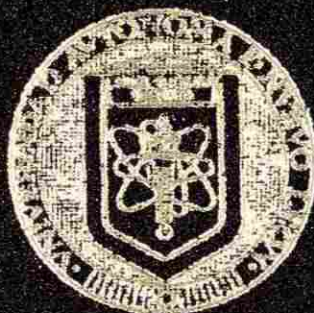


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



PRESENCIA DE NITRATOS Y NITRITOS EN EL AGUA
SUBTERRANEA DEL SECTOR NOROESTE DEL AREA
METROPOLITANA DE MONTERREY Y SU RELACION
CON LA SALUD DE LOS CONSUMIDORES

TESIS

QUE EN OPCION AL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN
INGENIERIA AMBIENTAL

PRESENTA:

BIOL. DIANA IVONNE GONZALEZ LOZANO

MONTERREY, N. L.

ENERO DE 1994

TM

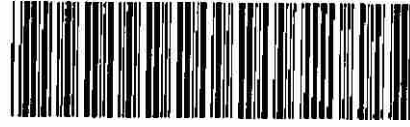
Z6834

.C5

FIC

1994

G6



1020090973



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

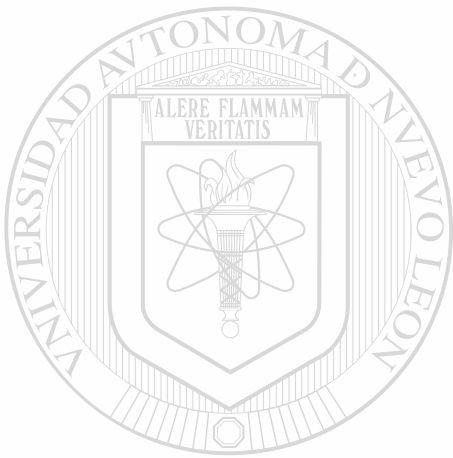


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

HT-660



DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



PRESENCIA DE NITRATOS Y NITRITOS EN EL AGUA
SUBTERRANEA DEL SECTOR NOROESTE DEL AREA
METROPOLITANA DE MONTERREY Y SU RELACION
CON LA SALUD DE LOS CONSUMIDORES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TESIS

QUE EN OPCION AL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN
INGENIERIA AMBIENTAL

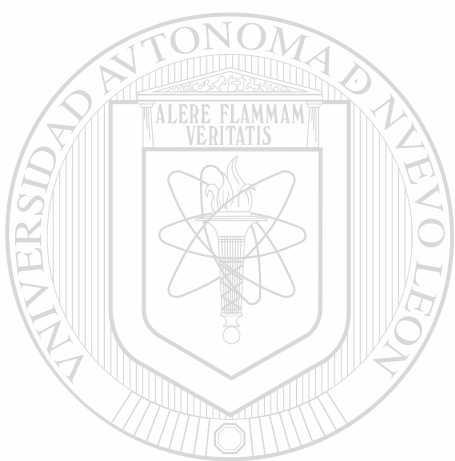
PRESENTA:

BIOL. DIANA IVONNE GONZALEZ LOZANO

MONTERREY, N. L.

ENERO DE 1994

TR
2-8-1
FIC
1994
G76

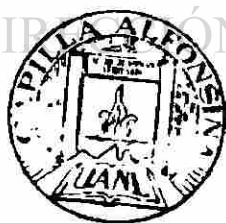


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



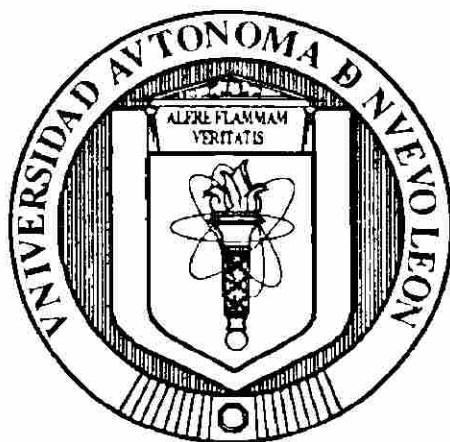
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO TESIS

63057

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**PRESENCIA DE NITRATOS Y NITRITOS EN EL AGUA SUBTERRANEA DEL SECTOR
NOROESTE DEL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY Y SU RELACION CON LA
SALUD DE LOS CONSUMIDORES**

T E S I S

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

QUE EN OPCION AL GRADO DE

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN

INGENIERIA AMBIENTAL

P R E S E N T A

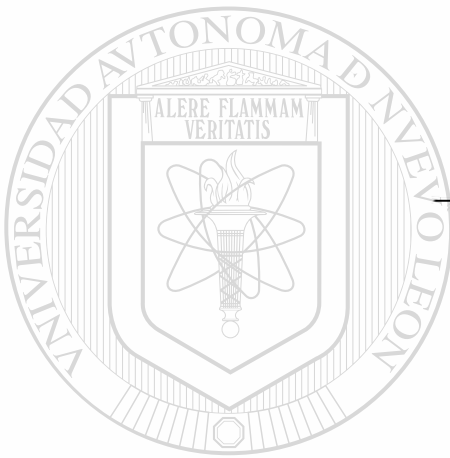
BIOL. DIANA IVONNE GONZALEZ LOZANO

MONTERREY, NUEVO LEON.

ENERO DE 1994

**PRESENCIA DE NITRATOS Y NITRITOS EN EL AGUA SUBTERRANEA
DEL SECTOR NOROESTE DEL AREA METROPOLITANA DE MONTERREY
Y SU RELACION CON LA SALUD DE LOS CONSUMIDORES**

Aprobación de la Tesis:




Ing. Benjamín Linjón Rodríguez
Asesor de la Tesis

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Ing. Oziel Chapa Martínez
Jefe de la División de Estudios de Postgrado

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Dr. Erardo Elizondo Villarreal
Director General de Estudios de Postgrado

DEDICATORIA

A MIS PADRES

CARLOS GONZALEZ GONZALEZ
MA. DUBIELSA LOZANO DE GZZ.

Por su apoyo y comprensión a lo largo de mi carrera.

A MIS HERMANOS

CARLOS DANTE
JOSE LUIS Y BLANCA ROSELIZ
ADRIANA Y GERARDO
ROBERTO MARTIN

Por los estímulos brindados para seguir adelante, y para que éste sea un impulso más hacia la superación de cada uno.

A MIS SOBRINOS

GERARDO
ADRIAN
LUIS EDUARDO
BLANCA ROSELIZ
JOSE CARLOS
VERONICA ALEJANDRA

Con todo cariño.

A MIS AMIGOS

Por su confianza y apoyo en todo momento. Gracias.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Benjamín Limón, por su dirección, asesoría y apoyo durante el desarrollo del presente trabajo.

Al Ing. Oziel Chapa, Secretario de Postgrado de la Facultad de Ingeniería Civil, U.A.N.L., por todo su apoyo a lo largo de la carrera.

A la Sub-Secretaría Estatal de Salud, en especial al Ing. Jorge Quintanilla y al Dr. José Antonio Valdez de la Dirección de Planeación, por la aportación de datos y la información proporcionada.

A Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, especialmente al Ing. Francisco Villagómez y a la I.Q. Maricela Pérez, por la información proporcionada, la cual fue de valiosa ayuda para la realización de la Tesis.

Al Biol. Salvador Flores, por la literatura proporcionada referente al tema.

A la L.Q.I. Martha Herrejón, por la aportación de datos sobre el análisis del agua de pozos, los cuales fueron de gran ayuda.

Al Dr. Oscar Torres y al Dr. Ricardo Fuentes, por sus sugerencias, así como la valiosa información que me proporcionaron en relación al tema.

A todo el personal del Departamento de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Civil de la U.A.N.L., por permitirme el uso de sus instalaciones, por su apoyo y amistad.

A los Ingenieros Luis Peña, Roberto Bañuelos, Joaquín Cantú y Elías Vázquez, por la ayuda prestada para la realización del trabajo mecanográfico.

A la Arq. Griselda Guerra, por su apoyo en la elaboración de los planos, sus valiosas sugerencias de presentación del escrito y, sobre todo, su amistad.

A mis amigos y compañeros de la Maestría en Ingeniería Ambiental, por su amistad y ayuda incondicional que en todo momento me han brindado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico otorgado para la realización de la Maestría.

A todas aquellas personas que de algún modo u otro hicieron posible el desarrollo y culminación del presente trabajo.

CONTENIDO

	PAGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
CONTENIDO	iii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE PLANOS	vi
LISTA DE TABLAS	vii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	2
EL AGUA Y SU IMPORTANCIA	2
EL AGUA EN EL CUERPO HUMANO	2
FUENTES NATURALES DE AGUA	2
IMPORTANCIA DEL AGUA SUBTERRANEA	3
NITRATOS Y NITRITOS	4
FUENTES NATURALES	4
FUENTES ANTROPOGENICAS	4
METABOLISMO	5
EFECTOS EN LA SALUD	6
METAHEMOGLOBINEMIA	6
CANCER GASTRICO	8
OBJETIVOS	12
HIPOTESIS	12
AREA DE ESTUDIO	13
RASGOS FISICOS	13
UBICACION	13
GEOLOGIA	13
GEOHIDROLOGIA	17
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	17
HIDROLOGIA SUBTERRANEA	19
CLIMATOLOGIA	19
VEGETACION Y USO DEL SUELO	20

RASGOS SOCIOECONOMICOS	23
POBLACION	23
AGUA POTABLE	23
DRENAJE	26
CENTROS DE SALUD	26
VIVIENDA	26
CONTAMINACION	26
AGUA	27
AIRE	27
SUELO	28
METODOLOGIA	29
RESULTADOS	30
AREA DE ESTUDIO	30
POBLACION	30
POZOS DE AGUA	30
METAHEMOGLOBINEMIA	54
MORTALIDAD POR TUMOR MALIGNO DE ESTOMAGO	55
DISCUSION	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
LITERATURA CONSULTADA	64

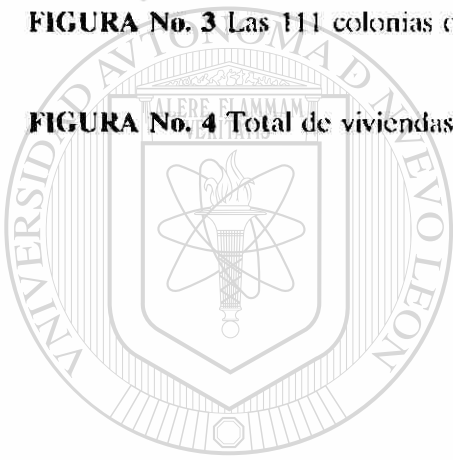
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LISTA DE FIGURAS

	PAGINA
FIGURA No. 1 Signos y síntomas de metahemoglobinemia [Kross et al., 1992]	8
FIGURA No. 2 Viviendas con servicio de agua entubada	23
FIGURA No. 3 Las 111 colonias o sectores del área de estudio	24
FIGURA No. 4 Total de viviendas con servicio de drenaje	26



UANL

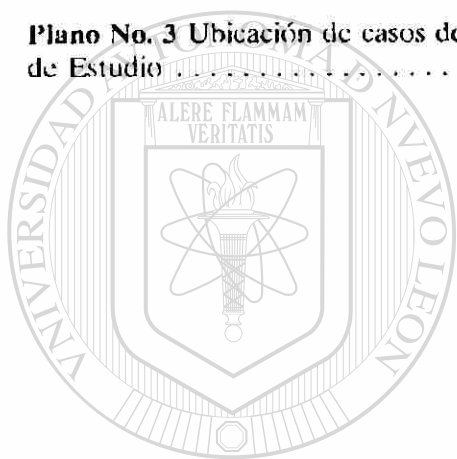
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LISTA DE PLANOS

	PAGINA
Plano No. 1 Localización del Area de Proyecto	32
Plano No. 2 Localización de Pozos de Agua (S.A.D.M.) en la Zona de Estudio	36
Plano No. 3 Ubicación de casos de defunción por Tumor Maligno de Estómago en el Area de Estudio	56



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LISTA DE TABLAS

	PAGINA
TABLA No. 1 Población en el área de estudio	30
TABLA No. 2 Total de pozos en el área de estudio (23)	35
TABLA No. 3 Nombres de pozos clausurados	37
TABLA No. 4 Pozos sin funcionar	37
TABLA No. 5 Pozos en funcionamiento	38
TABLA No. 6 Análisis de laboratorio (1993)	43
TABLA No. 7 Pozo No. 169, Topo Chico No. 4	50
TABLA No. 8 Pozo No. 170, Topo Chico No. 5	51
TABLA No. 9 Pozo Somero Granja Sanitaria	52
TABLA No. 10 Pozo Somero San Martín	52
TABLA No. 11 Pozo No. 155, San Bernabé III	53
TABLA No. 12 Defunciones por Tumor Maligno de Estómago en el área de estudio (1990-1992)	55
TABLA No. 13 Mortalidad por Tumor Maligno de Estómago por colonias (1990-1992)	57
TABLA No. 14 Información sobre las personas fallecidas por Tumor Maligno de Estómago en el área de estudio (1990-1992)	58
TABLA No. 15 Mortalidad por Tumor Maligno de Estómago en el total de las Jurisdicciones ..	59
TABLA No. 16 Mortalidad por Tumor Maligno de Estómago en la Jurisdicción No. 1	59
TABLA No. 17 Defunciones en Nuevo Leon por Tumor Maligno de Estómago	60
TABLA No. 18 Defunciones por Tumor Maligno de Estómago en la Jurisdicción No. 1	60

INTRODUCCION

Dos razones hacen del agua un recurso natural único. Una, que el agua es esencial para la vida humana. Y la otra, que a diferencia de otros recursos, la cantidad de agua existente en el planeta es constante [InFORPALC, 1988].

El agua tiene múltiples usos, pero aquéllos que involucren criterios de calidad son principalmente el abastecimiento para sistemas de agua potable e industrias alimenticias, usos recreativos, conservación de la flora y de la fauna y uso agrícola e industrial [Ebert, 1990].

En numerosos estudios sobre la calidad del agua potable se han encontrado concentraciones de nitratos cuyos valores oscilan entre 20 y más de 200 mg de N/l [W.H.O., 1984]. Los valores más altos en general se encuentran en aguas subterráneas; en agua potable de pozo, se han detectado niveles de hasta 210 mg de N/l [De Fernícola, 1989].

Las altas concentraciones de nitrato en las aguas de los pozos, pueden deberse a un escurrimiento directo de agua superficial dentro de éstos, o a percolación de agua contaminada dentro del acuífero y desde el suelo sobreyacente [El agua subterránea y los pozos, 1975].

Los niveles de nitrato en agua subterránea se han visto incrementados en las últimas dos décadas por el aumentado uso de fertilizantes [Kross et al., 1992].

El incremento en las concentraciones de nitratos en agua subterránea observado en los Estados Unidos, Canadá e Inglaterra, ha sido la causa de la importancia prestada por las autoridades de salud e ingenieros especialistas en aguas, debido a que concentraciones mayores de 45 mg/l son potencialmente peligrosas para la salud de los niños, principalmente de lactantes, ya que puede causar la enfermedad conocida como metahemoglobinemia infantil (Vigil & Klauser, 1965), toxicidades crónicas y posibles desarrollos de cáncer en niños mayores y adultos como resultado de la ingestión de agua con elevadas concentraciones de nitratos (Gass, 1978) [Pacheco y Cabrera, 1990].

El primer caso fatal de metahemoglobinemia infantil debida a la ingestión de agua de pozo contaminada con nitrato fue reportado en 1945 por Comly. Desde entonces, alrededor de 2,000 casos similares de metahemoglobinemia en infantes jóvenes han sido reportados en el mundo con una razón estimada de fatalidades del 10%. El más reciente caso reportado de mortalidad infantil debido a metahemoglobinemia ocurrió en Dakota del Sur en 1986 [Kross et al., 1992].

Otro riesgo a la salud relacionado con aguas contaminadas con nitrato es la posible formación de nitrosaminas carcinogénicas, aunque los efectos carcinogénicos no son claros. Además, algunos estudios epidemiológicos correlacionan el cáncer gástrico con aguas conteniendo nitrato [Williams & Culp, 1986].

REVISION DE LITERATURA

EL AGUA Y SU IMPORTANCIA

El agua en el cuerpo humano

El ser humano desde antes de nacer pasa gran tiempo en el agua, dentro del saco protector del claustro materno y por su cuerpo fluye el agua hasta el día de su muerte. Normalmente el cuerpo humano contiene 50 litros de agua; la corriente sanguínea está formada en un 80% de agua; el riñón, un 82.7%; el tejido muscular, 75.8%; el cerebro, 74.5% y el tejido óseo, un 22% [Aceves, 1978].

El agua en el cuerpo humano es el compuesto más activo, ya que fluye continuamente a través de todos los órganos transportando tanto materiales nutritivos como materiales de desecho. Del 100% de agua que circula a través del cuerpo, el 1.3% se desecha de diversas formas y cumpliendo diferentes funciones, como lo serían las lágrimas, el sudor, la respiración. En los riñones es esencial la función del agua, ya que actúa como medio purificador de la sangre; así los riñones lavan aproximadamente 2 litros de agua al día, eliminando solamente uno y medio litros como orina que son las impurezas y toxinas de los diversos procesos biológicos. Otra función que realiza el agua dentro del cuerpo humano es la que, basándose en su propiedad de disolvente universal y en combinación con las enzimas, separa y desdobra las grandes moléculas de proteínas, realizando así el proceso que metaboliza los alimentos. También el agua ayuda a controlar el alza de temperatura que se realiza en el cuerpo debido a los diferentes procesos biológicos internos [Aceves, 1978].

Fuentes naturales de agua

Sólo hay dos fuentes de agua a disposición del hombre: las de la superficie, que comprenden los lagos, ríos, áreas de drenaje que envían el agua hacia los embalses y los procedimientos que permiten captar y retener el agua de lluvia; y las subterráneas, que incluyen a los pozos, manantiales y galerías horizontales [El agua subterránea y los pozos, 1975].

El volumen total de agua en el mundo es de aproximadamente 1,400 millones de kilómetros cúbicos, pero más del 97% es agua de mar. De la restante, 22% es agua freática y 77% es hielo aprisionada en los casquetes polares. Esto deja apenas un 1% del total del agua dulce en el ciclo hidrológico, de la cual la mitad se encuentra en ríos y lagos. Aún así, a nivel mundial existe suficiente agua dulce para cubrir la demanda tanto presente como futura. El problema es que tiende a no haber agua potable donde se necesita, o ésta, si la hay, es de mala calidad. Algo menos de un 3% de la disponibilidad de agua dulce fluida, de nuestro planeta Tierra, corresponde a ríos y lagos; el 97% restante, algo así como 1,230 km³ de agua, se encuentra en el subsuelo [El agua subterránea y los pozos, 1975].

Importancia del agua subterránea

Las aguas subterráneas constituyen cerca del 95% del agua dulce de nuestro planeta. Apenas el 5% forma ríos, lagos y otros. Esto le otorga a las aguas subterráneas una importancia fundamental.

Las principales ventajas que presenta la utilización de las aguas subterráneas [Gouvea, 1987] son:

- ◆ Costo de construcción de pozos generalmente menor que el costo de las obras de captación de agua superficial, tales como presas, represas, diques y plantas de tratamiento.
- ◆ Mayormente su calidad es adecuada para el consumo humano sin necesidad de tratamiento (salvo en caso de contaminación natural y/o artificial).
- ◆ Es una alternativa de abastecimiento muy conveniente en el caso de pequeñas o medianas poblaciones urbanas o en comunidades rurales.

El libro "El agua subterránea y los pozos" (1975) menciona algunos aspectos importantes del agua subterránea:

El agua dulce en estado líquido de lagos y ríos representa la parte que se halla en tránsito, en tanto que las fuentes subsuperficiales corresponden al agua almacenada. El agua subterránea se ha venido acumulando a través de varios siglos, aumentando ligeramente su volumen cada año por el efecto de la lluvia. El término "agua subterránea" no se refiere a un agua cualquiera que se halle por debajo de la superficie del terreno; es el agua que se encuentra en las rocas, sean éstas consolidadas o no, y que son suficientemente permeables como para permitir que cantidades apreciables de agua se desplacen hacia los pozos.

No toda la cantidad de agua que se encuentra debajo de la superficie de la tierra puede extraerse de las formaciones que la contienen. Una parte se halla dentro de formaciones tan profundas que sólo los costos de bombeo invalidarían su extracción. Otra parte yace dentro de acuíferos que se oponen de diversas maneras a la extracción y desafían la acción de bombeo.

El agua que se infiltra en el suelo se denomina agua subsuperficial, pero no toda se convierte en agua subterránea. Tres son los hechos fundamentales que tienen relación con esta agua. Primero, que puede ser devuelta a la superficie por fuerzas capilares y evaporada hacia la atmósfera, ahorrándose así gran parte del ciclo hidrológico. Segundo, que puede ser absorbida por las raíces de las plantas que crecen en el suelo, ingresando de nuevo a la atmósfera a través del proceso de la transpiración. Tercero, que la que se ha infiltrado profundamente en el suelo, puede ser obligada a descender por la fuerza de la gravedad hasta que alcance el nivel de la zona de saturación que constituye el depósito de agua subterránea y que abastece de la misma a los pozos.

Sin embargo, no toda el agua subterránea contenida en los depósitos del subsuelo está disponible para usos prácticos humanos, debido a limitaciones tales como accesibilidad, confiabilidad, calidad y costos de explotación.

El movimiento relativamente lento del agua que percola a través del suelo le permite a esta mantener un contacto prolongado y estrecho con los minerales que constituyen la corteza terrestre. Estos minerales son solubles en mayor o menor grado, de tal suerte que el agua aumenta su contenido mineral conforme se desplaza, hasta que se alcanza un balance o equilibrio combinado de las sustancias en solución.

NITRATOS Y NITRITOS

Fuentes naturales

Los nitratos están presentes naturalmente en suelos, aguas, vegetales y carne. Se les encuentra también en pequeñas concentraciones (1-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el aire como resultado de la contaminación atmosférica. Los niveles en suelos cultivados y, por lo tanto, en el agua (que por lo común, no pasan de 10 mg/l) pueden aumentar con el empleo de fertilizantes químicos nitrogenados y el retorno al suelo de desechos derivados de la explotación pecuaria u otras fuentes [O.P.S., 1980].

Los nitratos en el suelo y en las aguas superficiales y subterráneas se derivan de la descomposición natural de materiales nitrogenados orgánicos, llevada a cabo por microorganismos. Y, por lo común, los nitritos sólo se encuentran en bajísimas concentraciones [O.P.S., 1980; Loera, 1988].

Las concentraciones de nitratos y nitritos en aguas superficiales y subterráneas varían ampliamente dependiendo de las condiciones geoquímicas, los procedimientos de evacuación de desechos humanos y animales, el grado de utilización local de productos agroquímicos y la cantidad de residuos industriales [O.P.S., 1980; De Fernícola, 1989].

En general, las aguas superficiales contienen comúnmente nitrato en concentraciones menores a 10 mg/l, raramente exceden de 3 mg/l y a menudo son menores de 1 mg/l. En aguas subterráneas, las concentraciones de nitrato pueden variar desde casi cero hasta 1,000 mg/l. En algunos casos, las altas concentraciones pueden deberse a concentración o percolación de agua a través del suelo que ha sido repetidamente fertilizado [O.P.S., 1980; Williams & Culp, 1986]. Las aguas subterráneas normales contienen una cantidad de ion nitrato que suele oscilar entre 0.1 y 10 ppm [Davis y De Wiest, 1971].

Fuentes antropogénicas

Las fuentes antropogénicas de nitratos y nitritos son clasificadas por Loera (1988) en:

- a) Fertilizantes. Actualmente, los fertilizantes artificiales constituyen una de las principales fuentes antropogénicas de contaminación por nitratos de suelos y aguas superficiales.
- b) Excretas animales. Son otra fuente de sustancias nitrogenadas susceptibles de convertirse en

nitratos. El problema se agudiza si la explotación es intensiva, como ocurre en los grandes ranchos ganaderos o avícolas en los que la cantidad de compuestos nitrogenados es elevada y de donde éstos pueden ser arrastrados o percolados para llegar a los cuerpos de agua y/o los mantos freáticos.

- c) Desechos municipales, industriales y del transporte. Las descargas de desechos municipales e industriales son fuentes concentradas de compuestos de nitrógeno los que en gran medida, cuando no en su totalidad, se depositan directamente en las aguas superficiales.

Las industrias de elaboración de alimentos y las refinerías de petróleo son generalmente fuentes importantes de contaminación por nitrógeno.

Gran cantidad de óxidos de nitrógeno (NO_x) procedentes de la combustión de combustibles fósiles de los automotores y procesos industriales se descargan en la atmósfera, y una proporción considerable de este nitrógeno vuelve a la superficie terrestre en forma de nitratos.

- d) Aditivos alimentarios. Los nitratos y los nitritos se usan comúnmente en la elaboración de ciertos productos derivados de la carne y en la conservación de pescado en algunos países.

El nitrito se usa en la curación de carnes (preservador) para proporcionarle el color y el sabor característico de ésta. Se considera que para obtener color y sabor estables en las carnes es necesario aplicar aproximadamente 50 gramos de nitrito por kilogramo de alimento.

La curación de carnes proporciona un importante grado de protección contra el botulismo y puede conferir una protección similar contra el ataque de otras bacterias como *Clostridium welchii* y estafilococos.

Metabolismo

En individuos sanos normales los nitratos y nitritos se absorben rápidamente en el sistema gastrointestinal [O.P.S., 1980]. En el cuerpo humano, el nitrato es rápidamente absorbido por la porción proximal del intestino delgado y distribuido a través del cuerpo. Aproximadamente 60 a 70% de una dosis de nitrato es excretada en la orina en las primeras 24 horas. Alrededor del 25% del nitrato ingerido es excretado en la saliva [Kross et al., 1992]. El nitrito absorbido reacciona con la hemoglobina de la sangre para formar metahemoglobina que, en el adulto, se convierte rápidamente en oxihemoglobina por la acción de sistemas reductores como la NADH-metahemoglobina reductasa. Este sistema enzimático no está completamente desarrollado en los lactantes de hasta tres meses de edad. En estas condiciones puede haber un aumento en el volumen de metahemoglobina formada, y el resultado es un proceso clínico característico, la metahemoglobinemia [O.P.S., 1980]. La hemoglobina puede también ser oxidada por el nitrito, causando la desnaturalización y hemólisis de eritrocitos, resultando en anemia hemolítica [Kross et al., 1992].

Los microorganismos presentes en los alimentos y en el sistema gastrointestinal de lactantes muy pequeños, pueden convertir los nitratos a nitritos y, por ende, exacerbar el problema en este grupo de edad [O.P.S., 1980].

Otro aspecto importante es que, bajo ciertas condiciones, los nitritos pueden reaccionar en el cuerpo humano con aminas secundarias y terciarias y amidas (comúnmente derivadas de alimentos y otras fuentes) para formar nitrosaminas, algunas de las cuales son consideradas carcinogénicas [W.H.O., 1984].

Efectos en la salud

El nitrato es de nuestro completo interés, ya que causa toxicidad en el hombre, especialmente niños.

Serios envenenamientos y, ocasionalmente muertes, en infantes han ocurrido después de la ingestión de aguas conteniendo nitratos arriba de 10 mg/l de N-NO₃. [Williams & Culp, 1986]. Dos riesgos a la salud están relacionados con aguas contaminadas con nitrato:

- ◆ Inducción de metahemoglobinemia (privación de oxígeno), especialmente en infantes.
- ◆ Posible formación de nitrosaminas carcinogénicas.

El envenenamiento de infantes por nitrato en agua de pozo fue reportado por primera vez en los Estados Unidos en 1944. Desde entonces se han reportado miles de casos, principalmente en áreas rurales, la mayoría involucrando envenenamientos en infantes [Doul et al., 1980].

La toxicidad aguda del nitrato es causada por su rápida reducción a nitrito en el estómago. El nitrito luego convierte la hemoglobina a metahemoglobina, la cual no actúa como un transportador de oxígeno, y consecuentemente puede dar lugar a anoxia y muerte. Este fenómeno parece afectar solamente a infantes de hasta 3 meses de edad. La concentración letal media de 10 mg/l de N-NO₃ está basada en estudios epidemiológicos que muestran que este valor es el límite arriba del cual puede ocurrir la metahemoglobinemia [Williams & Culp, 1986].

La causa más común de metahemoglobinemia infantil son los excesivos niveles de nitrato en el agua usada para la reconstitución del alimento para el bebé. La ebullición prolongada del agua puede exacerbar el problema por el incremento de los niveles de nitrato debido a la propia evaporación [W.H.O., 1984].

METAHEMOGLOBINEMIA

La metahemoglobinemia se define como la presencia de metahemoglobina en sangre. Entre los trastornos que favorecen su aparición se encuentran, por un lado, ciertas insuficiencias que modifican la capacidad reductora de los eritrocitos, y por el otro, anomalías genéticas de la hemoglobina [De Fernícola, 1989].

La hemoglobina (Hb) es una proteína que cuenta entre sus funciones biológicas principales la de transportar oxígeno desde los pulmones a los tejidos del organismo. La hemoglobina posee cuatro átomos de hierro cuyo estado de oxidación es Fe^{+2} ; en la metahemoglobina (MetHb) el hierro se encuentra en su forma oxidada, Fe^{+3} . Los eritrocitos contienen normalmente pequeñas cantidades de MetHb que resultan de la oxidación espontánea de la Hb. A diferencia de la Hb, la MetHb no transporta oxígeno; por lo tanto, su presencia en cantidades elevadas es incompatible con la vida [De Fernícola, 1989].

Se ha observado una mayor prevalencia de metahemoglobinemia en niños menores de tres meses. De Fernícola & Azevedo (1981) y De Fernícola (1989) mencionan varios factores fisiológicos y bioquímicos que podrían explicar este fenómeno:

- ◆ La ingestión de líquidos en el lactante es tres veces mayor que en el adulto en relación con el peso corporal. Además, el consumo de agua es mayor en las zonas áridas, en la estación de verano y cuando el niño tiene fiebre.

- ◆ La menor capacidad de segregar ácido clorhídrico en el estómago, por lo que su pH está entre los valores 5 y 7. Este pH permite la permanencia de bacterias en la parte alta del aparato digestivo, que reducen el nitrato a nitrito antes de ser absorbido.

- ◆ Predominio en el lactante de hemoglobina fetal (Hb F), que lo hace más susceptible debido a que esta hemoglobina es más fácilmente convertida en metahemoglobina que la hemoglobina normal del adulto (Hb A).

- ◆ Poca actividad de la enzima reductasa de la metahemoglobina dependiente de NADH, que es responsable de la reducción normal de la MetHb.

La probabilidad de que se produzca MetHb es alta en lactantes alimentados con leche en polvo disuelta en agua con alto contenido de nitrato, más aún si el agua ha sido hervida, puesto que la ebullición concentra los nitratos presentes [De Fernícola, 1989].

Por el contrario, los niveles de nitrato en la leche materna son bajos aun cuando la madre consume agua con alto contenido de nitrato, por lo que debe aconsejarse la lactancia natural, especialmente en regiones donde el agua para beber contiene altas concentraciones de esta sustancia [De Fernícola, 1989].

Normalmente, 1-2% de la hemoglobina del cuerpo está en forma de metahemoglobina, pero cuando la proporción excede del 10%, los efectos clínicos son detectables (metahemoglobinemia) [W.H.O., 1984]. Cuando la concentración de MetHb es superior a 15%, el color de la sangre es achocolatado [De Fernícola, 1989]. En general, se considera que los síntomas de intoxicación aparecen cuando la MetHb excede al 20% del total de la Hb corporal. Los síntomas relacionados con esta intoxicación son iguales a los asociados con la anemia funcional y la asfixia y puede conducir a la muerte. Además de estos síntomas, hay un aumento en el número de contracciones cardíacas, el cual está directamente relacionado con el aumento de la concentración de la MetHb [Loera, 1988].

Una concentración de 30-40% de MetHb en sangre conduce a anoxia [W.H.O., 1984]. Concentraciones de MetHb de 30% o mayores indican la necesidad de iniciar un tratamiento. Cuando

la concentración oscila entre 60 y 70%, se considera letal, dada la escasa cantidad de oxígeno disponible [De Fernícola, 1989].

Las manifestaciones clínicas de la metahemoglobinemia son: cianosis que persiste aunque se administre oxígeno, tendencia a fatigarse fácilmente, disnea y vértigo; se observa además una disminución de la capacidad de la sangre arterial para transportar oxígeno [De Fernícola, 1989].

FIGURA No. 1 Signos y síntomas de metahemoglobinemia [Kross *et al.*, 1992].

Concentración de MetHb (%)	Descubrimientos clínicos
10 - 20	Cianosis central de miembros/tronco; usualmente asintomáticos.
20 - 45	Depresión del sistema nervioso central (dolor de cabeza, vértigo, fatiga, letargo, síncope), disnea.
45 - 55	Coma, arritmias, shock, convulsiones.
> 70	Alto riesgo de mortalidad.

La vitamina C, un agente reductor, es uno de los débiles tratamientos para la metahemoglobinemia. La ingestión regular de vitamina C está asociada a niveles significativamente más bajos de MetHb. Shival & Gruener (1972) atribuyen la carencia de metahemoglobinemia en los infantes israelitas que beben agua con un alto nivel de nitrato, al uso general de jugos de frutas o vitaminas [Super *et al.*, 1981]. Otro tratamiento utilizado para la metahemoglobinemia es la administración de azul de metileno. La administración intravenosa de azul de metileno en dosis de 1 a 2 mg por cada kilogramo de peso corporal libera rápidamente la cianosis y la inconformidad del infante [Comly, 1945].

En México, no se registran casos de metahemoglobinemia infantil como causa de defunción en niños menores de un año, aunque sí se reporta la asfixia y atelectasia (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981), cuyo cuadro clínico es muy parecido a esta enfermedad [Pacheco y Cabrera, 1990].

CANCER GASTRICO

Epidemiológicamente, se han observado correlaciones entre incidencia de cáncer gástrico y concentración de nitrato en agua para beber [Safe Drinking Water Committee, 1977; Williams & Culp, 1986]. Por ejemplo, Hill *et al.* (1973) puntualizaron que el pueblo de Worksop, Inglaterra, con 90 mg/l de nitrato en el agua para beber tuvo una incidencia de cáncer gástrico 25% más grande (100% más grande para personas de 75 años de edad y mayores) que los pueblos control similares.

En los pueblos control, la ingestión semanal de nitrato fue de casi 400 mg (100 mg en carne, 200 mg en vegetales, 100 en agua), mientras en Worksop la ingestión total fue de 900 mg por semana, con 600 mg en agua [Safe Drinking Water Committee, 1977].

Similarmente, se ha visto que la incidencia inusualmente alta de cáncer de estómago en ciertas áreas montañosas de Colombia está asociada con alta concentración de nitrato en el agua para beber. En el área de alta incidencia de cáncer, hay 110 mg/l de nitrato en el agua para beber comparada con valores mucho más bajos en las áreas control con baja incidencia. Valores tan altos como 180 mg/l de nitrato fueron encontrados en la orina de personas en el área de alta incidencia, pero nunca más de 45 mg/l en las regiones de baja incidencia [Safe Drinking Water Committee, 1977].

El carcinoma gástrico es una de las neoplasias malignas más frecuentes del aparato digestivo. Es dos a tres veces más frecuente en el hombre que en la mujer, y esta proporción por sexos es más o menos constante en todo el mundo, aunque la frecuencia total de la enfermedad varía mucho de una raza a otra. La frecuencia por edades es semejante en ambos sexos, y es máxima entre los 50 y los 80 años de edad, aunque se han encontrado casos de cualquier edad [Avery *et al.*, 1971; Villalobos, 1982].

Por desgracia, los síntomas del cáncer de estómago, al menos en sus primeras etapas, se confunden con los de otros padecimientos digestivos; el resultado es que frecuentemente la enfermedad no se detecta sino cuando ya se ha propagado mucho y es por ello de difícil tratamiento. Aun así, hay algunos síntomas a los que conviene estar atento: dolor en la región superior del abdomen, sensación de saciedad estomacal casi continua, indigestión persistente, eructos frecuentes, pérdida de peso inexplicable y falta de apetito; en etapas avanzadas, el enfermo siente náuseas y tiene accesos periódicos de vómito y dificultad para tragar; puede asimismo hallar rastros de sangre en las heces (éstas pueden contener sangre fresca perceptible a simple vista o tener un color muy oscuro o negro) y sufrir anemia y debilidad [Villalobos, 1982; Selecciones, 1989].

El tratamiento principal para el cáncer de estómago suele ser quirúrgico. La ubicación del tumor es lo que en gran medida determina que cantidad de tejido debe extirparse; si se localiza en la parte inferior del estómago, cerca de su unión con el intestino delgado, tal vez deban extirparse partes de ambos órganos, pero si está cerca de la boca del estómago, quizá haya que extirpar éste por completo. En tal caso se suturará el esófago al intestino para que los alimentos puedan digerirse. Si el cáncer se ha propagado a las zonas que circundan el estómago o a partes más distantes, el beneficio de la cirugía sería muy limitado, y habría que emplear quimioterapia, a veces junto con radioterapia; ambas pueden frenar el desarrollo de la enfermedad y prolongar la vida del enfermo, pero el pronóstico es sombrío si el cáncer está muy avanzado [Selecciones, 1989].

Como alteraciones que favorecen el desarrollo del carcinoma gástrico se encuentran las siguientes: a) metaplasia intestinal, b) gastritis atrófica, c) anaclorhidia, d) adenoma, e) anemia perniciosa [Villalobos, 1982]. Las úlceras gástricas son otro factor que los investigadores asocian con el riesgo de padecer cáncer de estómago. En cambio, la úlcera duodenal común nunca se relaciona con dicha enfermedad [Selecciones, 1989].

Dentro de los factores extrínsecos que favorecen el desarrollo del carcinoma gástrico se encuentra la dieta; se considera que las dietas bajas en proteínas y en grasas (en vitamina A), y ricas en carbohidratos con determinadas características como: la ingestión de mayor cantidad de maíz, la

deficiencia en la ingestión de cítricos, el exceso de sal, los alimentos ahumados y sobre todo la ingestión de nitritos o nitratos, son factores que favorecen el desarrollo del carcinoma gástrico [Villalobos, 1982; Selecciones, 1989].

Se considera que los nitritos y los nitratos se transforman en nitrosaminas que tienen capacidad mutagenica. Este efecto se puede inhibir por la ingestión concomitante de cítricos así como verduras frescas, ricas en vitamina C [Villalobos, 1982, Selecciones, 1989].

El cáncer de estómago es uno de los más frecuentes en los países industrializados [Loera, 1988]. Los países en que se presenta con mayor frecuencia el carcinoma gástrico son: Japón, Chile, China, Islandia, Finlandia, en Cali (Colombia), y en general en todos los países europeos [Villalobos, 1982].

En todo caso, y por razones que se desconocen, el número de casos de cáncer de estómago ha disminuido en el curso de los últimos 50 años [Selecciones, 1989].

Después de Japón, Chile ocupa el segundo lugar en el mundo en mortalidad por cáncer gástrico y allí, a su vez, los tumores malignos se encuentran en segundo lugar entre las causas de muerte; un tercio de los fallecimientos se debe al cáncer de estómago [Armijo *et al.*, 1981].

Se han realizado estudios en Chile en los cuales se ha observado una peculiar distribución geográfica de cáncer gástrico, y la zona de alto riesgo coincide con el territorio de provincias dedicadas a la agricultura donde se emplea como fertilizante una gran cantidad de nitratos. En estos estudios se analizó la regresión de la mortalidad por cáncer gástrico en cada provincia, y se halló una correlación ($r = 0.66$) entre nitratos y mortalidad por cáncer gástrico. El hecho concuerda con la hipótesis de que el cáncer gástrico podría estar asociado con la producción de nitrosaminas y ésta, a su vez, con una elevada ingestión de nitratos en la dieta [Armijo *et al.*, 1981].

El carcinoma gástrico ha venido disminuyendo en los últimos decenios en los Estados Unidos de Norteamérica así como en los países europeos [Villalobos, 1982]. En el año de 1900, el cáncer era la octava causa de muerte en los Estados Unidos, mientras que en 1978 el cáncer pasó a ocupar el segundo sitio como causa de muerte [Vega, 1988].

En Estados Unidos, el cáncer gástrico es la octava causa principal de mortalidad por cáncer; en 1985, la tasa de mortalidad por cáncer gástrico fue de 4.6 por 100,000 habitantes [Rademacher *et al.*, 1992].

En Wisconsin, el cáncer gástrico es el décimo tipo de cáncer más común en mujeres y el octavo, en hombres. Entre los años 1968 y 1982 han ocurrido 5,425 muertes en Wisconsin debidas a cáncer gástrico, lo cual representa una tasa de 7.1 por 100,000, siendo un poco más alta que la tasa total de Estados Unidos. De las 1,268 muertes por cáncer gástrico que ocurrieron en los residentes de Wisconsin de 1982 a 1985, 510 fueron mujeres y 758, hombres. Las tasas de mortalidad ajustadas a la edad para muertes por cáncer gástrico durante este periodo de tiempo fueron de 8.40 por 100,000 para hombres y 5.68 por 100,000 para mujeres [Rademacher *et al.*, 1992].

En la República Mexicana, los tumores malignos ocupaban en 1987 el tercer lugar como causa de mortalidad general para ambos sexos [INFGI, 1991]. En este mismo año, la mortalidad en México por tumor maligno del estómago tuvo una tasa de 4.7 por 100,000 para ambos sexos

[Dirección de Planeación, SES/NL]. Asimismo, la tasa para personas de 65 años y más, fue de 82.2 por 100,000 [INEGI, 1991].

El carcinoma del estómago ocupa el primer lugar entre las neoplasias del aparato digestivo en nuestro país. El pronóstico de estos enfermos es pobre y las complicaciones y la mortalidad del tratamiento quirúrgico son altas [Ayala et al., 1991]

En 1987, la segunda causa principal de mortalidad general en el Estado de Nuevo León, para ambos sexos, la constituían los tumores malignos [INEGI, 1991]. En ese mismo año, la tasa de mortalidad por tumor maligno del estómago en Nuevo León fue de 4.9 por 100,000, para ambos sexos, siendo de 5.7 por 100,000 para varones y 4.1 por 100,000 para mujeres [Dirección de Planeación, SES/NL]; mientras que para las personas de 65 años y más, la tasa de mortalidad por este tipo de tumor fue de 85 por 100,000 habitantes [INEGI, 1991].

En el Estado de Nuevo León se registraron 15,054 defunciones en 1991. Los tumores ocupan el 2do. lugar en la mortalidad general, representan el 16.2% del total de las defunciones, con una tasa de 76.8 por 100,000 habitantes [Gómez y Martínez, 1993].

Se presentaron 2,450 casos de los cuales 1,250 fueron hombres y 1,200 mujeres; se reportaron como malignos 2,434 y como benignos 16. Se presentaron 1,298 casos en el grupo de edad de 65 años y más, 758 de 45 a 64, 318 de 15 a 44 y 76 casos en menores de 15 años [Gómez y Martínez, 1993].

El cáncer de estómago ocupó el 2do. lugar con 199 casos, 8% y tasa de 6.3 por 100,000 habitantes. Por aparatos y sistemas, el 1er. lugar lo ocupó el sistema digestivo con 744 casos; la edad promedio al momento del fallecimiento fue de 51 años [Gómez y Martínez, 1993].

En Monterrey, Nuevo León, en 1990, los tumores malignos eran la segunda causa principal de mortalidad general. Las tasas de mortalidad por tumores malignos de estómago para Monterrey durante el período Enero 1990 - Junio 1991, fueron de 5.9 por 100,000 para ambos sexos, siendo de 6.4 por 100,000 para varones y 4.9 por 100,000 para mujeres [Dirección de Planeación, SES/NL].

OBJETIVOS

GENERAL

Determinar el contenido de nitratos y nitritos en los pozos de agua (S.A.D.M.) ubicados en el sector noroeste del Area Metropolitana de Monterrey, así como investigar los casos de enfermedades que puedan estar relacionados con estos compuestos y la ingestión de agua de estos pozos.

ESPECIFICOS

- ◆ Conocer la ubicación exacta de los pozos de agua (S.A.D.M.) en el área de estudio, cuáles están en funcionamiento y cuáles están contaminados.
- ◆ Reconocimiento de los pozos en el sitio en que se localizan, observando el área en las proximidades del pozo y las condiciones en las que se encuentra.
- ◆ Analizar el contenido de nitratos y nitritos en los pozos que se encuentren en funcionamiento.
- ◆ Obtención de información sobre casos de metahemoglobinemia infantil en Monterrey.
- ◆ Obtención de datos sobre mortalidad por tumor maligno del estómago en Nuevo León y en la Jurisdicción No. 1, y ubicar en el área de estudio los casos correspondientes.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

HIPOTESIS

Existe contenido de nitratos en el agua subterránea del sector noroeste del Area Metropolitana de Monterrey en concentraciones superiores a las permitidas para agua potable. Esto puede estar relacionado con algunas enfermedades provocadas por la ingestión de estas aguas.

AREA DE ESTUDIO

◆ RASGOS FISICOS

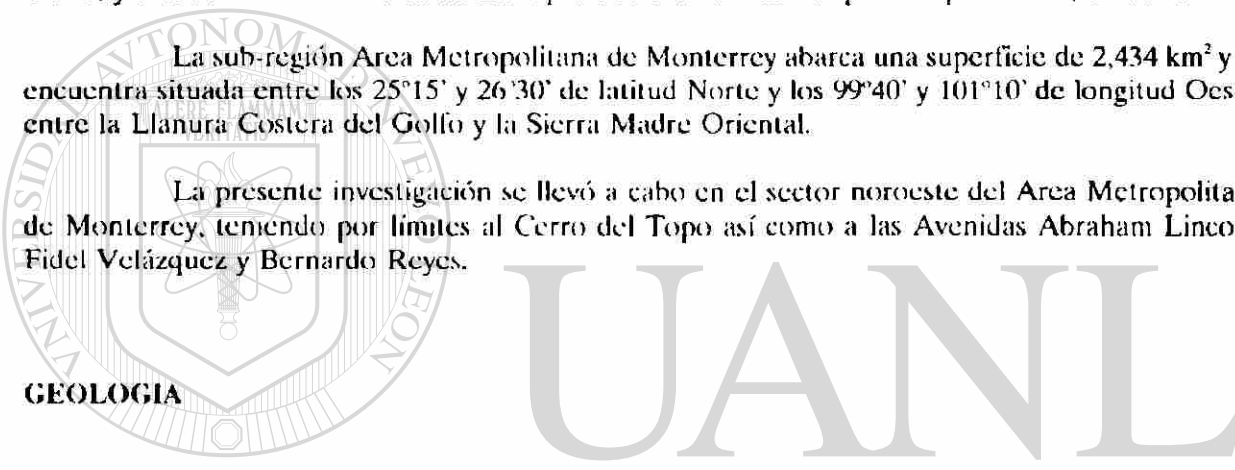
UBICACION

El Municipio de Monterrey se localiza al centro de lo que comprende su área metropolitana y se encuentra ubicado geográficamente a 25°41' de Latitud Norte y 100°19' Longitud Oeste, y con una Altitud de 522 m. La superficie total del municipio comprende 45,130 Has.

La sub-región Area Metropolitana de Monterrey abarca una superficie de 2,434 km² y se encuentra situada entre los 25°15' y 26°30' de latitud Norte y los 99°40' y 101°10' de longitud Oeste, entre la Llanura Costera del Golfo y la Sierra Madre Oriental.

La presente investigación se llevó a cabo en el sector noroeste del Area Metropolitana de Monterrey, teniendo por límites al Cerro del Topo así como a las Avenidas Abraham Lincoln, Fidel Velázquez y Bernardo Reyes.

GEOLOGIA

Fisiográficamente el area de estudio, formada por depósitos de aluvión, se encuentra ubicada entre el Cerro del Topo, en la parte norte, y el Cerrito Modelo o Las Animas, hacia el sur; la edad geológica de ambos cerros se remonta al período Cretácico de la Era Mesozoica. 

La zona de estudio se ubica dentro de la "Provincia de la Llanura Costera del Golfo", y entre los principales constituyentes de los materiales aflorantes se encuentran las rocas sedimentarias como la caliza, en el Cerro del Topo, y la lutita, en el Cerrito Modelo, además del suelo tipo aluvión, en el valle intermontano.

La caliza (ca) es una roca química constituida por la precipitación del carbonato de calcio, compuesta principalmente por minerales de calcita.

La lutita (lu) es una roca elástica de grano fino del tamaño de la arcilla (menos de 0.005 mm), compuesta principalmente por minerales de arcilla.

El aluvión (al) es un suelo formado por el depósito de materiales sueltos (gravas, arenas, limos y arcillas no consolidadas) provenientes de rocas preexistentes que han sido transportadas por corrientes superficiales de agua. Este nombre incluye a los depósitos que ocurren en las llanuras de inundación, los valles de los rios y las tajas de pie de monte.

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona Topo Chico, zona que bordea el cerro del mismo nombre, situado al norte de la Ciudad de Monterrey. La mayoría de las colonias son populares y se asientan en las laderas del cerro cuyas pendientes, propiciadas por el afloramiento de calizas, han limitado su crecimiento hacia partes más elevadas.

Los materiales de cimentación están formados principalmente por: aluviones de boleas, gravas y arenas, y en menor escala las lutitas, que forman pequeñas elevaciones, sobre todo en las partes sureste y noroeste.

El Cerro del Topo Chico constituye una estructura anticlinal aislada al norte de la Ciudad de Monterrey. El anticlinal está orientado en dirección Noroeste al Sureste, cerca de la colonia Topo Chico, donde se asientan las excavaciones de las antiguas pedreras. Se observa el contacto entre las formaciones Aurora y Cuesta del Cura en el buzamiento del anticlinal con echados del orden de 45°. En la parte superior de la estructura afloran las rocas correspondientes a la formación Aurora.

En el reconocimiento del buzamiento Sureste del anticlinal del Topo Chico, realizado en Noviembre de 1967 por la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos y la Comisión de Agua Potable de Monterrey, se pudo observar claramente el contacto entre la formación Cuesta del Cura y la caliza Aurora y al hacer el levantamiento geológico se encontró el contacto Cuesta del Cura-Indidura; la sección geológica se completó con el espesor de las formaciones Aurora y La Peña tomados de la columna estratigráfica de la Sierra de Los Muertos del estudio de los ingenieros Humphrey y Díaz. La inclinación de los estratos hace que se claven rápidamente por lo que no se considera un sitio muy favorable para la perforación de pozos, aun cuando su cercanía a Monterrey lo hace atractivo.

CENOZOICO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Se encuentran suelos de origen aluvial (Cer), formados por depósitos de materiales sueltos (gravas y arenas) provenientes de rocas preexistentes que han sido transportadas por corrientes superficiales de agua. Este suelo incluye a los depósitos que ocurren en las llanuras de inundación, los valles de los ríos y las fajas de pie de monte.

MESOZOICO

CRETACICO SUPERIOR

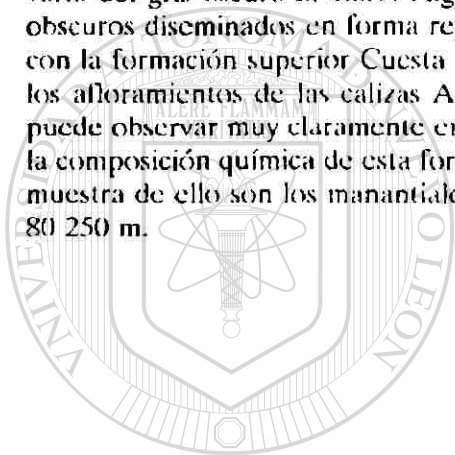
Formación Parras: Ksp

Constituida principalmente por una lutita carbonosa, negra, fisil y astillosa que puede ser un poco calcárea y que se intemperiza en colores amarillentos; contiene un poco de yeso. Tiene un espesor de 600-1,500 m.

CRETACICO INFERIOR

Formación Aurora: Kia

Esta formación, de características muy semejantes a la formación Cupido, está constituida por bancos de calizas densas muy puras de espesores medios y gruesos (0.8 a 1.5 m.), en un color que varía del gris oscuro al claro. Algunos de los horizontes de caliza contienen nódulos de pedernal oscuros diseminados en forma regular entre los estratos. Puede observarse que cerca del contacto con la formación superior Cuesta del Cura los estratos tienden a adelgazarse. En general, en todos los afloramientos de las calizas Aurora se hacen notables los fenómenos de disolución, lo que se puede observar muy claramente en las explotaciones de las canteras. Las características litológicas y la composición química de esta formación hacen que sea particularmente susceptible a la disolución, muestra de ello son los manantiales que afloran en estas zonas. El espesor de esta formación es de 80 250 m.

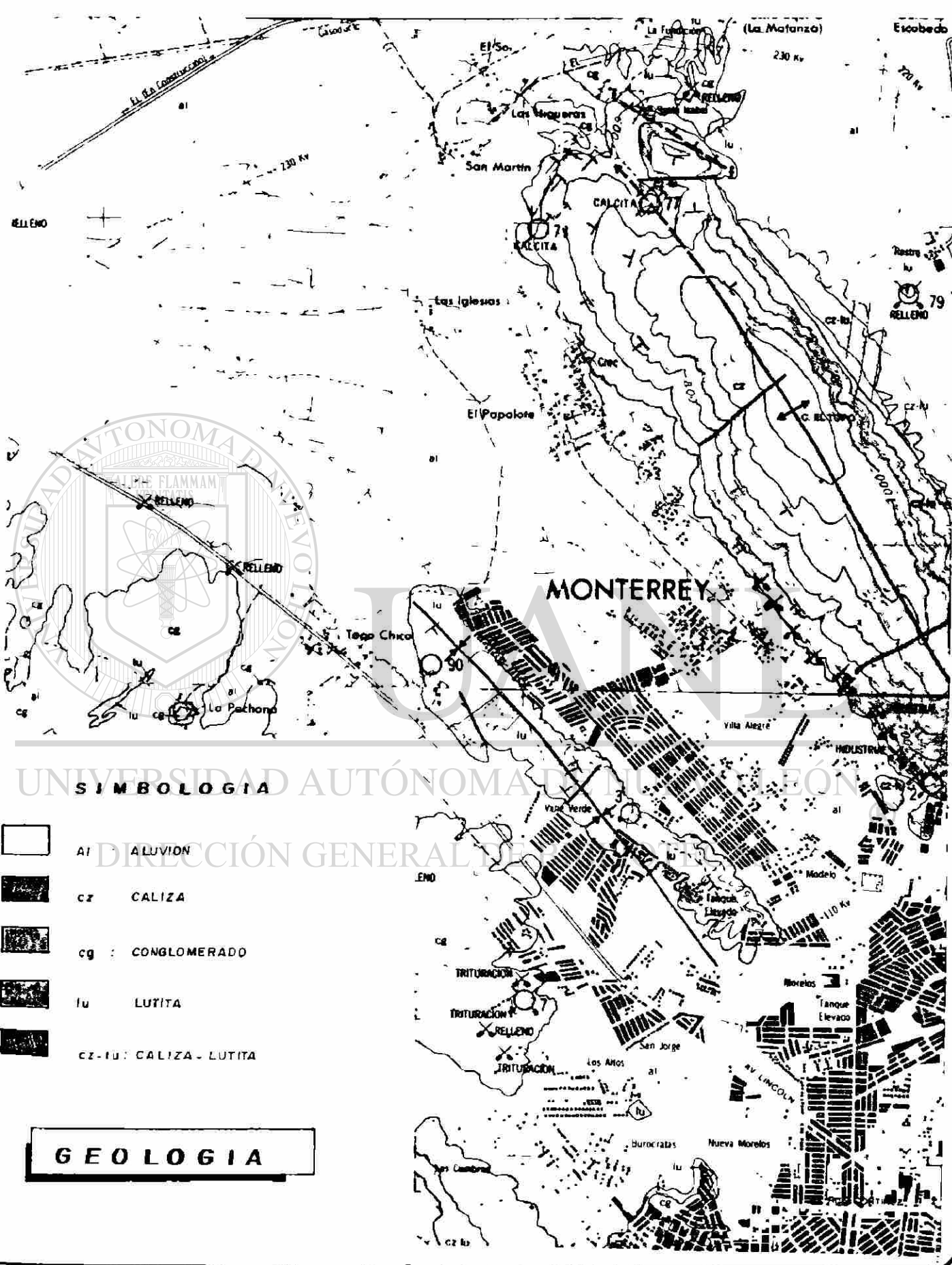


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA DE ZARAGOZA

SIMBOLOGIA

-  AI ALUVION
-  CZ CALIZA
-  CG : CONGLOMERADO
-  LU LUTITA
-  CZ-LU : CALIZA - LUTITA

GEOLOGIA

GEOHIDROLOGIA

El área se ubica sobre una zona de aluvión en donde, en las partes bajas del Cerro del Topo Chico, el material puede ser no consolidado, con posibilidades altas para la obtención de agua, según la unidad geohidrológica adoptada por el I.N.E.G.I.

Aparentemente las condiciones estratigráficas y estructurales del lugar, que hacen de la zona un lugar favorable para la existencia de acuíferos, suponen la disponibilidad de agua subterránea susceptible a la explotación; sin embargo, dadas las condiciones geológicas, donde la inclinación de los estratos hace que las formaciones se claven rápidamente, el sitio no es favorable para la explotación de pozos.

El Estudio General de los Acuíferos del Subsuelo del Estado de Nuevo León (SISTELEON, 1985-1991), establece que en la zona de estudio los acuíferos están constituidos por gravas o depósitos aluviales, con gastos apreciables de 3 a 80 lts./seg. y menos apreciables de 2 a 6 lts./seg.

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

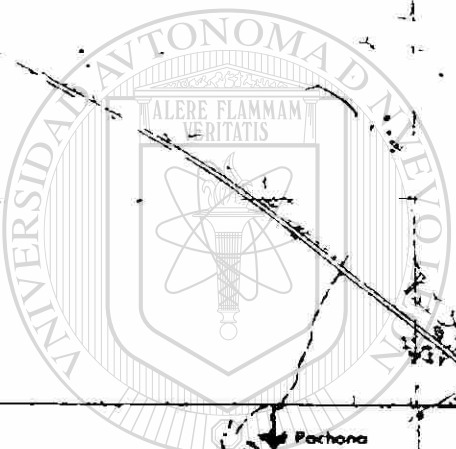
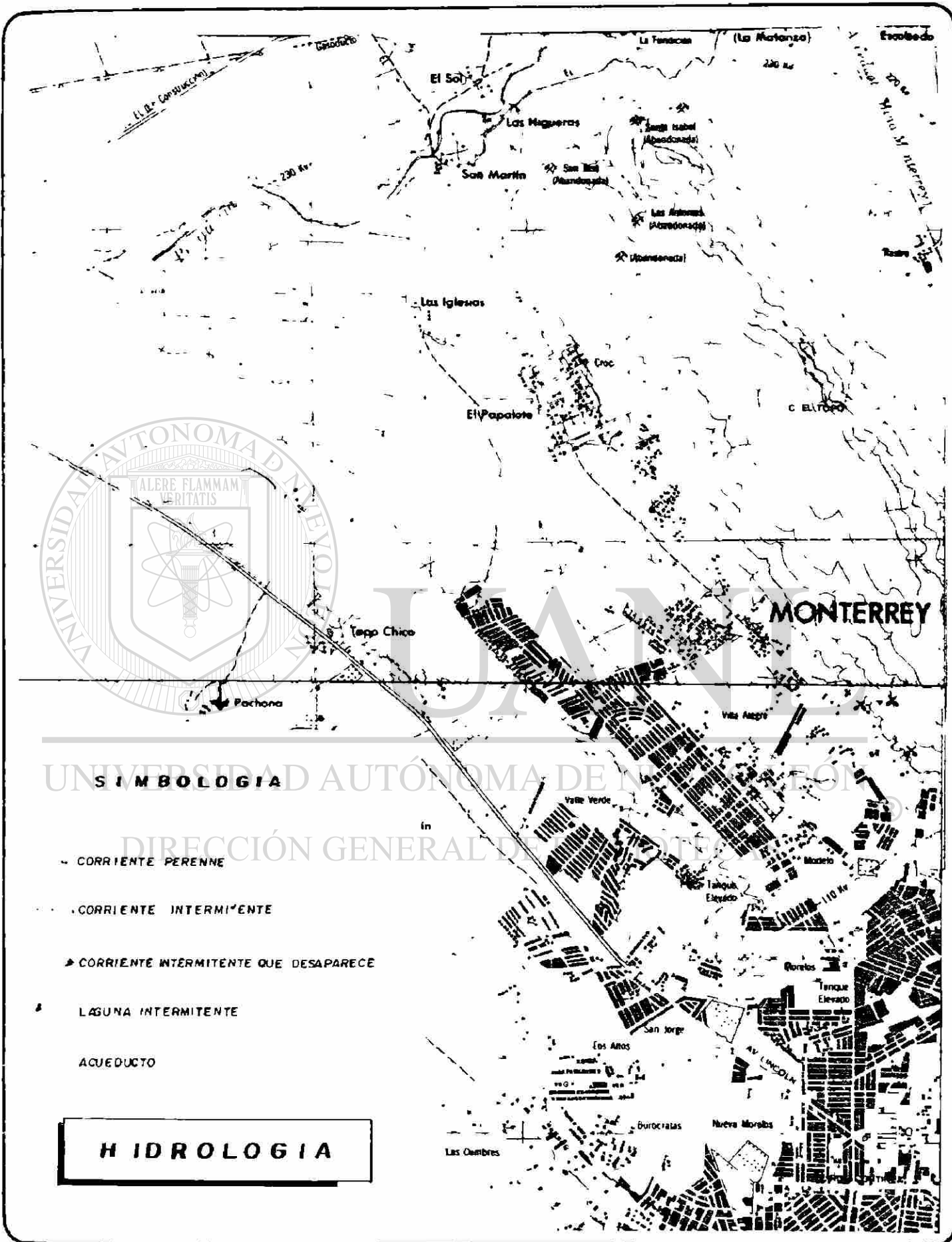
La zona de estudio se ubica dentro de la Región Hidrológica 24 Bravo-Conchos (RH24) perteneciente a la vertiente del Golfo, y en la cuenca Río Bravo San Juan.

En la Región Hidrológica "Río Bravo", la disponibilidad natural de agua es de 11,988 millones de metros cúbicos en total, es decir, incluyendo el escurrimiento superficial (9,188 mm³) y la recarga anual de los acuíferos (2,800 mm³) [Sánchez et al., 1989].

Específicamente, el área se localiza en la subcuenca hidrológica del Río Pesquería, con un área aproximada de 1,819 km².

La permeabilidad es muy variada; las características físicas de los componentes dan lugar a la existencia de materiales desde impermeables hasta muy permeables. Así tenemos que las zonas altas del Cerro del Topo, donde predominan las calizas, se consideran de permeabilidad media por presentar fracturas de disolución, y estar situadas algunas de ellas en estructuras favorables a la infiltración. Las zonas donde hay formaciones de caliza y caliza-lutita se consideran de baja permeabilidad; mientras que los valles formados por suelos aluviales, donde se encuentra la mayor parte de las zonas habitacionales, poseen una permeabilidad alta debido a la granulometría de los suelos y a la escasa compactación de las formaciones.

La zona de estudio específicamente tiene un coeficiente de escurrimiento que va de 0 a 5% en lo más plano, hasta 10 a 20% en lo más pronunciado.



SIMBOLOGIA

- CORRIENTE PERENNE
- - - CORRIENTE INTERMITENTE
- ▶ CORRIENTE INTERMITENTE QUE DESAPARECE
- ▲ LAGUNA INTERMITENTE
- ACUEDUCTO

HIDROLOGIA

El escurrimiento natural del cerro es uniforme y, dada la pendiente del mismo, constantemente aparecen corrientes intermitentes, lo que ha dado lugar a la formación de pequeñas cañadas que constituyen la salida natural del agua superficial.

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

El Area Metropolitana de Monterrey se localiza en la Región Hidrológica "Río Bravo", en la cual se efectúa una explotación importante de agua subterránea. Ejemplo de ello es que los campos de Mina, Monterrey, Buenos Aires y Topo Chico, son los que aportan, en parte, el caudal que abastece a Monterrey y su área metropolitana; regiones en las cuales se han perforado pozos de hasta 2,000 m. de profundidad y cuya agua es aparentemente de buena calidad.

La permeabilidad de las calizas de la región se debe a la presencia de una franja arrecifal que se desarrolló en las formaciones del Cretácico Interior y que se ha cortado en los pozos de los campos situados en la porción oeste del área.

La zona de estudio se encuentra en el área del Topo Chico y la dirección del flujo subterráneo es al suroeste, y con alta permeabilidad en materiales no consolidados, según la Carta Estatal de Hidrología Subterránea de la Secretaría de Programación y Presupuesto.

Los acuíferos libres están localizados en la porción nororiental y suroriental de la Ciudad de Monterrey; están constituidos por arcilla, clásticos gruesos y arenas, en menor proporción; su permeabilidad es media; se encuentran sobreexplotados y se sitúan muchas norias y pozos agotados.

La calidad del agua es salada y tolerable en la parte norte y oriente de Monterrey; dulce y tolerable hacia el suroriente de esta misma localidad; el uso es doméstico y agropecuario en menor proporción.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS CLIMATOLOGIA

El Area Metropolitana se caracteriza por tener un clima cálido seco, cuyas temperaturas medias son de 21 C a 24°C; las precipitaciones varían de 500 a 700 mm.

En la parte sur y oriente del Area Metropolitana de Monterrey (AMM) el clima es semicálido seco, con temperaturas medias entre 20 C y 22 C, y las precipitaciones tienen un rango de 600 a 700 mm.

Al poniente del AMM el clima es semicálido-árido, las temperaturas medias son del orden de 20 C a 23 C; sus precipitaciones son erráticas, torrenciales y en promedio menores de 400 mm.

Al norte del AMM el clima es cálido, muy seco; las temperaturas medias son del orden de 22 C a 25°C y las precipitaciones pluviales de 400 mm a 600 mm.

Según los datos de la Estación Climatológica Topo Chico (1940-1989) se observa lo siguiente: La menor incidencia de lluvias en la zona se observa en los meses de Diciembre a Marzo, cuyos valores oscilan entre 12.2 mm y 14.3 mm. El valor máximo de precipitación anual es de 1196.5 mm (1967) y el mínimo, de 120.1 mm (1959); la máxima mensual es de 450.5 mm.

Las lluvias principales ocurren en verano y los valores máximos registrados ocurren por el paso de ciclones. El número de días al año con precipitación apreciable varía entre 55 y 60, y el de días despejados está en un rango de 150 a 200 días.

La humedad relativa media anual es del 54% (media a las 14 hrs.) con máximas de 58% y 60% en los meses de Septiembre y Octubre; la insolación media anual es de 220 hrs./mes.

Los vientos dominantes son los Alisios, provenientes del noreste. Los datos medidos en la Estación Climatológica Monterrey muestran que el 26% de las veces el viento sopla del noreste con una velocidad promedio de 3.9 m/seg., y un 15% corresponde al sureste con una velocidad promedio de 4.2 m/seg.

VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO

En el área de estudio se encuentran llanuras y lomeríos en los que predomina el matorral submontano, como ocurre en el Cerro del Topo. En algunas áreas se encuentra pastizal inducido, mientras que el resto lo constituye la zona urbana.

Las partes altas del Cerro Topo Chico, dada su morfología, propician el desarrollo de los suelos tipo Litosol, existiendo asociaciones con Regosol calcárico de clase textura media (I + Rc/2).









Esto mismo se presenta en la parte sur del área de estudio, en las partes altas del Cerrito Modelo (I + Rc/2); entre ambos cerros y hacia el sur, se observa una porción de Feozem calcárico de clase textura fina (Hc/3).

En la mayor parte del área urbanizada predominan los suelos tipo Regosol calcárico como suelo primario asociado a la Rendzina de clase textura media (Rc + E/2).

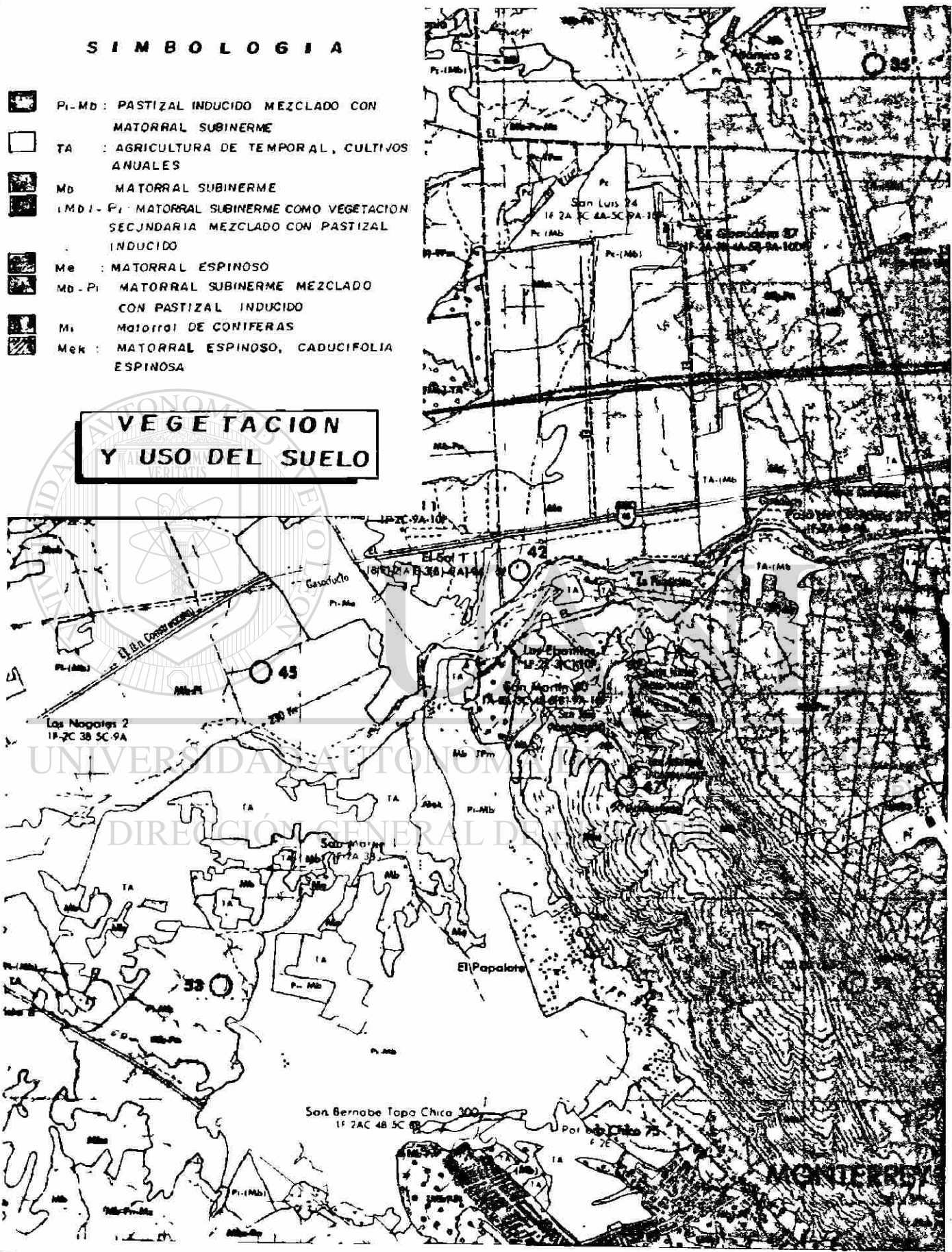
Por otra parte, hacia el noroeste de la zona de estudio, se presentan los suelos Castañozem lúvico como suelo primario acompañado de Castañozem háplico con clase de textura fina (Kl + Kh/3) y Feozem lúvico como suelo primario en asociación con Feozem calcárico de fase textura fina (Hl + Hc/3).

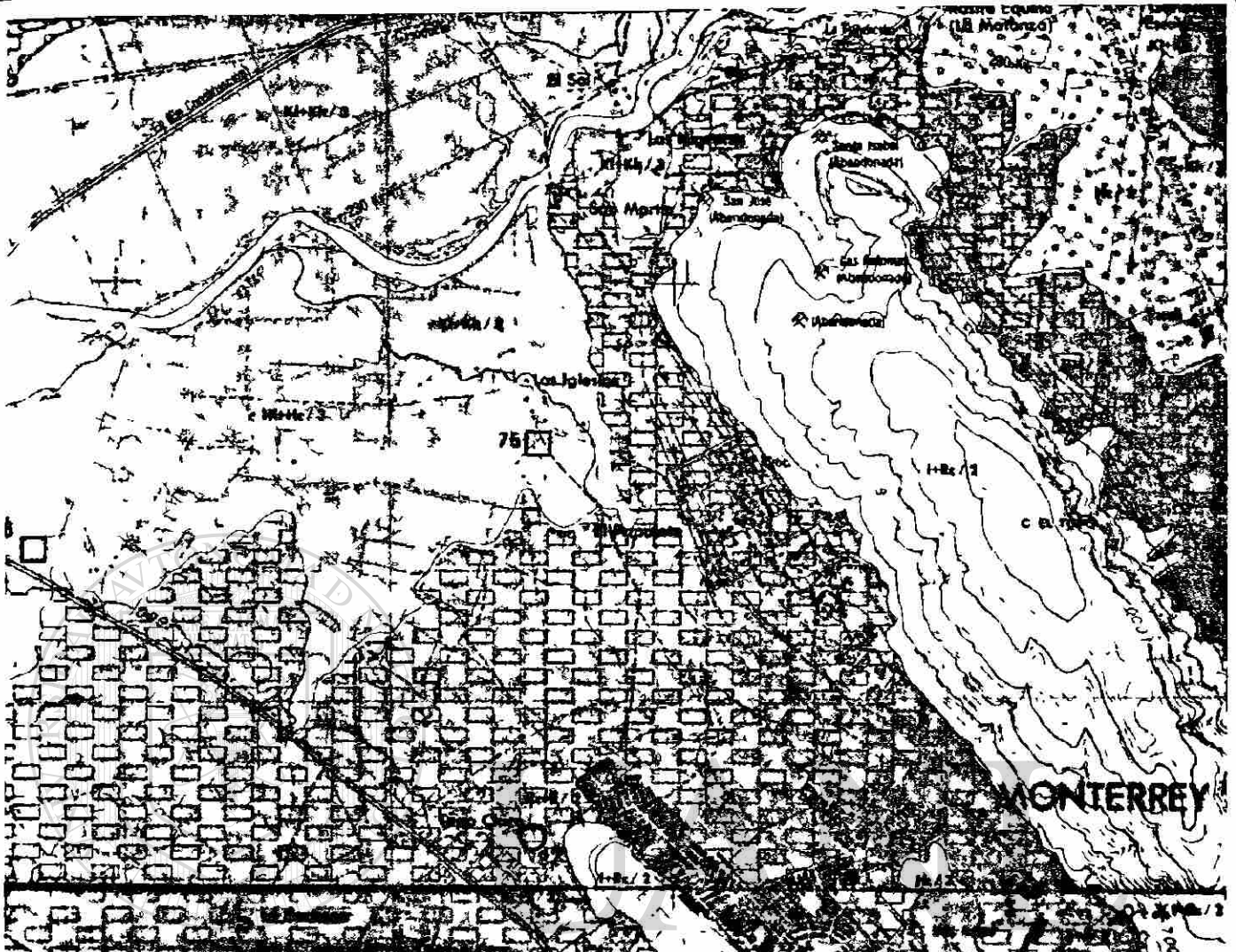
Cubriendo una pequeña zona, hacia el sureste del área de estudio, se localiza Rendzina como suelo primario en asociación con Litosol de clase textura media en fase petrocálcica (E + I/2).

SIMBOLOGIA








-  **Pi-Mb** : PASTIZAL INDUCIDO MEZCLADO CON MATORRAL SUBINERME
-  **TA** : AGRICULTURA DE TEMPORAL, CULTIVOS ANUALES
-  **Mb** : MATORRAL SUBINERME
-  **(Mb)-Pi** : MATORRAL SUBINERME COMO VEGETACION SECUNDARIA MEZCLADO CON PASTIZAL INDUCIDO
-  **Me** : MATORRAL ESPINOSO
-  **Mb-Pi** : MATORRAL SUBINERME MEZCLADO CON PASTIZAL INDUCIDO
-  **Mi** : MATORRAL DE CONIFERAS
-  **Mek** : MATORRAL ESPINOSO, CADUCIFOLIA ESPINOSA

VEGETACION Y USO DEL SUELO





SIMBOLOGIA

- 
 Kl t Kh / 3 : Castañozem lúvico / castañozem rápico / clase textural fina.
- 
 Hl t Hc / 3 : Feozem lúvico / feozem calcárico / clase textural fina.
- 
 Et / 2 : Rendzina t litosol / clase textural media.
- 
 Hc / 2 : Feozem calcárico / clase textural media.
- 
 lt Rc / 2 : litosol t Regosol calcárico / clase textural media.
- 
 Hc / 3 : Feozem calcárico / clase textural fina.
- 
 Rct E / 2 : Regosol calcárico t Rendzina / clase textural media.

EDAFOLOGIA



◆ RASGOS SOCIOECONOMICOS

POBLACION

La población total del Municipio de Monterrey es de 1'069,238 habitantes, de acuerdo con el censo de 1990 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

La población estimada en el área de estudio es de 338,792 habitantes (31.6% del total de la población del municipio) [INEGI, 1990b]. Esta población se encuentra distribuida en aproximadamente 111 colonias o sectores (Figura No. 3).

AGUA POTABLE

El 94% de la población del AMM cuenta con servicio de agua potable restringido, con un promedio de 10 horas diarias; el resto de la población carece del mismo por no contar con redes de distribución, satisfaciendo el servicio mediante camiones "cisterna"; en suma, la demanda total de agua potable para el AMM es de 11,500 lts. seg.

La demanda insatisfecha de agua potable de la población se debe al abatimiento de las fuentes de abastecimiento y al acelerado crecimiento de la población.

Específicamente en el área de estudio, el 61.6% de las viviendas particulares habitadas posee agua potable entubada, el 14.9% tiene agua entubada en el predio y el 16.6% se abastece de agua en llave pública [INEGI, 1990b].

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIGURA No. 2 Viviendas con servicio de agua entubada.

Total de viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares con agua entubada en la vivienda	Viviendas particulares con agua entubada en el predio	Viviendas particulares con agua en llave pública
65,472	40,340	9,776	10,909
100 %	61.6 %	14.9 %	16.6 %

FIGURA No. 3 Las 111 colonias o sectores del área de estudio.

Alvaro Obregón	Fomerrey 15
Artículo 27 Constitucional	Fomerrey 23
Aztlan	Fomerrey 24
Benito Juárez	Fomerrey 25
Bernardo Reyes	Fomerrey 35
Bolívar	Fomerrey 51
Bortoni	Fomerrey 67
C.N.O.P.	Fomerrey 82
C.R.O.C.	Fomerrey 87
Casa Sol	Fomerrey 105
Central	Fomerrey 106
5 de Mayo	Fomerrey 109
Colina de San Bernabe	Fomerrey 110
Conjunto Habitacional Aztlán	Fomerrey 112
4 de Diciembre	Fomerrey 113
D.I.F.	Fomerrey 114
Del Maestro	Fomerrey 115
19 de Abril	Fomerrey 116
18 de Febrero	Fomerrey 120
16 de Septiembre	Fomerrey 121
El Porvenir	Fomerrey 124
Felipe Angeles	Fomerrey 125
Ferrocarrilera	Fomerrey Poniente
Fidel Velázquez	Francisco González Bocanegra
Fomerrey 1	Francisco Villa
Fomerrey 3	Fray Servando Teresa de Mier
Fomerrey 8	Genaro Vázquez Rojas
Fomerrey 10	Gloria Mendiola

FIGURA No. 3 Continuación.

Granja Sanitaria	1o. de Mayo
Infonavit Valle Verde	15 de Marzo
Jardin Modelo	Rafael Buelna
Joseta Ortiz de Domínguez	René Alvarez
La Amistad	Residencial Aztlán
La Esperanza	San Angel
La Reforma	San Bernabé
Las Pedreras	San Bernabé VI
Libertadores de America	San Bernabé X
Loma Bonita	San Francisco de Asís
Loma Linda	San José
Lomas de la Unidad Modelo	San Martín
Lomas de San Martín	Santa Cruz
Lomas del Topo	Santa Fe
Lomas Modelo	7 de Noviembre
Los Dorados	Tierra y Libertad
Madero	Unidad del Pueblo
Madre Selva	Unidad Modelo
Moctezuma	Unidad Reforma Urbana
Morelos	Union Cuauhtemoc
Nueva Galicia	Valle de San Martín
Nueva Modelo	Valle de Santa Cecilia
Nueva Morelos	Valle del Topo Chico
Nuevo C.R.O.C. Infonavit	Valle Morelos
Pablo Gonzalez	Villa Alegre
Paseo de las Mitras	Villa Mitras
Paso de las Aguilas	Villa San Angel
Plutarco Elías Calles	

DRENAJE

Alrededor del 83% de las viviendas del Municipio de Monterrey cuenta con servicio de drenaje. En la zona de estudio, el 62.2% de las viviendas ocupadas disponen de drenaje conectado al de la calle y el 7.7% tiene drenaje conectado al suelo o fosa séptica [INFGI, 1990b]

FIGURA No. 4 Total de viviendas con servicio de drenaje.

Total de viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares con drenaje conectado al de la calle	Viviendas particulares con drenaje conectado al suelo o fosa séptica
65,472	42,089	5,075
100 %	62.2 %	7.7 %

CENTROS DE SALUD

El sector público (IMSS, ISSSTE, ISSSTELFON, ISSSFAM) atiende a la población del Área Metropolitana de Monterrey mediante 37 clínicas, 5 clínicas hospital, 7 hospitales generales y 6 hospitales de especialidades. El sector privado da servicio con 17 clínicas, 14 clínicas hospital, 8 hospitales generales y un hospital de especialidades [Comisión de Conurbación, 1988].

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
VIVIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La tenencia de la vivienda es predominantemente propia. En el área de estudio, el total de viviendas particulares habitadas es de 65,472, es decir, el 29.2% del total de viviendas del municipio, que es de 224,012 [INFGI, 1990b].

CONTAMINACION

El desarrollo urbano del AMM ha generado una alteración en la calidad del medio ambiente que se refleja en el deterioro del agua, aire, suelo e imagen urbana en algunas zonas del centro de la población.

AGUA

La contaminación del agua constituye un problema grave en el AMM. Las descargas de desechos líquidos, industriales y domésticos, se hace en un 60% a zonas agrícolas, un 35% a cuerpos de agua y el 5% restante en pozos de absorción, infiltración y otros cuerpos receptores. Estas aguas no han recibido tratamiento adecuado antes de su descarga. Además de que el sistema de drenaje es insuficiente, las descargas a los arroyos y ríos de la zona urbana generan problemas de insalubridad a la población.

El agua del subsuelo en ciertas partes del Area Metropolitana se encuentra contaminada por desechos industriales, aceites, algunas sustancias tóxicas, fertilizantes, plaguicidas, aguas negras y basura.

El agua proveniente de las fuentes de abastecimiento tales como plantas potabilizadoras puede ir directamente al consumo de la población, ya que se lleva un control estricto de su calidad. Sin embargo, el agua proveniente de pozos someros ubicados en la zona urbana de Monterrey, los cuales se encuentran conectados directamente a la red de distribución, no deberían ir directamente a los consumidores, dado que la capa granular del subsuelo capta infiltraciones como las de agua de lluvia así como también la proveniente de lugares de diversa índole (desechos industriales, tiraderos de basura, drenajes, aguas negras de canales o arroyos no revestidos, etc.); como consecuencia, se pone en duda si su calidad es realmente buena como para destinarse al consumo humano.

El AMM está asentada sobre rellenos aluviales que suelen tener alta capacidad para filtrar aguas pluviales y/o de escorrentía superficial, y de transmitirla tanto a los cauces como a los niveles freáticos del subsuelo. En éste, existe un nivel de conglomerados con cementación calcárea y buena transmisividad de aguas, que aflora a la superficie en los contactos de los materiales cuaternarios con las lutitas y calizas que forman los cerros y sierras próximos o interiores al AMM. Aluviones y conglomerados son los sedimentos en los que se instalan los mantos de aguas subterráneas más próximos a la superficie y, por consiguiente, más fácilmente susceptibles de contaminación por residuos.

En zonas bajas, la excavación de estos sedimentos aproxima aún más el nivel de posibles aguas subterráneas a la superficie del terreno, incrementándose todavía más el peligro de contaminación que será máximo cuando residuos y nivel superior freático entren en contacto.

AIRE

Por la cantidad y calidad de los desechos contaminantes, la industria es la principal fuente con un 50%; le siguen los vehículos con un 40%; la disposición inadecuada de los desechos sólidos urbanos, principalmente la quema de basura, genera un 5% y causas diversas otro 5%.

En general, las industrias más contaminantes son la cementera, la química, la papelera, la fundidora, la cristalera, la extractiva y la que genera electricidad. De las industrias que contaminan más significativamente, el 4% lo hacen con humos, 6% con grasas, 11% con polvos; otro 13% genera contaminantes altamente tóxicos. Cabe agregar que sólo el 21% de las industrias que producen contaminación muy tóxica cuenta con equipo de control de emisiones.

SUELO

El Area Metropolitana produce actualmente entre 3,000 y 3,500 toneladas de basura diaria (considerando una producción per cápita de 1.3 kg/día). De esta cantidad se recogen sólo 2,080 toneladas, la mayoría de estos residuos van a los tiraderos oficiales o a las estaciones de transferencia coordinadas por SIMEPRODE, para su disposición final en el relleno sanitario de Salinas Victoria.

Sin embargo, diariamente se quedan de 1 a 1.5 toneladas de basura acumuladas en calles, baldíos y arroyos donde son pepenadas, incineradas y/o degradadas en forma natural, constituyendo así fuentes de infección ambiental y nidos de fauna y flora nociva.

Todo el sistema de rellenos de Topo Chico hasta San Bernabé conforma un relleno muy extenso, contaminante, con deficientes condiciones geotécnicas para cualquier tipo de construcción y de infraestructura enterrada tales como conducciones de agua potable. Problemas en buena medida ya constatados por sus efectos sobre viviendas, rotura de tuberías de agua limpia y contaminación de las mismas, etc. Sin embargo, esta gran superficie ha servido de sustrato, y lo sigue siendo, a una serie de nuevas colonias que se extienden hasta el mismo límite noroccidental del municipio.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



METODOLOGIA

El estudio se llevó a cabo en el sector noroeste del Area Metropolitana de Monterrey, teniendo por límites al Cerro del Topo y las Avenidas Abraham Lincoln, Fidel Velazquez y Bernardo Reyes.

La información sobre la ubicación exacta de los pozos, así como cuáles eran los pozos en funcionamiento y cuáles estaban contaminados y o azolvados, fue obtenida de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey.

Posteriormente, se realizó una visita de campo para confirmar la ubicación exacta de los pozos; asimismo, se observaron las condiciones en las cuales se encontraba cada pozo así como el área en las proximidades del mismo.

Una vez conocida la localización exacta de los pozos, se ubicaron éstos sobre un plano, para su posterior interpretación en relación a los casos de Tumor Maligno de Estómago en el área.

Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (S.A.D.M.) y el Departamento de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Civil (U.A.N.L.) realizaron los análisis del agua de los pozos en funcionamiento ubicados en la zona de estudio, entre los meses de Enero a Mayo de 1993, y de ellos se obtuvo la información sobre el contenido de nitratos y nitritos en dichos pozos.

Asimismo, a través de la Dirección de Planeación de la Sub-Secretaría de Salud en el Estado (SFS/NL), se obtuvo la información sobre la Mortalidad por Tumor Maligno del Estómago, tanto en el Estado como en el área de interés (Jurisdicción I), desde 1990 hasta 1992.

Se nos proporcionó un listado sobre el total de casos de defunción por Tumor Maligno del Estómago en Nuevo León, indicando a qué Jurisdicción pertenecía cada caso, así como la edad, sexo y fecha de defunción de cada persona.

Se seleccionaron los casos ubicados en la Jurisdicción I, a la cual pertenece la zona de estudio, y se procedió a buscar el certificado de defunción para cada uno de estos casos con el fin de conocer el domicilio de las personas fallecidas.

Posteriormente, los casos de Tumor Maligno de Estómago en el área de estudio se ubicaron sobre un plano, para su posterior interpretación.

También se recabó información referente a la enfermedad conocida como Metahemoglobinemia infantil.

RESULTADOS

AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en el sector noroeste del Area Metropolitana de Monterrey, teniendo por límites al Cerro del Topo y las Avenidas Abraham Lincoln, Fidel Velázquez y Bernardo Reyes (Plano No. 1).

POBLACION

El área de estudio cuenta con una población aproximada de 338,792 habitantes de los cuales 174,287 son mujeres (51.4%). El 90.6% del total de la población tienen 5 años y más (307,144 hab.); por lo tanto, el restante 9.4% (31,648) son niños menores de 5 años [INEGI, 1990b].

La población de 35 años y más (79,757 hab.) representa el 23.5% del total, mientras que la población de 65 años y más constituye el 2.8% (9,767 hab.) [INEGI, 1990b].

TABLA No. 1 Población en el área de estudio.

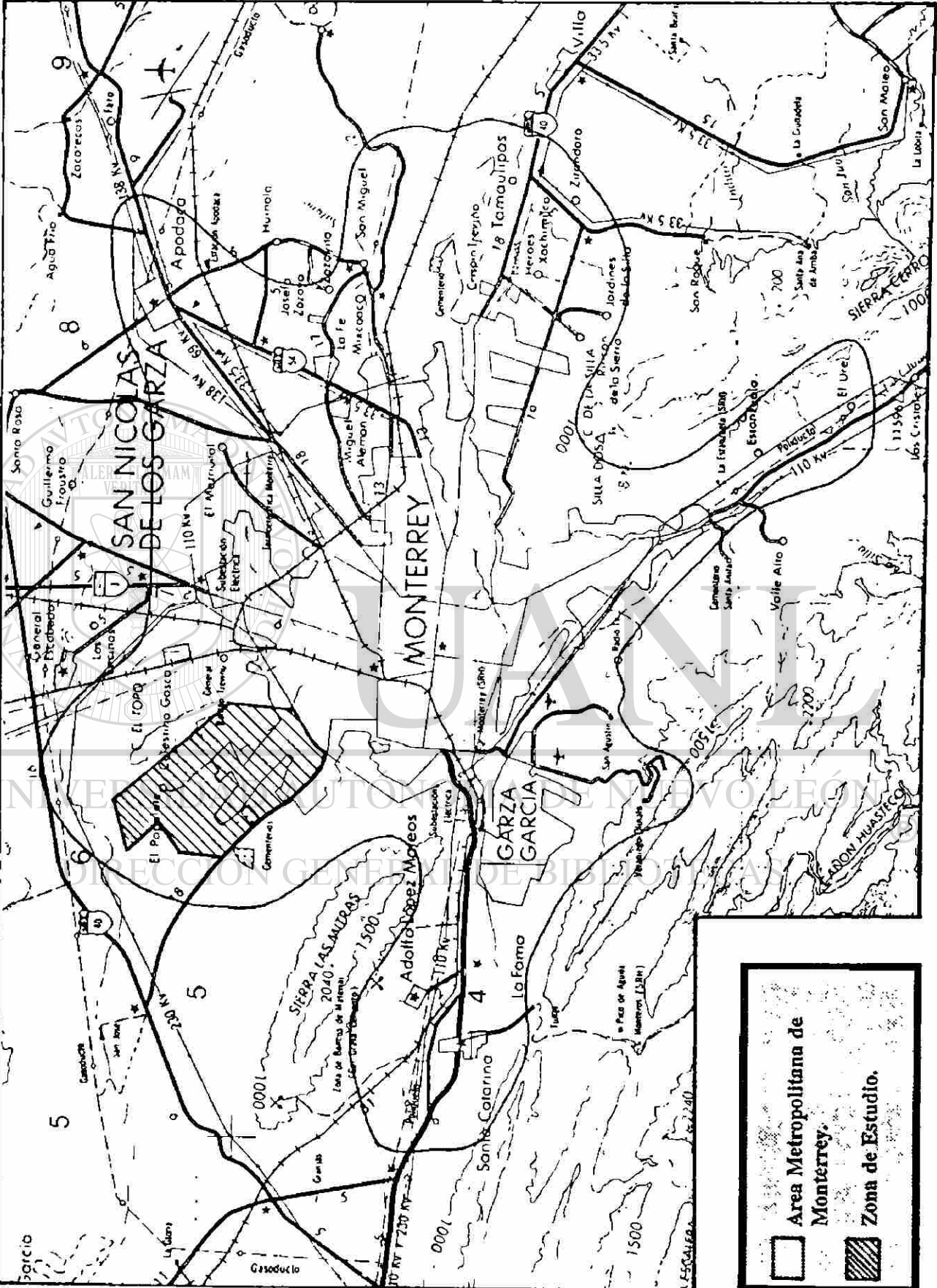
POBLACION TOTAL	338,792	100.0 %
Total de mujeres	174,287	51.4 %
Población de 5 años y más	307,144	90.6 %
Población de 35 años y más	79,757	23.5 %
Población de 65 años y más	9,767	2.8 %

Algunas áreas de esta zona (al oeste del Cerro del Topo) se encuentran ubicadas sobre grandes tiraderos de basura a cielo abierto y/o rellenos sanitarios, lugares en donde se localizan algunos pozos para abastecimiento de agua. Estas áreas de la ciudad no cuentan con buenas infraestructuras de saneamiento básico y o están ubicadas en zonas insalubres.

Como se puede observar en las fotografías de las siguientes paginas, existen colonias ubicadas sobre antiguos rellenos sanitarios. Se observa a simple vista que allora la basura sobre las calles o en los mismos terrenos, así como al realizar excavaciones para obras de reparación de las tuberías de drenaje o de distribución de agua potable.

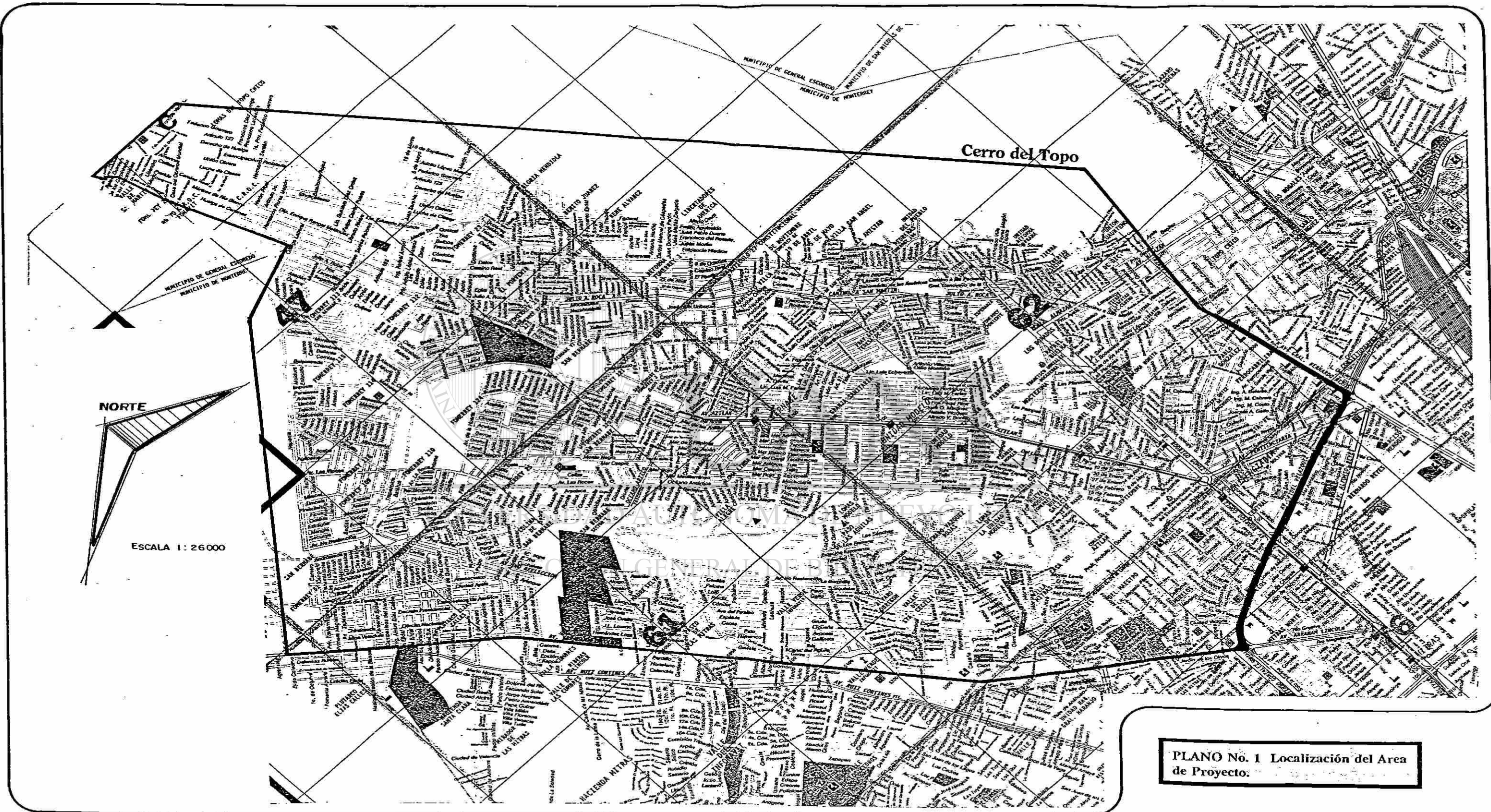
POZOS DE AGUA

Se obtuvo la lista de pozos de agua (S.A.D.M.) ubicados en el area de interés y sus alrededores (Plano No. 2), constituyendo un total de 23 pozos (Tabla No. 2); 3 de estos pozos se



Area Metropolitana de Monterrey.

Zona de Estudio.

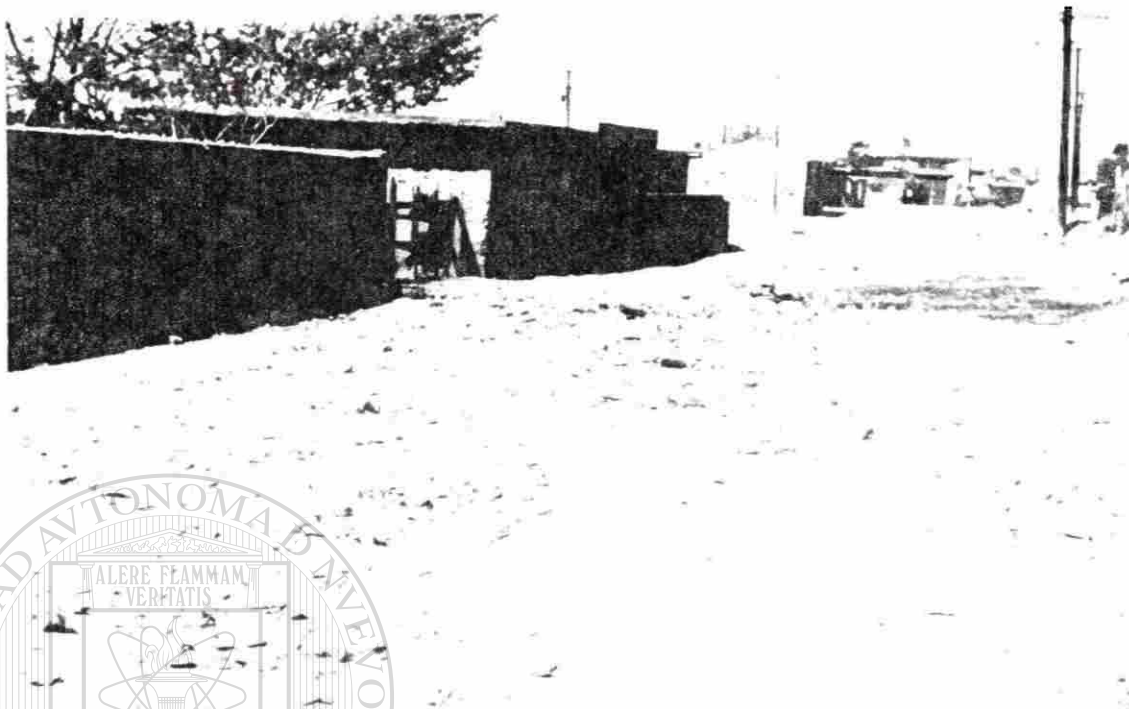


Cerro del Topo

NORTE

ESCALA 1 : 26000

PLANO No. 1 Localización del Area de Proyecto.



Calles en donde se observa que aflora la basura.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



Construcción sobre varios metros de desechos.



Cimentaciones sobre desechos
causan asentamientos de
las estructuras

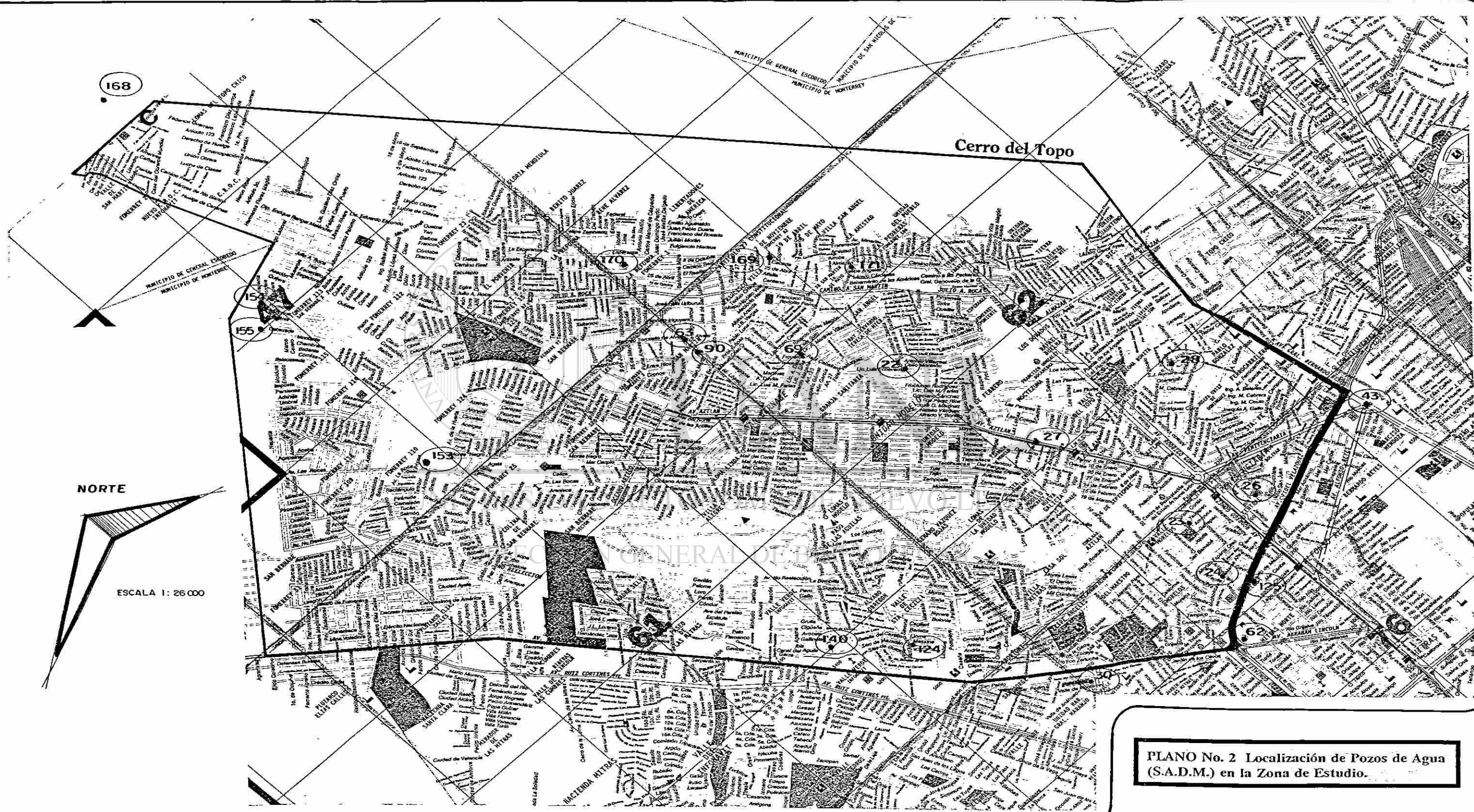


Frecuentes daños en la red de drenaje
o en las tuberías de distribución

encuentran fuera del área de estudio, pero muy cerca de ella (Pozos No. 30, 43 y 62), y los tres fueron tomados en cuenta; sin embargo, otro de los pozos es particular (Pozo No. 150), por lo cual fue descartado. Por lo tanto, fueron en total 22 pozos.

TABLA No. 2 Total de pozos en el área de estudio (23).

No.	NOMBRE
22	Granja Sanitaria I
23	Valle Morelos
24	Nueva Morelos
26	Central Escuela
27	Planta de Basura II
28	Pablo A. González
30	Villa Mitras
43	Bernardo Reyes
62	Soriana Lincoln
63	San Martín I
69	Granja Sanitaria II
90	San Martín II
124	Santa Cecilia
125	F. Velázquez y G. de México
140	Valle Verde
150	Planta de Basura
153	San Bernabé I
154	San Bernabé II
155	San Bernabé III
168	Topo Chico No. 3
169	Topo Chico No. 4
170	Topo Chico No. 5
171	Topo Chico No. 9



PLANO No. 2 Localización de Pozos de Agua (S.A.D.M.) en la Zona de Estudio.

De este total de pozos, hay que restar 5 que ya no existen (Pozos No. 27, 28, 43, 154 y 168) (Tabla No. 3), quedando así 17. De éstos, 4 no están en funcionamiento pues se encuentran azolvados y/o contaminados (Tabla No. 4).

TABLA No. 3 Nombres de pozos clausurados.

No.	NOMBRE
27	Planta de Basura II
28	Pablo A. González
43	Bernardo Reyes
154	San Bernabe II
168	Topo Chico No. 3

TABLA No. 4 Pozos sin funcionar.

No.	NOMBRE
62	Soriana Lincoln
90	San Martín II
153	San Bernabé I
171	Topo Chico No. 9

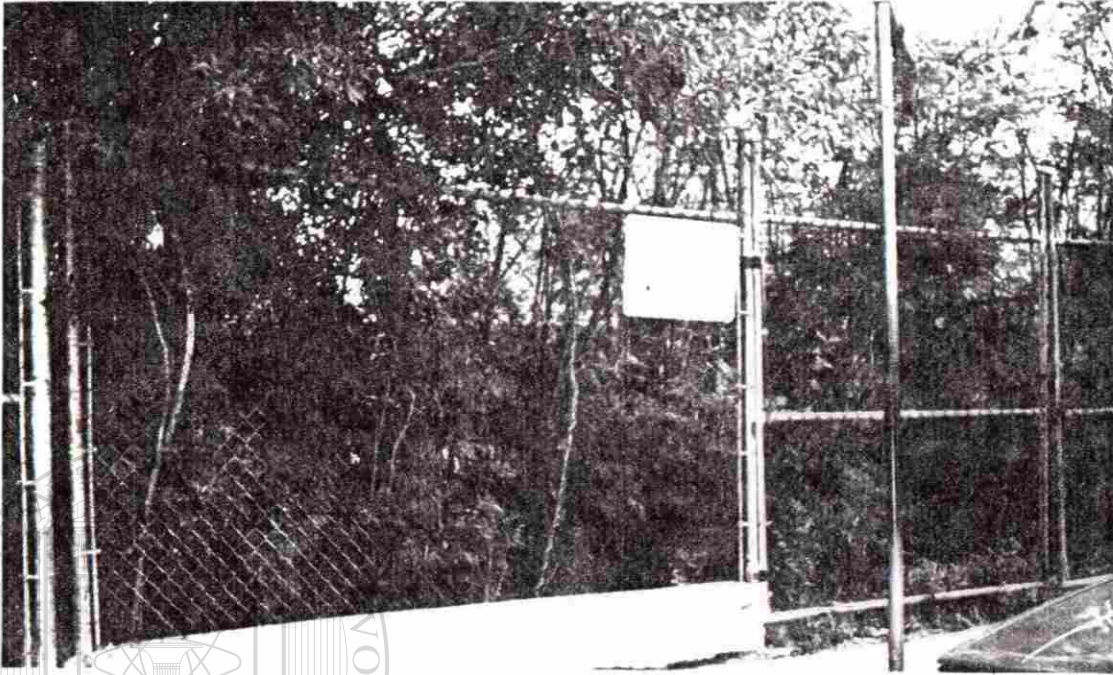
Por lo tanto, existen 13 pozos en funcionamiento (Tabla No. 5), solo que 2 de estos pozos no están trabajando actualmente debido a que presentan problemas de altas temperaturas (35-40°C), y son los Pozos No. 169 y 170. Finalmente, sólo se tomaron en cuenta 11 pozos.

TABLA No. 5 Pozos en funcionamiento.

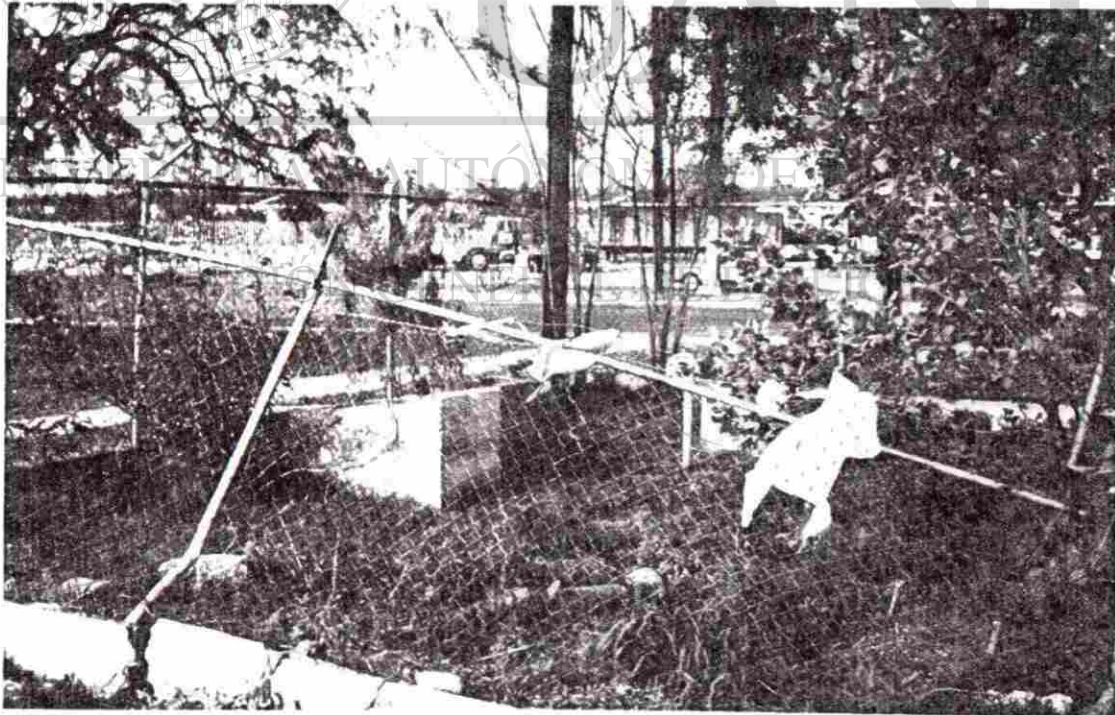
No.	NOMBRE
22	Granja Sanitaria I
23	Valle Morelos
24	Nueva Morelos
26	Central Escuela
30	Villa Mitras
63	San Martín I
69	Granja Sanitaria II
124	Santa Cecilia
125	F. Velázquez y G. de México
140	Valle Verde
155	San Bernabé III
169	Topo Chico No. 4
170	Topo Chico No. 5

La Tabla No. 5 indica los pozos que se encontraban en funcionamiento; los dos últimos (Pozos No. 169 y 170) presentaban problemas de altas temperaturas (35-40° C), razón por la cual no estaban trabajando. De esta manera, eran 11 los pozos que se encontraban funcionando en el área de estudio; todos ellos presentaban su tanque dosificador de cloro.

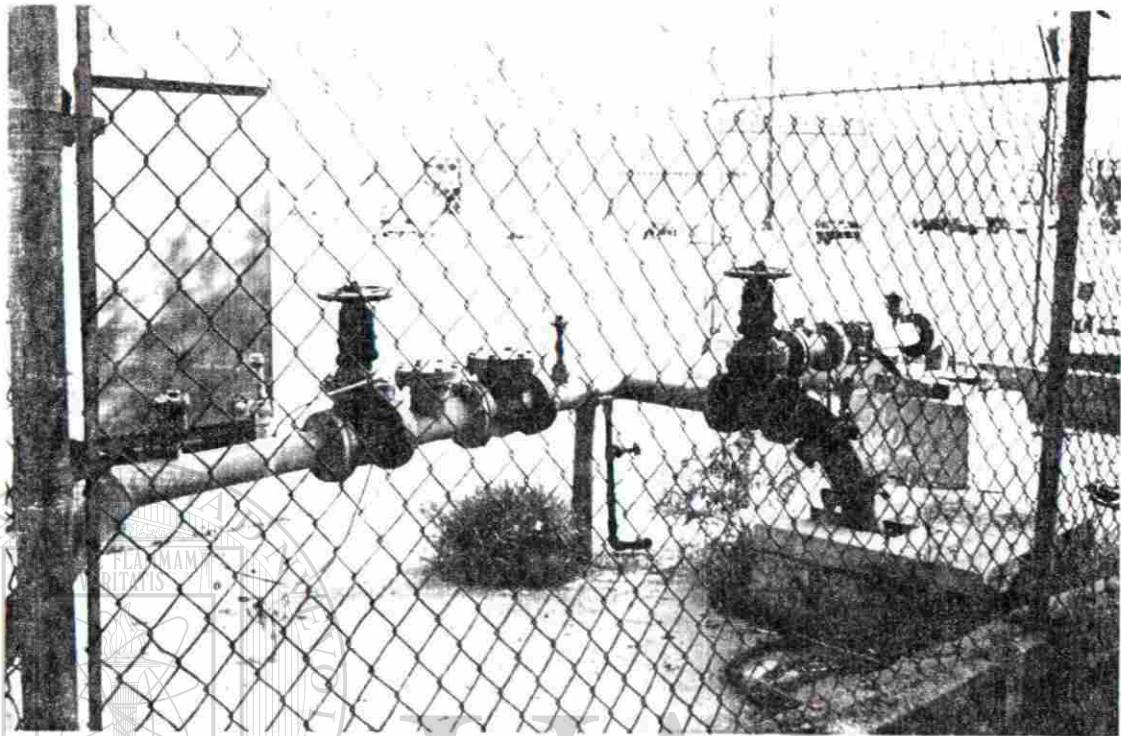
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Pozo No. 28 Pablo A. González



Pozo No. 43 Bernardo Reyes



Pozo No. 62
Soriana Lincoln

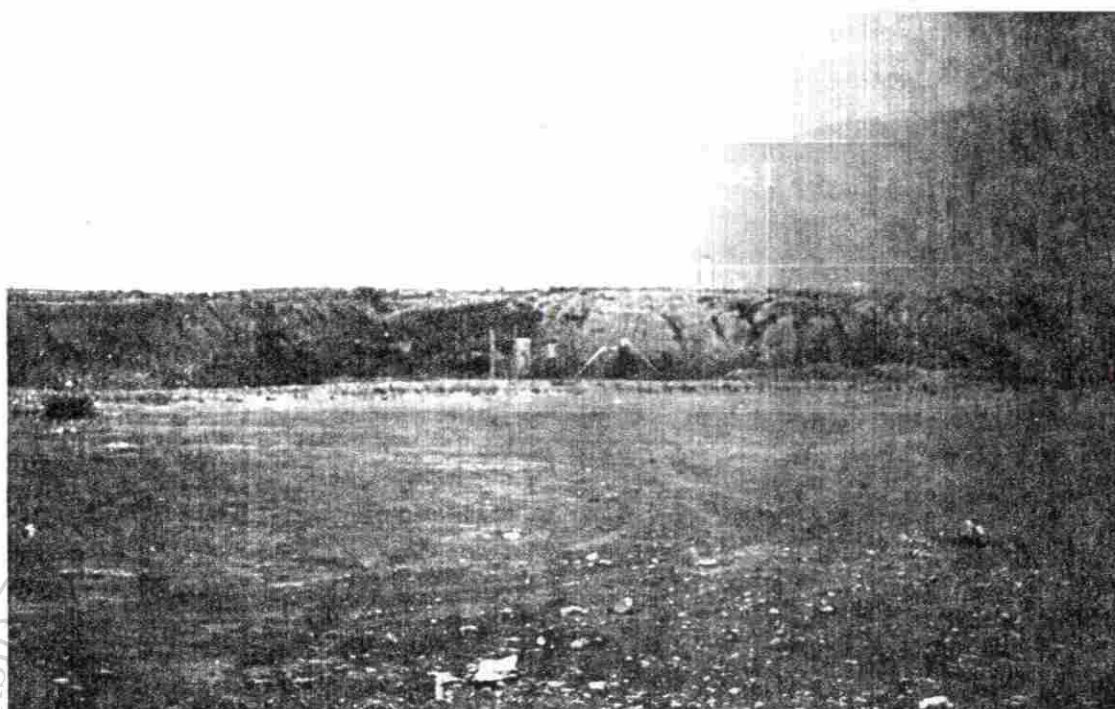


Pozo No. 90
San Martín II

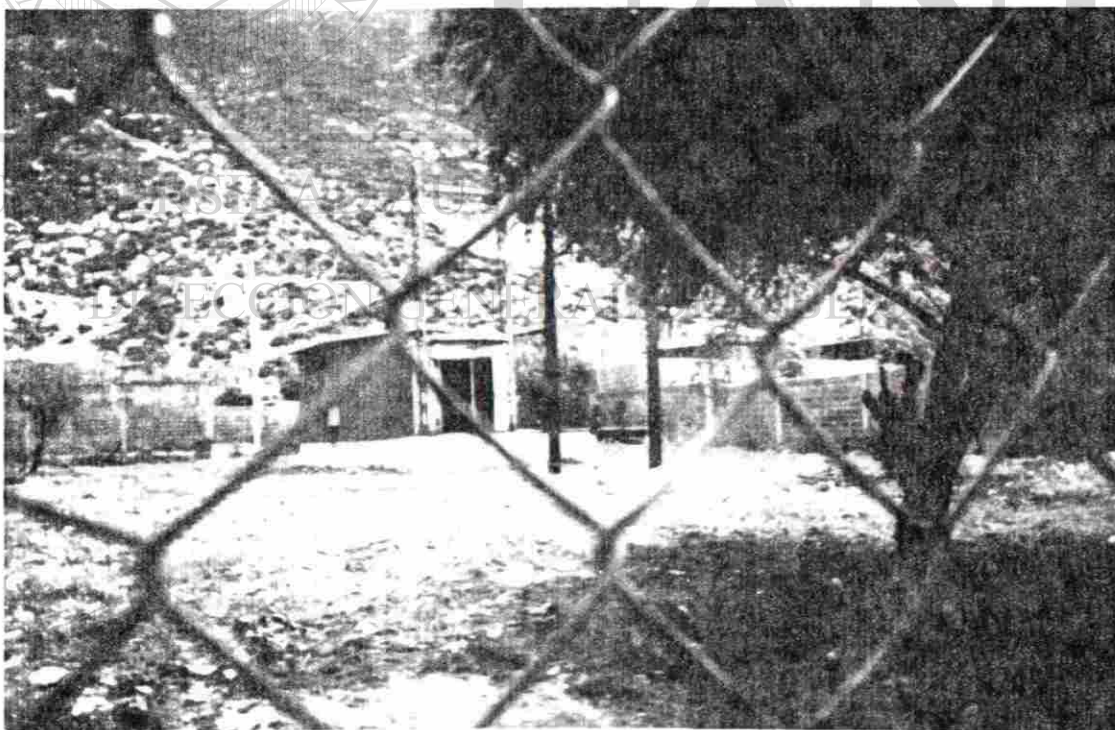


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES





Pozo No. 153 San Bernabé I



Pozo No. 171 Topo Chico No. 9

Las fotografías anteriores muestran las condiciones en las que se encontraban algunos de los pozos ubicados en la zona de estudio.

El área en la que se ubicaban los Pozos No. 28 y 43 (que ya no existen) luce abandonada, sobre todo la segunda, ya que una parte de la malla protectora de esta última se encuentra caída y, asimismo, hay papeles en el área.

Las cuatro fotografías que le siguen muestran a los pozos que no se encontraban funcionando. El Pozo No. 62 presenta contaminación por gasolina. El Pozo No. 90 se observa totalmente abandonado y, de hecho, se encuentra ahí algo de basura.

El Pozo No. 153 (San Bernabé I) se ubica en lo que anteriormente era un relleno sanitario y que en la actualidad es el Parque San Bernabé; se encuentra rodeado de malla protectora y luce bien cuidado.

Por otra parte, el Pozo No. 171 (Topo Chico No. 9) luce oxidado. Se encuentra rodeado, por una parte, por barda de concreto y por otra, por malla protectora. Se puede observar que este pozo se encuentra en las faldas del cerro, el cual presenta fracturas que pudieran dar lugar a infiltraciones del agua al presentarse lluvias en el área. Este pozo se localiza en un área mucho mayor que el pozo anterior (No. 153).

Veamos a continuación los valores máximos permitidos de nitritos y nitratos en agua potable así como los resultados del análisis del agua de estos pozos.

Los Límites Máximos Permitidos para Agua Potable en cuanto a Nitritos y Nitratos, según las Normas Técnicas Ecológicas y el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios (1988), son los siguientes:

NITRITOS (como N)	0.05 ppm (mg/l)
NITRATOS (como N)	5.0 ppm (mg/l)

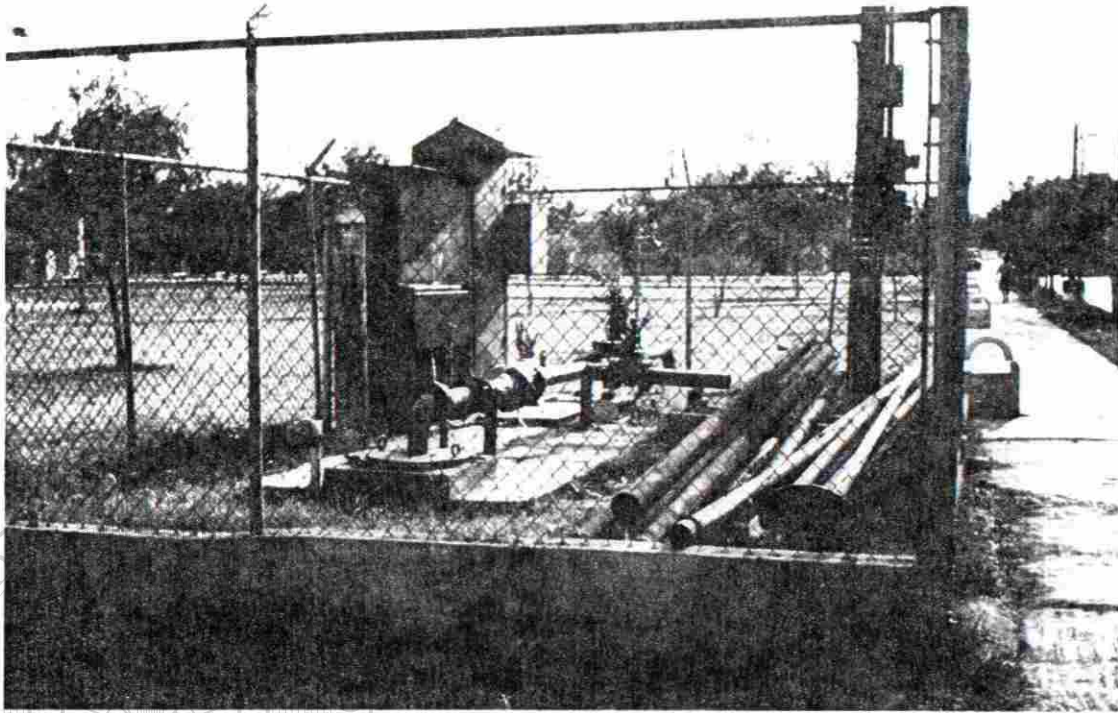
Los análisis realizados al agua de los 11 pozos en funcionamiento revelaron valores de nitrato mayores al máximo permitido para agua potable, que es de 5 ppm de NO_3 (como N), con excepción del Pozo No. 69 que presentó 3 ppm. El contenido de nitrito estuvo dentro de lo permitido, que es de 0.05 ppm de NO_2 (como N) como máximo. Los resultados se muestran en la Tabla No. 6.

TABLA No. 6 Análisis de laboratorio (1993).

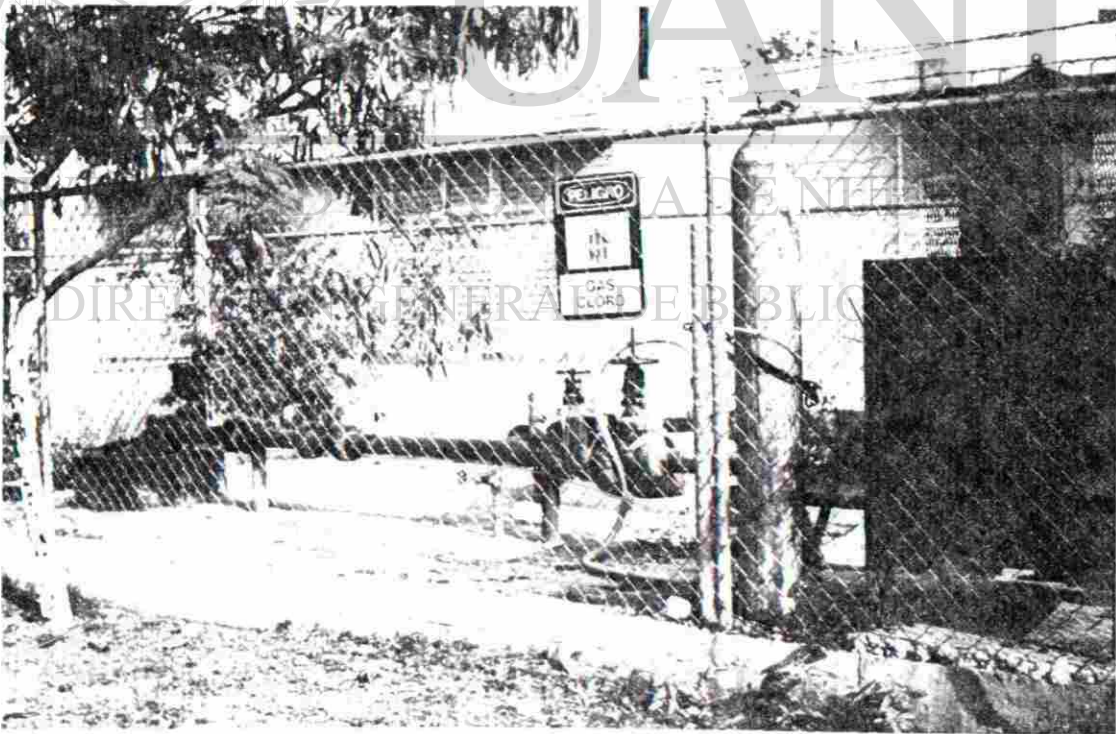
No.	NOMBRE	MES	NO ₂ (como N) ppm	NO ₃ (como N) ppm
22	Granja Sanitaria I	Mayo	< 0.01	19
23	Valle Morelos	Febrero	< 0.01	19
24	Nueva Morelos	Febrero	< 0.01	13
		Mayo	< 0.01	10
26	Central Escuela	Mayo	< 0.01	15
30	Villa Mitras	Enero	< 0.01	12
		Marzo	< 0.01	11
63	San Martín I	Febrero	< 0.01	17
		Mayo	< 0.01	19
69	Granja Sanitaria II	Febrero	< 0.01	3
124	Santa Cecilia	Marzo	< 0.01	13
125	F. Velázquez y G. de México	Febrero	< 0.01	9
		Mayo	< 0.01	10
140	Valle Verde	Marzo	< 0.01	12
155	San Bernabe III	Marzo	< 0.01	13

Casi todos los pozos presentaron el doble o más del límite máximo permitido para nitratos, según la Norma Mexicana. Solamente el Pozo No. 69 (Granja Sanitaria II) estuvo por debajo del valor máximo permitido.

Como se mencionó anteriormente, los Pozos No. 169 y 170 no se encontraban trabajando debido a que presentaban altas temperaturas. Sin embargo, se obtuvieron los registros de años anteriores en cuanto a contenido de nitratos y nitritos, las Tablas No. 7 y 8 los muestran.



Pozo No. 23 Valle Morelos



Pozo No. 24 Nueva Morelos



Pozo No. 26 Central Escuela



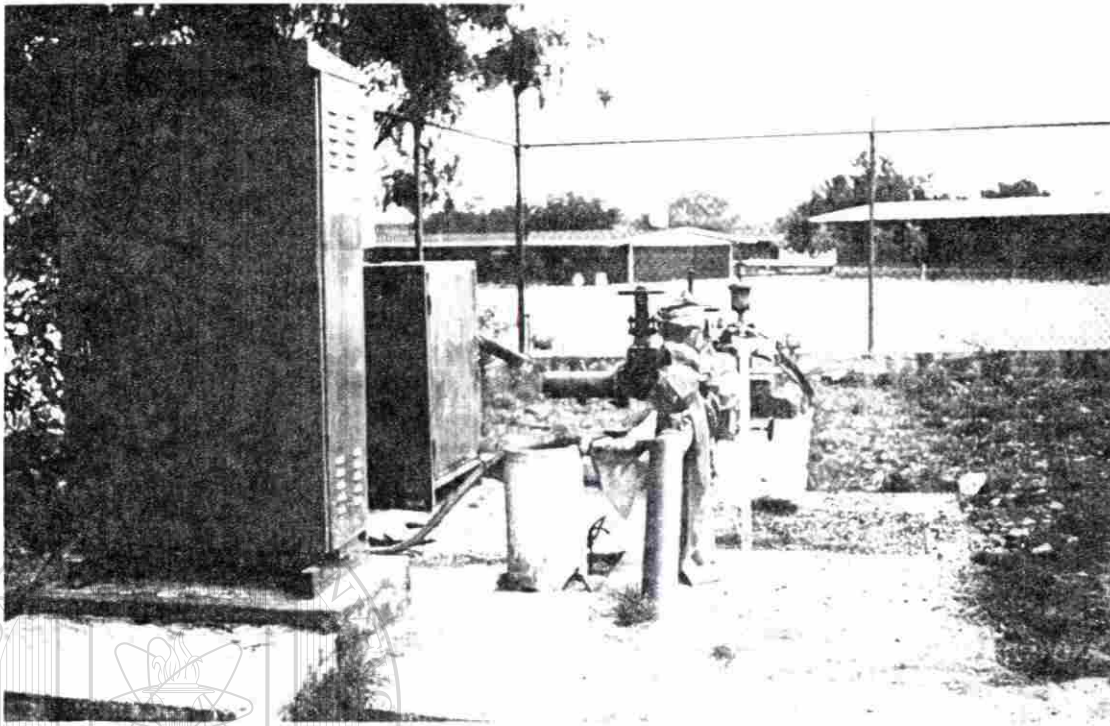
Pozo No. 30 Villa Mitras



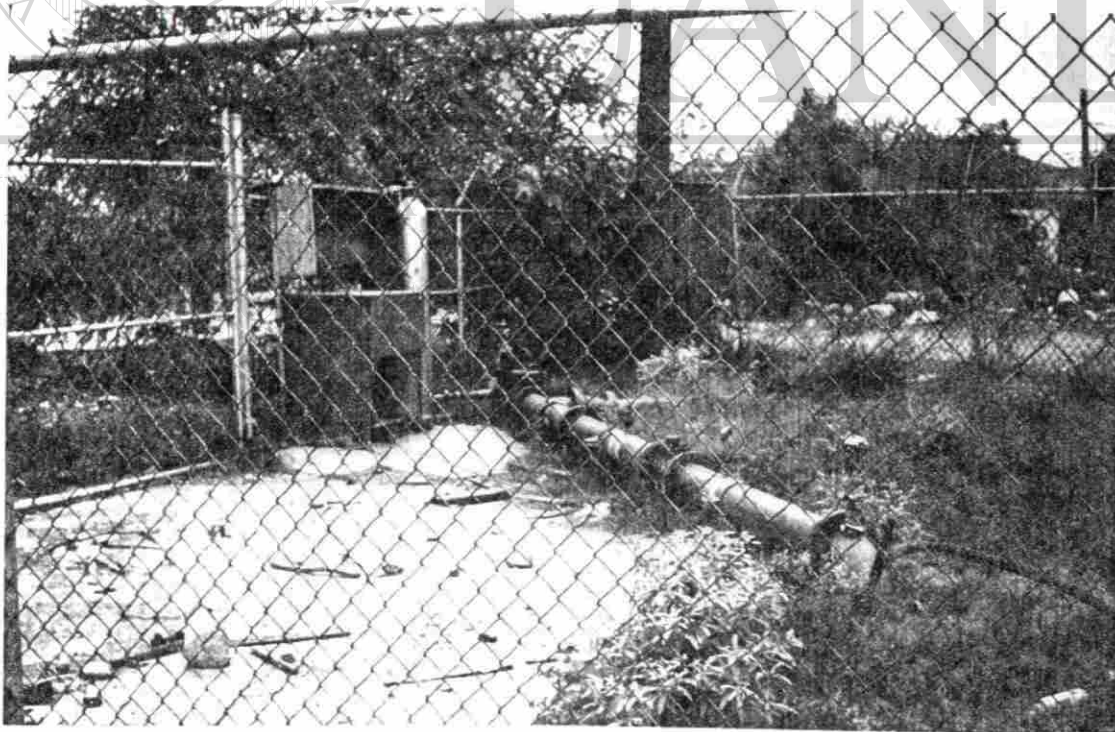
Pozo No. 22 Granja Sanitaria I



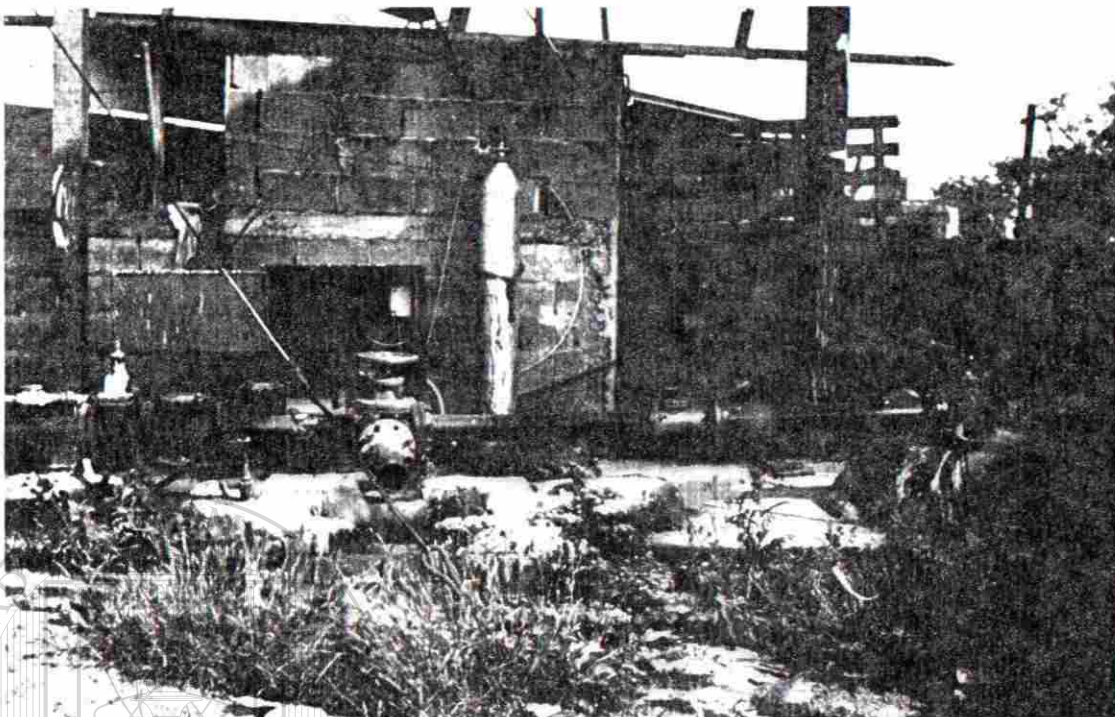
Pozo No. 69 Granja Sanitaria II



Pozo No. 63 San Martín I



Pozo No. 124 Santa Cecilia



Pozo No. 125 Fidel Velázquez y Golfo de México



Pozo No. 140 Valle Verde

Las fotografías anteriores muestran a diez de los pozos que se encontraban en funcionamiento. En general, se observa que están en buenas condiciones; si acaso, algunos presentan un poco de hierba a su alrededor (Pozos No. 22, 23, 69 y 124), restos de tubería (Pozo No. 23), o bien, piedras y trozos de madera (Pozo No. 124). Todos estos pozos están debidamente cercados y con candado, y poseen su tanque dosificador de cloro.

Algunos pozos presentan un brocal de buena altura, mientras que otros lo tienen un poco bajo (Pozos No. 22, 30 y 124), lo cual podría ser desfavorable cuando se presentan las lluvias y estas estructuras puedan verse inundadas. Esta situación puede ocasionar la infiltración del agua (si no está bien sellado el pozo) a través del cabezal, agua que a su vez arrastra tierra y o restos de desechos, contaminando así al pozo.

Un aspecto muy importante que hay que tomar en cuenta al construir un pozo, es que el ademe debe terminar por encima del terreno, y la superficie de éste, debe conformarse de tal modo, que las aguas que escurren se alejen del pozo en todas direcciones. Esto no se aprecia en el Pozo No. 124 (Santa Cecilia), cuyo ademe se observa al ras del terreno, lo cual puede provocar infiltraciones de agua desde la superficie hacia el pozo.

Por otro lado, algunos pozos se ubican en las faldas del cerro (Pozos No. 169 y 171), en terrenos que presentan fracturas y, a través de estas, pudieran existir infiltraciones de agua hacia el pozo. Además, estos pozos (No. 169, 170 y 171) se localizan en áreas cercanas a lo que anteriormente eran rellenos sanitarios, y la infiltración de agua a través de estos rellenos podría llegar al pozo y contaminarlo.

A continuación se presentan las Tablas No. 7 y 8, en las cuales se muestran los valores de nitratos y nitritos encontrados en los Pozos No. 169 y 170, respectivamente.

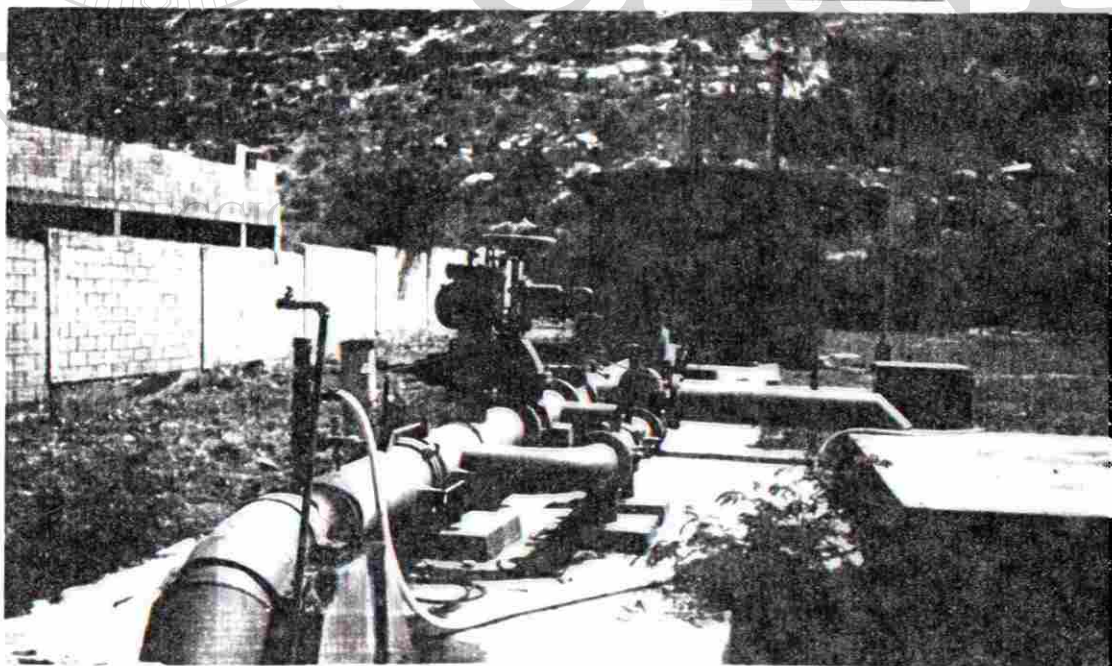
Se puede observar un aumento en la concentración de nitratos a través del tiempo, y estos datos indican que existe contaminación por estos compuestos y que dicha contaminación no es reciente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA No. 7 Pozo No. 169, Topo Chico No. 4

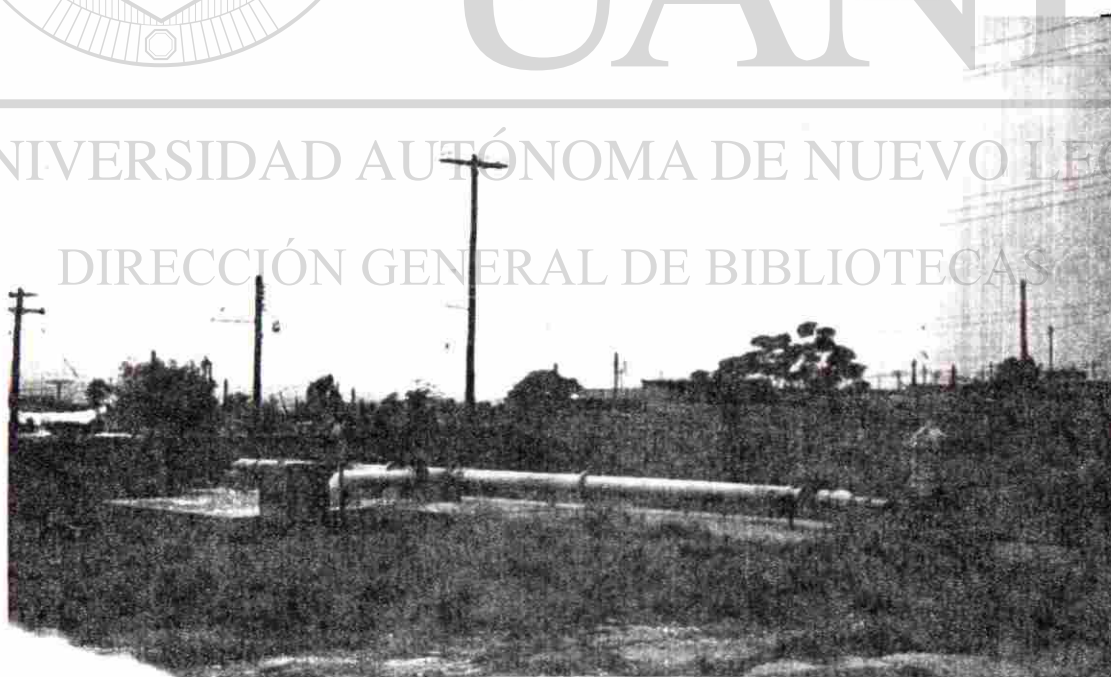
AÑO	MES	NO ₂ (como N) ppm	NO ₃ (como N) ppm
1992	Mayo	< 0.01	1
	Febrero	< 0.01	6
1991	Agosto	< 0.01	8
	Junio	< 0.01	7
1990	Septiembre	0.02	5
	Mayo	< 0.01	2
1989	Octubre	0.02	2
	Febrero	0.06	4
1988	Mayo	< 0.05	4
		0.0	4
		0.0	0.0
1987	Junio	< 0.01	5
		0.19	0.02
1974		0.08	0.0



POZO No. 169 Topo Chico No. 4

TABLA No. 8 Pozo No. 170, Topo Chico No. 5.

AÑO	MES	NO ₂ (como N) ppm	NO ₃ (como N) ppm
1992	Marzo	< 0.01	10
1991	Junio	0.04	4
1990	Septiembre	< 0.01	3
	Mayo	< 0.01	1
1989	Octubre	0.07	3
	Febrero	0.07	2
1988	Mayo	< 0.05	3
		0.0	1.3
		0.0	0.90
1987	Junio	< 0.01	5
		0.0	0.53
1977		0.19	0.02
1974		0.0	0.0



1020090973

POZO No. 170 Topo Chico No. 5

Asimismo, se tienen los datos de años anteriores de otros pozos del área, los cuales presentan altos valores de nitratos (Tablas No. 9, 10 y 11). Se observan altas concentraciones de nitratos en estos pozos; esto indica que existe contaminación por estos compuestos y que dicha contaminación no es reciente, ya que, de ser así, se encontrarían altas concentraciones de nitritos en el agua de estos pozos.

TABLA No. 9 Pozo Somero Granja Sanitaria

AÑO	MES	NO ₂ (como N) ppm	NO ₃ (como N) ppm
1992	Mayo	< 0.01	19
	Febrero	< 0.01	11
1991	Octubre	< 0.01	11
	Agosto	< 0.01	26
	Junio	< 0.01	11
1990	Mayo	0.01	15
1989	Octubre	0.19	6
	Febrero	0.21	33
1988	Julio	< 0.01	5

TABLA No. 10 Pozo Somero San Martín

AÑO	MES	NO ₂ (como N) ppm	NO ₃ (como N) ppm
1992	Mayo	< 0.01	2
	Febrero	< 0.01	12
1991	Octubre	< 0.01	24
	Agosto	< 0.01	14
	Junio	0.02	18
1987	Junio	< 0.01	22

Al parecer, estos datos corresponden a los Pozos No. 22 (Granja Sanitaria I) y No. 69 (San Martín I), respectivamente.

TABLA No. 11 Pozo No. 155, San Bernabé III

AÑO	MES	NO ₂ (como N) ppm	NO ₃ (como N) ppm
1992	Mayo	< 0.01	8
	Febrero	< 0.01	2
1991	Junio	< 0.01	12
1990	Agosto	0.01	11
	Julio	< 0.01	10
	Enero	< 0.01	18
1989	Noviembre	< 0.01	9
	Julio	0.19	10
1988	Agosto	< 0.01	0.4
1987	Junio	< 0.01	7



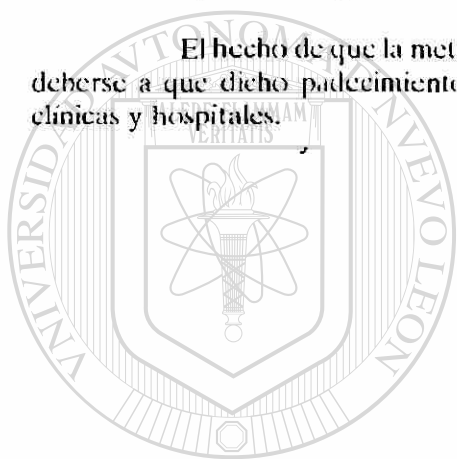
POZO No. 155 San Bernabé III

METAHEMOGLOBINEMIA

En Nuevo León, la Sub-Secretaría de Salud no reporta casos de metahemoglobinemia infantil, ni como causa de defunción ni como enfermedad; quizá esto último se deba a que se confunde con otros padecimientos que presentan un cuadro clínico similar, o bien, porque esta enfermedad no se encuentra en las claves para diagnóstico que utilizan las clínicas y hospitales.

Sin embargo, si se presentan casos de esta enfermedad en el Hospital Universitario (aproximadamente 3 casos al año), aunque la metahemoglobinemia también se debe a medicamentos y/o alimentos. También se pudiera presentar esta enfermedad en adultos, pero debida a medicinas, anilinas u otras sustancias. En el caso de niños, es raro que éstos mueran, ya que existen varios tratamientos para dicho padecimiento [Dr. Oscar Torres, comunicación personal].

El hecho de que la metahemoglobinemia infantil no se reporte como enfermedad, pudiera deberse a que dicho padecimiento no se encuentra en las claves para diagnóstico que utilizan las clínicas y hospitales.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

MORTALIDAD POR TUMOR MALIGNO DE ESTOMAGO

De los 34 casos de defunción por Tumor Maligno de Estómago (T.M.E.) ocurridos en el área de estudio y sus alrededores de 1990 a 1992, 17 correspondían a mujeres y 17 a hombres. Seis de estos casos (1 hombre y 5 mujeres) ocurrieron cerca de la zona de estudio; sin embargo, no se tomaron en consideración por quedar fuera del área.

Por lo tanto, son un total de 28 casos de defunción por Tumor Maligno de Estómago en la zona de interés (Plano No. 3), y se ubican en un total de 22 colonias.

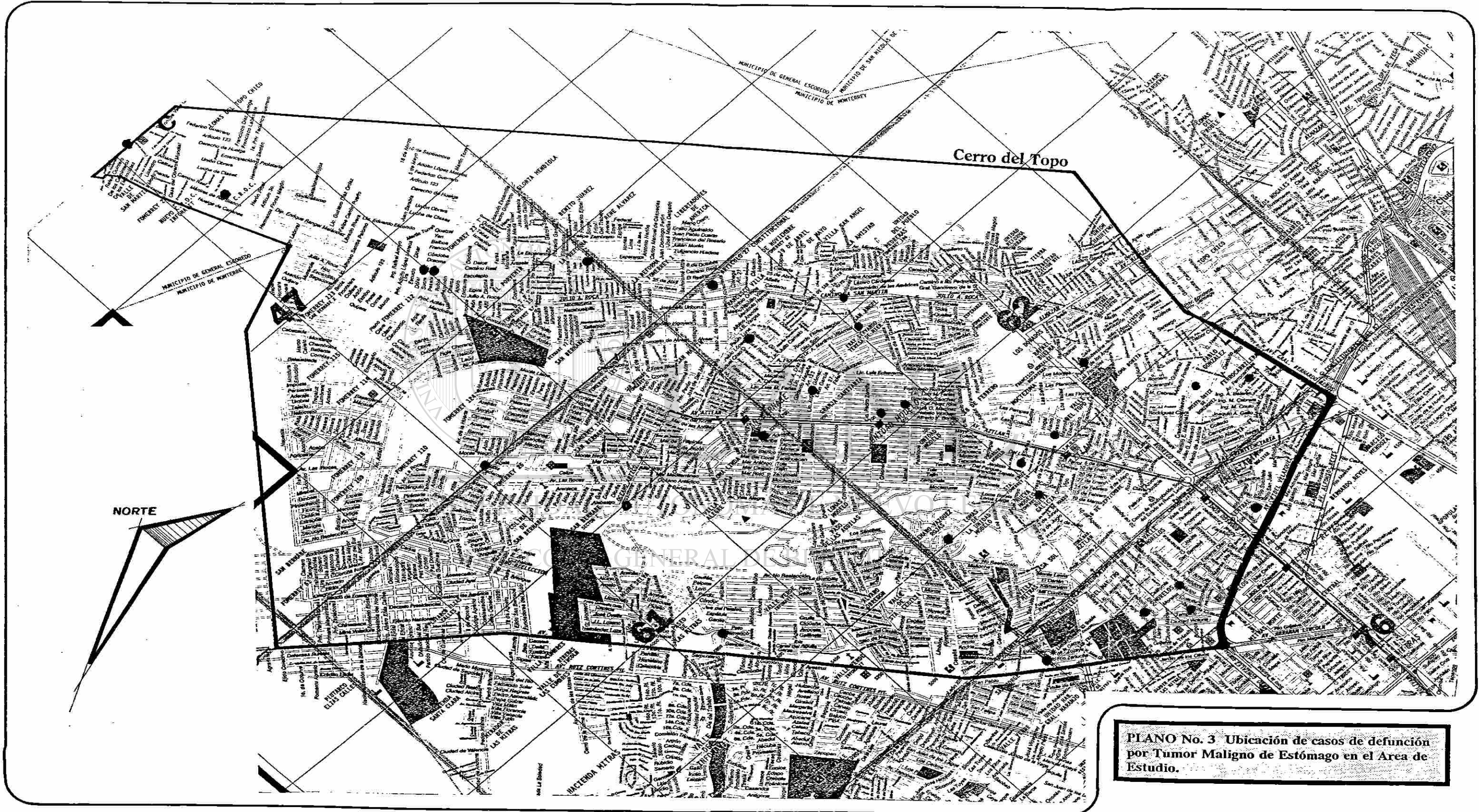
De estos 28 casos, 16 son hombres (57.14%) y 12 son mujeres (42.86%). La edad varía desde los 30 hasta los 95 años; el intervalo aproximado entre el comienzo de la enfermedad y la muerte fue variable, desde los 29 días hasta los 4 años; 6 de las personas fallecidas presentaban diabetes como antecedente (4 hombres y 2 mujeres), es decir, el 21.42% del total, y esta enfermedad (diabetes) tuvo una duración que varió desde 1 mes hasta 10 años. La Tabla No. 12 muestra el total de casos, por año, desde 1990 hasta 1992.

TABLA No. 12 Defunciones por Tumor Maligno de Estómago en el área de estudio (1990-1992).

	1990	1991	1992	TOTAL
HOMBRES	2	8	6	16
MUJERES	4	4	4	12
TOTAL	6	12	10	28

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La Tabla No. 13 muestra las colonias en las que se presentaron los casos de defunción por Tumor Maligno de Estómago y el número de casos en cada una de ellas. La Tabla No. 14 nos proporciona una información más completa de las personas fallecidas por este padecimiento.



Cerro del Topo

NORTE

PLANO No. 3 Ubicación de casos de defunción por Tumor Maligno de Estómago en el Area de Estudio.

TABLA No. 13 Mortalidad por Tumor Maligno de Estómago por colonias (1990-1992).

COLONIA	DEFUNCIONES
Artículo 27 Constitucional	1
Aztlán	1
Bernardo Reyes	1
C.N.O.P.	1
C.R.O.C.	1
Ferrocarrilera	1
Fomerrey 1	1
Fomerrey 8	1
Fomerrey 23	2
Fomerrey 35	1
Francisco Villa	1
Genaro Vázquez Rojas	1
Granja Sanitaria	5
Loma Linda	1
Moctezuma	1
Morelos	2
Nueva Morelos	1
Pablo González	1
San Bernabé	1
Villa Alegre	1
Villa Mitras	1
Valle Verde	1

TABLA No. 14 Información sobre las personas fallecidas por Tumor Maligno de Estómago en el área de estudio (1990-1992)

CLAVE	AÑO	SEXO	EDAD AÑOS	DURACION ENFERMEDAD	COLONIA
1	1991	M	30	1 mes	Aztlán
2	1991	M	34	4 meses	Granja Sanitaria
3	1992	F	44	- - - -	Granja Sanitaria
4	1990	M	45	30 días	Fomerrey 35
5	1991	M	48	1 año	Granja Sanitaria
6	1992	F	50	2 meses	Fomerrey 8
7	1991	M	52	7 meses	Loma Linda
8	1992	M	54	2 años	Ferrocarrilera
9	1991	F	56	1 año	Morelos
10	1991	M	56	2 meses	Fomerrey 1
11	1992	M	56	- - - -	Pablo González
12	1992	F	56	- - - -	Francisco Villa
13	1990	F	56	- -	Fomerrey 23
14	1990	F	61	3 meses	Granja Sanitaria
15	1990	F	64	Varios meses	Valle Verde
16	1991	F	64	18 meses	San Bernabé
17	1991	M	69	18 meses	Moctezuma
18	1992	M	71	8 meses	Fomerrey 23
19	1992	M	72	1 año	Artículo 27 Constitucional
20	1992	M	72	2 años	C.N.O.P.
21	1990	M	75	8 meses	Genaro Vázquez Rojas
22	1992	F	80	- - - -	C.R.O.C
23	1991	M	82	29 días	Villa Mitras
24	1991	M	85	3 meses	Bernardo Reyes
25	1992	M	85	1 mes	Nueva Morelos
26	1991	F	90	- - - -	Granja Sanitaria
27	1991	F	90	6 meses	Morelos
28	1990	F	95	- - - -	Villa Alegre

Durante el período 1990-1992 se presentaron en el Estado de Nuevo León un total de 423 defunciones por Tumor Maligno de Estómago (Tabla No. 15); mientras que en la Jurisdicción No. 1, en este mismo período, el total de fallecimientos por esta causa fue de 94 (Tabla No. 16), es decir, el 22.2%.

TABLA No. 15 Mortalidad por Tumor Maligno de Estómago en el total de las Jurisdicciones.

AÑO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
1990	81 (53.29%)	71 (46.71%)	152
1991	90 (56.60%)	69 (43.40%)	159
1992	58 (51.79%)	54 (48.21%)	112
TOTAL	229 (54.14%)	194 (45.86%)	423

TABLA No. 16 Mortalidad por Tumor Maligno de Estómago en la Jurisdicción No. 1.

AÑO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
1990	17 (45.95%)	20 (54.05%)	37
1991	16 (59.26%)	11 (40.74%)	27
1992	17 (56.67%)	13 (43.33%)	30
TOTAL	50 (53.19%)	44 (46.81%)	94

Las Tablas No. 17 y 18 presentan una información más detallada de los casos de defunción por Tumor Maligno de Estómago, tanto en Nuevo León como en la Jurisdicción No. 1.

**TABLA No. 17 Defunciones en Nuevo Leon
por Tumor Maligno de Estómago.**

AÑO	JURISDICCION 1		JURISDICCIONES 2 AL 8		TOTAL
	H	M	H	M	
1990	17	20	64	51	
	37 (24.34%)		115 (75.66%)		152
1991	16	11	74	58	
	27 (16.98%)		132 (83.02%)		159
1992	17	13	41	41	
	30 (26.79%)		82 (73.21%)		112
TOTAL	94		329		423

**TABLA No. 18 Defunciones por Tumor Maligno de
Estómago en la Jurisdicción No. 1.**

AÑO	ZONA DE ESTUDIO		FUERA DEL AREA DE ESTUDIO		TOTAL
	H	M	H	M	
1990	1	5	16	15	
	6 (16.22%)		31 (83.78%)		37
1991	8	4	8	7	
	12 (44.44%)		15 (55.56%)		27
1992	6	4	11	9	
	10 (33.33%)		20 (66.67%)		30
TOTAL	28		66		94

JURISDICCION No. 1		ZONA DE ESTUDIO	FUERA DE LA ZONA DE ESTUDIO	TOTAL
AREA APROXIMADA	Has	2,812	6,756	9,574
	%	29.4 %	70.6%	100%

DISCUSION

Los terrenos en los cuales se ubicaban los pozos que ya no existen (indicados en la Tabla No. 3) se encuentran abandonados; se observan restos de tubería, hierba y arbustos, así como basura (Pozos No. 28 y 43); o bien, simplemente ya no existe ningún rastro de dichos pozos (No. 27, 154 y 168).

En cuanto a los cuatro pozos sin funcionar (Tabla No. 4), 2 de ellos conservan su tubería, aparentemente, en buenas condiciones (Pozos No. 62 y 153); y los otros 2 presentan una tubería oxidada y/o abandonada (Pozos No. 90 y 171).

Los pozos que se encuentran en funcionamiento (Tabla No. 5) se encuentran, relativamente, en buenas condiciones; en algunos de los pozos se puede apreciar hierba, piedras, tablas y/o tubos en los alrededores, y algunos de ellos presentan el tanque dosificador de cloro un poco oxidado.

Los resultados obtenidos de los análisis del agua muestran valores altos de nitrato (Tabla No. 6). Esto significa que el agua de estos pozos presenta contaminación por nitratos y que esta contaminación no es reciente, sino que ya tiene cierto tiempo. De ser reciente, la contaminación sería por nitritos, y éstos presentan menos de 0.01 ppm en todos los pozos analizados, valor mucho menor al máximo permitido que es de 0.05 ppm de NO_2 (como N).

Es muy probable que esta contaminación por nitratos se deba a los lixiviados producidos por los tiraderos de basura ahí localizados.

El Pozo No. 169 (Tabla No. 7) presenta valores ligeramente arriba de los máximos permitidos, observándose en Mayo de 1992 menos de 0.01 ppm de NO_2 (como N) y 1 ppm de NO_3 (como N), valores que están dentro de la norma permitida para agua potable.

El Pozo No. 170 (Tabla No. 8) presentó en Marzo de 1992 los siguientes valores: < 0.01 ppm de NO_2 (como N) y 10 ppm de NO_3 (como N); es decir, los nitratos están en el límite máximo permitido por las Normas Internacionales, pero exceden las Normas Mexicanas que consideran como máximo 5 ppm.

Los dos pozos antes mencionados presentan un incremento gradual de nitratos en el tiempo, es decir, que la contaminación por este compuesto no es reciente. Esto quizá pueda deberse a los lixiviados producidos por la basura de los tiraderos que ahí se localizan.

En las Tablas 9, 10 y 11 se observa que la concentración de nitratos en el agua de estos pozos sobrepasa el límite permitido. En el Pozo Somero Granja Sanitaria y el Pozo No. 155 (San Bernabé III) se observa que en 1989 hay exceso de nitritos así como de nitratos, y desde entonces va en aumento el contenido de este último.

Cabe mencionar que la contaminación por nitratos en el agua de los pozos del área estudiada, no sólo podría deberse a los lixiviados producidos en las áreas de antiguos rellenos sanitarios; también podría ser que agua contaminada, proveniente de drenaje o escurrimiento

superficial, se desplace hacia abajo y a través de los espacios vacíos existentes alrededor del exterior del ademe, es decir, que el pozo no se encuentre debidamente sellado.

En lo que se refiere a la Metahemoglobinemia Infantil, la Sub-Secretaría de Salud no la tiene reportada ni como causa de defunción ni como enfermedad. Esto quizá se deba a que no se encuentra en las claves de diagnóstico de enfermedades, o bien, a que se confunde con otros padecimientos.

En cuanto a las defunciones por Tumor Maligno de Estómago, la mayoría de ellas se presentaron en personas de 50 años y más (Tabla No. 14), lo cual coincide con lo reportado en la literatura que menciona que la frecuencia de carcinoma gástrico es máxima entre los 50 y los 80 años de edad [Avery *et al.*, 1971; Villalobos, 1982].

El cáncer de estómago es más frecuente en el hombre que en la mujer, lo cual coincide con el total de casos ubicados en el área de estudio (Tabla No. 12), así como en el total de las Jurisdicciones (Tabla No. 15).

Observamos que gran parte de las defunciones por Tumor Maligno de Estómago se presentaron en áreas cercanas a los pozos, los cuales presentan altas concentraciones de nitratos en su agua.

Sin embargo, hay que tomar en cuenta que los pozos se conectan directamente a la red de distribución de agua, y el contenido de nitrato puede verse significativamente disminuido por el efecto de dilución.

Por otro lado, y debido a las cimentaciones de las casas sobre desechos, se pueden presentar asentamientos de las estructuras así como roturas en las tuberías de agua potable y alcantarillado, contaminándose así el agua de la red de distribución e influyendo en la salud de los consumidores.

Además, la ingestión de nitrato no sólo es vía agua potable sino también a través de los alimentos, especialmente los embutidos y ciertas verduras.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existen altas concentraciones de nitratos en el agua subterránea del sector noroeste del Área Metropolitana de Monterrey, es decir, exceden el límite máximo permitido de nitrato en agua potable, según la Norma Mexicana.

La ingestión de agua de estos pozos con tal contenido de nitratos puede estar relacionada con los casos de cáncer de estómago. Sin embargo, no se puede afirmar que las defunciones ocurridas en la zona de estudio por Tumor Maligno de Estómago se deban al agua ingerida, ya que existen otros factores que se deben tomar en cuenta.

Por lo cual se recomienda realizar estudios epidemiológicos sobre cáncer de estómago, tomando muy en cuenta la dieta (agua y alimentos) así como el estado físico de las personas.

También sería de gran importancia realizar estudios epidemiológicos en niños sobre la metahemoglobinemia u otras enfermedades similares, especialmente en niños menores de 3 meses, los cuales son más susceptibles a estas enfermedades.

Es importante revisar las instalaciones de los pozos y verificar que estos se encuentren bien sellados, es decir, que no queden alrededor de éstas aberturas que pudieran permitir el acceso vertical de agua superficial y agua subterránea contaminada o indeseable.

Se sugiere analizar periódicamente el agua de las tomas intradomiciliarias para conocer su contenido de nitratos y nitritos, así como revisar las instalaciones de agua potable y alcantarillado para evitar las fugas debidas a la rotura de las tuberías.

Asimismo, se recomienda realizar estudios en un área más extensa para determinar las concentraciones por nitratos y/o nitritos en agua y la relación de éstos con la salud de los consumidores.

Antes de realizar esto último, dichos estudios debieran realizarse en áreas pequeñas y con menor población, para tener un mejor control en la investigación.

Asimismo, se sugiere dar orientación a las personas, principalmente las amas de casa, con respecto a los nitratos en agua y alimentos y sus efectos tóxicos, para que tomen las medidas necesarias y así ingerir menores cantidades de estos compuestos.

LITERATURA CONSULTADA

- ◆ Aceves G., V.R. 1978. El Agua, cuna y tumba de la humanidad. MEMORIA Primer Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Volumen I. Guadalajara, Jalisco. Diciembre 7, 8 y 9. pp. 1-14.
 - ◆ Acosta L., E.A. y M.T. Orta L. 1980. Calidad del agua en la cuenca del Valle de México. MEMORIA Segundo Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Vol. II. Monterrey, N.L. Diciembre 4, 5 y 6. pp. 669-688.
 - ◆ Adams, V.D. 1990. Water & Wastewater Examination Manual. Lewis Publishers, Inc. Michigan, U.S.A.
 - ◆ American Water Works Association (A.W.W.A.). 1971. Water Quality and Treatment. A Handbook of Public Water Supplies. Third Edition. McGraw-Hill. 654 p.
 - ◆ APHA, AWWA, WEF. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th. Edition. Edited by: Greenberg, A.E.; L.S. Clesverí & A.D. Eaton.
 - ◆ Armijo, R., R. Detels y A.H. Coulson. 1981. Epidemiología del cáncer gástrico en Chile. Bol. Of. Sanit. Panam. Washington, D.C. 91(4): 362-368.
 - ◆ Athié L., M. 1987. Calidad y Cantidad del Agua en México. Colección Medio Ambiente. Tema 3. Fundación Universo Veintiuno, A.C. México.
 - ◆ Avery, E.J.; J.W.P. Gummer y J.E. Lennard Jones. 1971. Gastroenterología Clínica. Segunda Edición. Nueva Editorial Interamericana. México.
-
- ◆ Ayala G.,P. et al. 1991. Cáncer gástrico: experiencia de 7 años de un Hospital Universitario. MEMORIA IX Encuentro de Investigación Biomédica. Fac. de Medicina, U.A.N.L. 21 al 25 de Octubre. p. 287.
 - ◆ Bartkyavichyute, R.I. & E.S. Chapkyavichene. 1991. Estimation of nitrates in drinking water and vegetable products in some regions of Lithuania. Voprosy-Pitaniya. No. 2: 68-72.
 - ◆ Becerril A., J.P. 1990. Presencia de nitrógeno en pozos cercanos a un tiradero de basura. MEMORIA VII Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Oaxaca, Oax. 19 al 21 de Septiembre. pp. E-8 a E-13.
 - ◆ Bednar, C.M. & C. Kies. 1991. Inorganic contaminants in drinking water correlated with disease occurrence in Nebraska. Water Resources Bulletin. 27(4): 631-635.
 - ◆ Canter, L.W.; R.C. Knox & D.M. Fairchild. 1990. Ground Water. Quality Protection. Lewis Publishers, Inc.

- ◆ Castany, G. 1971. Tratado Práctico de las Aguas Subterráneas. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.
 - ◆ Comisión de Conurbación del Area Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. 1988. Plan Director de Desarrollo Urbano del Area Metropolitana de Monterrey 1988-2010. Grafo Print Editores, S.A.
 - ◆ Comisión Nacional del Agua. Gerencia Estatal en Nuevo León. Subgerencia de Administración del Agua. Residencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos. Estación Monterrey (CERA). Precipitaciones mensuales en mm. desde 1921 hasta 1989.
 - ◆ Comisión Nacional del Agua. Sub Dirección General de Administración del Agua. Residencia General de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos. Estación Topo Chico. Precipitaciones mensuales en mm. desde 1940 hasta 1989.
 - ◆ Comly, H.H. 1945. Cyanosis in infants caused by nitrates in well water. J. Am. Med. Assoc. 129: 112-116.
 - ◆ Craun, G.F. 1981. Disease outbreaks caused by drinking water. Journal WPCF. Vol. 53, No. 6.
 - ◆ Custodio, E.E. y M.R. Llamas. 1976. Hidrología Subterránea. Tomos I y II. Editorial Omega. Barcelona, España.
 - ◆ Davis, S.N. y R.J.M. De Wiest. 1971. Hidrogeología. Ediciones Ariel. Barcelona, España.
 - ◆ Deeb, B.S. & K.W. Sloan. 1975. Nitrates, Nitrites, and Health. Bulletin No. 750. Agricultural Experiment Station. Colleges of Agriculture and Veterinary Medicine. University of Illinois at Urbana Champaign.
-
- ◆ De Fernícola, N.A.G.G. & F.A. de Azevedo. 1981. Metemoglobinemia e Nitrato Nas Aguas. Rev. Saúde públ. S. Paulo. 15: 242-248.
 - ◆ De Fernícola, N.A.G.G. 1989. Metahemoglobinemia infantil causada por nitratos. Bol. Of. Sanit. Panamá. 106(1): 32-39.
 - ◆ Doull, J.; C.D. Klassen & M.O. Amdur. 1980. Cassarett and Doull's TOXICOLOGY The Basic Science of Poisons. Second Edition. Macmillan Publishing Co., Inc. New York, U.S.A.
 - ◆ Ebert S., F. 1990. Desarrollo y medio ambiente en México. Diagnóstico. Colección Medio Ambiente. Tema 9. Fundacion Universo Veintiuno, A.C. Mexico.
 - ◆ El Agua Subterránea y los Pozos. 1975. Johnson Division, UOP Inc. (Minnesota) E.U.A.
 - ◆ Elizondo S., A.G. 1980. Manual de Normas de Calidad para Agua Potable. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP).
 - ◆ Fassett, D.W. 1973. Nitrates and Nitrites. In: "Toxicants Occurring Naturally in Foods". Second Edition. National Academy of Sciences. Washington, D.C.

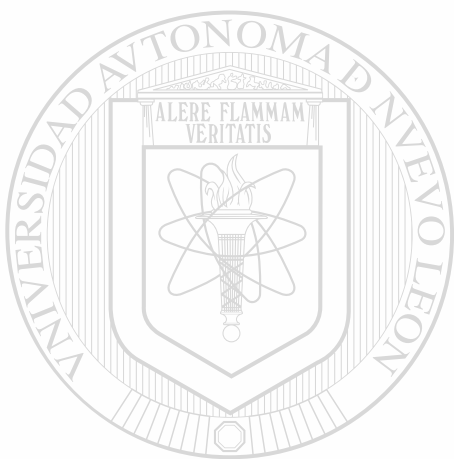
- ◆ Fernández V., G. 1990. Manual de Laboratorio de Química del Agua. D.F.P.F.I.
- ◆ Flaten, T.P. & B. Bolviken. 1991. Geographical associations between drinking water chemistry and the mortality and morbidity of cancer and some other diseases in Norway. Science of the Total Environment. 102. 75-100.
- ◆ Forsyth, A.A. 1968. Iniciación a la Toxicología Vegetal. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- ◆ Garza F., M.A. et al. 1992. Compendio de Métodos para Análisis del Agua. Publicación Técnica No. 5. Fac. de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. y Dirección General de Acuicultura, Secretaría de Pesca.
- ◆ Gillham, R.W & L.R. Webber. 1969. Nitrogen Contamination of Groundwater by Barnyard Lecheates. Journal WPCF. 41(10): 1752-1762
- ◆ Gilliam, J.W. 1991. Fertilizer nitrates not causing problems in North Carolina groundwater, Better Crops with Plant Food. 75(2): 6-8.
- ◆ Gómez G., C. y R.T. Martínez. 1993. Mortalidad por Tumores en Nuevo León. 1991. MEMORIA XI Encuentro de Investigación Biomedica. Fac. de Medicina, U.A.N.L. p. 105.
- ◆ Gouvea Da Silva, R. 1987. Las Aguas Subterráneas. Un Valioso Recurso que Requiere Protección. AGUA POTABLE. Vol. 3, No.37.
- ◆ inFORPALC Información sobre el Medio Ambiente en América Latina y el Caribe. 1988. Boletín de la Oficina Regional del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. pp. 5-6.
- ◆ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1990 a. Guías para la Interpretación de Cartografía-Geología. México.
- ◆ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1990 b. NUEVO LEÓN Resultados Definitivos. Datos por AGEFB Urbana. XI Censo General de Población y Vivienda.[®]
- ◆ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1991. XI Censo Nacional de Población y Vivienda. Aguascalientes, Ags. Mexico.
- ◆ Kleijans, J.C. et al. 1991. Nitrate contamination of drinking water: evaluation of genotoxic risk in human populations. Environ. Health Perspect. 94 P. pp. 189-193.
- ◆ Kross, B.C.; A.D. Ayebo & L.J. Fuertes. 1992. Methemoglobinemia: nitrate toxicity in rural America. Am. Fam. Physician. 46 (1): 183-188.
- ◆ Leclere, H.; P. Vincent & P. Vandevenne. 1991. Nitrates in the drinking water and cancer. Ann. Gastroenterol. Hepatol. (Paris). 27(7): 326-332
- ◆ Leyva R., R.; J. Mendoza B.; M.A. García B. y S.A. Gómez T. 1990. Eliminación de Nitratos de Solución Acuosa por Medio de Carbon Activado. MEMORIA VII Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Oaxaca, Oax. 19 al 21 de Septiembre. pp. C 79 a C 83.

- ◆ Loera G., R. 1988. En: "Curso Básico de Toxicología Ambiental". Albert, L.A. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Editorial LIMUSA, México.
 - ◆ Marienfeld, J.C. et al. 1980. Cancer mortality and public drinking water in St. Louis city and county. Journal AWWA. 72(11): 591-654.
 - ◆ McCann, W. 1991. Are nitrates overstated? World Water and Environmental Engineer. No. 9: 29-30, 32.
 - ◆ McJunkin, F.E. 1986. Agua y Salud Humana (O.P.S.). Editorial LIMUSA, México.
 - ◆ Muehlenberg, W. 1987. The nitrate problem. Ecological and hygienic aspects with special regard to conditions in Lower Saxony. Forum Staedte Hygiene. 38(5): 246-256.
 - ◆ Muñoz H., B.; R. Conde R. y J.J. Rincón L. 1991. Evaluación de Riesgos por Urbanización en Zonas Montañosas de Monterrey, N.L. Fac. de Ingeniería Civil, U.A.N.L.
 - ◆ Murillo M., M.A. 1986. Estudio Hidrogeoquímico del Área Metropolitana de Monterrey, N.L. Tesis de M.C. con Especialidad en Ingeniería en Salud Pública. Fac. de Ingeniería Civil, U.A.N.L.
 - ◆ Mussman, H.C. 1991. Water quality and nitrate in the US. an update. Fertilizer Focus. 8(8): 12-13.
 - ◆ Organización Mundial de la Salud (O.M.S.). 1968. Investigaciones sobre contaminación del medio. Informe de cinco grupos científicos de la O.M.S. Serie de Informes Técnicos No. 406. Ginebra, Suiza.
 - ◆ Organización Panamericana de la Salud (O.P.S.). 1980. Criterios de Salud Ambiental 5 - Nitratos, nitritos y compuestos de N-nitroso. Servicio de Publicaciones y Documentación de la OPS/OMS. Mexico, D.F.
-
- ◆ Pacheco A., J.G. y A. Cabrera S. 1990. Contaminación por Nitratos en Áreas Rurales del Estado de Yucatán. AGUA POTABLE. 5(69): 24-29.
 - ◆ Pacheco A., J.; A. Cabrera S.; J. Frías T. y J. Vázquez M. 1993. Impacto del uso de fertilizantes en la calidad del agua subterránea. MEMORIA IX Congreso Nacional, I Congreso Internacional del AIDIS de Norte-América y del Caribe. Mexico, D.F. 11-16 Octubre. pp. II-72 a II-77.
 - ◆ Pacheco A., J.G. y E. Vázquez B. 1992. Impacto de la Porcicultura en el Contenido de Nitratos del Agua Subterránea. MEMORIA VIII Congreso Nacional - Acciones para un Ambiente Limpio. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, A.C. Cocoyoc, Mor. México. 22-25 Septiembre. pp. Sección III.
 - ◆ Page, T.; R.H. Harris & S.S. Epstein. 1976. Drinking Water and Cancer Mortality in Louisiana. SCIENCE. 193: 55-57.
 - ◆ Rademacher, J.J.; T.B. Young & M.S. Kanarek. 1992. Gastric cancer mortality and nitrate levels in Wisconsin drinking water Arch. Environ. Health. 47(4): 292-294.

- ◆ R. Ayuntamiento 1989-1991 R. Ayuntamiento 1992-1994. San Nicolás de los Garza, N.L. Plan Parcial de Desarrollo Urbano. Marzo de 1992.
 - ◆ Safe Drinking Water Committee. 1977. Drinking Water and Health. The National Research Council.
 - ◆ Sanchez, V.; M. Castillejos y L. Rojas B. 1989. Población, recursos y medio ambiente en México. Colección Medio Ambiente. Tema 8. Fundación Universo Veintiuno, A.C. Mexico.
 - ◆ Santos V., S. y E. Pérez V. 1992. Nitratos en el Agua de Consumo de San Antonio X'Uch. Mérida, Yuc., Méx. Boletín Académico No. 19. Fac. de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. pp. 97-100.
 - ◆ Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). Subsecretaría de Ecología. Dirección General de Planeación y Control de la Contaminación Ambiental. 1988. Normas Técnicas Ecológicas. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
 - ◆ Secretaría de Recursos Hidráulicos Comisión Agua Potable Monterrey. 1967. Estudio Geohidrológico de Acuíferos Regionales en Calizas, Zona Monterrey. Tomo II: Anexos. CIEPS. Ingenieros Consultores y Proyectistas Mexico.
 - ◆ Secretaría de Recursos Hidráulicos Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Estudios. 1972. Estudio Geohidrológico del Estado de Nuevo León. Tomo V: Hidrología Subterránea. Ingeniería y Sistemas S.A. (Ingenieros Consultores).
 - ◆ Secretaría de Salubridad y Asistencia (S.S.A.). Diario Oficial del día 18 de Enero de 1988. Reglamento Federal de la Dirección de Ingeniería Sanitaria sobre Obras de Provisión de Agua Potable.
-
- ◆ Selecciones del Reader's Digest. 1989. 2001 preguntas y respuestas médicas. Reader's Digest México, S.A. de C.V. México.
 - ◆ Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, S.A.D.M. (Comunicación personal).
 - ◆ Shearer, L.A. et al. 1972. Methemoglobin Levels in Infants in an Area With High Nitrate Water Supply. Am. J. Public Health. 62(9): 1174-1180.
 - ◆ SISTELEON. 1985-1991. Estudio General de los Acuíferos en el Subsuelo del Estado de Nuevo León.
 - ◆ Soong, F.S. et al. 1990. Health effects of elevated levels of nitrate and fluoride in drinking water and their policy implications. In: "Proceedings of the UNESCO Seminar on Technology for Community Development in Australia, South East Asia and the Pacific".
 - ◆ Srivastava, J.C. 1992. Water Quality Standards for Drinking Water Supply in Rural Areas. MEMORIA VIII Congreso Nacional - Acciones para un Ambiente Limpio. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, A.C. Cooyoc, Mor. 22-25 Septiembre. pp. Sección III.

- ◆ Subsecretaría Estatal de Salud/Nuevo León (SFS/NL). Dirección de Planeación (Comunicación personal).
- ◆ Super, M. et al. 1981. An Epidemiological Study of Well-Water Nitrates in a Group of South West African/Namibian Infants. WATER RESEARCH. 15(11): 1265-1270.
- ◆ Tinajero G., J.A. 1990. Apuntes de Aspectos Fundamentales en el Estudio del Agua Subterránea (Geohidrología). Fac. de Ingeniería, U.N.A.M.
- ◆ Torres L., E. 1985. La Historia del Agua en Monterrey, desde 1577 hasta 1985. Ediciones Castillo, S.A.
- ◆ Twort, A.C.: F.M. Law & F.W. Crowley. 1985. Water Supply. Third Edition. Edward Arnold (Publishers) Ltd.
- ◆ U.S. Environmental Protection Agency (U.S.EPA). 1976. Quality Criteria for Water. Washington D.C. 20460.
- ◆ Van der Leeder, F.; F.L. Troise & D.K. Todd. 1991. The Water Encyclopedia. Second Edition. Lewis Publishers, Michigan, U.S.A.
- ◆ Vázquez B., E. y R.I. Méndez N. 1993. Factores que influyen en la incidencia de enfermedades gastrointestinales en niños de una población del Estado de Yucatán. MEMORIA IX Congreso Nacional, I Congreso Internacional del AIDIS de Norte-América y del Caribe, Mexico, D.F. 11-16 Octubre. pp. VII-7 a VII-16.
- ◆ Vega G., S. 1988. Carcinogénesis Química. Fn: "Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales". Centro de Ecología Humana y Salud. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Editorial LIMUSA, México. pp. 421-481.
- ◆ Villalobos, J.J. 1982. Gastroenterología. Vol. I. Segunda Edición. Francisco Mendez Oteo (editor). México.
- ◆ Walker, R. 1975. Naturally Occurring Nitrate/Nitrite in Foods. J. Sci. Fd. Agric. 26: 1735-1742.
- ◆ Walker, R. 1990. Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds: a review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. Food Additives and Contaminants. 7(6): 717-768.
- ◆ Weisburger, J.H. 1979. On the etiology of gastro-intestinal tract cancers, with emphasis on dietary factors. In: "Environmental Carcinogenesis". P. Emmelot & E. Kriek editors. Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam pp. 215-240
- ◆ Weisenburger, D.D. 1993. Potential Health consequences of ground-water contamination by nitrates in Nebraska. Nebr. Med. J. 78(1): 7-12.
- ◆ Williams, R.B. & G.L. Culp. 1986. Culp/Wesner/Culp Handbook of Public Water System. Van Nostrand Reinhold Company New York, U.S.A.

- ◆ Wolff, I.A. & A.E. Wasserman. 1972. Nitrates, Nitrites and Nitrosamines. SCIENCE. 177(4043): 15-19.
- ◆ World Health Organization (W.H.O). 1984. Guidelines for drinking-water quality. Vol. 2. Health Criteria and Other Supporting Information. Geneva.
- ◆ Xu, G.; P. Song & P.I. Reed. 1992. The relationship between gastric mucosal changes and nitrate intake via drinking water in a high-risk population for gastric cancer in Moping county, China. Eur. J. Cancer Prev. 1(6): 437-443.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

