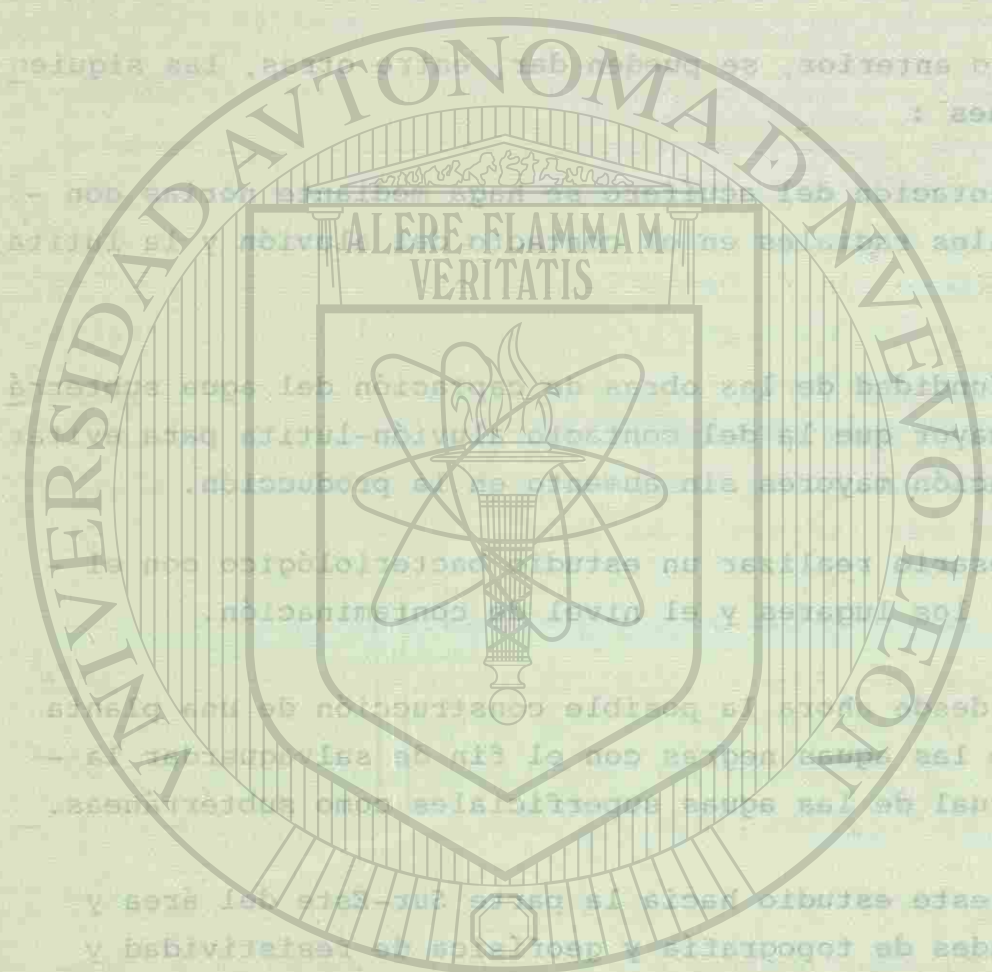
TERCERO.- Es necesario realizar un estudio geológico con el  
fin de determinar los límites y el nivel de contaminación.

CUARTO.- Planear desde ahora la posible construcción de las obras  
de tratamiento de las aguas, para evitar el costo de las mismas.  
Buena calidad actual de las aguas subterráneas como en otros  
sitios.

QUINTO.- Ampliar este estudio hacia la parte sur-este del área y  
mediante actividades de topografía y geología, para determinar  
la existencia de otros elementos necesarios para realizar  
un estudio más detallado del acuífero.

SIXTO.- Realizar estudios de detalle en las zonas de captación  
de agua, para determinar los niveles de contaminación y  
filtraciones y extracciones en el acuífero.

SEPTIMO.- Que las personas encargadas de operar las obras de captación  
de agua, deben tener el tiempo de operación de los equipos  
de bombeo, para evitar el desperdicio de energía eléctrica.  
Se extrae del acuífero.



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### AGRADECIMIENTOS

Alvarez J., 1970, GEOLOGIA DE MEXICO

Anderson, H. B. R. y Williams, R. W., 1964, PUSH FAULTS  
CONCEPTUAL ASPECTS FOR GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS

Los autores de este trabajo estamos profundamente agrade-  
cidos con las siguientes personas:

Burrows, R. H., 1919, GEOLOGY OF NORTHERN MEXICO, JOSE L. COVARRUBIAS,  
Ed., No. 7, P-85-103

Congreso Ing. David Fernández Camargo.- Director de la Facultad de  
Ingeniería Civil, por la aceptación y apoyo otorgado para la reali-  
zación del Proyecto.

Campan, A. F., 1914, PROCESOS DEL CICLO HIDROLOGICO, MEXICO

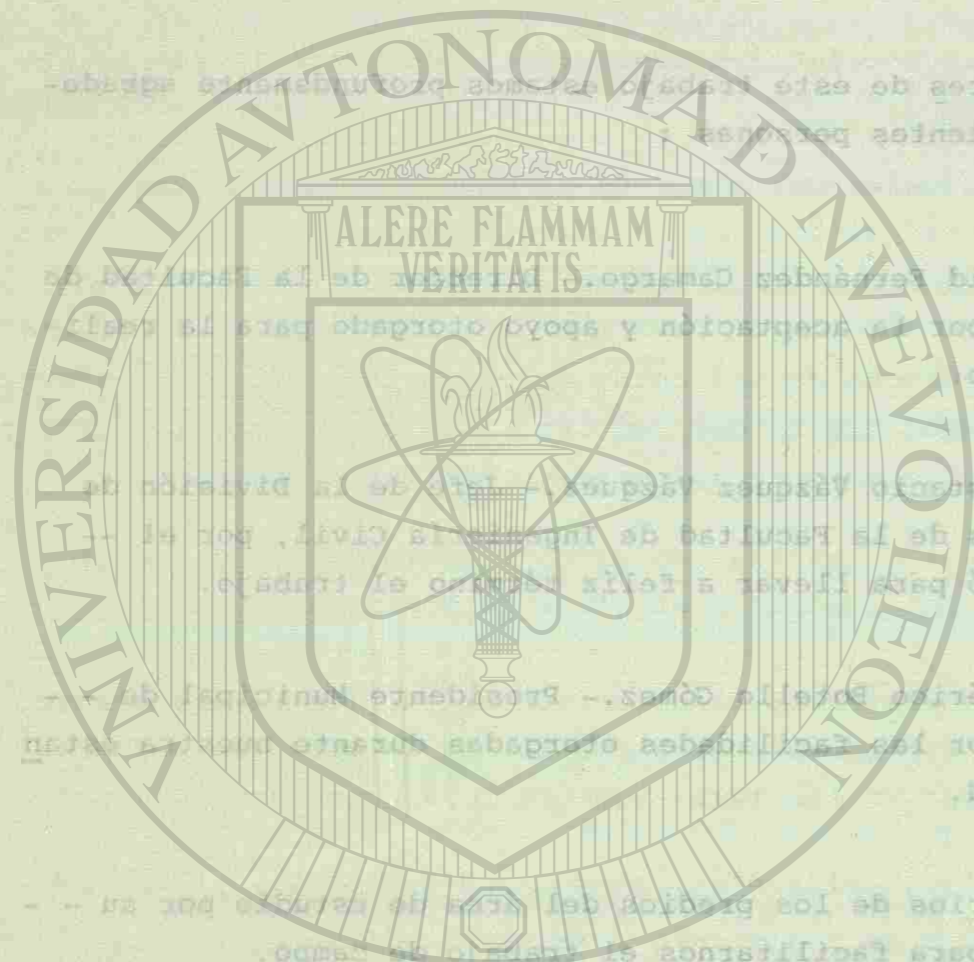
Ing. Anastasio Vázquez Vázquez.- Jefe de la División de  
Estudios Superiores de la Facultad de Ingeniería Civil, por el --  
impulso que nos dió para llevar a feliz término el trabajo.

Prof. Américo Botello Gómez.- Presidente Municipal de --  
Bustamante, N.L. por las facilidades otorgadas durante nuestra estan-  
cia en su comunidad.

Propietarios de los predios del área de estudio por su --  
buena disposición para facilitarnos el trabajo de campo.

A todas las personas que directa o indirectamente nos brin-  
daron su apoyo durante la elaboración de este Proyecto.

Inlay, R. W., 1917, STRATIGRAPHY AND PALEONTOLOGY OF THE UPPER CRETACEOUS  
BEDS ALONG THE EASTERN SIDE OF THE LAGUNA DE MATEHUALTEPEC, COAHUILA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

BIBLIOGRAFIA

Imlay, R.W. 1936, EVOLUTION OF THE COAHUILA PENINSULA, MEXICO, Bull Of the Geol. Soc. Of Amer. Vol. No. 47

Imlay, R.W. 1937, STRATIGRAPHY AND PALEONTOLOGY OF THE UPPER CRETACEOUS BEDS ALONG THE EASTERN SIDE OF THE LAGUNA DE MAYRAN, COAHUILA MEXICO, Bull Geol., Soc. Améxica, 48 : 1785-1872.

Alvarez J., 1970, GEOLOGIA DE MEXICO

Anderson, II B.D. y Aguilera Reyes. V.M. 1984 PUSH FAULTS ; a conceptual model for groundwater exploration in the Sierra Madre Oriental foreland, México. Lateinamerika Kolloquium. Merburg/Lahn.

Burrows, R.H., 1910, GEOLOGY OF NORTHEN MEXICO, Soc.Geol., Méx., Bol. No. 7 P-85-103

Congreso Geológico Internacional , 1956, Excursión C-5

Custodio y Llamas, HIDROLOGIA SUBTERRANEA, Tomos I y II, Ed.Omega

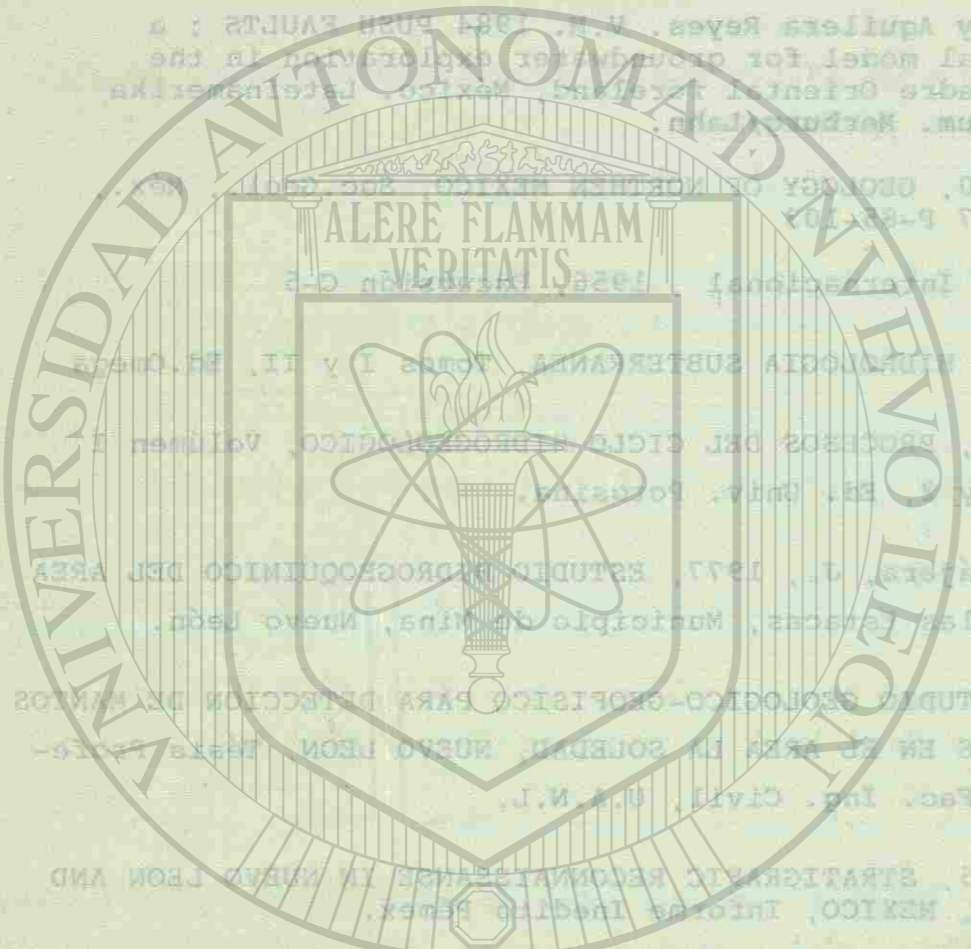
Campos, A.F., 1984, PROCESOS DEL CICLO HIDROGEOLOGICO, Volúmen I Tomos I y 2, Ed. Univ. Potosina.

Del Arneal, R. y Nájera, J., 1977, ESTUDIO HIDROGEOQUIMICO DEL AREA Soledad las Estacas, Municipio de Mina, Nuevo León.

Femat R., 1976, ESTUDIO GEOLOGICO-GEOFISICO PARA DETECCION DE MANTOS ACUIFEROS EN EL AREA LA SOLEDAD, NUEVO LEON, Tesis Profesional, Fac. Ing. Civil, U.A.N.L.

Humphrey, W.E. 1955, STRATIGRAFIC RECONNAISSANSE IN NUEVO LEON AND COAHUILA, MEXICO, Informe Inedito Pémex.

Humphrey, W.E. y Díaz G.T. 1956, JURASSIC AND LOWER CRETACEOUS STRATIGRAPHY AND TECTONICS OF NORTHEAST MEXICO, Informe Geológico (Nedito), Petroleos Mexicanos NE-M-799



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS



Imlay, R.W. 1938., STUDIES OF THE MEXICAN GEOSYNCLINE, Bull Geol., Soc. América, 49 : 1651-1694.

Imlay, R.W. 1944, CORRELATIONS OF THE CRETACEOUS FORMATION FO THE GREATER ANTILLES, CENTRAL AMERICA, AND MEXICO, Bull - Geol. Soc. América, 55:1005-1045.

López R.E., 1972, BOSQUEJO GEOLOGICO DEL ESTADO DE NUEVO LEON, Bol. de la A.M.P.G. Vol. XXIV, Núm.4-6, PP 202-233.

Meiburg, P, Aguilera, V.M y Muñoz B, 1982 HALOTECTONICS AND SUBROSION, Geowissen-Schaftliches Latinoamerika Kolloquium, Gottingen, Alemania.

Meiburg, P, Aguilera, V.M. Muñoz, B. 1982 GEOLOGIA DE LA SIERRA MADRE CEA UANL.

Pémex, 1976, III SIMPOSIUM DE GEOLOGIA DEL SUBSUELO.

SARH, BOLETINES METEOROLOGICOS, ESTADO DE NUEVO LEON.

Tovar, J.C., 1964, GEOLOGIA DE LA SIERRA DE LA SILLA, Tésis Profesional, Fac. Ing. U.N.A.M.

