

ESTUDIO HIDROGEOQUIMICO DEL AREA SOLEDAD-LAS ESTACAS, MUNICIPIO DE MINA, NUEVO LEON

R. del Arenal*
J. Nájera G.**

RESUMEN

El área estudiada, aproximadamente 2000 km² de extensión, está cubierta en su porción central por la Formación Las Estacas del Pleistoceno tardío (Qpe) consistente, principalmente de anhidritas y caliche. Serranías de caliza y arenisca cretácica rodean esta porción central.

Se presentan las características hidrogeológicas de los terrenos aflorantes, haciendo notar que desde el punto de vista hidrogeoquímico en el área existen tres acuíferos. El primero desarrollado en las evaporitas y material de relleno. Las gravas de caliza y arenisca que las interdigitan forman, con aguas menos salobres, el segundo acuífero, estando constituido el tercero por las formaciones cretácicas de arenisca y caliza.

El agua de la Formación Las Estacas proviene tanto de aportaciones de las rocas cretácicas subyacentes, como de la infiltración directa de la precipitación pluvial, ya que esta formación presenta gran número de pequeños resumideros que propician una recarga efectiva y evitan la erosión activa; hecho comprobado por la escasez de barrancas y la poca profundidad de las existentes, lo cual es digno de tomarse en cuenta dada la poca cohesión de esta formación. El espesor máximo de las evaporitas de la Formación Las Estacas es de 30 m, acunándose hacia los bordes de su cuenca y hacia los altos topográficos sepultados. La presencia de evaporitas certifica el carácter endorreico de la cuenca y la aridez del clima durante el Pleistoceno tardío.

Se establecen cuatro familias de aguas en base a la interpretación de los análisis químicos de 54 muestras de agua, y se presenta su interpretación correspondiente por medio de diagramas semilogarítmicos.

ABSTRACT

The studied area, about 2000 km², is covered in its central part, by the Las Estacas Formation from the late Pleistocene (Qpe). These rocks consist mainly of anhydrites and "caliche". They are surrounded by mountain ranges of Cretaceous limestones and sandstones.

The hydrogeological characteristics of the exposed areas and from a hydrogeochemical point of view, three aquifers can be detected. The first one is developed in evaporites and debris. The second formed by the interdigitation of sandstones and limestones, generating less salty water; and finally the third is emplaced in the Cretaceous limestones and sandstones.

The water from the Las Estacas Formation is supplied by the underlying Cretaceous rocks and by direct infiltration of pluvial precipitation. This formation has several small depressions that contribute to an effective reload and prevent the active erosion of the area. This fact is proved by the lack of gullies and by the insignificant depth of the existing ones. This fact is believed to be important considering the lack of cohesion of this formation.

The maximum thickness of the evaporites of the Las Estacas Formation is about 30 m it pinches out along the borders of the basin and towards the topographic highs. The existence of evaporites certifies the endorreic character of the basin and the dry climate during the late Pleistocene. Based upon 54 chemical analyses of water samples, the existence of four different families of water was established. This interpretation is supported by semilogarithms diagrams.

* Departamento de Geología, Instituto de Geología, UNAM.
** Oficina Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM.

INTRODUCCION

Localización.—El área se localiza a unos 130 km al noroccidente de Monterrey a ambos lados de la carretera Monterrey-Monclova, con las siguientes coordenadas geográficas: 26° 20' a 26° 30' latitud N y 100° 40' a 101° 10' longitud W, y cubre una superficie de 2,000 km² donde afloran, principalmente, rocas del Cuaternario y, en menor proporción rocas del Cretácico Tardío (Figura 1).

Objetivo del estudio.—La finalidad primaria de este estudio ha sido determinar, cualitativamente, las características hidrogeológicas del área, denominada Soledad- Las Estacas (nombre tomado de los ranchos mejor explorados). El área se consideró de interés por su gran extensión de evaporitas, principalmente anhidrita y caliche.

La segunda finalidad del estudio apareció al reconocerse que lo que anteriormente había sido considerado simplemente como aluvión, es realmente una secuencia de evaporitas que implican procesos geológicos más complejos, puesto que expresan la existencia, geológicamente hablando, de una cuenca endorreica de existencia efímera. Por lo tanto, se estudiaron con mayor atención las relaciones estructurales, estratigráficas y sedimentológicas de la que aquí se denomina *Formación Las Estacas*.

Antecedentes sobre el área de estudio.—Estudios sobre las rocas cretácicas fueron efectuados por: Imlay (1937), Boyd (1959), López-Ticha (1962), Echánove y Salinas (1965) y Garza-González (1967). Más recientemente estudios efectuados por Zárate-M. (1972) en donde las rocas cretácicas han sido exploradas para determinar su estratigrafía, es-



Figura 1.—Mapa de localización del área estudiada.

estructura y tectónica y cuyo mapa geológico resultante sirvió grandemente durante toda la exploración de las evaporitas del Cuaternario.

Algunos estudios hidrogeológicos se han efectuado en el Estado de Nuevo León, principalmente el de los Acuíferos Regionales en Calizas en la Zona de Monterrey (CIEPS, S.R.H. 1969).

FISIOGRAFIA

Según la clasificación de Köppen el clima es seco de tipo estepario (B. S.). La precipitación media anual es de 304 mm. La vegetación es la típica del clima semidesértico, donde predomina la gobernadora y las cactáceas, mezquitales y huizachales y algunos pastos a lo largo del cerro del Huizache.

De acuerdo con Raisz (1964) el área se localiza en la subprovincia de la Sierra del Norte, de la Provincia de la Sierra Madre Oriental.

La planicie Soledad-Las Estacas presenta rasgos característicos de la etapa de madurez del ciclo de erosión, aunque en realidad ha sufrido rejuvenecimientos al cambiar su carácter de cuenca endorreica a exorreica. Las zonas montañosas aledañas exhiben la etapa juvenil temprana donde afloran calizas, y juvenil tardía donde afloran rocas clásticas.

Existen infinidad de microdolinas dondequiera que afloran las evaporitas. Los arroyos tienen cauces de muy pequeña profundidad que generalmente terminan en pequeñas zonas de inundación, denominadas localmente "derramaderos", transportando sedimentos principalmente por rodamiento ya que las corrientes se extienden ampliamente sobre el terreno (*sheet wash*). Las microdolinas facilitan grandemente la infiltración de las lluvias, por lo que la superficie cubierta por evaporitas constituye en sí, una zona de recarga muy efectiva cuando las lluvias son torrenciales, ya que dada su escasa pendiente, puede estimarse burdamente que cuando menos un 50% de la precipitación pluvial se infiltra.

GEOLOGIA GENERAL

Las rocas aflorantes que forman los altos topográficos pertenecen al Sistema Cretácico, y al Sistema Cuaternario las que forman los bajos, dentro de las que están incluidas las rocas objeto de este estudio. (Lamina 1).

Las rocas del Cretácico Inferior son predominantemente calizas, en tanto que hacia arriba, en la columna estratigráfica, van intercalándose estratos de rocas clásticas, hasta que predominan estas últimas en el Grupo Difunta y en la Formación Parras.

Las rocas del Sistema Cuaternario están constituidas por gravas y conglomerados en la Formación Mayrán y por las evaporitas de la Formación Las Estacas.

Las formaciones cretácicas han sufrido los procesos tectónicos derivados de la Revolución Laramide. Dichas formaciones están plegadas y forman las eminencias topográficas de la región y son, además, la fuente de sedimentos de las formaciones cuaternarias. Es digno de mencionarse la ausencia completa de afloramientos de rocas del Sistema Terciario, ya que las rocas más antiguas del Cuaternario,

representadas por la Formación Las Estacas yacen discordantemente, sobre las formaciones cretácicas, dondequiera que aquella aflora coronando los cerros bajos de rocas cretácicas. En las partes bajas, que forman la planicie de Soledad-Las Estacas, la Formación Las Estacas cubre, discordantemente, a las rocas cretácicas y concordantemente a las gravas de la Formación Mayrán. Esta relación hace suponer que durante el depósito de la Formación Mayrán se comenzaron a formar pequeños represos, que eventualmente se unieron y cerraron la cuenca dando lugar a la formación de la cuenca de evaporitas.

ESTRATIGRAFIA DEL CUATERNARIO

Formación Mayrán.—La Formación Mayrán se formó por la coalescencia de abanicos aluviales, constituidos de gravas y cantos rodados de las rocas cretácicas aflorantes alrededor de la cuenca Soledad-Las Estacas. Esta formación fue nombrada por Imlay (1937) en la porción meridional de la cuenca de Parras y la usó del Pleistoceno.

En el área de estudio aparece formando terrazas que cubren a las rocas cretácicas. También aparece debajo de la Formación Las Estacas, en contacto transicional, ya que en algunos pozos de agua se encuentran gravas y conglomerados debajo de las evaporitas; asimismo, la Formación Las Estacas es transicional lateralmente, con las gravas cuaternarias recientes que forman los fanglomerados alrededor de las serranías.

Formación Las Estacas.—La Formación Las Estacas es una secuencia de estratos constituidos de yeso, anhidrita, caliche, arcillas cloríticas, arenas finas y restos de materia orgánica, que afloran en la porción central de la planicie donde se localizan los Ranchos Soledad y Las Estacas. En este último es donde está mejor expuesta sobre todo en el arroyo de La Salada, donde aflora solo la parte superior de esta formación, y donde se encontraron fósiles de mamut y caballo (molares de *Equus cf. E. Conversitens*, que el Dr. Ismael Ferrusquía, del Instituto de Geología, les asignó una edad del Pleistoceno tardío).

El mayor espesor, no comprobado, es de 30 m aproximadamente, cortado por pozos de agua en el Rancho Las Estacas. Sin embargo, en el arroyo La Salada, a 25 km al norte, solo se observaron 4 m de evaporitas que yacen discordantemente sobre la Formación Austin; como estas rocas están formando un anticlinal, es muy probable que la Formación Las Estacas se acuñó hacia los altos topográficos de la cuenca evaporítica. A unos 100 m al norte del Puente La Salada, de la carretera Monterrey-Monclova, Km 92, aparecen unos promontorios muy peculiares en las evaporitas que semejan aquellos producidos por algas (*algal mounds*) en zonas costeras o en aguas someras. Es probable que aquí también, se deban a algas, ya que en los charcos de evaporación en el arroyo La Salada abundan algas verdes filamentosas. Estos promontorios exhiben una vaga zonificación de capas claras y oscuras, en forma hemisférica. Se contaron aproximadamente 50 prominencias en un área de 15 por 50 metros.

Sobre las capas de yeso y anhidrita se encontraron remanentes de calizas lacustres, de estratificación delgada (3-5 cm), muy porosas, de textura sacaroide y con 1.5 a 2 m de espesor.

HIDROGEOLOGIA GENERAL

Las características hidrogeológicas del área, por estudios hechos con anterioridad en zonas aledañas, muestran un comportamiento hidráulico tipo "paquete". Está formado, de abajo hacia arriba y solo considerando a partir del Cretácico Inferior, por un "piso" impermeable (confinante inferior) constituido por calizas arcillosas de la Formación Taraises, posteriormente por las calizas Cupido (localmente La Peña) y Aurora como material típicamente permeable y sujeta a presión las aguas que contienen por las formaciones tanto del Cretácico Inferior (Grupo Washita, Fm. Kiamichi) como del Cretácico Superior (Grupo Difunta, Fms. Parras, Austin, Eagle Ford) que constituyen el confinante superior. Después, descansando discordantemente sobre las formaciones cretácicas por ausencia de rocas del Sistema Terciario, se tienen las rocas del Cuaternario representadas por aluviones, limos, arenas, gravas, yesos, anhidritas, arcillas (Formación Las Estacas y Formación Mayrán) que soportan acuíferos locales de poco espesor con aguas en su mayoría salobres.

La Formación Taraises del Cretácico Inferior no aflora en el área de estudio. Algunas formaciones como la Kiamichi y las del Grupo Washita, aunque consideradas como formando parte del confinante superior, pueden estar conectadas a través de fracturas con las calizas permeables de la Formación Aurora y en aquellos sitios donde aflora, constituir zonas de recarga o zonas de alimentación de los acuíferos por infiltración del agua a través de dichas fracturas.

La Formación La Peña se considera en especial, solo localmente confinante debido a su poco espesor, y su fracturamiento también puede llegar a formar vías de acceso o recarga del agua por infiltración.

En el mapa hidrogeológico, escala 1:100,000, se han discriminado las edades de las formaciones desde el punto de vista estratigráfico las cuales se han agrupado en base exclusivamente a sus características de permeabilidad. En base a lo anterior y a la función del comportamiento hidráulico que se infiere existe en el área, el agua de las formaciones del Cuaternario y Reciente, constituye un acuífero libre o no confinado (primer y segundo acuífero) y las formaciones del Cretácico Inferior constituyen un acuífero cautivo o confinado (tercer acuífero).

CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS TERRENOS

Cretácico Inferior.—Las rocas que pertenecen al Cretácico Inferior indiferenciado y que incluyen a las formaciones Aurora y Cupido están constituidas por calizas y calizas dolomíticas permeables que forman en el área de estudio el acuífero principal (tercer acuífero no objeto de este estudio).

Las rocas que pertenecen al Cretácico Inferior indiferenciado y que incluyen al Grupo Washita, formaciones Kiamichi y La Peña, están constituidas por lutitas, margas y calizas impermeables que forman en el área de estudio el material del confinante superior.

Cretácico Superior.—Las rocas que pertenecen al Cretácico Superior indiferenciado y que incluyen al Grupo Difunta, formaciones Parras, Upson, San Miguel, Austin e Eagle Ford, están constituidas por lutitas, margas y calizas impermeables que forman en el área de estudio, conjuntamente con algunas formaciones del Cretácico Inferior, el material confinante superior o "techo" de las formaciones Aurora y Cupido, consideradas por su espesor, uniformidad y características de disolución como el acuífero principal.

Pleistoceno.—Las rocas del Pleistoceno (Qpe) representadas por la Formación Las Estacas, están constituidas por yesos, anhidritas, caliche, arcillas y arenas; material considerado como semipermeable, soportando en forma local y aislada acuíferos de poca potencialidad en su mayoría de agua salobre.

Reciente.—La Formación Mayrán (Ccm) y el material de acarreo (Qal) representan en el área de estudio al Reciente y están constituidos por aluviones, gravas, conglomerados y cantos rodados de caliza. Material considerado como permeable de potencialidad variable.

Las aguas de las formaciones del Pleistoceno y Reciente provienen tanto de filtraciones de las formaciones cretácicas subyacentes como de la infiltración directa de la precipitación pluvial, ya que estas formaciones presentan gran número de pequeños resumideros que propician una recarga inmediata y efectiva evitando hasta cierto punto la erosión, ya que se observan muy pocas barrancas y las existentes son de poca profundidad.

La presencia de evaporitas pone en evidencia el carácter endorreico de la cuenca durante el Pleistoceno tardío. Posteriormente el agua pudo salir a través del Cañón de Bustamante (NE) en la sierra del mismo nombre que constituye el límite oriental de la cuenca.

Las evaporitas forman el acuífero más somero. Las gravas y calizas arenosas constituyen el acuífero intermedio. Este material yace sobre las formaciones cretácicas que constituyen el acuífero más profundo y de mayor espesor, capaz de ser explotado económicamente en los sitios donde tales formaciones afloran o yacen cerca de la superficie del terreno, siendo los rangos de profundidad explotables del orden de 50 a 300, m.

HIDROGEOQUIMICA

Se tomaron 54 muestras de agua para su análisis químico (Tablas 1 y 2) de manantiales, norias y pozos, localizados en el área de estudio y cuya ubicación se consigna en el Mapa Hidrogeológico.

En los Laboratorios de Química del Instituto de Geología se hicieron las siguientes determinaciones:

pH aprox. 20° C
Dureza como CaCO_3
 $\text{Cl}^- \text{SO}_4 = \text{Ca}^{++}$

Residuo seco a 110° C
Alcalinidad como HCO_3
 $\text{Mg}^{++} \text{Na}^+ \text{K}^+$

Además, en base a los resultados obtenidos y con la información reportada por la geología del área, se procedió a efectuar la interpretación geoquímica correspondiente, utilizando los diagramas semilogarítmicos (anexos). Los resultados de dicha interpretación son los siguientes:

Aunque la mayoría de las aguas analizadas pertenecen a la familia de agua cálcica-sulfatada, es difícil establecer una perfecta delimitación de ellas a menos de efectuar un estudio muy detallado de cada punto, debido fundamentalmente a que no se tiene una secuencia uniforme en el depósito del material que representa al Cuaternario. Lo anterior se basa en que a pesar de tener muestras de agua de sitios muy cercanos entre sí, las características químicas al interpretarlas muestran una serie de mezclas que hace difícil su correcta clasificación. Sin embargo, se han podido establecer en orden de prioridad, las siguientes familias de aguas:

cálcica-sulfatada
sódica-sulfatada
cálcica-sódica-sulfatada (mezcla)
sódica-cálcica-sulfatada (mezcla)
cálcica-clorurada
sódica-bicarbonatada

DIAGRAMAS SEMILOGARITMICOS

De las 54 muestras de agua tomadas, se eligieron 12 de ellas para ser graficadas en función de las familias de agua encontradas de acuerdo a la lista citada con anterioridad. De esta manera, se eligieron además diferentes sitios por considerarlos representativos dentro del área de estudio y se consideró conveniente agruparlas en la forma que a continuación se cita.

El Diagrama Semilogarítmico Núm. 1, pertenece a muestras de agua tomadas al norte y centro del área y correspondientes a la familia de agua cálcica-sódica sulfatada. Es decir, es aquella familia en donde el catión principal o dominante no ha podido separarse, en función de su valor con algún otro; como es el caso en este ejemplo del calcio y del sodio, considerándola por tal motivo como agua de mezcla.

El Diagrama Semilogarítmico Núm. 2, muestra aguas correspondientes a la familia sódica-sulfatada. Aguas que predominan en la parte suroeste del área.

El Diagrama Semilogarítmico Núm. 3, muestra cuatro aguas correspondientes a la familia cálcica-sulfatada que es la familia predominante en el área de estudio, aunque los sitios elegidos corresponden a aguas tomadas solo en la parte occidental de la misma.

El Diagrama Semilogarítmico Núm. 4, indica la representación gráfica de cuatro muestras de agua tomadas en diferentes sitios del área y elegidos de tal forma para poner en evidencia la diferencia que existe entre las familias de agua clasificadas.

Interpretación.—El Diagrama Semilogarítmico Núm. 1, muestra la representación gráfica de dos aguas correspondientes respectivamente al Pozo El Porvenir y a unas filtraciones denominadas de La Poza, localizadas en el Rancho Guanajuato. Ambos sitios se encuentran localizados al norte y centro del área estudiada.

Las dos aguas pertenecen a la familia cálcica-sódica sulfatada, donde el calcio y el sodio se presentan en cantidades que hacen difícil separar el catión predominante, clasificándolas por tal motivo como "cálcica-sódica". Respecto a los aniones resulta obvio su valor representativo. El paralelismo de las gráficas apoya la clasificación de dicha familia de agua que corresponde a un mismo manto acuífero.

El Diagrama Semilogarítmico Núm. 2, muestra la representación gráfica de dos aguas correspondientes respectivamente a la Noria Morteros y al Pozo Morteros No. 2, localizados al SW. Estas aguas pertenecen a la familia sódica-sulfatada en donde el valor del sodio no deja duda al respecto

Tabla 1.—Relación de análisis químicos.

| Análisis No. | 22495 | 22499 | 22519 | 22521 | 22548 | 22549 | 22550 | 22551 | 22559 | 22560 |
|---------------------------------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|
| Muestra No. | B-11 | B-15 | B-35 | B-37 | B-42 | B-43 | B-44 | B-45 | B-53 | B-54 |
| pH aprox. a 20°C | 7.3 | 9.3 | 7.8 | 8.8 | 7.3 | 7.6 | 8.11 | 7.85 | 7.8 | 8.2 |
| Residuo Seco a 110°C | 3946 | 2156 | 2236 | 1628 | 1282 | 3302 | 1372 | 2962 | 4404 | 4982 |
| Dureza como CaCO_3 | 780 | 6172 | 670 | 340 | 710 | 1800 | 820 | 1770 | 2140 | 2280 |
| Alcalinidad como HCO_3 | 232.31 | 1303.00 | 373.00 | 124.60 | 219.14 | 99.52 | 154.36 | 154.82 | 158.95 | 98.15 |
| Cl | 1315.87 | 353.26 | 318.63 | 283.99 | 27.71 | 55.43 | 27.71 | 62.32 | 575.12 | 907.40 |
| SO ₄ | 634.05 | 127.41 | 762.82 | 704.45 | 515.39 | 1977.73 | 691.30 | 1728.67 | 2300.38 | 2390.98 |
| Ca | 267.49 | 24.69 | 230.45 | 94.65 | 197.53 | 592.59 | 263.77 | 460.90 | 641.97 | 674.89 |
| Mg | 14.83 | 0.00 | 22.72 | 25.02 | 52.32 | 96.45 | 39.11 | 149.50 | 129.49 | 143.46 |
| Na | 160.00 | 780.00 | 410.00 | 410.00 | 20.00 | 143.00 | 28.00 | 110.00 | 550.00 | 720.00 |
| K | 7.50 | | 4.00 | 5.50 | 2.30 | 24.00 | 4.30 | 7.00 | 6.50 | 7.50 |

* Analista: Quím. Esperanza Schroeder

U.N.A.M.

INSTITUTO DE GEOLOGIA
SECCION DE HIDROGEOLOGIA
DIAGRAMAS SEMILOGARITMICOS
DE ANALISIS DE
AGUA

Nº 1

ANALISIS Nº 22559-B53

FECHA Septiembre de 1976

PROCEDENCIA DEL AGUA Pozo El
Porvenir (Municipio de Mina, N.L.)

OBSERVACIONES GEOLOGICAS
Evaporitas. (qpe). Agua calco-sódi-
ca sulfatada. Incrustante.

ANALISIS Nº 22560-B54

FECHA Septiembre de 1976

PROCEDENCIA DEL AGUA Filtra-
ciones de La Poza, Rancho Guanajuato
(Municipio de Mina, N.L.).

OBSERVACIONES GEOLOGICAS Eya-
poritas. (qpe). Agua calco-sódica
sulfatada. Incrustante.

ANALISIS Nº

FECHA

PROCEDENCIA DEL AGUA

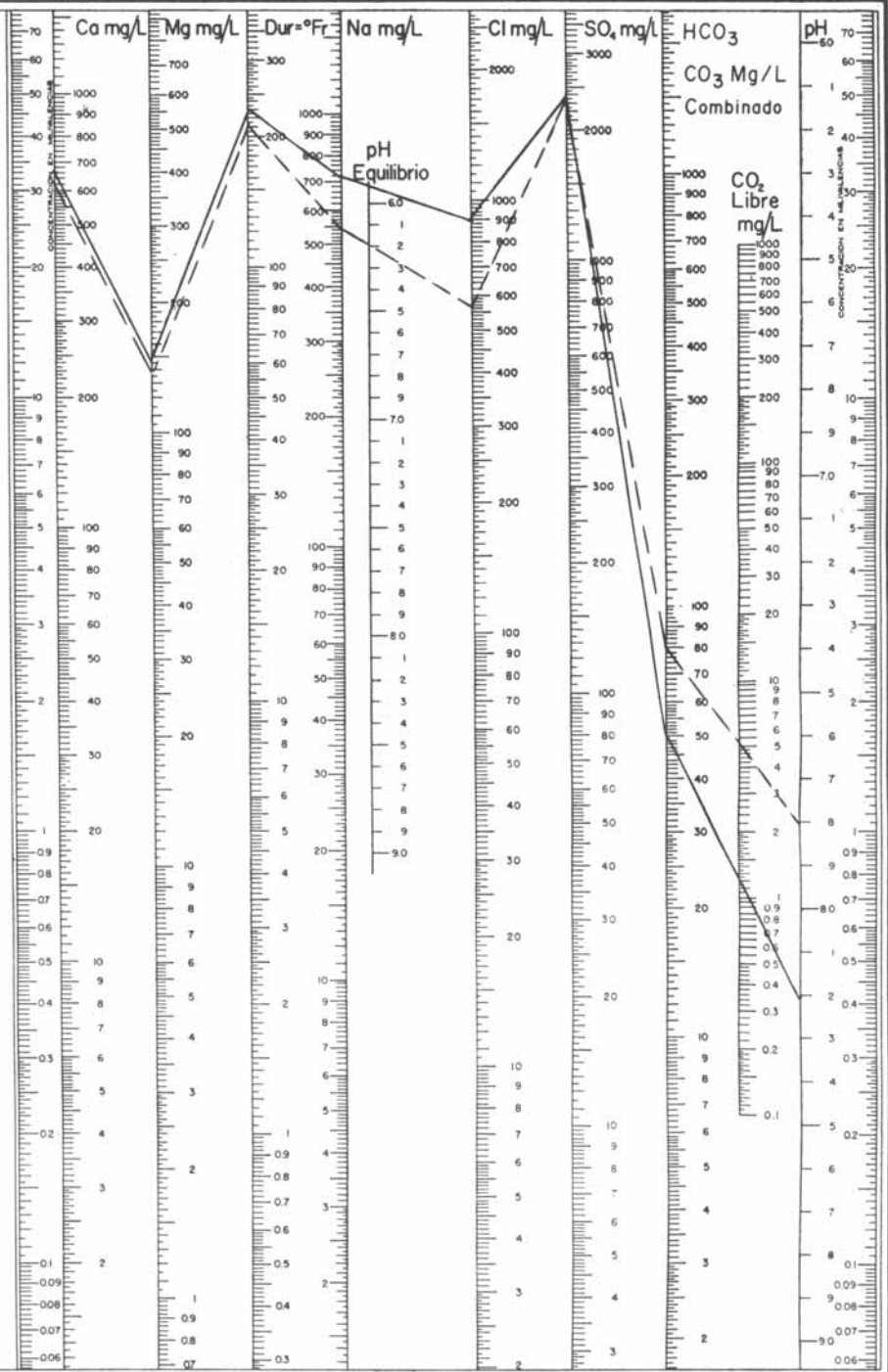
OBSERVACIONES GEOLOGICAS

ANALISIS Nº

FECHA

PROCEDENCIA DEL AGUA

OBSERVACIONES GEOLOGICAS



U.N.A.M.

INSTITUTO DE GEOLOGIA
SECCION DE HIDROGEOLOGIA
DIAGRAMAS SEMLOGARITMICOS
DE ANALISIS DE
AGUA

Nº 2

ANALISIS Nº 22519-B35

FECHA Septiembre de 1976

PROCEDENCIA DEL AGUA Noria
Morteros. Municipio de Mina, N.L.

OBSERVACIONES GEOLOGICAS
Aluvión (QAL). Agua sódica-sulfa-
tada. Incrustante.

ANALISIS Nº 22521-B37

FECHA Septiembre de 1976

PROCEDENCIA DEL AGUA Pozo Mor-
teros No. 2, Municipio de Mina, N.L.

OBSERVACIONES GEOLOGICAS
Aluvión (QAL). Agua sódica-sulfa-
tada. Incrustante.

ANALISIS Nº _____

FECHA _____

PROCEDENCIA DEL AGUA _____

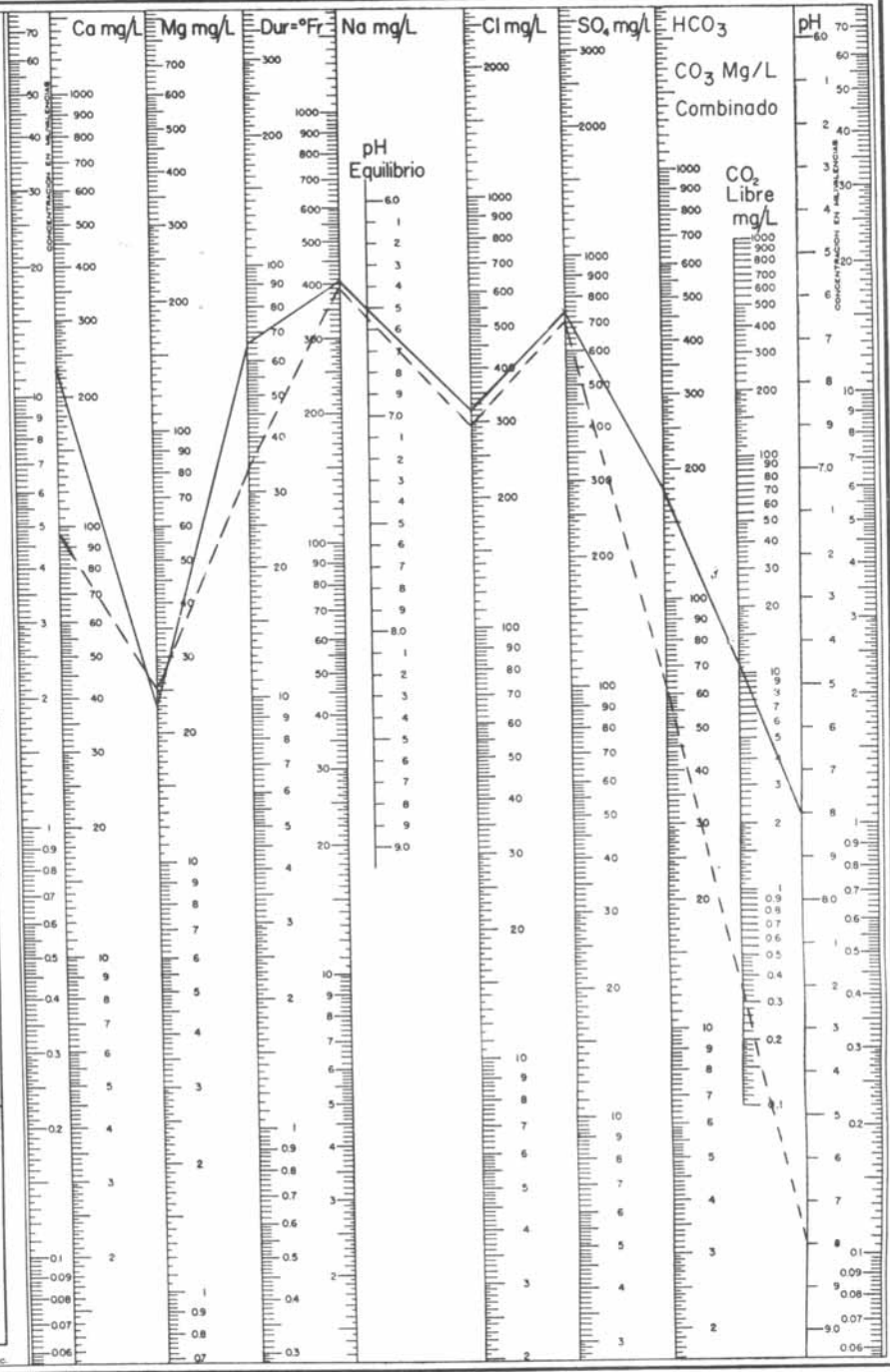
OBSERVACIONES GEOLOGICAS _____

ANALISIS Nº _____

FECHA _____

PROCEDENCIA DEL AGUA _____

OBSERVACIONES GEOLOGICAS _____



U.N.A.M.

INSTITUTO DE GEOLOGIA

SECCION DE HIDROGEOLOGIA

DIAGRAMAS SEMILOGARITMICOS DE ANALISIS DE AGUA

Nº 3

ANALISIS Nº 22548-B42

FECHA Septiembre de 1976

PROCEDENCIA DEL AGUA

Pozo Agua Nueva No. 1

OBSERVACIONES GEOLOGICAS

Aluvión. Evaporitas (QAl/Qpe). Agua cálcica-sulfatada. Incrustante.

ANALISIS Nº 22549-B43

FECHA Septiembre de 1976

PROCEDENCIA DEL AGUA

Pozo Agua Nueva No. 2

OBSERVACIONES GEOLOGICAS

Aluvión. Evaporitas (QAl/Qpe) Agua cálcica-sulfatada. Incrustante.

ANALISIS Nº 22550-B44

FECHA Septiembre de 1976

PROCEDENCIA DEL AGUA

Pozo Agua Nueva No. 3

OBSERVACIONES GEOLOGICAS

Aluvión. Evaporitas (Qpe). Agua cálcica-sulfatada. Incrustante.

ANALISIS Nº 22551-B45

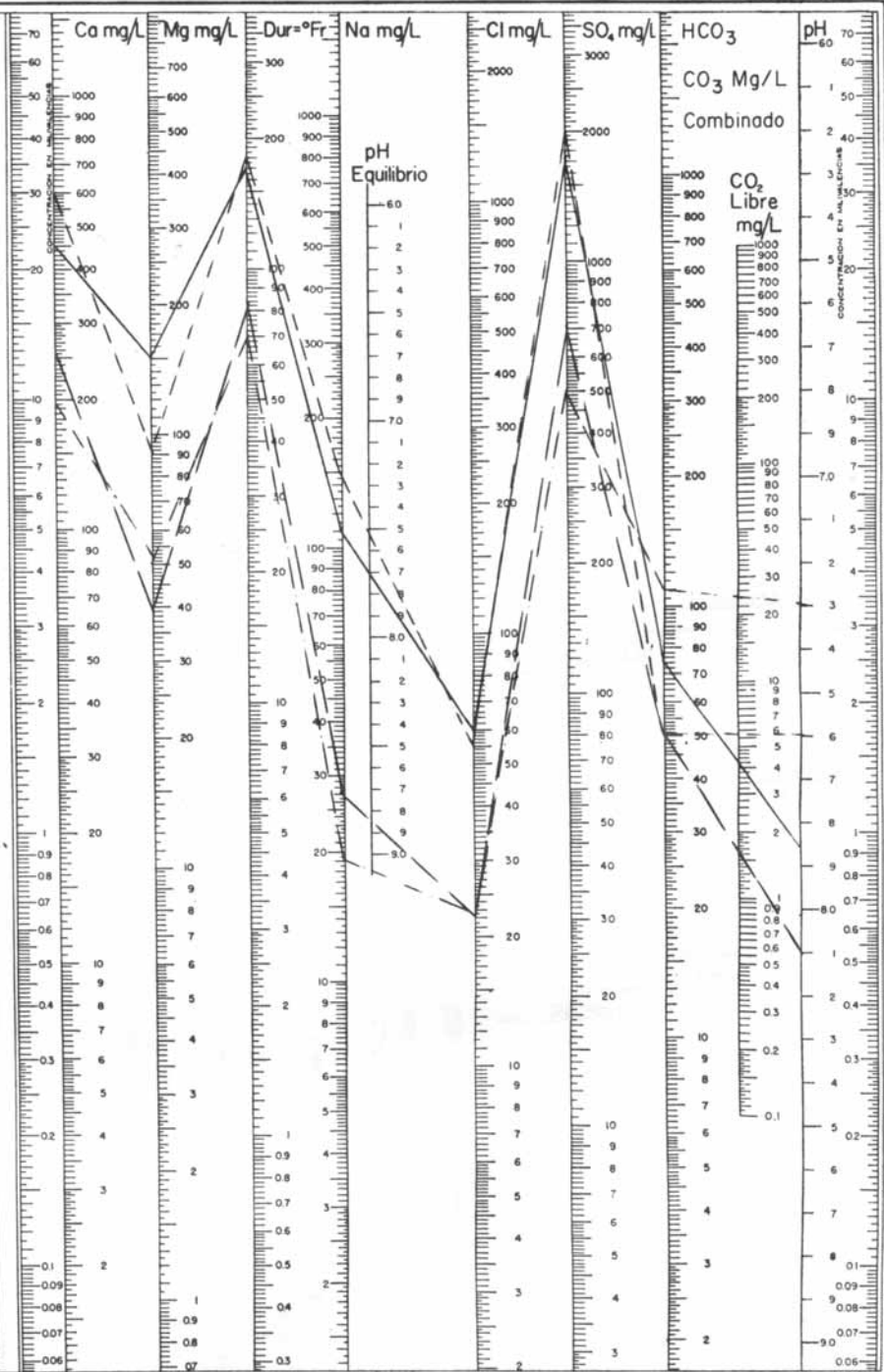
FECHA Septiembre de 1976

PROCEDENCIA DEL AGUA

Agua Nueva No. 4

OBSERVACIONES GEOLOGICAS

Aluvión. Evaporitas (Qpe). Agua cálcica-sulfatada. Incrustante.



U.N.A.M.

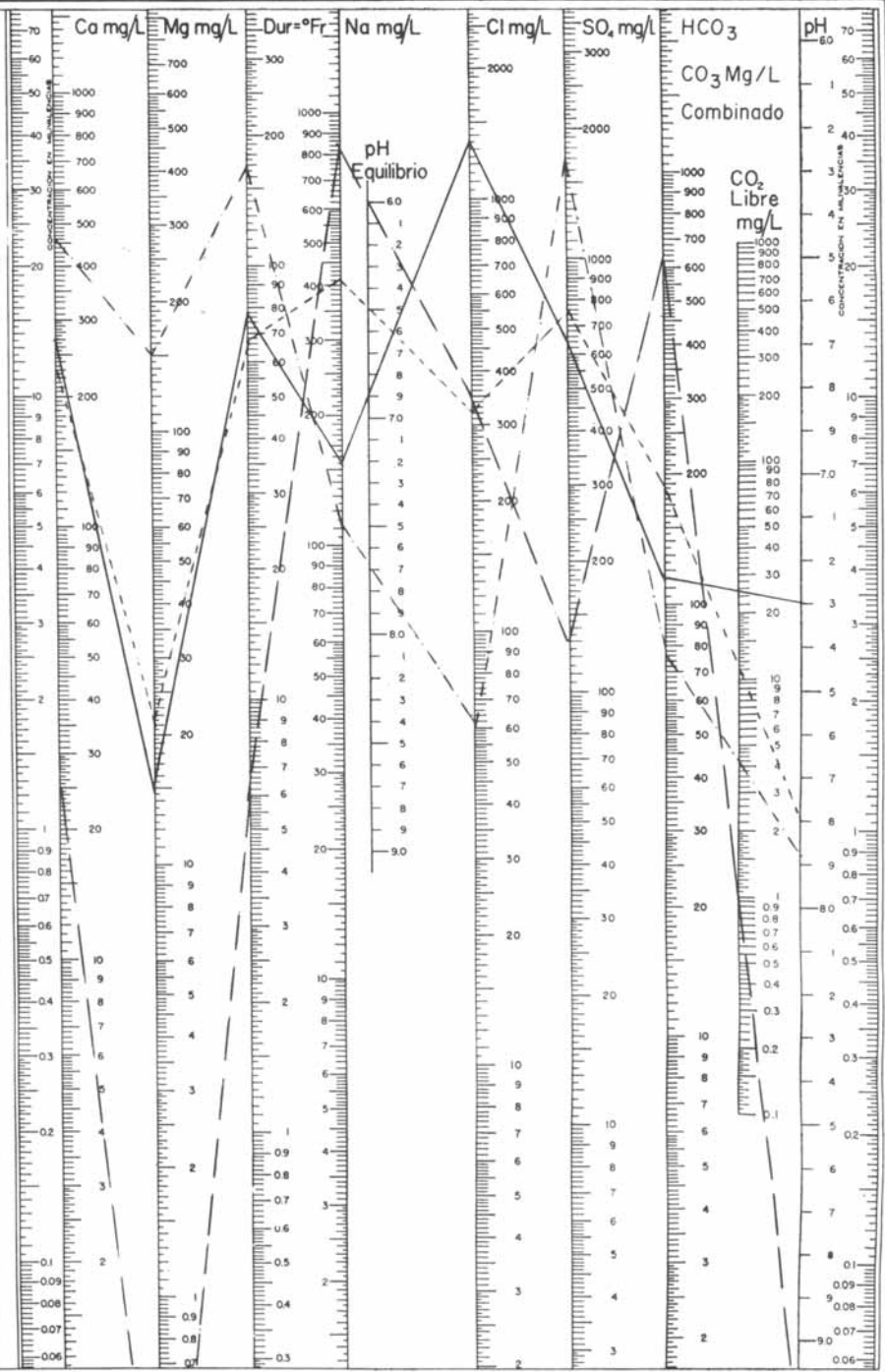
INSTITUTO DE GEOLOGIA
SECCION DE HIDROGEOLOGIA
DIAGRAMAS SEMILOGARITMICOS
DE ANALISIS DE
AGUA
Nº 4

ANALISIS Nº 22499-B15
FECHA Septiembre de 1976
PROCEDENCIA DEL AGUA
Pozo La Trampa
OBSERVACIONES GEOLOGICAS
Aluvión y calizas (QAL/KS1). Agua
sódica-bicarbonatada. Incrustante.

ANALISIS Nº 22495-B11
FECHA Septiembre de 1976
PROCEDENCIA DEL AGUA
Pozo La Muela
OBSERVACIONES GEOLOGICAS
Aluvión y Calizas (QAL/KS1). Agua
cálcica-clorurada. Incrustante.

ANALISIS Nº 22519-B35
FECHA Septiembre de 1976
PROCEDENCIA DEL AGUA
Noria Morteros
OBSERVACIONES GEOLOGICAS
Aluvión (QAL). Agua sódica-sulfa-
tada. Incrustante.

ANALISIS Nº 22551-B45
FECHA Septiembre de 1976
PROCEDENCIA DEL AGUA
Pozo Agua Nueva No. 4
OBSERVACIONES GEOLOGICAS
Aluvión. Evaporitas (Qpe). Agua
cálcica-sulfatada. Incrustante.



para su clasificación, a diferencia de las aguas del Diagrama Semilogarítmico No. 1. En el Diagrama Núm. 2, se constata también el paralelismo en sus gráficas, independientemente de los valores de concentración, que indican que son aguas de la misma familia y por lo tanto del mismo manto acuífero.

El Diagrama Semilogarítmico Núm. 3, muestra la representación gráfica de cuatro aguas correspondientes respectivamente a los pozos Agua Nueva Núms. 1, 2, 3 y 4, sitios de muestreo localizados al oeste del área. La familia de agua correspondiente es la cálcica-sulfatada, que es la familia de agua predominante en el área de estudio. En este diagrama se observa un gran paralelismo de las gráficas indicativo de aguas de un mismo manto acuífero.

El Diagrama Semilogarítmico Núm. 4, muestra la diferencia que existe entre las familias de aguas detectadas en este estudio y en donde se puede observar de una manera sorprendente la ausencia casi total del paralelismo en su representación gráfica. Este diagrama comprende aguas del Pozo La Trampa (NW) que corresponde a una agua sódica-bicarbonatada. Al pozo La Muela (SE) que corresponde a un agua cálcica-clorurada. A la Noria Morteros (SW) ya citada en el Diagrama Núm. 2 y que se incluye en éste para fines comparativos al igual que la muestra del pozo Agua Nueva Núm. 4 del Diagrama Núm. 3.

CONCLUSIONES

De las familias de agua citadas, la familia predominante es la cálcica-sulfatada con 33 muestras del total de 54 analizadas. A la familia sódica-sulfatada, corresponden 9 muestras; a la cálcica-sódica sulfatada que podríamos considerar como mezcla, 5 muestras; a la familia sódica-cálcica sulfatada, que también podemos considerar como mezcla, 5 muestras y sólo una muestra representativa de cada una de las familias cálcica-clorurada y sódica-bicarbonatada.

La excepción representada por estas dos muestras, quizá se deba a que la primera (Pozo La Muela) se tomó a una profundidad del orden de 100 m, alcanzando a las calizas del Grupo Difunta (KdI) y por efectos de evaporación se tenga un valor tan alto de cloro (1,315.87 mg/l) (Análisis 22491-B11; Diagrama Semilogarítmico Núm. 4).

La segunda muestra (familia sódica-bicarbonatada) pertenece al pozo denominado La Trampa (B-15) con una profundidad del orden de 120 m perforado en calizas de color negro, probablemente de la Formación Austin (?). Agua donde la alcalinidad como HCO₃, alcanza un valor de 1,303.00 mg/l. Valor indicativo de un agua de circulación en terrenos sedimentarios sin aparente contaminación con los estratos superiores y característico también de zonas de evaporación.

Tabla 2.-Relación de muestras de agua

| Núm. | Nombre - Localidad | Formación | Núm. | Nombre - Localidad | Formación | Núm. | Nombre - Localidad | Formación |
|------|-------------------------------|-----------|------|-------------------------------------|-----------|------|---|-----------|
| B-1 | Manantial Soledad | Qpe | B-23 | Noria Rancho San Juan | Qpe | B-41 | Pozo La Labor Granada | Qal |
| B-2 | Noria Soledad | Qpe | B-24 | Arroyo La Salada. Rancho San Juan | | B-42 | Pozo Agua Nueva No. 1 | Qal/Qpe |
| B-3 | Noria La Unión | Qpe | | (represón) | Qpe/Qal | B-43 | Pozo Agua Nueva No. 2 | Qpe |
| B-4 | Noria San Francisco | Qpe | B-25 | Arroyo La Salada. Rancho San Juan | Qpe/Qal | B-44 | Noria Agua Nueva No. 3 | Qpe |
| B-5 | Noria Rancho González Salinas | Qpe | B-26 | Pozo El Sauz Nuevo | Qpe/KsI | B-45 | Pozo Agua Nueva No. 4 | Qpe |
| B-6 | Noria Las Estacas | Qpe | B-27 | Pozo El Sauz Viejo | Qpe | B-46 | Pozo Agua Nueva No. 5 | Qpe |
| B-7 | Noria El Hundido | Qpe | B-28 | Pozo El Farol | Qal | B-47 | Noria El Salto | Qpe/Qal |
| B-8 | Aguaje El Mezquite | Qpe | B-29 | Noria Santa Teresa. Rancho Camileño | Qpe | B-48 | Pozo Agua Nueva No. 6 | Qpe |
| B-9 | Pozo La Labor No. 1 | Qpe/KsI | B-30 | Manantial San Bernabé No. 1 | KsI | B-49 | Pozo El Huizache | Qal/KsI |
| B-10 | Pozo La Labor No. 2 | Qpe/KsI | B-31 | Manantial San Bernabé No. 2 | KsI | B-50 | Noria Zapatero | Qal/KsI |
| B-11 | Pozo La Muela | Qal/KsI | B-32 | Noria El Buey | Qal/KsI | B-51 | Noria Rancho El Porvenir | Qal/KsI |
| B-12 | Pozo Los Becerros | Qal | B-33 | Arroyo Puerto Blanco | KsI | B-52 | Noria Chena | Qpe/KsI |
| B-13 | Pozo Campo Protexa | Qpe | B-34 | Filtración Puerto del Camino | KsI | B-53 | Pozo El Porvenir | Qpe |
| B-14 | Noria La Azulosa | Qal-KsI | B-35 | Noria Morteros | Qal | B-54 | Filtraciones de la poza Rancho Guanajuato | Qpe |
| B-15 | Pozo La Trampa | Qal/KsI | B-36 | Pozo Morteros No. 1 | Qal | | | |
| B-16 | Noria La Aurora | Qal | B-37 | Pozo Morteros No. 2 | Qal | | | |
| B-17 | Pozo La Gloria | Qal | B-38 | Noria Ejido Acámbaro | Qal/KsI | | | |
| B-18 | Pozo El Chapotito | Qal | B-39 | Pozo Ejido Acámbaro | Qpe | | | |
| B-19 | Pozo Rancho El Refugio | Qal | B-40 | Noria Granada | Qal | | | |
| B-20 | Pozo Boquilla del Tular | Qpe/KsI | | | | | | |
| B-21 | Noria Palo Blanco | Qpe | | | | | | |
| B-22 | Pozo El Camileño | Qal/KsI | | | | | | |

La mayoría de las aguas analizadas, como se dijo en un principio, pertenecen a la familia cálcica-sulfatada y aguas de mezclas en lo que compete exclusivamente a los cationes Na^+ , K^+ y Ca^{++} en función de su abundancia (concentraciones elevadas en zonas afectadas por la evaporación).

Esta familia se caracteriza en general en función del tipo y abundancia de las rocas que afloran en el área, la cual está constituida principalmente por aluviones y evaporitas.

La totalidad de las aguas son incrustantes con tendencia a depositar CaCO_3 (aguas sobresaturadas).

Los valores de residuo seco alcanzan cifras hasta de 6,546 mg/l, valores indicativos de aguas típicamente salobres.

De la interpretación de los valores del contenido de sólidos totales disueltos y de la resistividad como indicador del contenido de sales disueltas en el agua, se infiere de una manera general un flujo de agua subterránea de los acuíferos contenidos en el Pleistoceno y Reciente hacia el noreste.

Independientemente de que se hayan clasificado geoquímicamente cuatro familias de agua, los mantos acuíferos existentes en el área de estudio se reducen a solo dos, dentro de las formaciones del Pleistoceno y Reciente.

El primero es aquel cuyas aguas pertenecen a la familia *cálcica-sulfatada* y sus correspondientes aguas de mezcla calcosódica y sódica cálcica. Estas mezclas de agua avalan la interdigitación que se presume existe entre el material de acarreo y las evaporitas debido a que no se presenta una secuencia uniforme en su depósito. Este material, en conjunto e independientemente, por lo regular forma acuíferos locales de poca potencialidad y con aguas salobres.

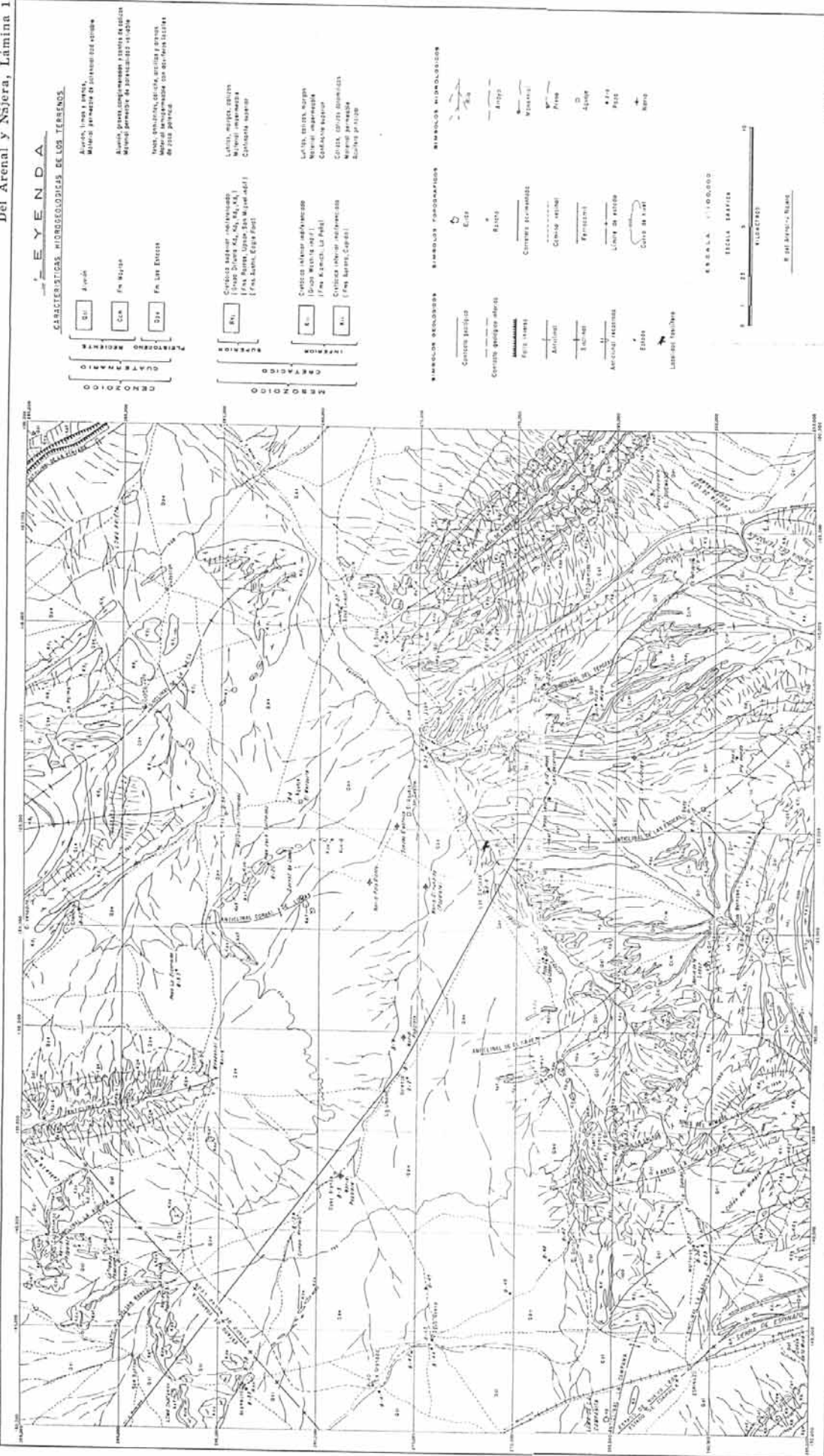
El segundo acuífero que se considera, es aquel cuyas aguas pertenecen ya sea a la familia *cálcica-clorurada* o *cálcica-bicarbonatada* en función de la

ausencia, presencia y abundancia de las calizas y areniscas que interdigitan también a las evaporitas.

Un tercer acuífero, el más importante, y no objeto de este estudio, es el que pertenece a las formaciones del Cretácico Inferior y que se desarrolla en las calizas de las formaciones Aurora y Cupido.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Boyd, D. R., 1959, Stratigraphy of the Difunta Group in an area north of Saltillo, Coahuila, Mexico: Austin Texas Univ., tesis de maestría, inédito.
- CIEPS, 1969, Estudio geohidrológico de acuíferos regionales en calizas, Zona Monterrey: México, D. F., Secretaría de Recursos Hidráulicos, informe inédito.
- Del Arenal, R., 1962, El uso del diagrama semilogarítmico para la representación gráfica de los análisis de agua: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geofísica, Anales, v. 8, p. 81-95.
- Echánove, O., y Salinas, S., 1965, Estudio fotogeológico de semidetalle; área Mina: México, D. F., Petróleos Mexicanos, informe inédito.
- Garza-González, R., 1967, Estudio fotogeológico de semidetalle; área Mina: México, D. F., Petróleos Mexicanos, informe inédito.
- Imlay, R. W., 1937, Geology of the middle part of the Sierra de Parras, Coahuila, Mexico: Geol. Soc. America Bull., vol. 48 p. 587-630.
- López-Ticha, D. 1962, Estudio fotogeológico de semidetalle; área Mina. México, D. F., Petróleos Mexicanos, informe inédito.
- Raisz, E., 1964, Landforms of Mexico: Cambridge, Mass., second edition, escala 1:3,000,000.
- Zárate-M., J. P., 1972, Estudio fotogeológico de semidetalle; área Mina, Hoja Geológica H-7: México, D. F., Petróleos Mexicanos, informe inédito.



MAPA HIDROGEOLOGICO DEL AREA SOLEDAD-LAS ESTACAS, MUNICIPIO DE MINA, NUEVO LEON