



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"IZTACALA"

LA CONTAMINACION BACTERIOLOGICA DE LAS  
CORRIENTES SUBTERRANEAS QUE ABASTECEN  
A CD. JUAREZ, CHIHUAHUA; SUS IMPLICA-  
CIONES SANITARIAS Y SOLUCION.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

BIÓLOGO

P R E S E N T A :

EZEQUIEL VIDAL DE LOS SANTOS



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

DEDICATORIAS.

A MIS PADRES Y HERMANOS.

JESUS Y OLGA

GLADYS, LUVIA, ROSA, HERNAN,

OLGA, OLIVIA, OFELIA Y JESUS.

Quienes desde el principio de esta empresa, -  
construyeron una unidad en torno a mis propósi-  
tos, con el siempre noble fin de que estos se-  
realizaran y que nunca midieron las angustias-  
y las carencias, con tal de ver llegar al tér-  
mino esperado la meta trazada.

Porque lloraron y sufrieron a la vez que dis-  
frutaron juntos en mis momentos difíciles y en  
los alegres, pero siempre estuvieron dispues-  
tos para levantarme cuando amenazaba con caer.

A ellos, sobre todo a ellos, todo el esfuerzo-  
realizado, con ellos por siempre en pensamien-  
to, palabra y sentimiento.

A LOS LICENCIADOS:

ESTEBAN MARIO Y REBECA GARAIZ.

Quienes en los momentos más difíciles de mi formación profesional, alimentaron y alentaron con optimismo mis esperanzas confiando en que el esfuerzo tendría finalmente su recompensa.

Porque además su honestidad, profesionalismo y gran calidad humana, me enseñaron a valorar las cosas fundamentales de la vida; y a sortear las cosas importantes de la misma.

Jamás olvidaré cuando a mí dijeron: "No queremos tanto que nos devuelvas lo que te hemos dado, sino cuando encuentres más adelante otra persona que esté en tu misma condición ¡ayúdale! que en esa forma nos veremos pagados por tí; y enséñale a que ayude a otros para que seas pagado tú y así sucesivamente". Por ello gracias, muchas gracias a Ustedes señores Garaiz.

AL INGENIERO:

ANDRES SAURY CABRERA.

Por la paciencia y el tiempo valioso que dedicó, cuando en mis desesperaciones tantas veces a él acudí, porque gracias a él tuve la oportunidad de enfrentarme y luchar por sobrevivir en este medio tan difícil de avanzar.

Porque de él aprendí que aunque el hambre y la desesperación estén a punto de ahogarnos, jamás hay que perder la dignidad y la honra sino, contrariamente más valor y más madurez debe uno mantener para triunfar en esta vida.

A LA SAHOP.

Especialmente al Departamento de Fuentes de - -  
Abastecimiento y a las Oficinas de Diseño de Cap-  
taciones, Geohidrología y Perforación y Aforo, -  
por el inmenso apoyo que me brindaron, en cuanto  
a las asesorías y facilidades en el uso de la --  
información.

Al Ing. Amado Sánchez Mendoza, quien me dió la -  
oportunidad de medir mis conocimientos y mi capa-  
cidad en lugar desconocido para mí como lo fué -  
Cd. Juárez, Chih., espero no haber defraudado la  
confianza que hubo de depositar en mí.

A LA JUNTA MUNICIPAL DE AGUAS Y SANEAMIENTOS DE-  
CD. JUAREZ, CHIH.

A la presidencia de la Junta y especialmente al-  
Laboratorio que tan digna y desinteresadamente, -  
me brindo todo su apoyo, particularmente el Quím.  
Martín Olivas, quien se esforzó porque toda la -  
información aquí contenida cumpliera con su fina-  
lidad, confirmar la verdad.

Al personal de dicho Laboratorio, que siempre -  
se mostró entusiasmado y colaboró en todo momen-  
to en la realización de este trabajo.

A LA OFICINA DE INVESTIGACION Y LABORATORIOS:

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

Quienes fueron los que mayormente, participaron en la realización de este trabajo y que siempre estuvieron dispuestos a colaborar, del mismo modo que ayudaron con sus críticas al mejoramiento del mismo.

Al Ing. Mario Mendoza Sánchez, a quien personalmente debo todo los conocimientos que poseo y cuya experiencia supo conducirme en todos los campos que se relacionaron con el presente trabajo, desde el ramo profesional hasta el del sentido común, a él agradezco infinitamente todas las facilidades y bondades que tuvo a bien brindarme, mientras lo realizaba.

# I N D I C E

	PAG.
DEDICATORIAS.....	i-1
INDICE.....	ii-1
INDICE DE CUADROS.....	iii-1
INDICE DE FIGURAS.....	IV-1
RESUMEN.....	V-1
GENERALIDADES.....	1
ANTECEDENTES.....	1
INTRODUCCION.....	7
LOCALIZACION DEL MANTO ACUIFERO.....	11
CLIMATOLOGIA.....	14
NATURALEZA GEOLOGICA DE LA ZONA.....	16
FUENTES DE ABASTECIMIENTO EXPLOTADAS.....	18
CALIDAD DEL AGUA.....	21
ELABORACION DE LAS CARTAS SUBTERRANEAS.....	23
SELECCION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO....	25
CRITERIOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS.....	28
CORRELACION ENTRE LA CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL AGUA Y LOS PROBLEMAS DE SALUD DENTRO DE LA PO-- BLACION.....	30
MORTALIDAD Y MORBILIDAD CAUSADAS POR LAS EN FERMEDADES TRANSMISIBLES.....	32
EL PAPEL DEL AGUA DENTRO DE LA COMUNIDAD CO MO POSIBLE VIA DE TRANSMISION DE ENFERMEDA- DES.....	3
AISLAMIENTO E IDENTIFICACION DE MICROORGANISMOS PATOGENOS EN EL AGUA.....	37
DETECCION DE COLIFORMES TOTALES EN EL SISTE MA SUBTERRANEO.....	39

	PAG.
DETECCION DE COLIFORMES FECALES.....	50
DETECCION DE LOS ESTREPTOCOCOS FECALES.....	53
IDENTIFICACION DE BACTERIAS PATOGENAS ENTERICAS, SI LAS DENSIDADES LO JUSTI FICAN.....	56
RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS EXAMENES - BACTERIOLOGICOS PRACTICADOS.....	57
CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL AGUA, EN - LOS DIFERENTES ACUIFEROS SUTERRANEOS.....	59
LOCALIZACION DE LOS FOCOS DE CONTAMINACION....	62
DETECCION DE LOS FOCOS INFECCIOSOS.....	63
DETECCION DE VIAS DE CONTAMINACION.....	66
ABATIMIENTO DE LAS FUENTES DE CONTAMINACION...	68
SOLUCION Y SUS IMPLICACIONES ECONOMICAS.....	70
DISCUSION.....	75
CONCLUSION.....	80
BIBLIOGRAFIA.....	83

ANEXOS.

## INDICE DE CUADROS.

DESCRIPCION:	NUMERO	CAPITULO
SUPERVIVENCIA DE CIERTOS PATO GENOS EN SUELOS Y PLANTAS	1.1.1	I
TEMPERATURAS EN °C ESTACION - JUAREZ Y ESTACION SAN AGUSTIN.	1.4.1	I
EVAPORACION EN MM. ESTACION - SAN AGUSTIN.	1.4.2	I
PRECIPITACION PLUVIAL EN MM. - ESTACION JUAREZ Y ESTACION SAN AGUSTIN.	1.4.3	I
CORTE LITOLOGICO DEL POZO No.- PGI-9 (955).	1.5.1	I
CORTE LITOLOGICO DEL POZO No.- PGI-35 (961).	1.5.2	I
CORTE LITOLOGICO DEL POZO No.- PGI-36 (993).	1.5.3	I
CORTE LITOLOGICO DEL POZO No.- PGI-39 (988).	1.5.4	I
CORTE LITOLOGICO DEL POZO No.- PGI-42 (1032).	1.5.5	I
CORTE LITOLOGICO DEL POZO No.- PGI-45 (1931).	1.5.6	I
CORTE LITOLOGICO DEL POZO No.- PGI-48	1.5.7	I
CORTE LITOLOGICO DEL POZO No.- PGI-55.	1.5.8	I

DESCRIPCION	NUMERO	CAPITULO
CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° PGI-56	1.5.9	1
CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° APJ-7E	1.5.10	1
CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° APJ-55	1.5.11	1
CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° A.P. 63-77	1.5.12	1
CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° APJ. 77	1.5.13	1
CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° APA 66-77	1.5.14	1
CAPTACIONES PARA USO AGRÍCOLA EN LA PRIMERA UNIDAD DEL VALLE DE JUAREZ, CHIH.	1.6.1	1
CAPTACIONES DE AGUA POTABLE -- QUE ABASTECEN EL ÁREA METROPOLITANA DE CD. JUAREZ, CHIH.	1.6.2	1
FUENTES DE ABASTECIMIENTO PARA USO POTABLE EN LAS COMUNIDADES DEL VALLE DE JUAREZ	1.6.3	1
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS CAPTACIONES DESTINADAS A RIEGO EN LA PRIMERA UNIDAD DEL DISTRITO DE RIEGO VALLE DE JUAREZ N° 09, CHIH.	1.7.1	1
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS CAPTACIONES DESTINADAS AL USO POTABLE EN CD. JUAREZ, CHIH.	1.7.2	1

DESCRIPCION	NUMERO	CAPITULO
ANALISIS FISICOQUIMICOS DE LAS CAPTACIONES DESTINADAS AL USO POTABLE EN EL VALLE DE JUAREZ, CHIH.	1.7.3	1
VALORES DE NIVELES ESTATICOS - Y DINAMICOS DEL ACUIFERO APA - DE CD. JUAREZ, CHIH.	2.2.1	2
VALORES GEOQUIMICOS DE LAS - - FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE - - CD. JUAREZ, CHIH.	2.2.2	2
VALORES GEOQUIMICOS DE LAS - - FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LA PRIMERA UNIDAD DEL DISTRITO DE RIEGO N° 09 "VALLE DE JUAREZ", CHIH.	2.2.3	2
VALORES GEOQUIMICOS DE LAS - - FUENTES DE ABASTECIMIENTO DESTINADAS A USO POTABLE EN "EL - VALLE DE JUAREZ", CHIH.	2.2.4	2
CAUSAS DE MORBILIDAD EN CD. -- JUAREZ, CHIH., REGISTRADAS POR EL IMSS EN 1978.	3.1.1	3
CAUSAS DE MORTALIDAD EN CD. -- JUAREZ, CHIH., REGISTRADAS POR EL IMSS EN 1978.	3.1.2	3
CAUSAS DE MORBILIDAD REGISTRADAS POR LA SSA EN CD. JUAREZ, - CHIH., EN 1978.	3.1.3	3
CAUSAS DE MORTALIDAD EN CD. -- JUAREZ, CHIH., REGISTRADAS POR LA SSA. EN 1978.	3.1.4	3
METABOLISMO BACTERIANO DE CARBOHIDRATOS.	4.1.1	4

DESCRIPCION	NUMERO	CAPITULO
TECNICA DE TUBOS DE FERMENTACION (NMP)	4.1.2	4
VOLUMENES DE MUESTRAS UTILIZADOS PARA LOS DIFERENTES GRADOS DE -- CONTAMINACION DEL AGUA (12)	4.1.3	4
NMP Y LIMITES DE CONFIANZA DEL - 95 % PARA DIVERSAS COMBINACIONES DE RESULTADOS POSITIVOS EN LAS - SIGUIENTES SERIES DE SIEMBRAS	4.1.4	4
COLIFORMES TOTALES (RESUMEN)	5.0.1	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. ENERO-1978	5.0.2	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. FEBRERO-1978	5.0.3	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. MARZO-1978	5.0.4	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHI. ABRIL-1978	5.0.5	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. MAYO-1978	5.0.6	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. JUNIO-1978	5.0.7	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. JULIO-1978	5.0.8	5

DESCRIPCION	NUMERO	CAPITULO
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. AGOSTO-1978	5.0.9	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. SEPTIEMBRE-1978	5.0.10	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. OCTUBRE-1978	5.0.11	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. NOVIEMBRE-1978	5.0.12	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. DICIEMBRE-1978	5.0.13	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. ENERO-1979	5.0.14	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. FEBRERO-1979	5.0.15	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. MARZO-1979	5.0.16	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. ABRIL-1979	5.0.17	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFE <u>RO</u> APA DE CD. JUAREZ, CHIH. MAYO-1979	5.0.18	5

DESCRIPCION	NUMERO	CAPITULO
EXAMEN BACTERIOLOGICO DE LAS CAP TACIONES DESTINADAS A RIEGO EN - LA PRIMERA UNIDAD DEL DISTRITO - DE RIEGO N° 9 "VALLE DE JUAREZ" CHIHUAHUA. MARZO-1979	5.0.19	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DE LAS CAP TACIONES DESTINADAS A RIEGO EN - LA PRIMERA UNIDAD DEL DISTRITO - DE RIEGO N° 9 "VALLE DE JUAREZ" CHIHUAHUA. ABRIL-1979	5.0.20	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DE LAS CAP TACIONES DESTINADAS A RIEGO EN - LA PRIMERA UNIDAD DEL DISTRITO - DE RIEGO N° 9 "VALLE DE JUAREZ" CHIHUAHUA. MAYO-1979	5.0.21	5
EXAMEN BACTERIOLOGICO DE LAS CAP TACIONES DESTINADAS AL CONSUMO DO MESTICO EN EL VALLE DE JUAREZ, - CHIH.	5.0.22	5
ANALISIS FISICOQUIMICO DE LAS - - AGUAS RESIDUALES DE CD. JUAREZ, - CHIH.	6.1.1.	6
NECESIDADES ESTRUCTURALES PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE CD.- JUAREZ, CHIH.	7.1	7

INDICE DE FIGURAS Y PLANOS.

DESCRIPCION	No. DE FIG. O PLANO.	CAPITULO
EN VALLE DE JUAREZ, CHIH.	PLANO 1.1	I
CONOS DE BOMBEO	FIG. 1.1.1	I
VALLE DE JUAREZ (BLOQUE - ESQUEMATICO).	FIG. 1.3.1	I
PLANO GEOHIDROLOGICO DE - CD. JUAREZ, CHIH.	PLANO 1.5	ANEXO
DISEÑO DE CONSTRUCCION -- DE UN POZO.	FIG. 1.6.1	I
LOCALIZACION DE CAPTACIO- NES D-R-09.	PLANO 1.6.1	ANEXO
LOCALIZACION DE CAPTACIO- NES EN CD. JUAREZ, CHIH.	PLANO 1.6.2	ANEXO
CALIDAD DEL AGUA (ACUIFE- ROS).	PLANO 1.7.1	ANEXO
CURVAS ISOESTATICAS, CD.- JUAREZ, CHIH.	PLANO 2.2.1	ANEXO
CURVAS GEOQUIMICAS, CD. - JUAREZ, CHIH.	PLANO 2.2.2	ANEXO

## RESUMEN

Se sabe a ciencia cierta que las bacterias y organismos afines pueden llegar a alcanzar los acuíferos subterráneos profundos. Cuando esto sucede existe la posibilidad de que entre ellos, se escapen algunos de carácter sanitario. Lo anterior está en función principalmente del material geológico que contiene el acuífero. En Cd. Juárez se definen tres acuíferos diferentes, de los cuales el A.P.A.\* que se encuentra justo en Cd. Juárez, Chih., fue el mayormente sujeto al control bacteriológico del agua.

Se detalla un censo de las captaciones en estudio, sobre la probable dinámica que efectúa el agua en la Región.

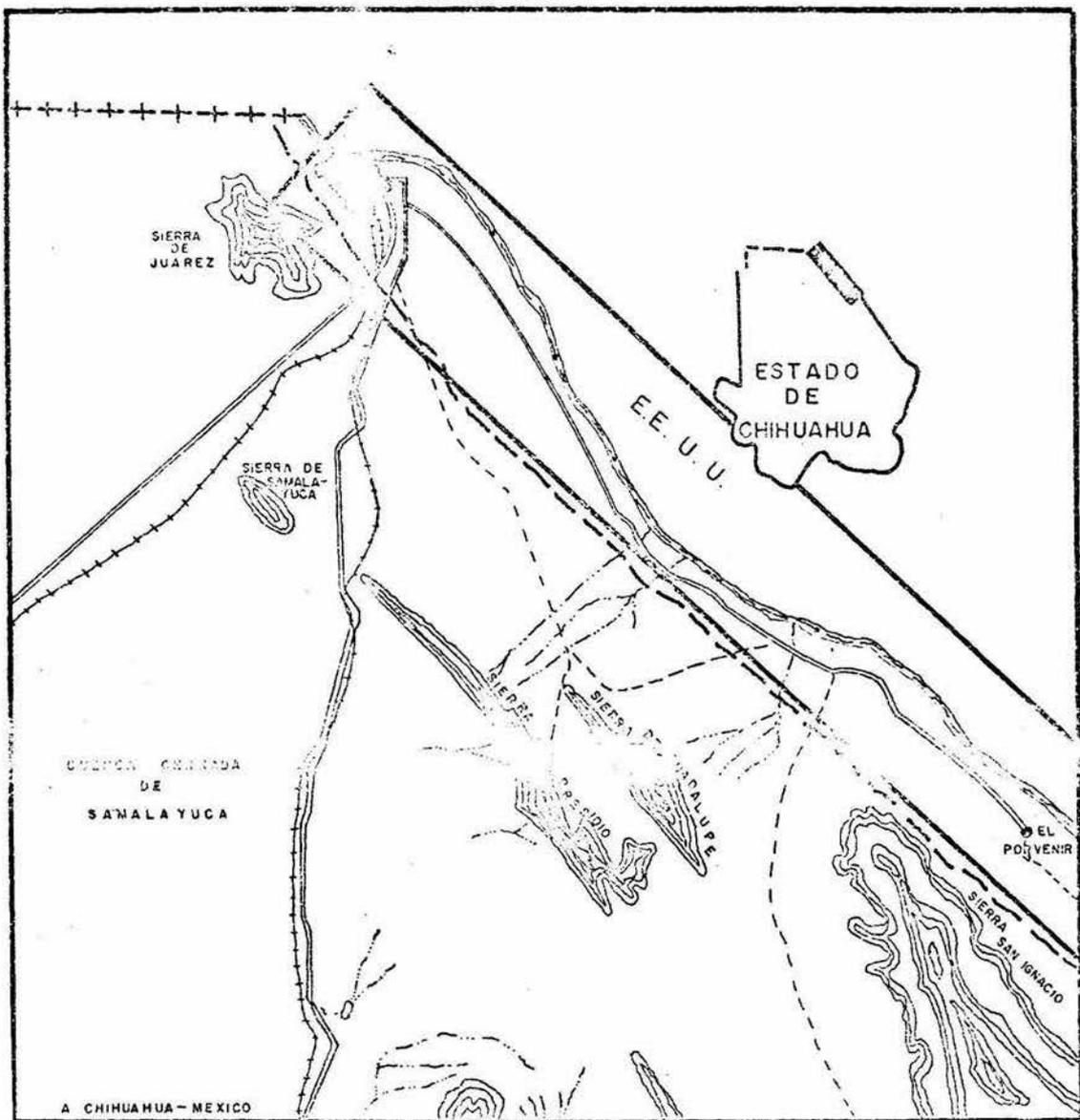
Se hace notar que no existe correlación alguna entre la mortalidad y morbilidad con respecto a la calidad del agua que se extrae del multicitado acuífero, reservando las posibles causas a otros géneros de contaminación (p.e., alimentos, medio ambiente, higiene, etc.,).

Se detalla la técnica experimental utilizada, así como la bondad de los mismos. Finalmente se detecta que son las condiciones ambientales, derivadas de la falta de infraestructura básica, (alcantarillado, disposición de desechos sólidos, etc.) los que pueden influir poderosamente en las incidencias sanitarias, a la vez que se proponen algunas alternativas de solución.

\* AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

## 1.1 ANTECEDENTES

El estudio de la contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua potable, se inició desde el siglo pasado, cuando se descubrió que ciertas enfermedades epidémicas, tales como las llamadas entéricas (1) - estaban relacionadas con la calidad del agua que se consumía. Hasta ese tiempo un gran número de fuentes de abastecimiento eran constituidas por aguas superficiales, por lo que resultaba obvia su posible contaminación. En muchas regiones del mundo, la escasez de este vital líquido obligaba a las comunidades a despejar grandes zonas y a concentrar centros populosos en las márgenes de tales fuentes superficiales (2) (3). Sin embargo, ello contribuía aún más a la propagación de numerosas enfermedades, ya que la misma población contaminaba dichas fuentes con sus propios desechos. Con el advenimiento de la tecnología moderna, se enfocó el empleo de ésta, hacia la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento, iniciándose de este modo la explotación de las reservas subterráneas de agua. Con ello vino a solucionarse un número ampliamente significativo de problemas sanitarios, ya que mediante esta nueva forma de explotación se logró obtener agua de excelente calidad (4) (5). La perforación de pozos profundos como única vía para alcanzar los acuíferos subterráneos, hizo posible el establecimiento de asentamientos humanos, en lugares donde las fuentes superficiales eran escasas obteniendo conjuntamente excelentes cantidades y calidades de agua, lo cual permitió prescindir de un modo parcial de las fuentes superficiales (6) (7).



A CHIHUAHUA - MEXICO

## EL VALLE DE JUAREZ, CHIH.

### S I M B O L O G I A

== CARRETERA

- - - CAMINO

- + - F.F. C.C.



CIUDAD CABECERA

- - - - - ARROYO INTERMITENTE

== R I O

- - - - - LIMITE DE CUENCA

Esc. 1:50 000

[ Hoy en día la explotación de pozos profundos para abastecer de agua a las comunidades, ha aumentado - considerablemente, logrando extraer volúmenes significativamente grandes y como consecuencia elevando los - volúmenes de desecho (8). ]

Un abastecimiento subterráneo, está sujeto a la capacidad de recarga, que es la que reemplaza el agua extraída del mismo por cualquier medio. Las recargas pueden derivarse de diversas fuentes, las cuales son - principalmente, los volúmenes de agua provenientes de las precipitaciones pluviales, la infiltración de agua de las cuencas hidráulicas de los diversos tipos de corrientes superficiales y de la infiltración de otros - acuíferos subterráneos adyacentes (9) (10) (11). ] (Mu- chos informes han versado sobre el período en que ocurre el recambio de un acuífero (12) (13), e incluso algunos (14) (15) han considerado el efecto producido -- por la extracción excesiva que sufren los mismos y de ellos se ha concluido que este período sufre un acortamiento proporcional a la demanda de agua, lo que conduce inexorablemente al agotamiento del acuífero, a causa de que la extracción es mayor que la capacidad de - recarga. En algunos países con tecnologías más avanzadas, han empezado a prever esto, mediante la inyección al subsuelo de enormes volúmenes de aguas de desecho - previamente desinfectadas; constituyendo así una fuente de recarga artificial (16) (17) (18) (19) (20) (55). Sin embargo, paralelamente al agotamiento de los acuíferos, el bombeo excesivo de una región dada tiende a formar una zona de influencia conocida como cono de bon

beo (Fig. 1), el cual alcanza un radio de acción bastante amplio, que puede llegar a afectar el nivel freático superior, el cual a su vez es susceptible de mezclarse con aguas contaminadas de la superficie, cuando ocurre la infiltración (21) (22).

Quando un acuífero se encuentra en una zona limitada por capas de roca impermeable, en su límite superior, la mezcla de aguas superficiales con las de éste no ocurre, por lo tanto no es posible encontrar evidencias de contaminación. Esto ocurre en los llamados acuíferos confinados, los cuales reciben aportes de agua de regiones muy alejadas como las montañas y sierras. Pero cuando el acuífero recibe aportes locales, entonces la mezcla de aguas puede ocurrir con la consiguiente contaminación del acuífero.

✓ Habitualmente cuando una corriente subterránea presenta contaminación de naturaleza fisicoquímica, debido a la disolución que ciertos materiales sufren durante el curso de dicha corriente (contaminación natural) o bien porque algún contaminante artificial (Productos Organoclorados) ha alcanzado el acuífero (contaminación artificial) la utilización del mismo para fines potables, estará en función de la naturaleza misma del contaminante y basándose en ello se clausura o bien mediante el tratamiento adecuado se decide su explotación (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29). Sin embargo, no sucede lo mismo cuando el acuífero después de examinarlo biológicamente, se observa que existe una conta-

minación de naturaleza microbiológica. Esto es discutido por diversas razones que involucran los aspectos técnico-económico y ecológico.

La contaminación microbiológica de los cuerpos-- de agua, es una contaminación íntegramente artificial y al igual que la fisicoquímica, sus efectos son particularmente fatales (30) (31). Su origen indiscutiblemente se encuentra en los productos de desechos urbanos, ya que ellos contienen una gran variedad de organismos patógenos (32), que van desde las bacterias (30) (31) (32) (33) (34), quistes de protozoarios (35) (36), huevecillos de helmintos (37) hasta los más peligrosos virus -- de la poliomiélitis y de la hepatitis (38) (39) (40) -- (41) (42). En México y en todos los países en vías de desarrollo la relativa falta de investigación microbiológica no ha permitido definir con claridad el efecto -- producido por el consumo de aguas contaminadas. En la toma de decisiones sobre el empleo de un pozo profundo o cualquier fuente de abastecimiento para abastecer una comunidad humana, el cumplimiento de las normas físico químicas es criterio suficiente para destinar el agua para el uso potable, si en todo caso se presentase evidencias de contaminación microbiológica (concretamente bacteriológica), con las habituales prácticas de desinfección con cloro, se da solución al problema (43) (44) (45).

De los diferentes estudios científicos que han -- sido canalizados hacia este aspecto particular de contaminación (31) (40) (41) (46) (47) (48) (49) (50), pode-

mos resumir, que el peligro potencial de estos está en función de los siguientes parámetros:

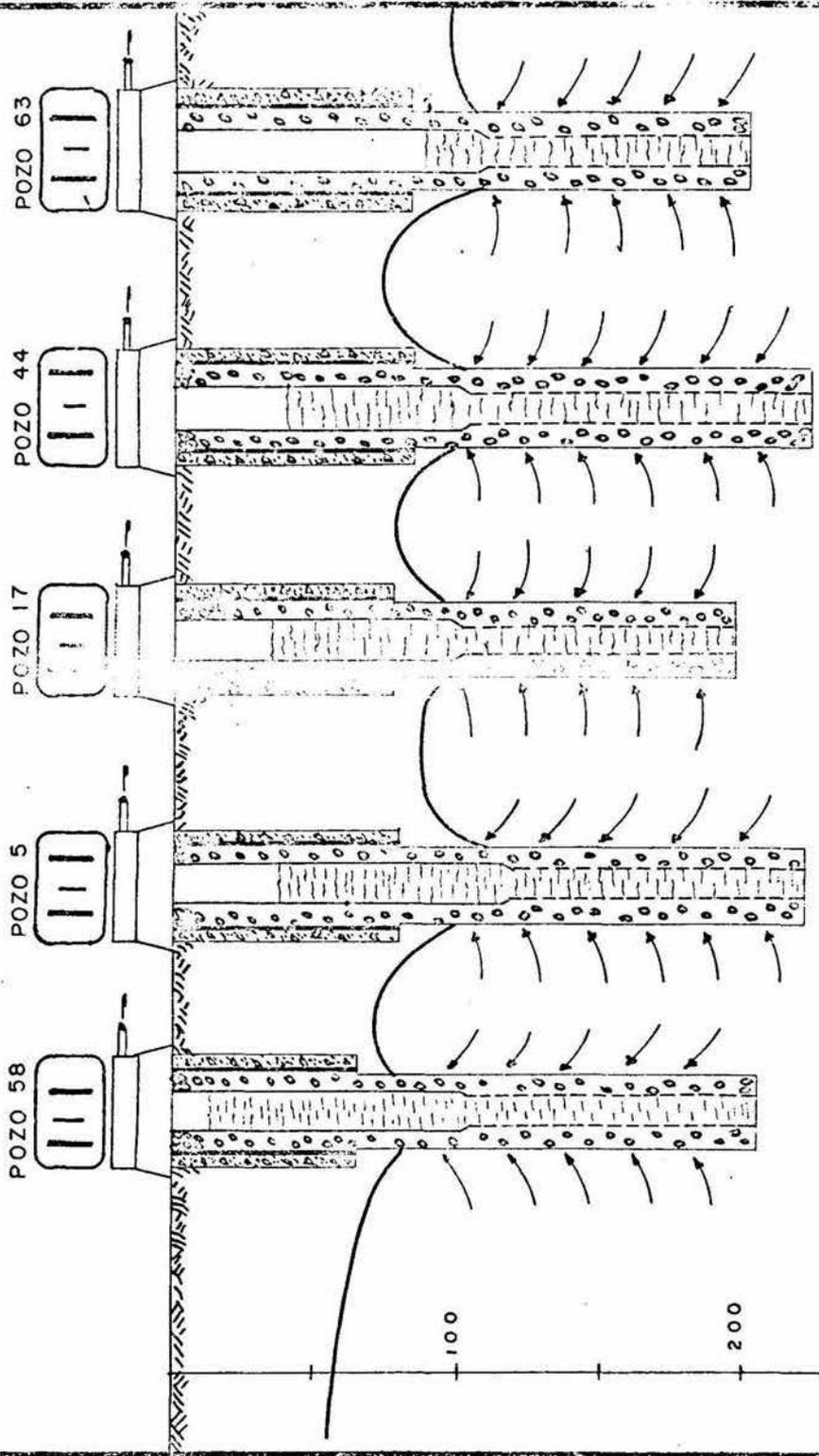
- Tasa de supervivencia del microorganismo.
- Tasa de infiltración del mismo, la cual depende de la velocidad de infiltración del agua y la permeabilidad del terreno, dado que es el único medio por el cual pueden alcanzar las corrientes subterráneas.
- Las condiciones hidrodinámicas dentro del cuerpo de agua subterráneo, el cual será afectado por las tasas de extracción.

Muchos autores piensan que debido a las condiciones tan severas que reinan en los depósitos subterráneos, no es posible que puedan existir microorganismos patógenos (51) (52) (53). Godsy estudiando muestras de agua de diversas profundidades, sugiere aludiendo a los ecosistemas anaeróbicos, como lo son el tracto gastrointestinal de ciertos animales, los sedimentos bajo las aguas dulces y marinas y los lodos de digestión anaeróbica; que los acúfferos proveen las condiciones adecuadas para el establecimiento de un ecosistema anaerobio organotrófico, porque presenta condiciones reductoras y es de esperarse que exista una comunidad microbiana activa adaptada a estas condiciones con predominancia de especies anaeróbicas (16).

Lo anterior sería posible por un lado, si el acúffero recibiera una aportación continua de nutrien-

FIG. 1.1.1

CONOS DE BOMBEO O DE DEPRESION EN CD. JUAREZ, CHIH.



tes simples  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , etc. y eso sólo puede ocurrir cuando existe mezcla entre aguas limpias y aguas con materia orgánica. Es cierto que la falta de nutrientes y temperaturas adecuadas reduce la multiplicación y aún la viabilidad de los mismos (54). Sin embargo, la capacidad de resistir a las condiciones adversas, les permite sobrevivir aún en esas condiciones (55). Algunos investigadores como Davenport (56) han demostrado haber encontrado coliformes fecales en aguas cubiertas por hielo en los ríos de Alaska; Parsons, et al., recopilaron una tabla de supervivencia de patógenos (Tabla I.1.1.) (57). Lance (42), basándose en la supervivencia de los virus de la poliomielitis (100 días) estudió el movimiento de los mismos en columnas de suelos arenosos y observó que durante la mayor parte del tiempo estos quedaban adsorbidos al material filtrante, pero el baño continuo de un mismo filtro podría en cierto tiempo restarle eficiencia. Es bien conocido el fenómeno de formación de quistes en los protozoarios y el de huevecillos en los helmintos (58) (59) (60), así como el encapsulamiento de bacterias y latencia de los virus (61) (62) (63) (64). También es sobradamente conocida la velocidad asombrosa con que se multiplican cuando las condiciones adecuadas les son restablecidas (65) (66) (67), las cuales son evidentes, cuando los efectos salen a la luz mediante las enfermedades.

Exámenes bacteriológicos practicados en diversas localidades de la República Mexicana, han demostrado la presencia de indicadores bacteriológicos de contaminación, antes de ser enviadas a los procesos de de-

sinfección. (68) (69) (70) (71) (72).

Lo anterior exige la necesidad de realizar nuevas investigaciones que nos permitan obtener un panorama completo de la calidad microbiológica del agua. Dado que son las bacterias los microorganismos que presentan menos viabilidad en relación a virus y protozoarios, la detección de éstas es evidencia suficiente para sospechar que estos últimos puedan también estar presentes.

Lo anterior puede perder importancia, si en las comunidades cercanas a los mantos subterráneos, los desechos sólidos y las aguas de desechos, son sujetas a tratamiento, principalmente estas últimas, pero constituye un grave problema, si las medidas necesarias de protección sanitaria tanto de los desechos como de las estructuras de los pozos, no son consideradas; y empeora aún más si el agua no es sometida a desinfección antes de ser suministrada.

También puede restar importancia si el acuífero se encuentra aislado por barreras impermeables y las recargadas no son locales, sino, se encuentran alejadas de las áreas urbanas.

## 1.2. INTRODUCCION

La explotación intensiva a que están sujetos los acuíferos del Valle de Juárez en su generalidad y que están considerados en el presente estudio, han da-

C U A D R O N U M . 1 . 1 . 1

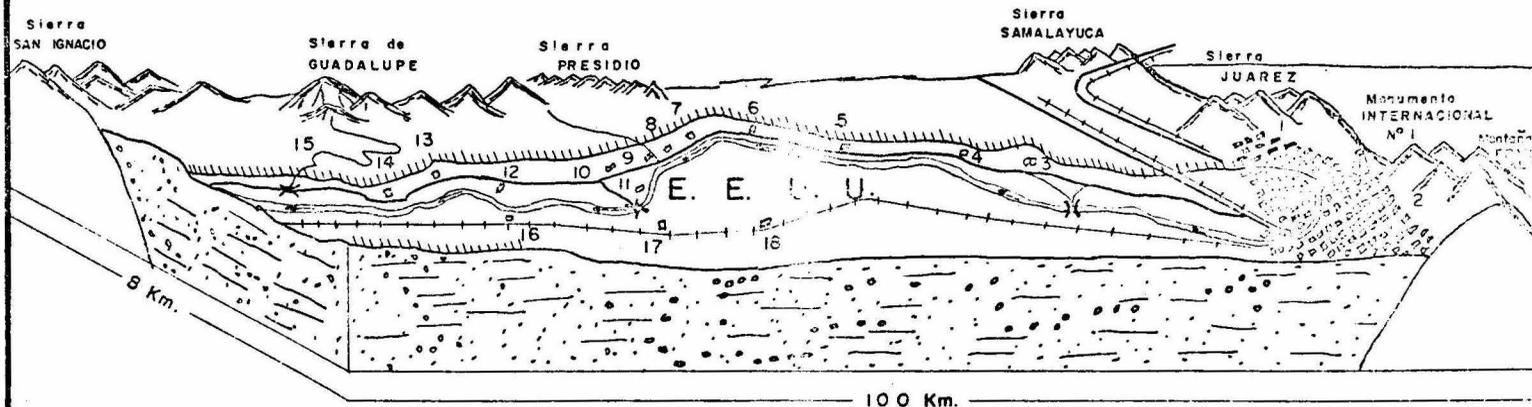
SUPERVIVENCIA DE CIERTOS PATOGENOS EN SUELOS Y PLANTAS

ORGANISMOS	M E D I O	TIEMPO DE SUPERVI VENCIA EN DIAS.		
Coliformes	Superficie del suelo.		38	
	Verduras		35	
<u>Salmonella</u> sp	Hierba y Trébol	6	--	34
	Suelo	15	--	280
	Verduras y frutas	3	--	49
<u>Salmonella</u> sp	Suelo	1	--	120
	Verduras	1	--	68
<u>Shigella</u> sp	Sobre hierba (agua cruda)		42	
	En agua conteniend- do humus		160	
Bacilo de Tuberculo sis	Suelo		180	
	Hierba	10	--	49
<u>Entamoeba histolytica</u> (quistes)	Suelo	6	--	8
	Verduras	1	--	3
	Agua	8	--	40
Enterovirus	Suelo		8	
	Verduras	4	--	6
<u>Ascaris</u> (huevecillos)	Suelo		Más de 7 años	
	Verduras	27	--	35

FUENTE: Epstein, E. and Rufus, I.C. (57).

# VALLE DE JUAREZ

## CHIHUAHUA



- 1- CD. JUAREZ
- 2- EL PASO
- 3- ZARAGOZA
- 4- EL SAUZAL
- 5- LOMA BLANCA
- 6- SAN ISIDRO
- 7- SAN AGUSTIN
- 8- JESUS CARRANZA
- 9- EL MILLON
- 10- JUAREZ Y REFORMA
- 11- PORFIRIO PARRA
- 12- GUADALUPE
- 13- PLACITAS
- 14- PRAXEDIS G. GRRO.
- 15- COL. ESPERANZA
- 16- ALAMO ALTO
- 17- TORNILLO
- 18- FABENS

- FF.C.C.
- CARRETERA FEDERAL
- PUENTES
- COMUNIDADES
- TERRAZAS
- RIO o ARROYO

- ARCILLA GRAVA
- ARENA GRUESA
- ARENA GRAVA

ESCALA 1:500 000

FIG. 1.3.1

do como resultado un abatimiento importante en los niveles estáticos de los mismos (12) (13) (14). Estos acuíferos distribuidos a lo largo de la cuenca del Rfo Bravo, en una extensión de aproximadamente 100 kilómetros de longitud, se han dividido en dos grandes grupos, basándose en los usos a que son destinados: Las fuentes localizadas en pozos relativamente poco profundos (80--120 metros), destinados a la irrigación, caracterizados por aguas de elevadas concentraciones salinas (1000 ppm) y, las fuentes constituidas por pozos profundos (164--500 metros), con fines exclusivamente potables, caracterizados por aguas de calidad relativamente buenas (73).

Los acuíferos destinados a la irrigación, están sujetos a una recirculación del agua, auxiliada por recargas derivadas del Rfo Bravo y de las residuales de Cd. Juárez, Chih., constituyendo por sí solo un acuífero libre, o sea que recibe recarga de la infiltración de las aguas superficiales y no presenta corrientes direccionales de ningún tipo. Este acuífero se encuentra parcialmente aislado por capas impermeables de arcilla.

Los acuíferos utilizados para fines potables, son por el contrario acuíferos confinados, con corrientes subterráneas, cuyo influjo según lo demuestran las curvas de nivel, van con dirección sur norte, o sea hacia la cuenca del Rfo Bravo. Estos acuíferos localizados al noroeste y sureste del Valle de Juárez, reciben recargas foráneas, de acuíferos ubicados en el suroeste del Valle al pie de la Sierra de Samalayuca, el primero y de un --

acuifero artesiano localizado en las cercanías de Fabens (USA), conocido como Bolsón del Huevo, el segundo (74) - (75).

Los acuíferos del noroeste, localizados concretamente en el subsuelo de la zona urbana de Cd. Juárez y extendidos hacia el sur presentan el inconveniente de estar sujetos a una extracción intensiva de agua, lo cual ha originado la formación de un solo cono de bombeo; y la marcada desproporción existente entre la recarga y -- descarga de los mismos (12) (13) (14).

Se considera obvio que las fuentes alumbradas en el Valle de Juárez muestren contaminación bacteriológica, así como elevadas concentraciones de sales, debido a que el Valle recibe aportes hidráulicos de los desechos urbanos de Cd. Juárez y por otro el flujo de las aguas provenientes de los campos agrícolas del vecino país, originados por la intensa extracción en el área mexicana (77).

La influencia de los conos de abatimiento, probablemente podrían llegar a afectar los niveles freáticos y zonas de aereación, los cuales se sugieren contaminados con materia orgánica y consecuentemente con microorganismos patógenos.

En una población como la de Cd. Juárez, con más de medio millón de habitantes, año con año la demanda de agua potable aumenta en forma proporcional a la misma -- (73). Estos volúmenes se ven considerablemente marcados durante las sofocantes épocas de estiaje, provocando lógicamente el agotamiento parcial del acuífero que la so-

porta, al grado tal que se tienen que suspender los ser  
vicios durante ciertos tiempos y en forma parcial.

Se prevee, mediante la evaluación de la contamina  
ción de los acuíferos de irrigación, el impacto sanitario que provocaría una probable mezcla de ambas aguas.

(Lo anterior se realiza mediante la detección de indica  
dores de contaminación principalmente bacteriológicos.)  
Por otro lado, a través de un estudio minucioso de las-  
conductas geohidrológicas de los diferentes acuíferos, -  
es posible determinar las fuentes de contaminación, par  
ticularmente las entradas y mecanismos de dispersión de  
contaminantes.

Partiendo de un estudio preliminar de calidad de  
agua en estaciones cuidadosamente seleccionadas y local-  
lizadas en ambas áreas: urbana y agrícola, se llevó a -  
cabo un monitoreo bacteriológico, para evaluar la poten  
cialidad patogénica que reviste un acuífero en condicio  
nes de contaminación. Lo anterior es alcanzado median-  
te un estudio cuidadoso de las bacterias patógenas, lo-  
cual incluye la aplicación de muestreos y exámenes bac-  
teriológicos rutinarios. Dado que las condiciones cli-  
máticas son particularmente variables, se considera ne-  
cesario determinar durante las épocas críticas del es-  
tío y durante los meses de lluvias que es cuando ocurre  
la mayor infiltración.

Finalmente con base en los resultados obtenidos, -  
se pretende sugerir alternativas de soluciones, a fin -  
de controlar adecuadamente la calidad de los acuíferos,

para ello, es necesario evaluar el grado de contaminación de las aguas residuales de Cd. Juárez, consideradas en el presente trabajo, como fuente importante de contaminación y diseñar el modelo adecuado de tratamiento de las mismas, a fin de asegurar una mayor calidad en los abastecimientos existentes.

### 1.3 LOCALIZACION DEL MANTO ACUIFERO

La región en estudio conocida como el Valle de Juárez es una extensa faja, ubicada en la porción norte del estado de Chihuahua (Plano I) en el margen derecho del Rfo Bravo, ocupa concretamente el área Norte de los municipios de Juárez, Guadalupe y Praxedis G. Guerrero. Diseminados por todo el Valle se encuentran alrededor de 17 localidades, además de la ciudad cabecera de Juárez, ésta es, Cd. Juárez (Fig. 1.3.1). El Valle pertenece a la Provincia Fisiográfica denominada como antigua zona Lacustre (Manuel Alvarez Jr.). (14).

Esta provincia se caracteriza por la existencia de cuencas endorréicas, las cuales se conocen con el nombre de bolsones formados durante el Terciario y fallamientos de las unidades geológicas preexistentes.

El área estudiada conforma una porción de 100 km. de longitud, de la cuenca del Rfo Bravo, el cual fluye en dirección oriente hacia el Golfo de México, del mismo modo constituye la vía más importante de drenaje de las cuencas cerradas de la Provincia fisiográfica señalada, la porción ocupada por el Valle de Juárez está limitada

al NO por la Sierra de Juárez, Sierra de Muleros y cañón de El Paso; al sur por los médanos de Samalayuca y al Sureste por las sierras El Presidio, Guadalupe y San Ignacio. Las elevaciones de las sierras mencionadas alcanzan alturas de 1700 metros snm, con respecto a elevación media de las terrazas formadas por el Rfo Bravo, - representando un desnivel de aproximadamente 500 metros (Fig. 1.3.2) (14). El Valle en general está formado -- por terrenos planos, ligeramente ondulados, que son las terrazas formadas por el Rfo Bravo, cuyos niveles de base sugieren modificaciones en su posición, según lo demuestran los escarpes que se prolongan paralelamente al curso de la corriente. Estos escarpes son más evidentes en las regiones bajas del Valle. (14) (75).

Utilizando el criterio Fisicoquímico del agua, - se detectan la existencia de cuatro tipos de acuíferos en el Valle de Juárez, el primero localizado entre los 5 y 120 metros de profundidad, formados por depósitos - de arena del Rfo Bravo, presenta características geohidrológicas particulares, como lo son mayores permeabilidad y porosidad, se estima que la circulación del agua es más activa. La infiltración de estos acuíferos es -- proveniente casi en su totalidad de los escurrimientos del Rfo Bravo, de los riegos agrícolas y de las descargas municipales de Cd. Juárez, por lo que su calidad es dudosa. El agua registra concentraciones medias de salinidad de alrededor de 1000 ppm (determinada en forma de cloruros). El uso que recibe es para fines netamente agrícolas. Su extensión ocupa todo el Oriente y Oc-

cidente del Valle de Juárez, desde Cd. Juárez a San -- Agustín y desde Guadalupe hasta El Porvenir.

En profundidades determinadas entre los 180 y - 350 metros existe un acuífero con aguas muy mineralizadas, éste, es conformado por depósitos de arena de la región conocida como Bolsón del Hueco. Se cree que este acuífero recibe recargas provenientes del Sur de -- las Montañas de Samalayuca y se sospecha aunque con pocas bases, de que también recibe recargas provenientes del Norte, de las montañas Rocallosas de EUA. Pruebas de bombeo revelan que los depósitos del bolsón y -- los aluviones del Río que afloran están conectados en algún grado y el bombeo del primero afecta el nivel del agua del aluvión en el lado americano (David & Leggatt, 1965) (74). Las capas de arena que conforman este acuífero son de tamaños variables, separadas parcialmente por lentes de arcilla. La calidad del agua es por lo menos aceptable y es el que abastece de agua potable a Cd. Juárez y a las localidades ubicadas entre ésta y -- San Agustín. Un tercer acuífero localizado al mismo nivel pero ubicado al oriente del Valle, también formado por arenas de tamaños variables, es caracterizado por -- temperaturas ligeramente termales (35°C), ocupa el municipio de Praxedis G. Guerrero, en el área central del -- Valle, las fuentes son de naturaleza brotante constituyendo más bien pozos artesianos. Este acuífero es probablemente recargado por el arroyo de San Felipe y está separado del acuífero aluvial por un estrato de arcilla. El uso a que está destinado actualmente es como fuente

de agua potable. Finalmente un cuarto acuífero se encuentra localizado a una profundidad mayor a los 500 metros y se extiende a lo largo y ancho de todo el Valle de Juárez, se caracteriza por su contenido de sales, el cual se eleva hasta 30 000 ppm. y que no tiene ningún uso (76).

#### 1.4 CLIMATOLOGIA.

El clima está caracterizado por la abundancia de días soleados todo el año. Hay una alta pero no extrema temperatura durante todos los días de verano, con muy baja humedad, escasas de lluvias y un invierno relativamente frío, típico de las áreas áridas. Las lluvias a través del año son escasas para algunos crecimientos, excepto la vegetación desértica, por lo que es necesaria la irrigación de los cultivos. La mayor intensidad de lluvias ocurre en el verano y se caracterizan por ser de corta duración pero de naturaleza torrencial.

Pequeñas cantidades de nieve caen continuamente cada invierno pero rara vez sobrepasan los 3 cm. y en el suelo por menos de una hora. (74) (77) (78).

Las temperaturas en los meses de verano son altas, frecuentemente mayores de 33 °C. y ocasionalmente mayores de 42 °C. Pero las noches de verano son agradables con temperaturas mínimas de 19 °C pero, rara vez menores de 11 °C. (Cuadro 1.4.1.).

Registros de varios años observaron que a temperatura

turas menores de 32 °C, mostraron que la humedad promedio fue de 10% a 14%, mientras que en julio, agosto y septiembre fue de 22% a 24%. (74).

En el invierno las temperaturas son frías, oscilando entre los -12 °C y 21 °C en diciembre y enero. La temperatura descendiendo hasta la congelación casi la mitad de los días de diciembre y enero, con un promedio de 19 días por año a una temperatura de - 6 °C y ocasionalmente descendiendo hasta 10 ó 12 °C.

Las temperaturas en el valle son más frías que en Cd. Juárez, especialmente en las noches, lo mismo - en verano que en invierno. Los vientos fríos del Valle causan períodos marcados de fluctuaciones cortas, - especialmente durante las primeras horas de la mañana. Los vientos son multidireccionales durante todo el año con predominancias indefinidas durante todo el año.

Las tormentas de arena son la característica -- más importante del Valle de Juárez, ya que las velocidades del viento son excesivamente altas y provocan la dispersión de enormes volúmenes de arena y polvo. Estas son más frecuentes en marzo y abril y comparativamente raras en los meses de otoño. En marzo se considera el promedio más alto de cerca de 104 horas a un mes con reducción de la visibilidad a 10 km. o menos.

La evaporación media anual es relativamente alta, alcanzando la cifra de 2700 mm. al año observándose las cifras más altas de marzo a agosto llegando a - alcanzar en marzo volúmenes de 394 mm (1978); (Cuadro 1.4.2).

El clima está clasificado según Koppen, como - - del tipo Bwkw, para la zona de Cd. Juárez y Bwbkw para el resto del Valle. Lo anterior significa que es un - - clima desértico (BW), con temperaturas mayores de 22 °C. (a) y lluvias en verano (Kw), para el caso de - - sértico, - con lluvias en verano, pero, con temperaturas mínimas -- del mes más caliente menores de 18 °C y cuatro meses por lo menos con temperatura mayor de 19 °C. La temperatu - ra media anual menor de 18 °C y la del mes más caliente mayor de 18 °C (75) (76).

La precipitación pluvial es ampliamente varia - ble, registrándose mínimas de 0 en abril, hasta 124.5 mm en septiembre; con una precipitación media anual de - - 380.9 mm. (1978). en Cd. Juárez y de 290.2 mm en el resto del Valle. (Cuadro N° 1.4.3.).

#### 1.5 NATURALEZA GEOLOGICA DE LA ZONA.

Atendiendo el criterio de la porosidad y posi -- ción estructural de las terrazas de inundación del Río - Bravo que conforma el Valle de Juárez, se detectó la - - presencia de materiales granulares que comprenden edades desde el Terciario hasta el reciente. Tales materiales - se clasificaron con base en las condiciones de depósito - en las siguientes Unidades (14).

a) Cuaternario Aluvial (QAI). Estos materia - les se encuentran en la planicie de inundación del Río -

C U A D R O N° 1.4.1

T E M P E R A T U R A S E N °C

ESTACION: CD. JUAREZ

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTBRE.	OCTUBRE	NOVRE.	DICIEMBRE
MAXIMA	16.7	21.7	29.4	29.4	34.4	41.7	41.7	35.6	32.2	30.0	21.7	22.0
MEDIA	4.9	8.0	12.3	15.0	19.0	27.0	26.6	23.8	19.2	15.6	9.5	4.7
MINIMA	-6.7	-6.1	-3.9	-1-1	1.7	12.2	14.4	11.1	7.8	0.0	-4.4	-12.0

T E M P E R A T U R A S E N °C

ESTACION: SAN AGUSTIN

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTBRE.	OCTUBRE	NOVBRE.	DICIEMBRE
MAXIMO	17.0	21.0	26.5	30.0	36.0	41.7	42.0	38.0	34.0	35.0	23.0	21.0
MEDIO	5.1	6.0	12.1	16.7	19.8	26.5	27.2	24.7	20.0	15.7	10.7	6.0
MINIMA	-7.5	-8.3	-4.0	0.0	4.5	12.0	11.0	14.0	9.0	0.6	-2.0	-12.0

FUENTE: SARH-CD. JUAREZ, CHIH. (78).

C U A D R O      N°      1.4.2

E V A P O R A C I O N      E N      M M .

ESTACION:    SAN AGUSTIN

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTBRE.	OCTUBRE	NOVBRE.	DIC.
MAXIMA	8.68	8.94	12.13	15.93	16.63	24.14	14.49	18.29	15.46	7.24	4.45	5.57
MEDIA	3.23	4.22	7.83	11.54	12.72	14.04	11.78	10.93	7.95	4.37	2.21	3.31
MINIMA	0.00	1.03	3.48	6.41	5.70	0.00	6.18	0.00	0.00	0.00	0.45	1.17
<b>TOTAL MENSUAL</b>	100.43	118.24	242.87	346.48	394.48	391.21	365.23	339.04	238.72	135.65	66.45	96.94

FUENTE:    SARH-CD. JUAREZ, CHIH.    (78)

C U A D R O N° 1.4.3

P R E C I P I T A C I O N P L U V I A L . (mm).

ESTACION: CD. JUAREZ, CHIH.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTBRE.	OCTUBRE	NOVBRE.	DIC
MAXIMA EN 24 HR.	3.8	7.5	1.0	-	6.0	31.0	2.0	57.0	49.5	45.0	8.5	3.0
MINIMA EN 24 HR.	0.5	0.3	0.5	-	0.5	-	0.3	2.2	0.5	2.5	0.3	1.5
MEDIA MENSUAL	0.2	0.4	0.04	-	0.3	1.0	0.1	2.64	4.15	2.82	0.4	0.3
TOTAL MENSUAL	7.3	12.3	1.5	-	11.0	31.0	3.8	81.2	124.5	87.7	11.6	9.0

ESTACION: SAN AGUSTIN

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTBRE.	OCTUBRE	NOVBRE.	DIC
MAXIMA EN 24 HR.	3.0	4.0	0.5	-	6.0	34.5	2.5	18.0	40.5	28.3	5.4	0.5
MINIMA EN 24 HR.	1.5	0.5	-	-	0.3	20.0	1.5	1.0	1.0	0.6	1.3	-
MEDIA MENSUAL	0.2	0.4	0.01	-	0.45	1.9	0.35	1.18	3.3	1.78	0.5	0.0
TOTAL MENSUAL	7.0	11.5	0.5	-	14.10	59.5	11.0	36.7	99.2	55.2	15.7	0.5

FUENTE: SARH-CD. JUAREZ, CHIH. (78).

Bravo, a lo largo del Valle en estudio. Están constituidos por gravas, arenas y superficialmente por arcillas (Cuadros 1,2,3,4,5,6,7,8,9). En su generalidad - esta unidad presenta desde el punto de vista geohidrológico, características de buena permeabilidad, constituyendo el acuífero (Fig. 1.3.2), que se encuentra en explotación. La alimentación de este acuífero se realiza mediante el aporte de agua subalvea del Rfo Bravo y por el agua que ceden los materiales Terciarios que forman las terrazas aledañas al Rfo Bravo, el cual alimentan lateralmente. Verticalmente, este acuífero recibe aportes por la infiltración de agua precipitada - directamente sobre la superficie del afloramiento y -- por la recirculación del agua empleada en usos agrícolas (Plano 1).

b) Abanicos aluviales y depósitos de pie de Monte (Qab) (Qpm). Se presentan en la periferia de -- las sierras donde el cambio de pendientes ocasiona el depósito de los sedimentos que transportan las corrientes, presentan mayores espesores cuanto más importantes sean las corrientes que construyen estos depósitos.

Esta Unidad está constituida por materiales granulares como arenas, gravas y cantos rodados, provenientes de las formaciones geológicas que conforman las -- sierras.

Hidrogeológicamente, estos depósitos presentan condiciones de permeabilidad, transmitiendo el agua -- que logra almacenar a las formaciones subyacentes. Ge

neralmente el tipo de agua que se infiltra proviene en gran parte de las corrientes superficiales de las sierras y por aguas meteóricas, ya que se encuentran ligeramente separada del área de cultivos. (74).

Constituyen particularmente los límites naturales del suroeste y del sureste, por lo que su importancia desde el punto de vista del presente estudio es de considerarse.

c). Sedimentos continentales del Terciario -- (Tc). Constituyen las terrazas aledañas al Río Bravo. Litológicamente consisten en gravas y arenas interestratificadas con horizontes arcillosos y lentes de yeso, presentando un conjunto semicompacto. Esta unidad, es la más impermeable desde el punto de vista litológico - en comparación con las anteriores (Cuadros 12,13,14,15, 16,17,18,19 y 20). Sin embargo, debido a la heterogeneidad de sus materiales, es posible que constituyan acuífero parcial o totalmente confinados.(Fig. 3).

La alimentación del acuífero, proviene parcialmente de los materiales granulares del Terciario y por la infiltración del agua precipitada directamente, a través del sistema de drenaje que contienen estos materiales; así como los aportes de aguas subterráneas derivadas de los depósitos del Cuaternario. (12) (13)(14).

## 1.6 FUENTES DE ABASTECIMIENTO EXPLOTADAS

Las fuentes de abastecimiento hidráulico del Va-

lle de Juárez son constituidas en la gran mayoría por -  
acuíferos de naturaleza subterránea. Pueden definirse -  
con base en el uso que reciben en dos tipos: el primero -  
conformado por fuentes de abastecimiento para usos exclu -  
sivamente agrícola, éstas, son además apoyadas por apor -  
tes provenientes del Río Bravo, pero, dada la rigidez --  
con que limitan el volumen, obedeciendo un convenio in -  
ternacional que data desde 1906, el gasto liberado por -  
las presas El Caballo y El Elefante, aguas arriba, en --  
los EE.UU. resulta insuficiente para satisfacer las de -  
mandas locales por lo que recurren al reuso masivo de --  
las aguas residuales de Cd. Juárez para lograr satisfa -  
cer sus necesidades de agua para irrigación. (75).

El segundo tipo de acuíferos es destinado para ú -  
so exclusivamente potable, doméstico y para abastecer -  
de agua a las incipientes fábricas que lo requieran. - -  
(75) (76) (79).

Las fuentes del primer tipo están localizadas en -  
todo el Valle, desde Zaragoza hasta El Porvenir. Se re -  
gistran aproximadamente 160 pozos de propiedad federal -  
(SARH) y poco más de 600 pozos particulares relativamen -  
te profundos. La profundidad media de los pozos federa -  
les es de 80 metros, los particulares en su mayoría ca -  
recen de datos de construcción. Algunos presentan una -  
protección de cemento en un máximo de 40 metros - - - -  
(Fig. 1.6.7) (Cuadro 1.6.1.). La generalidad de los po -  
zos presentan problemas de filtración, a causa de la ina -  
decuada selección del filtro de grava.

C U A D R O    N°   1.5.1

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° PGI-9    (955)

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
00.00 m a 03.00 m	Arena
03.00 m a 13.00 m	Gravilla
13.00 m a 22.00 m	Gravilla
22.00 m a 30.00 m	Gravilla
30.00 m a 38.00 m	Gravilla con arcilla
38.00 m a 40.00 m	Arcilla
40.00 m a 67.00 m	Grava con arcilla
67.00 m a 70.00 m	Arcilla
70.00 m a 80.00 m	Grava con poca arcilla

PROFUNDIDAD:    80.00 metros

C U A D R O N° 1.5.2.

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° PGI-35 (961).

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
00.00 m a 012 m	Arcilla arenosa con trazas de gravilla y arena gruesa.
12.00 m a 018 m	Boleos y arena gruesa a fina con trazas de arcilla.
18.00 m a 021 m	Arena gruesa con trazas de gravilla.
21.00 m a 030 m	Arcilla con arena gruesa.
30.00 m a 033 m	Arcilla.
33.00 m a 039 m	Arena media a gruesa con trazas de gravilla.
39.00 m a 042 m	Arena media a gruesa con arcilla y trazas de gravilla y algunos boleos.
42.00 m a 048 m	Arcilla con gravilla y boleos.
48.00 m a 057 m	Arena media a gruesa con arcilla.
57.00 m a 060 m	Arcilla.
60.00 m a 063 m	Arena media y arcilla con trazas de gravilla.
63.00 m a 072 m	Arcilla con arena gruesa.
72.00 m a 075 m	Arena media y arcilla.
75.00 m a 081 m	Arcilla con trazas de arena - media.
81.00 m a 084 m	Arena media a gruesa con gravilla, grava y boleos, con -- trazas de arcilla.
84.00 m a 090 m	Arcilla con trazas de arena - media.
90.00 m a 096 m	Arcilla y arena media a gruesa.
96.00 m a 123 m	Arcilla con trazas de arena - media.

PROFUNDIDAD: 123 metros.

C U A D R O N° 1.5.3.

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° PGI-36 (993)

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
000.00 m a 006.00 m	Arena fina
006.00 m a 027.00 m	Arena fina a media
028.00 m a 039.00 m	Arena gruesa a fina y trazas de arcilla.
040.00 m a 078.00 m	Arena gruesa a fina y arcilla.
078.00 m a 120.00 m	Arcilla con arena gruesa a fina

PROFUNDIDAD: 120.00 metros.

C U A D R O    N°    1.5.4

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° PGI-39 (988)

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
00.00 m a 003.00 m	Arcilla arenosa.
03.00 m a 012.00 m	Arena fina.
12.00 m a 021.00 m	Arena gruesa a fina con trazas de arcilla.
21.00 m a 030.00 m	Gravilla empacada en arcilla.
30.00 m a 057.00 m	Grava con poca arcilla.
57.00 m a 075.00 m	Grava y gravilla empacadas en arcilla.
75.00 m a 105.00 m	Arcilla con trazas de <u>are</u> na media.

PROFUNDIDAD:    105.00 metros

C U A D R O N° 1.5.5

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° PGI-42 (1032)

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
00.00 m a 012.00 m	Arena fina con arcilla.
12.00 m a 021.00 m	Gravilla con arena arcillosa.
21.00 m a 027.00 m	Arcilla.
27.00 m a 036.00 m	Arena media con arcilla.
36.00 m a 039.00 m	Arcilla.
39.00 m a 042.00 m	Arena fina a gruesa y gravilla con poca arcilla.
42.00 m a 081.00 m	Arena media a fina y arcilla.
81.00 m a 093.00 m	Arena fina.
93.00 m a 096.00 m	Arcilla.
96.00 m a 102.00 m	Arena fina.

PROFUNDIDAD: 102.00 metros.

C U A D R O   N°   1.5.6.

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO PGI-45   (1231).

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
00.00 m a 009.00 m	Arena fina.
09.00 m a 012.00 m	Arcilla.
12.00 m a 018.00 m	Boleos con poca arena gruesa y gravilla.
18.00 m a 021.00 m	Arena gruesa a media con <u>tra</u> zas de gravilla.
21.00 m a 024.00 m	Arena fina.
24.00 m a 030.00 m	Arcilla.
30.00 m a 102.00 m	Arena fina.
102.00 m a 105.00 m	Arcilla arenosa.

PROFUNDIDAD: 105.00 metros.

C U A D R O N° 1.5.7.

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° PGI-48

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
00.00 m a 003.00	Arena gruesa con grava y tra <u>z</u> as de arcilla.
03.00 m a 006.00 m	Arena media a fina con trazas de gravilla.
06.00 m a 015.00 m	Gravilla con grava y arena.
15.00 m a 051.00 m	Gravilla empacada en arcilla.
51.00 m a 060.00 m	Arena gruesa empacada en arc <u>i</u> lla.
60.00 m a 075.00 m	Arena media a gruesa con arc <u>i</u> lla.
75.00 m a 090.00 m	Arena media empacada en arc <u>i</u> lla.
90.00 m a 093.00 m	Arena fina a gruesa con gravi <u>l</u> la y trazas de arcilla.
93.00 m a 117.00 m	Arena media a gruesa con arc <u>i</u> lla y gravilla.

PROFUNDIDAD: 117.00 metros.

C U A D R O    N°    1.5.8.

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO    N°    PGI-55

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
00.00 m a 009.00 m	Arcilla arenosa.
09.00 m a 018.00 m	Arena de cuarzo fina a muy fina.
18.00 m a 027.00 m	Arena fina a media.
27.00 m a 033.00 m	Arena fina de cuarzo.
33.00 m a 054.00 m	Arena fina a muy fina de - cuarzo con arcilla y arena gruesa a fina.
54.00 m a 072.00 m	Arcilla arenosa.
72.00 m a 087.00 m	Arcilla.
87.00 m a 108.00 m	Arena fina de cuarzo con - trazas de gravilla.

PROFUNDIDAD: 108.00 metros.

C U A D R O N° 1.5.9.

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° PGI-56

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
000.00 m a 003.00 m	Gravilla arcillosa.
003.00 m a 006.00 m	Arena arcillosa.
006.00 m a 021.00 m	Arena.
021.00 m a 027.00 m	Gravilla.
027.00 m a 030.00 m	Gravilla arcillosa.
030.00 m a 033.00 m	Gravilla arenosa.
033.00 m a 036.00 m	Arcilla.
036.00 m a 039.00 m	Gravilla arcillosa.
039.00 m a 048.00 m	Gravilla.
048.00 m a 057.00 m	Gravilla arcilla.
057.00 m a 060.00 m	Arcilla gravosa.
060.00 m a 063.00 m	Gravilla arcillosa.
063.00 m a 066.00 m	Arcilla gravosa.
066.00 m a 072.00 m	Arcilla.
072.00 m a 075.00 m	Arcilla gravosa.
075.00 m a 087.00 m	Arcilla gravosa.
087.00 m a 090.00 m	Arcilla arenosa.
090.00 m a 096.00 m	Arcilla gravosa.
096.00 m a 104.00 m	Arcilla.

PROFUNDIDAD: 104 metros.

C U A D R O N° 1.5.10

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° APJ-7E

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
000 m a 015 m	Arcilla con arena.
015 m a 023 m	Arena gruesa.
023 m a 054 m	Arena fina a media.
054 m a 076 m	Grava y arena.
076 m a 106 m	Arena media.
106 m a 111 m	Arcilla.
111 m a 138 m	Arena media.
138 m a 280 m	Arena fina a gruesa.
280 m a 323 m	Arena fina con arcilla.
323 m a 350 m	Arcilla con arena fina.

PROFUNDIDAD: 350.00 metros.

C U A D R O N° 1.5. II.

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO N° APJ-55

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
000.00 m a 002.00 m	Arena eólica.
002.00 m a 008.00 m	Arcilla arenosa.
008.00 m a 020.00 m	Clásticos de tamaño pequeño de caliza con escasa arcilla.
020.00 m a 024.00 m	Arcilla con escasos clásticos.
024.00 m a 034.00 m	Gravilla.
034.00 m a 038.00 m	Arena de grano fino a medio.
038.00 m a 047.00 m	Arena de grano fino a medio con escasa grava gruesa.
047.00 m a 048.00 m	Arcilla.
048.00 m a 053.00 m	Gravilla con arena de grano - medio.
053.00 m a 070.00 m	Arena de grano fino a medio - con escasa gravilla.
070.00 m a 072.00 m	Arcilla.
072.00 m a 087.00 m	Arena de grano fino a medio.
087.00 m a 089.00 m	Arena de grano fino a medio.
089.00 m a 096.00 m	Arena de grano medio con arcilla con trazas de grava.
096.00 m a 104.00 m	Arena de grano medio con arcilla y trazas de grava.
104.00 m a 115.00 m	Arena de grano fino.
115.00 m a 119.00 m	Arcilla.
119.00 m a 132.00 m	Arena de grano fino con escasa gravilla.
132.00 m a 134.00 m	Arcilla.
134.00 m a 152.00 m	Arena de grano fino con escasa grava gruesa y lentes de arcilla.
152.00 m a 155.00 m	Arena media con escasa gruesa y arcilla.
155.00 m a 162.00 m	Arena media escasa de grano -- grueso.

C U A D R O N° 1.5. II.

( C O N T I N U A C I O N )

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
162.00 m a 165.00 m	Arcilla.
165.00 m a 176.00 m	Arena de grano fino a medio - con escasa de grano grueso.
176.00 m a 179.00 m	Arcilla.
179.00 m a 188.00 m	Arena de grano fino.
188.00 m a 194.00 m	Arena de grano fino con arcilla.
194.00 m a 196.00 m	Arcilla.
196.00 m a 200.00 m	Arena de grano fino.
200.00 m a 202.00 m	Arcilla café.
202.00 m a 216.00 m	Arena de grano fino a muy fino con ocasionales lentes de arcilla y escasa gravilla.
216.00 m a 218.00 m	Arena arcillosa de grano fino.
218.00 m a 224.00 m	Arena de grano muy fino a fino con muy escasa gravilla.
224.00 m a 225.00 m	Arcilla.
225.00 m a 242.00 m	Arena de grano fino a muy fino.
242.00 m a 250.00 m	Arena de grano fino a muy fino con escasa arcilla y muy escasa arena de grano grueso.

PROFUNDIDAD: 250.00 metros.

C U A D R O N° 1.5.12.

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO A.P. 63-77.

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
DE 0.00 a 18,00 m	Grava gruesa y media.
" 18.00 a 42.00 m	Arcilla arenosa color café con grava y arena.
" 42.00 a 81.00 m	Grava gruesa y media con lentes de arena.
" 81.00 a 105.00 m	Arena fina y grava media.
" 105.00 a 118.00 m	Arena fina y muy fina con grava media.
" 118.00 a 189.00 m	Grava media y arena muy fina.
" 189.00 a 204.00 m	Arena media a fina.
" 204.00 a 261.00 m	Grava y arena fina a muy fina.
" 261.00 a 300.00 m	Arcilla muy arenosa con lentes, arena fina a muy fina.
" 300.00 a 350.00 m	Arena muy fina a fina y grava media.

PROFUNDIDAD: 308.72 metros.

C U A D R O N° 1.5.13.

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO APJ-77.

PROFUNDIDAD:	M A T E R I A L
DE 0.00 a 6.00 m	Arcilla arenosa color rojizo.
" 6.00 a 12.00 m	Toba arenosa con poca grava.
" 12.00 a 30.00 m	Grava con arena gruesa.
" 30.00 a 72.00 m	Grava gruesa arredondada.
" 72.00 a 84.00 m	Toba arenosa con grava.
" 84.00 a 123.00 m	Toba con arena gruesa y grava.
" 123.00 a 198.00 m	Toba arenosa con poca grava.
" 198.00 a 219.00 m	Toba arcillo-arenosa con poca grava.
" 219.00 a 313.00 m	Arcilla con escasa grava.

PROFUNDIDAD: 250.42 metros.

C U A D R O N° 1.5.14.

CORTE LITOLÓGICO DEL POZO APA-66-77 DE CD. JUAREZ, CHIH.

PROFUNDIDAD	M A T E R I A L
000.00 m a 002.00 m	Arcilla arenosa y grava gruesa.
002.00 m a 006.00 m	Grava gruesa con arena media.
006.00 m a 008.00 m	Grava media y arena fina.
008.00 m a 010.00 m	Arena media a fina.
018.00 m a 029.00 m	Grava media y arena fina.
029.00 m a 033.00 m	Arena media a fina y grava.
033.00 m a 042.00 m	Arena fina y grava.
042.00 m a 047.00 m	Arcilla arenosa con capas de arena fina.
047.00 m a 057.00 m	Arena muy fina.
057.00 m a 066.00 m	Arena fina y grava media.
066.00 m a 070.00 m	Arena fina a muy fina.
070.00 m a 072.00 m	Arena fina y grava media.
072.00 m a 078.00 m	Arena fina a muy fina.
078.00 m a 084.00 m	Arcilla muy arenosa con capas de arena fina.
084.00 m a 087.00 m	Arena fina a muy fina.
087.00 m a 091.00 m	Arcilla plástica con poca arena.
091.00 m a 106.00 m	Arena fina a muy fina.
106.00 m a 113.00 m	Arcilla arenosa con lentes de arena.
113.00 m a 117.00 m	Arena fina a muy fina.

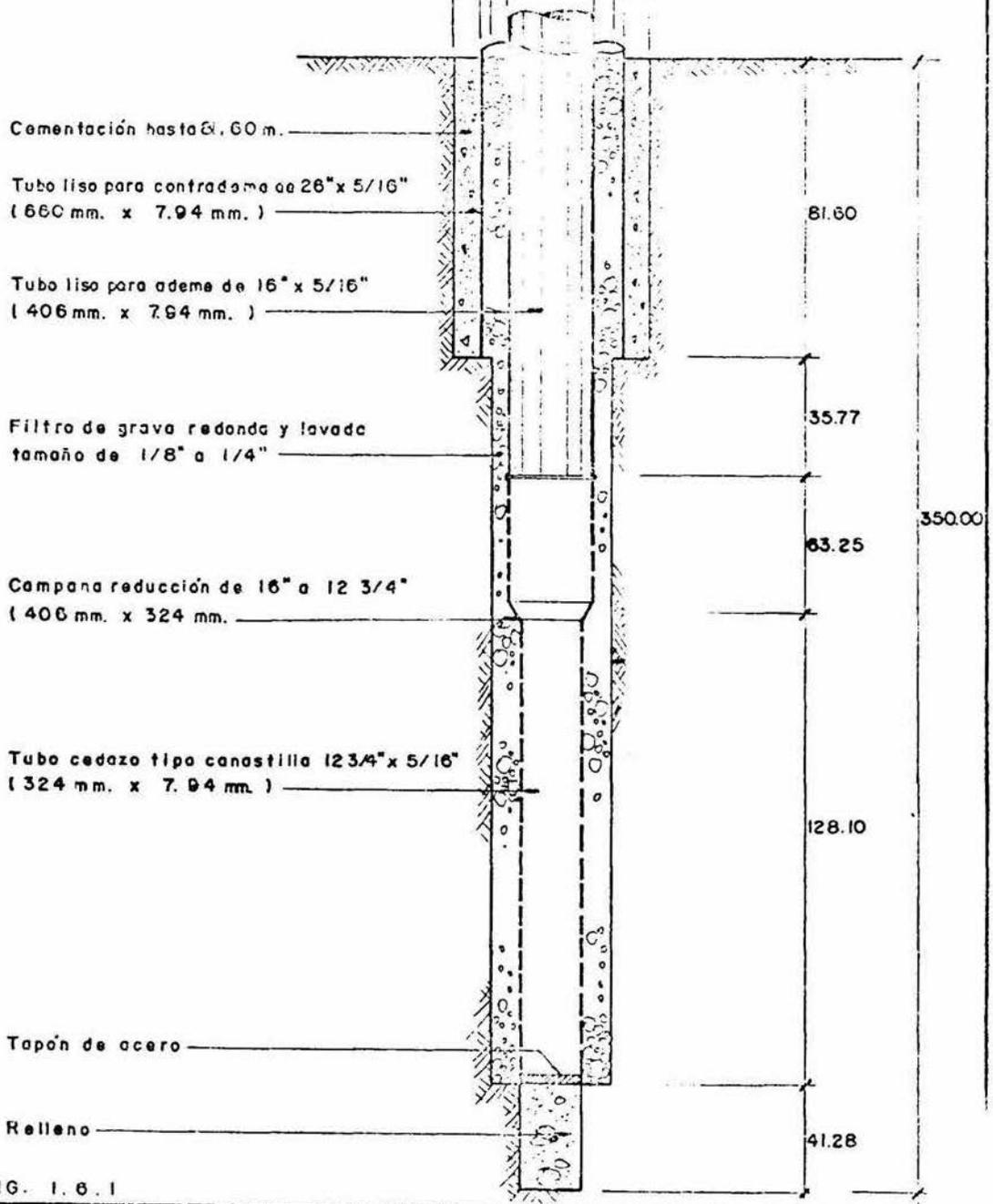
PROFUNDIDAD: 117.00 metros.

POZO APJ-63

CARLOS AYAYA Y  
NAHCAS, CD. JUAREZ  
CHIHUAHUA.

MATERIALES :

Grava 55,00 m  
Cemento 17,300 Kg.  
Bentonita 10,300 Kg.



El régimen de operación de las fuentes agrícolas es de 7 meses iniciándose en el mes de abril y concluyendo en octubre, durante tal período la extracción es intensiva, a fin de suministrar los volúmenes que demandan los cultivos. Durante el resto del año permanecen inactivos y generalmente son sujetos a mantenimiento -- electromecánico.

Las fuentes destinadas a uso potable, se encuentran localizadas en la mayoría de los casos en las -- áreas urbanas de todo el Valle, salvo el municipio de P. G. Guerrero, cuyas fuentes están orientadas al Sur - del Valle, al pie de la Sierra de Guadalupe, en los depósitos del Terciario. Alrededor de un 90% de este tipo de fuentes se encuentran concentradas en el área urbana de Cd. Juárez (Plano 1.67) con una capacidad de extracción de 60.5 millones de litros anuales (80) (81). Los restantes se encuentran dispersos a lo largo del Valle, con un promedio de 1.0 pozos por localidad y un volumen de extracción de 223 litros por segundo en total - (Cuadro 1.6.2).

La profundidad media de los pozos de agua potable, oscila entre los 164 y 300 metros en Cd. Juárez y de 276 a 500 metros en el resto del Valle (80) (81).

Debido a la densidad de pozos creciente en Cd. - Juárez, es evidente el problema de interferencia de conos de bombeo, lo cual, se traduce en abatimiento del -- área de bombeo y consecuentemente pérdida de eficiencia en el equipo de extracción.

CUADRO N° 1.6.1

CAPTACIONES PARA USOS AGRICOLAS EN LA PRIMERA UNIDAD DE EL VALLE DE JUAREZ, CHIH.

POZO N°	LOCALIZACION		COTA SNM	ADEME		PROFUNDIDAD	GASTO
	LATITUD	LONGITUD		LISO	RANURADO		
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-
PGI-9	31°35'30"	106°18'03"	1111.9	13.25	87.25	100.00	70.00
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-
PGI-21	31°37'38"	106°18'30"	1114.2	42.70	65.12	107.82	82.00
PGI-25	31°37'40"	106°19'55"	1115.6	28.91	90.27	119.18	65.00
PGI-26	31°37'10"	106°19'20"	1114.1	-	-	-	50.00
PGI-27	31°38'00"	106°20'10"	1115.6	-	-	-	50.00
PGI-28	31°37'36"	106°20'00"	1115.4	-	-	-	28.00
PGI-29	31°31'52"	106°19'03"	1114.6	-	-	-	34.00
PGI-30	31°38'00"	106°19'10"	1113.8	-	-	-	-
PGI-31	31°36'57"	106°18'33"	1113.2	-	-	-	-
PGI-32	31°35'56"	106°18'56"	1112.7	-	-	-	45.00
PGI-33	31°37'14"	106°18'18"	1113.1	30.50	71.04	101.54	65.00
PGI-34	31°26'22"	106°18'23"	1113.2	37.51	82.88	120.39	68.00
PGI-35	31°35'50"	106.18'14"	1112.4	36.77	82.88	119.65	70.00
PGI-36	31°38'35"	106°19'50"	1116.8	31.83	65.12	96.95	80.00
PGI-37	31°38'05"	106°19'32"	1114.9	32.33	35.52	67.85	48.00
PGI-38	31°37'37"	106°19'50"	1115.1	50.30	65.12	115.42	37.00
PGI-39	31°37'33"	106°19'44"	1114.7	44.15	59.22	103.37	60.00
PGI-40	31°36'06"	106°18'38"	1112.8	32.00	53.28	85.28	65.00
PGI-41	31°35'55"	106°18'25"	1112.0	44.20	59.20	103.40	72.00
PGI-42	31°41'40"	106°21'46"	-	37.17	65.12	102.29	76.00
PGI-43	31°41'47"	106°21'52"	1020.1	30.90	71.04	101.94	50.00
PGI-44	31°41'22"	106°21'28"	1120.2	33.13	71.04	104.17	50.00
PGI-45	31°41'42"	106.21'10"	1119.8	35.98	65.12	101.10	50.00

CUADRO N° 1.6.1 (CONTINUACION)

POZO N°	LOCALIZACION		COTA	ADEME	ADEME	PROFUNDIDAD	GASTO
	LATITUD	LONGITUD	SNM	LISO	RANURADO		
46	-	-	-	-	-	-	-
PGI-48	31°37'50"	106°20'25"	1117.6	61.48	58.92	120.40	-
PGI-49	31°38'45"	106°21'10"	1117.8	19.37	95.67	115.04	-
PGI-50	31°38'35"	106.21'06"	1121.6	19.61	60.51	80.2	-
PGI-51	31°38'13"	106°21'25"	1116.2	38.95	61.05	100.00	-
PGI-52	31°38'25"	106°20'00"	1116.3	38.90	44.90	83.80	-
PGI-53	31°38'47"	106°20'45"	1117.1	36.52	64.27	100.79	-
PGI-54	31°37'02"	106°19'42"	-	51.24	64.76	116.00	23.00
PGI-55	31°40'57"	106°21'07"	1119.1	17.52	90.50	108.02	85.00
PGI-56	31°36'30"	106°19'08"	1115.6	41.54	55.78	97.37	-
PGI-57	31°41'05"	106°21'16"	1119.9	44.88	49.12	90.00	-
PGI-58	31°35'80"	106°18'45"	1114.1	16.99	43.01	60.00	-
PGI-59	31°40'29"	106°20'51"	1118.8	40.30	61.29	101.59	-
PGI-60	31°38'00"	106°18'50"	1114.3	19.08	100.42	119.50	-
PGI-69	31°37'48"	106°19'10"	1114.0	23.88	77.18	101.06	-
PGI-70	31°37'23"	106°18'57"	1113.2	24.36	76.15	100.51	-
PGI-73	31°36'42"	106°18'20"	1112.2	20.12	54.06	74.18	72.00
PGI-74	31°37'25"	106°18'30"	1113.4	17.86	59.50	77.36	-
PGI-75	31°36'50"	106°18'40"	1113.5	18.17	59.28	77.45	-
PGI-76	31°36'42"	106°18'42"	1113.0	18.66	59.98	78.64	-
PGI-77	31°39'02"	106°20'37"	1117.6	18.18	60.60	78.03	-
PGI-85	31°36'07"	106°19'12"	-	24.20	126.34	150.54	-
PGI-86	31°36'18"	106°19'17"	-	24.86	57.31	82.17	-
PGI-87	31°35'52"	106°19'09"	-	37.09	113.23	150.32	-
PGI-88	31°35'58"	106°18'37"	-	24.64	126.51	151.15	-
PGI-89	31°35'46"	106°19'17"	-	28.84	99.47	128.31	-
PGI-90	31°23'56"	106°06'55"	-	35.56	115.54	151.10	-
PGI- 2	31°34'15"	106°74'00"	1109.5	-	-	-	-
PGI- 3	31°33'40"	106°17'40"	1111.4	-	-	-	-
PGI- 6	31°32'10"	106°16'10"	1117.5	-	-	-	-
PGI-18	31°33'28"	106°16'43"	1108.4	-	-	-	-
PGI-20	31°31'34"	106°15'31"	1104.6	-	-	-	-
PGI-46	-	-	1107.3	-	-	-	-

CUADRO 1.6.2

CAPTACIONES DE AGUA POTABLE QUE ABASTECEN EL AREA  
METROPOLITANA DE CD. JUAREZ, CHIH.

POZO N°	LOCALIDAD	FECHA DE PERFORACION	COTA SNM	GASTO (Q) lps	PROFUNDIDAD
4-R	COLOMBIA Y VILLARREAL	1960	1130.64	70.00	250
5-R	BORUNDA Y AMERICAS	1960	1128.67	88.30	250
6	GRECIA Y BERLIN	1961	1160.93	61.60	250
7	20 NOV. Y O. RUBIO	1960	1129.18	68.30	283
9	ORO Y MEJIA	-	1133.02	61.50	-
10-R	PANAMA Y TEPEYAC	1960	1129.18	60.00	250
11	OJINAGA Y GLOBO	1958	1131.04	60.00	180
12-R	BABICORA Y ADAME	1960	1142.34	57.14	250
13-R	SERDAN Y DV. NORTE	1962	1164.68	62.50	217
14-R	OÑATE Y LIBERTAD	1961	1130.68	75.70	200
15	CALVILLO Y 2 DE ABRIL	1958	1129.31	55.00	180
16	RAYON Y ALTAMIRANO	1959	1140.96	56.60	135
17	PORFIRIO DIAZ Y EJIDO	1957	1128.25	50.00	210
19	ACAPULCO Y SALTILLO	1959	1128.88	84.70	200
23	LA RAZA Y G. PEDRAZA	1959	1128.58	69.00	230
28	GUADALAJARA Y CHIHUAHUA	1959	1128.48	71.40	225
33	CHAPULTEPEC Y FCO.M. DE O	1959	1129.92	61.60	250
37	P.E. CALLES Y CAM. SN. LORENZO	1959	1126.81	68.30	200
38	CLEMENTE OROZCO Y REFOR MA.	1961	1126.72	68.30	200
39	AV. DE LA RAZA OTE.	1961	1126.92	85.00	210
42	ESC.N.BRAVO (LA FUENTE)	1961	1125.13	68.30	250
43	SIMONA BARBA	1961	1127.30	95.00	200
44	CARTAGENA Y SUECIA	1962	1140.85	61.60	110
45	LOPEZ MATEOS Y CARR. C. GRANDES.	1962	1127.48	54.05	180
46	PARRAL Y DURANGO	-	1177.39	18.00	245
47	SATURNO Y FOBOS	1960	1120.45	58.30	260
48	PARQUE IND. J.J. BERMUDEZ.	1969	1122.16	65.00	146
49	CARTAGENA E IRLANDA	1961	1140.36	36.00	-
50	ROCALLOSAS Y CALLE 5	1961	1171.20	30.00	250
52	CY AMAYA Y TZELTALES	1974	1179.20	46.51	250
53	MINA Y PLOMO	1974	1139.56	46.00	220
54	S. DE JUAREZ Y M. URALES	1974	1154.25	50.00	200
55	FCO. VILLA Y TLAXCALA	1975	1130.62	61.60	225

CUADRO N° 1.6.2.

C O N T I N U A C I O N .

POZO N°	LOCALIDAD	FECHA DE PERFORACION	COTA SNM	GASTO (Q) lps	PROFUNDIDAD
56	FIEL AVILA Y PARRAL	1975	1118.66	26.60	220
57	ORO Y ARANA	1975	1146.04	31.40	190
58	AV. LOPEZ MATEOS (M <u>A</u> YORGA)	1975	1128.33	83.30	250
59	NOHOAS Y QUICHE	1975	1156.98	59.70	270
60	MAPIMI Y ROSALES	-	1156.80	61.60	-
61	BENEMERITO DE LAS -- AMERICAS	-	-	26.6	250
62	ACACIAS Y ARTEAGA	-	-	-	250
63	CARLOS AMAYA Y NAHOAS	-	-	41.0	280
64	C. MADERERIAS Y ACE-- QUIA P.	-	-	-	250
65	V. GUERRERO Y AV. L. CHARRO	-	-	-	220
66	M. AUZA Y MANUEL SO- TO	-	-	-	220
67	VALLE DE JUAREZ Y VA LLE HERMOSO	1977	-	40.0	211
69	AV. DE LA RAZA	-	-	81.6	210
70	CORONADO Y SERAPIO - RENDON	-	-	55.0	-
71	M. CASTILLO Y ZAPATA	-	-	-	-
1	GALGODROMO "VILLAR"	-	-	70	180
2	FRACC. FUENTES DEL - VALLE	-	-	70	180
3	CARR. CASAS GRANDES	-	-	70	250

CUADRO N° 1.6.3

FUENTES DE ABASTECIMIENTO PARA USO POTABLE EN LAS COMUNIDADES DEL  
VALLE DE JUAREZ, CHIH.

POZO N°	LOCALIDAD	MUNICIPIO	FECHA DE PERFORACION	GASTO LPS	PROFUNDIDAD
1	WATER FILL	JUAREZ	-	60	-
2	ZARAGOZA	"	-	70	-
1	SAUZAL	"	1977	10	270 m.
1	LOMA BLANCA	"	1977	2	-
1	SAN ISIDRO	"	1978	5	-
1	JESUS CARRANZA	"	1978	6.5	-
PJB-5	EL MILLON	"	1968	22	500 m.
PJB-6	GUADALUPE	GUADALUPE	-	85	200 m.
PJB-10	EL MIMBRE	PRAXEDIS	1967	5	226 m.
448	P.G. GUERRERO	"	-	10	-
M-A-4	GUADALUPE	GUADALUPE	-	23	225 m.
PJB-7	JUAREZ Y REFORMA	JUAREZ	-	-	500 m.
1	LA ESPERANZA	PRAXEDIS	-	-	225 m.
1	EL PORVENIR	"	-	-	-
1	SAN AGUSTIN	JUAREZ	1978	4.3	-

## 1.7 CALIDAD DEL AGUA.

El agua almacenada en los distintos acuíferos -- del Valle de Juárez, presenta características físicoquímicas y bacteriológicas particulares, dependiendo enteramente de diversos factores interrelacionados, como -- son la naturaleza geológica del terreno, permeabilidad del mismo y dinámica del acuífero, así como de la naturaleza físicoquímica y bacteriológica de las fuentes de recarga. Como ya se observó la naturaleza del terreno desde el punto de vista geológico, nos permite delimitar, en base a la disposición de las capas impermeables arcillosas, auxiliado con las características físicoquímicas del agua, cuatro acuíferos distintos (Fig. 1).

El acuífero que denominamos para fines prácticos PGI, localizado en casi toda la extensión del Valle y limitado en cuanto a profundidad se refiere, en el -- oriente por arcilla impermeable entre los 60 y 100 mts., hasta la comunidad de Zaragoza y que se continúa de una sola pieza desde esta última hasta poco antes de la comunidad de El Millón, donde es limitada a los 60-70 -- mts., hasta Guadalupe, para luego continuar de una sola pieza hasta El Porvenir, presenta características mostradas en el cuadro N° 1. De lo anterior se deduce que a la altura del pozo N° 5 de Cd. Juárez en adelante hasta el pozo 36, el agua presente es de mala calidad, debido a que presenta elevadas concentraciones de alcalinidad total, dureza total y cálcica, manganeso, cloruros, sólidos totales, turbiedad, color y sulfatos.

Un segundo acuífero, denominado APA, localizado

en el área central de Cd. Juárez, conformando una faja con dirección Sur/Norte (Fig. 1.7.1) se encuentra limitado entre las profundidades de 140 y 250 metros por material impermeable. La calidad del agua de acuerdo a las normas vigentes (82) (83) (84) (85) de calidad, no es apta para consumo humano, sin embargo, debido a que es el único recurso disponible, mediante un tratamiento es utilizada para fines potables. En un examen preliminar de las fuentes de abastecimiento que se localizan en Cd. Juárez, se obtuvieron los resultados -- mostrados en la tabla 3. Exámenes rutinarios bacteriológicos, durante 1978, mostraron que el agua está relativamente exenta de contaminación fecal y que sólo ocasionalmente se registran niveles mínimos de contaminación.

Lo anterior obedece con toda probabilidad a que la gruesa capa de arcilla que lo aísla entre los 60-80 metros, actúa como un poderoso sello, reteniendo las partículas microbianas. (Cuadro 1-13).

Antes de distribuirse a las redes municipales, alrededor del 70% de las fuentes de abastecimiento se les proporciona un tratamiento de cloración y estabilización de manganeso, con un costo de 0.07 \$/M<sup>3</sup>. (81).

El tercer acuífero ubicado en el centro del Valle de Juárez, entre las localidades de El Millón y Porfirio Parra, localizado a los 500 metros de profundidad limitado en su parte superior por una capa impermeable de alrededor de 100 metros de espesor y con un límite -

inferior desconocido, se caracteriza por poseer aguas - con elevada temperatura, 37 C y calidad excelente desde el punto de vista fisicoquímico y bacteriológico. (Cuadro 3). Lo anterior obedece a la adecuada protección de las fuentes de abastecimiento (captaciones) y la enorme capa arcillosa que la aísla de las arenas permeables superiores. (76).

Finalmente, un acuífero que denominamos PAS, se encuentra localizado en toda la extensión del Valle de Juárez, desde Cd. Juárez hasta El Porvenir, cuya calidad de agua le ha valido ser considerado como uno de los más inapropiados para cualquier uso, dado que presenta concentraciones de salinidad (determinada en forma de cloruros de alrededor de 10 000-30 000 ppm. Se localiza -- abajo de los 300 metros de profundidad desde Cd. Juárez hasta El Millón y se mezcla con el acuífero PGI desde -- Guadalupe hasta el porvenir, probablemente este acuífero pasa debajo del acuífero termal y resurja más adelante en Guadalupe. Como se observó en 1.6, el acuífero -- PGI, es el que recibe la recarga total del sistema local, recarga cuyas aguas son de mala calidad, si consideramos que se utilizan mezclas de aguas residuales y del -- Río Bravo en la irrigación. Debido a que el muestreo -- preliminar fue efectuado en un momento inadecuado por -- estar el sistema de irrigación suspendido, es difícil -- pronosticar qué ocurre durante los meses de riego intensivo. Es necesario evaluar la potencialidad patogénica y fisicoquímica, que puede existir en el acuífero PGI. - (76).

CUADRO 1.7.1.

EXAMENES FISICOQUIMICOS DE LAS CAPTACIONES DESTINADAS A RIEGO EN LA PRIMERA UNIDAD DEL DISTRITO DE RIEGO, VALLE DE JUAREZ, N° 09, CHIH.

ESTACION POZO N°	HORA	FECHA	LOCALIDAD	T°C	pH*	COLOR*	OLOR*	TURBIEDAD*	SOLIDOS TOTALES
PGI- 2	13.15	5-3-79	LOMA BLANCA	21.5	7.8	5	H <sub>2</sub> S	6.5	1070
PGI- 3	13.25	5-3-79	SAN ISIDRO	22.5	7.6	3	INODORO	7.5	922
PGI- 6	13.45	5-3-79	SAN ISIDRO	22.5	7.7	3	"	5.0	923
PGI-10	13.10	5-3-79	LOMA BLANCA	22.0	7.9	0	"	4.0	798
PG5-18	13.30	5-3-79	SAN ISIDRO	23.0	7.8	3	"	2.0	980
PGI-20	14.06	5-3-79	SAN AGUS-- TIN	25.0	8.0	7	"	4.5	569
PGI-27	11.18	5-3-79	ZARAGOZA	21.0	8.1	7	"	6.5	2624
PGI-36	11.02	5-3-79	ZARAGOZA	20.0	8.2	35	"	13.0	1721
PGI-45	10.10	5-3-79	ZARAGOZA	19.0	8.0	70	"	6.5	1786
PGI-60	11.35	5-3-79	ZARAGOZA	19.0	8.3	70	"	4.5	2250
PGI-93	9.50	5-3-79	ZARAGOZA	17.0	8.2	70	"	9.5	2840

Todas las unidades se expresan en mg/l, excepto \*

CUADRO N° 1.7.1.  
(CONTINUACION)

INDICE LANGELIER*	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Mn <sup>+2</sup>	Fe <sup>+3</sup>	F <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
+0.7	192	48.0	0.05	0	0.60	175.0	111.2	22.02	183.08	385.52
-0.1	142	48.0	0.01	0	0.65	125.0	58.4	28.80	180.78	279.18
+0.1	132	32.6	0.05	0	0.84	99.6	67.2	10.08	135.70	268.96
+0.4	108	0	0.03	0	0.65	50.0	65.6	16.32	89.7	270.44
-0.1	156	0	0.05	0	0.65	50.0	39.2	19.20	131.79	236.26
-0.2	68	8	0.03	0	0.47	40.0	24.0	7.20	80.5	156.87
-	136	0	0.03	0	0.55	50.0	33.6	26.88	100.05	208.03
-	296	0	0.30	0.3	0.48	220.0	181.6	33.12	167.21	378.91
-	499	0	1.00	0.2	0.86	275.0	112.0	79.20	309.81	361.08
-	450	0	1.00	0.2	0.68	368.8	76.0	93.12	434.47	630.04
-	626	0	1.00	0.2	0.61	450.0	104.8	158.40	366.62	450.18

CUADRO 1.7.1. (CONTINUACION)

ALCALINIDAD T O T A L	DUREZA TOTAL	DUREZA CALCIO	DUREZA MAGNESIO	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{CaSO}_4$	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{MgSO}_4$	$\text{MgSO}_4$
316.78	370.0	278.0	92.0	450.91	-	56.36	64.41	-
228.84	266.0	146.0	120.0	236.81	-	120.78	45.15	-
220.46	210.0	168.0	42.0	272.50	-	76.13	-	-
221.68	232.0	164.0	68.0	266.00	-	84.18	12.64	-
193.66	178.0	98.0	80.0	158.96	-	139.81	39.48	-
128.59	90.0	60.0	30.0	97.32	-	100.28	-	-
170.52	196.0	84.0	112.0	136.25	-	125.90	31.30	-
310.59	592.0	454.0	138.0	736.39	195.44	-	329.29	-
295.97	610.0	280.0	230.0	439.16	-	23.42	378.00	30.52
516.43	588.0	190.0	388.0	308.18	-	477.26	86.69	-
369.05	922.0	262.0	660.0	424.96	-	156.65	665.81	60.98

CUADRO 1.7.1 (CONTINUACION).

$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{NaCl}$	$\text{NaHCO}_3$
182.47	315.90	-
131.35	234.00	-
410.38	217.03	16.80
558.93	177.84	-
385.53	256.31	-
194.54	111.74	64.68
36.92	224.05	-
192.41	267.93	-
-	789.75	-
454.4	741.20	-
-	28.08	-

EXAMEN FISICOQUIMICO DE LAS CAPTACIONES DESTINADAS AL USO POTABLE EN  
CIUDAD JUÁREZ, CHIH

ESTACION POZO N°	HORA	FECHA	T°C	pH*	COLOR*	OLOR*	TURBIEDAD*	SOLIDOS TOTALES	INDICE LANGELIER*
10	15.15	13-2-79	20.0	8.0	0	INODORA	3.5	610	+0.5
11	8.45	14-2-79	20.0	7.8	0	"	4.5	1816	0
13	9.45	14-2-79	22.0	8.3	0	"	2.6	1032	0
15	15.50	13-2-79	19.0	8.2	0	"	3.0	866	+0.9
16	15.35	13-2-79	20.0	8.0	0	"	1.9	1080	0
19	16.02	13-2-79	20.0	8.3	0	"	2.6	1152	0
23	16.30	13-2-79	21.0	8.2	0	"	1.9	748	+0.4
33	17.20	13-2-79	21.0	8.0	0	"	2.6	500	+0.3
37	17.35	13-2-79	22.0	8.0	0	"	2.6	648	-0.4
39	16.25	13-2-79	21.5	8.1	0	"	4.0	640	+0.6
42	16.17	13-2-79	20.0	8.0	0	"	3.5	736	+0.5
43	16.12	13-2-79	19.0	8.3	0	"	2.6	698	+0.6
47	16.25	13-2-79	22.0	8.1	0	"	3.0	436	+0.1
48	18.15	13-2-79	22.0	8.1	0	"	3.5	462	-0.2
53	15.30	13-2-79	21.0	7.8	0	"	1.0	902	+0.5
55	15.15	13-2-79	21.0	7.8	0	"	3.5	1104	0
58	17.55	13-2-79	22.0	8.1	0	"	2.6	502	+0.4
59	19.30	13-2-79	22.0	8.3	0	"	2.6	694	+0.6
67	17.55	13-2-79	23.0	8.3	0	"	3.5	412	+0.2
70	8.40	14-2-79	21.0	8.3	0	"	1.9	740	+0.6

CUADRO N° 1.7.2 (CONTINUACION)

Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Fe <sup>+3</sup>	Mn <sup>+2</sup>	Na <sup>+1</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en N	Alcalinidad F
85	25	0.01	0.2	77	12	190	150	108	0.46	0.02	10
227	46	0.01	0.05	166	0	451	383	250	0.27	0.00	0
59	50	0.01	0.01	190	7	215	152	300	1.30	0.01	6
146	15	0.01	0.01	97	24	237	200	140	0.27	0.40	20
91	41	0.01	0.6	189	20	232	304	194	0.18	0.30	16
114	9	0.01	0.6	165	24	232	160	200	1.00	0.01	20
61	26	0.01	0.01	50	15	171	62	100	0.27	0.00	12
56	28	0.01	0.01	53	15	156	78	98	0.00	0.00	12
74	29	0.01	0.01	88	12	163	130	146	0.37	0.02	10
64	29	0.01	0.01	94	24	163	150	110	0.22	0.20	20
77	42	0.01	0.01	78	20	200	152	130	0.09	0.00	16
45	53	0.01	0.01	95	24	205	152	122	1.00	0.01	20
26	13	0.01	0.01	92	32	132	72	60	0.30	0.10	26
32	17	0.01	0.01	82	12	159	62	82	0.09	0.00	10
114	28	0.01	0.01	99	0	232	152	190	0.40	0.00	0
163	17	0.01	0.80	190	0	317	350	190	0.90	0.00	0
48	21	0.01	0.01	60	15	161	40	100	0.22	0.00	12
74	13	0.01	0.01	56	15	173	102	64	0.37	0.00	12
24	13	0.01	0.01	81	10	154	59	64	0.78	0.02	8
56	36	0.01	0.20	127	22	166	100	204	1.00	0.01	18

CUADRO 1.7.2 (CONTINUACION)

ALCALINIDAD TOTAL	DUREZA TOTAL	DUREZA $\text{CO}_3$	$\text{CaCO}_3$	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{NaHCO}_3$	$\text{CaSO}_4$	$\text{MgSO}_4$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$
176	316	176	20	253	0	0	49	125	23
370	760	370	-	600	0	0	270	231	12
188	356	188	12	221	59	0	190	0	0
234	428	234	40	315	0	0	177	77	20
222	400	222	32	308	0	0	8	207	197
230	320	230	40	308	0	0	74	43	109
164	260	164	24	208	17	0	0	78	0
152	256	152	24	188	18	0	0	98	0
154	304	154	20	217	0	0	41	126	0
174	280	174	40	195	20	0	0	128	71
196	368	196	32	260	6	0	0	190	0
208	332	208	40	117	141	0	0	149	48
160	120	120	52	19	82	67	0	0	106
150	152	150	20	97	102	0	0	3	89
190	400	190	0	308	0	0	128	77	0
260	480	260	00	422	0	0	202	87	205
156	208	156	24	156	53	0	0	59	0
166	240	142	24	230	0	0	25	67	0
142	116	116	16	71	82	44	0	0	87
172	288	172	36	169	47	0	0	125	0

CUADRO 1.7.2 (CONTINUACION)

MgCl <sub>2</sub>	NaCl
0	178
0	412
10	483
0	230
0	319
0	329
30	128
22	135
14	223
0	181
13	197
0	201
0	99
0	135
50	252
0	313
10	152
0	105
0	105
11	322

Todas las unidades se expresan en mg/l, excepto \*

CUADRO N° 1.7.3.

ANALISIS FISICOQUIMICOS DE LAS CAPTACIONES DESTINADAS AL USO POTABLE  
EN EL VALLE DE JUAREZ, CHIH.

ESTACION	LOCALIDAD	HORA	FECHA	T°C	pH*	COLOR*	OLOR*	TURBIEDAD	SOLIDOS TOTALES
I-I	ZARAGOZA	14.00	13-2-79	22.0	8.2	0	INODORA	2.6	454
II-2	WATER FILL	14.15	13-2-79	22.0	8.3	0	"	4.3	830
III-I	EL SAUZAL	13.20	12-2-79	22.0	8.1	0	"	3.5	510
IV-I	LOMA BLANCA	19.10	12-2-79	23.0	8.3	0	"	2.6	550
V-I	SAN ISIDRO	18.25	12-2-79	23.0	8.1	0	"	2.6	560
VI-I	SAN AGUSTIN	18.15	12-2-79	24.0	8.4	0	"	4.0	628
VII-I	LA COLORADA	18.40	12-2-79	23.0	8.0	0	"	2.6	1564
VIII-I	EL MILLON	17.10	12-2-79	26.0	8.0	0	"	3.5	1534
IX-I	JUAREZ Y REFORMA	17.30	12-2-79	26.0	8.6	0	"	1.9	1550
X-I	EL MIMBRE	15.35	12-2-79	25.0	8.3	0	"	3.0	828
XI-I	GUADALUPE	16.50	12-2-79	23.0	8.5	0	"	2.6	1276
XII-I	ESPERANZA	14.05	12-2-79	16.0	8.1	0	"	1.9	816
XIII-I	PRAXEDIS	12.30	12-2-79	18.0	8.1	0	"	4.5	1642
XIV-I	EL PORVENIR	14.35	12-2-79	21.0	7.8	0	"	110.0	4344

Todas las unidades se expresan en mg/l, excepto \*

CUADRO N° 1.7.3 (CONTINUACION)

INDICE LANGELIER*	Ca	Mg	Fe	Mn	Na	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en N.
+0.4	40	11	0.01	0.01	89	12	168	79	70	0.41	0.02
+0.5	32	12	0.01	0.01	220	17	188	160	164	0.40	0.60
+0.4	51	12	0.01	0.01	95	12	166	102	88	0.41	0.15
+0.6	58	31	0.01	0.01	60	12	171	132	74	1.00	0.01
+0.5	34	9	0.01	0.01	132	22	154	120	86	0.9	0.02
+0.4	27	10	0.01	0.01	158	24	163	150	86	0.41	0.15
0	109	22	0.01	0.01	377	15	117	346	500	0.22	00
0	11	2	0.01	0.01	448	12	139	626	162	3.25	9.00
0	22	8	0.01	0.01	382	29	76	380	294	2.40	0.01
+0.7	41	23	0.01	0.01	182	15	229	206	120	0.40	0.15
0	21	7	0.01	0.01	314	17	27	520	122	0.14	0.01
+0.3	40	70	0.01	0.01	101	20	232	180	144	0.41	00
0	64	48	0.01	0.01	226	17	373	242	188	1.60	00
0	208	144	0.70	0.01	520	7	149	140	1400	0.72	00

cuadro n° 1.7.3 (CONTINUACION)

ALCALINIDAD F	ALCALINIDAD TOTAL	DUREZA TOTAL	DUREZA $\text{CO}_3^{=}$	$\text{CaCO}_3$	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{NaHCO}_3$
10	158	144	144	20	130	64	24
14	182	128	128	28	84	70	91
10	156	180	156	20	175	41	0
10	160	272	160	20	201	23	0
18	162	120	120	36	78	53	71
20	174	108	108	40	45	59	111
12	120	364	120	24	156	0	0
10	134	40	40	20	13	18	158
24	110	88	88	48	13	47	37
12	212	200	200	24	130	141	20
14	50	80	50	28	36	0	0
16	222	392	222	32	110	179	0
14	334	360	334	28	214	205	0
6	134	1120	134	12	198	198	0

CUADRO N° 1.7.3 (CONTINUACION)

$\text{CaSO}_4$	$\text{MgSO}_4$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{MgCl}_2$	$\text{NaCl}$
0	0	116	0	115
0	0	236	0	270
0	29	116	0	144
0	135	36	0	122
0	0	178	0	142
0	0	222	0	142
207	111	165	0	824
0	0	926	0	267
0	0	562	0	484
0	0	305	0	198
3	34	726	0	201
0	205	25	0	237
0	31	321	0	309
198	0	0	571	1323

## 2.1 ELABORACION DE LAS CARTAS SUBTERRANEAS

El énfasis reciente sobre la escasa protección de la calidad de las aguas subterráneas ha conducido a una mayor responsabilidad en la prevención de la contaminación, mediante el empleo de monitoreos que predigan la conducta del acuífero. Los programas de monitoreo, deben hacer algo más que valorar la calidad y cantidad del agua, tal como proporcionar una aproximación sistemática que permita detectar y delinear la polución del agua, antes de que alcancen las fuentes de captación de las aguas subterráneas y preferiblemente antes de penetrar al subsuelo (86). Debe enfocarse sobre la identificación de fuentes de contaminación, contaminantes específicos y su dinámica a través del Sistema Geohidrológico.

Debido a que las aguas subterráneas no son fácilmente accesibles, los métodos tradicionales de muestreo se han concentrado, alrededor de pruebas de pozos profundos, analizando las muestras colectadas y evaluando los resultados.

Antiguamente, en muchos lugares del mundo, el agua fue una de las comodidades más baratas y su asequibilidad era el menor de los problemas, hoy su disponibilidad libre no puede ser tan barata como para permitirse el lujo de desperdiciarla sin sufrir los riesgos de contaminación y escasez.

En fuentes subterráneas es imposible extraer fuertes cantidades de agua sin que se afecte la calidad de la misma, de aquí que un control racional de la explotación

de los acuíferos sea la principal vía de prevención de la contaminación de los mismos.

Comúnmente se han utilizado las mediciones de los niveles estáticos y dinámicos, para detectar los cambios que ocurren dentro del acuífero, de este modo cuando los niveles son altos, o sea más profundos, se dice que el acuífero ha sufrido un abatimiento (el cual es proporcional a la profundidad alcanzada por el nivel estático o dinámico) y si tiene un registro controlado de varios años se puede determinar la tasa de abatimiento del acuífero, siendo incluso posible determinar su comportamiento futuro (12) (13) (14).

Los mismos niveles estáticos o dinámicos, localizados en un plano y configurados los valores semejantes (no necesariamente iguales), nos dan una idea de la circulación hidráulica que está ocurriendo en ese momento dentro del acuífero, señalando la dirección del flujo. Lo anterior es de importancia vital porque indica el lugar exacto donde la extracción es más aguda y señala -- nuevas localizaciones donde pueden ser instaladas nuevas captaciones.

Si consideramos que la cantidad de agua determina la calidad de la misma, entonces se puede pensar que las áreas de mayor extracción tendrán agua de menor calidad que aquéllas sujetas a una extracción moderada. Sin embargo, las curvas de niveles estáticos y dinámicos no nos indican nada acerca de la calidad del agua, por lo que es necesario utilizar otra herramienta que nos -

indique el aspecto cualitativo real del agua, un buen auxilio resulta ser la Geoquímica.

La Geoquímica es una rama de la Geohidrología, que encuentra sus fundamentos en la capacidad que tiene el agua para diluir las sales solubles de las formaciones geológicas, de esta manera el contenido de sales disueltas en el agua será mayor conforme el flujo avance en su recorrido por los mantos acuíferos (14).

## 2.2. SELECCION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

El estudio de los depósitos subterráneos, sólo es posible mediante el uso de los diferentes alumbramientos y captaciones. Resulta técnicamente imposible estudiar todo el complejo sistema que compone una corriente subterránea, por lo que es necesario seleccionar puntos idóneos que serán representativos del sistema general y cuya integración proporcione un panorama global de la dinámica y calidad del agua. Las modernas técnicas estadísticas (55), recomiendan el uso de ciertos métodos de selección de variables que se toman en consideración y del número de éstas. Una de ellas consiste en la selección aleatoria, la cual supone en nuestro caso particular que cada pozo por ejemplo, tiene la igual probabilidad de contener la misma calidad del agua, siempre y cuando pertenezca al mismo acuífero. Lo anterior es válido para acuíferos que no están expuestos a ningún tipo de contaminación y que no presentan problemas de sobreexplotación, pero sólo en forma parcial.

El caso del acuífero que abastece a Cd. Juárez, - Chih., ha demostrado que no es posible seleccionar estaciones en forma aleatoria, sino con una cierta base física, en este caso, la elaboración de cartas subterráneas basadas en evidencias reales como lo demuestran -- los análisis químicos y los niveles estáticos. Se examinaron las estaciones donde las concentraciones y niveles son más altos, ya que ello indica que es allí donde el mezclado de agua es más activo y, por tanto la probabilidad de que exista contaminación microbiológica, es mayor que en aquellas zonas de poco bombeo.

Los distintos acuíferos que componen el Valle de Juárez nos muestran características dinámicas particulares. El principal acuífero, objeto del presente estudio, demostró ser un acuífero sobre explotado como ya -- lo han evidenciado muchos otros autores (13) (14) (15). Sin embargo, dada la naturaleza hidrogeológica del terreno, las probabilidades de contaminación, son nulas, -- según se confirma posteriormente y la dirección de las corrientes, determinadas en base a los valores estáticos y geoquímicos de los cuadros 2.2.1, Fig. 2.2.1 y -- cuadro 2.2.2, Fig. 2.2.2, respectivamente, poco nos pueden auxiliar en lo que respecta a la selección de estaciones para muestreo bacteriológico.

El acuífero del Valle de Juárez, destinado a la irrigación (PGI) es desde el punto de vista dinámico, -- una corriente de circuito cerrado. El agua extraída a profundidades medias de 80 metros, es nuevamente retor-

nada hacia el subsuelo, a través de la infiltración en los campos agrícolas; a diferencia del anterior, las aguas de este acuífero retornan con una calidad inferior, que cuando fueron extraídas, debido (como ya se mencionó), a que van cargadas con numerosos contaminantes, principalmente materia orgánica. Dada la falta de datos disponibles, no fue posible construir las curvas de iguales niveles estáticos, únicamente se configuraron los datos físicoquímicos, los cuales se detallan en el cuadro 2.2.3 y se ilustran en la Fig.2.2.3. De lo anterior se deduce que las aguas van siendo mayormente contaminadas, a medida que la distancia va -- siendo más larga (hacia el Oriente); pero aún así, la gruesa capa de arena que separa la tubería ranurada de los pozos (40 metros), actúa como un poderoso filtro -- que retiene la mayoría de los microorganismos. De --- cualquier forma esto auxilia en la determinación de -- las zonas donde las aguas están más contaminadas y se toman como estaciones donde la probabilidad de contaminación es mayor.

Los acuíferos Termales y Profundos, resultaron -- innecesarios por algunas razones: el primero sólo tiene tres captaciones distantes entre sí y los datos no son representativos para construir curvas de corrientes confiables, son necesarias por tanto más captaciones. El segundo, dada la profundidad (más de 350 metros), su total inutilidad por contener aguas altamente saladas, así como falta de datos y dificultad en el muestreo, no se consideró pertinente darles mayor importancia.

### 2.3 CRITERIOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS

El muestreo de fuentes de abastecimiento subterráneo, juega un papel de capital importancia en la bondad y exactitud de los datos, por lo que la práctica exige la reunión de distintos requisitos a fin de alcanzar resultados confiables.

Distintas organizaciones nacionales y mundiales, han incluido dentro de sus normas de calidad de agua un capítulo destinado al muestreo. La vigilancia y el control de la calidad del agua dependen fundamentalmente de la frecuencia y tipo de muestreo que se ejecutan. A modo de ilustración citemos El Instructivo para la toma y transporte de muestras de agua para análisis físico-químico y bacteriológico, emitido por SRII en 1976. Aquí se realza la importancia que tiene el muestreo y la necesidad de elegir muestras representativas, la tipificación de la misma, si es simple o es compuesta, los métodos de muestreo dependiendo de la fuente, las determinaciones de campo respectivas, la preservación y transporte de la muestra a fin de evitar cambios en su calidad y por supuesto, el registro de los datos de localización y tipo de fuentes.

El sistema en cuestión es netamente subterráneo, y los únicos medios para alcanzar la muestra son a través de las captaciones. Debido a que resulta técnicamente imposible muestrear todas las captaciones simultáneamente, se procedió a seleccionar las muestras que ya se explicaron en 2.2. Ahora bien, interesa ante todo co

nocer la existencia de contaminación y observar la probabilidad de que pueda haber contaminación a fin de prevenirla a tiempo y evitar ulteriores problemas.

Las muestras son divididas en el siguiente orden:

- a) Muestras para exámenes bacteriológicos.
- b) Muestras para exámenes fisicoquímicos.
- c) Muestras para exámenes especiales.

a) Las muestras para exámenes bacteriológicos se toman bajo los siguientes criterios: La bomba se muestrea dos horas después de estar operando, esto nos permite tomar una muestra altamente representativa del acuffero. -- Volúmenes un poco mayores de 100 ml., envases previamente esterilizados y con un neutralizador de posibles agentes-desinfectantes (tiosulfato sódico) y muestras simples.

Los volúmenes triplicados de cada fuente, sólo fueron al final del trabajo, durante el mes de mayo. Los muestreos anteriores sólo incluían una muestra y fueron sometidos a un examen bacteriológico rutinario de determinación de coliformes totales. A fin de apoyar los datos y detectar probables fallas en la técnica, se sometieron a dos pruebas adicionales de detección de coliformes fecales y estreptococos fecales, por lo que el volumen requerido de agua era por lo menos de 300 ml. por cada estación.

CUADRO 2.2.1

VALORES DE NIVELES ESTATICOS Y DINAMICOS DEL ACUIFERO  
APA DE CD. JUAREZ, CHIH.

POZO PROFUNDO	NIVEL ESTATICO	NIVEL DINAMICO	COTA 3NM
4	37.60	46.03	1130.64
5	36.75	45.00	1128.67
6	71.20	74.47	1160.93
7	38.41	44.72	1129.18
9	45.35	49.40	1133.02
10	38.51	47.92	1129.18
11	39.69	53.74	1131.04
12	51.50	57.17	1142.34
13	75.85	85.49	1164.68
14	42.24	48.95	1130.68
15	40.88	51.35	1129.31
16	55.80	62.49	1140.90
17	34.92	43.43	1128.25
19	38.42	43.38	1128.88
23	35.41	44.75	1128.58
28	33.18	39.71	1128.48
33	40.09	47.43	1129.92
37	35.05	41.67	1126.81
38	30.39	37.77	1126.72
39	34.17	42.87	1126.92
42	27.30	38.61	1125.13
43	32.46	42.37	1127.30
44	48.67	58.78	1140.85
45	35.51	48.05	1127.48
46	-	77.67	1177.39
47	11.24	16.24	1120.45
48	18.33	23.90	1122.16
49	48.80	52.87	1140.36
50	67.60	73.30	1171.20
52	85.08	89.96	1179.20
53	51.79	62.36	1139.56
54	50.23	54.05	1154.25
55	51.79	52.01	1130.62
56	8.14	-	1118.66
57	57.22	64.90	1146.04

CUADRO 2.2.1  
(CONTINUACION)

POZO PROFUNDO	NIVEL ESTATICO	NIVEL DINAMICO	COTA SNM
58	36.70	45.70	1128.33
59	63.15	66.26	1156.95
60	64.08	72.25	1156.50
61	27.74	33.01	-
62	44.72	63.24	-
63	91.44	97.76	-
64	37.90	49.04	-
65	29.65	53.88	-
66	43.58	53.13	-
67	23.14	37.60	-
68	27.50	39.63	-
69	-	-	-
70	60.50	71.31	-
71	30.30	-	-

CUADRO N° 2.2.2

VALORES GEOQUIMICOS DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE

CD. JUAREZ, CHIH.

FUENTE	SULFATOS	CLORUROS	DUREZA TOTAL	DUREZA CALCIO	SOLIDOS TOTALES
10	150	108	316	176	610
11	383	250	760	370	1816
13	152	300	356	188	1032
15	200	140	428	234	866
16	304	194	400	222	1080
19	160	200	320	230	1152
23	62	100	260	160	74
33	78	98	256	152	500
37	130	146	304	154	648
39	150	110	280	174	640
42	152	130	368	196	736
43	152	122	332	208	698
47	72	60	120	120	436
48	62	82	152	150	462
53	152	190	400	190	902
55	350	190	480	260	1104
58	40	100	208	156	502
59	102	64	240	142	694
67	59	64	116	116	412
70	100	204	288	172	740

CUADRO N° 2.2.3

VALORES GEOQUIMICOS DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO  
DE LA PRIMERA UNIDAD DEL DISTRITO DE RIEGO N° 09 "VA  
LLE DE JUAREZ", CHIH.

FUENTE	SULFATOS	CLORUROS	DUREZA TOTAL	DUREZA CALCIO	SOLIDOS TOTALES
SARH-2	175	192	370	298	1066
PGI -3	125	142	266	146	922
PGI -6	99.6	132	210	168	655
PGI-10	50	108	232	164	798
PGI-18	50	156	178	98	698
PGI-20	40	68	90	60	420
PGI-27	50	136	196	84	2624
PGI-36	220	296	592	454	1648
PGI-45	275	499	610	280	1786
PGI-60	368.8	450	588	190	2250
PGI-93	450	626	922	262	2840

CUADRO N° 2.2.4

VALORES GEOQUIMICOS DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DESTINADAS A USO  
 POTABLE EN EL "VALLE DE JUAREZ", CHIH.  
 mg/l

FUENTE	SO <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	DUREZA TOTAL	DUREZA CALCIO	SOLIDOS TOTALES
I	79	70	144	144	454
II	164	160	128	128	830
III	102	88	180	156	510
IV	132	74	272	160	550
V	120	86	120	120	560
VI	150	86	108	108	628
VII	346	500	364	120	1564
VIII	626	162	40	40	1534
IX	380	294	88	88	1550
X	206	120	200	200	828
XI	520	122	80	50	1276
XII	180	144	392	222	816
XIII	242	188	360	334	1642
XIV	140	1400	1120	134	4344

La previa esterilización del frasco muestreador fue llevada a cabo siguiendo las indicaciones de las referencias (88) (89) (90) (91). Las muestras fueron simples, es decir, una muestra individual tomada en un corto período de tiempo y procesadas también en forma individual.

b) Las muestras para exámenes físicoquímicos fueron únicas y también obedecieron los criterios de las referencias (88) (89) (90) (91), bajo las mismas condiciones de bombeo que la anterior. El propósito de estas pruebas fue la de apoyar los datos de 1.7 y 2.1 parcialmente los bacteriológicos.

c) Las muestras para exámenes especiales, estuvieron en función del examen a realizar, todas las muestras especiales provenían de las aguas residuales y permitieron hacer entre otras determinaciones, las siguientes: Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO), sólidos en todas sus formas, cloruros, turbiedad, oxígeno disuelto y color, para apoyar lo descrito en el capítulo 7. Esto fue realizado en una de las épocas más críticas de polución en el mes de Junio, la cual se caracteriza por máxima sequía y mayor contaminación de las aguas residuales, el análisis fue único y siguiendo lo estipulado en las referencias (5) (82) (88) (89) (90) (91).

### 3. CORRELACION ENTRE LA CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL AGUA Y LOS PROBLEMAS DE SALUD DENTRO DE LA POBLACION.

El significado sanitario de la calidad del agua

debe ser considerado en término de los agentes causales de enfermedades y de las dosis del agente para una población susceptible (92). El agua propiamente carece en realidad de esos agentes, sin embargo, la presencia de estos, obedece entre otras causas a las fuentes y -- procesos de contaminación. Muchas veces se desconoce -- si estos agentes tienen alguna importancia desde el punto de vista sanitario y en ocasiones se ignora si una -- substancia puede considerarse a la vez, como un agente causante de enfermedades (93). La sola presencia de -- agentes bacteriológicos o químicos indicadores de contaminación en las captaciones subterráneas, demuestra que --- existe la probabilidad de que tales fuentes sean susceptibles de contaminación con desechos domésticos. Mediante un control estricto de calidad puede detectarse el -- tiempo en que ocurre tal contaminación e investigar el posible mecanismo por el cual tales agentes contaminaron el acuífero.

✓ El conocimiento de la espontánea aparición de -- brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico nos indica el tiempo de contaminación de las fuentes; a su vez el registro cronológico de las incidencias por enfermedades entéricas microbianas nos señala el comportamiento tentativo desde el punto de vista bacteriológico de las fuentes de abastecimiento de agua potable. Los -- exámenes bacteriológicos rutinarios al final nos auxilian para evaluar la participación del agua en la producción de enfermedades. )

### 3.1 MORTALIDAD Y MORBILIDAD CAUSADAS POR LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES.

[Las enfermedades entéricas así como aquellas - - otras transmisibles relacionadas con el consumo de agua cruda participan alarmantemente en los cuadros estadísticos de morbilidad y mortalidad en el país y en muchas otras regiones del mundo (94) (95).] El caso de Cd. Juárez no es la excepción y según las estadísticas publicadas por el IMSS local, se observó que en 1975, ocuparon el 2º lugar dentro de los principales causantes de morbilidad y el 5º lugar de las causantes de mortalidad. - Otras fuentes como la SSA las registraron como la tercera causa de mortalidad y la sexta de morbilidad (Cuadros 1.3.1 - 1.3.4). (96) (97).

Lo anterior no necesariamente indica que las causas de tales números sean de origen estrictamente hídrico, sin embargo, el agua puede estar participando en una proporción burdamente equiparable con la densidad de contaminación bacteriológica registrada en las fuentes de abastecimiento de agua potable. De cualquier forma no deja de ser sorprendente que una de las principales causas de incidencia sean debidas a problemas entéricos y parasitarios.

→ Las enfermedades transmisibles, resultan alarmantes aún más cuando los sistemas de abastecimiento de - - agua potable no reúnen los requisitos de calidad, uso y equipamiento adecuado. Hablando en un sentido general la contaminación microbiológica, no sólo de las fuentes de

agua potable, sino también de los alimentos producen -- efectos agudos. En una población susceptible las enfermedades de origen hídrico, a menudo se manifestarán en cuestión de días o semanas, a diferencia de la contaminación microquímica (salvo accidentes químicos que involucran contaminación masiva) es crónica en la naturaleza y requiere de años para que su efecto sea evidente, razón por la cual la investigación de la contaminación microquímica resulta exageradamente difícil. (98).

### 3.2 EL PAPEL DEL AGUA DENTRO DE LA COMUNIDAD COMO POSIBLE VIA DE TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES.

Las causas de cambio de la calidad del agua son en gran parte de naturaleza microbiológica, el agua como medio de transporte ha tenido que ser llamada para tener una calidad microbiológica. Como muchos microbios son patógenos, el agua viene a ser una materia vital dentro del ramo de la salud pública. (99).

Se ha estimado que en los países en desarrollo -- alrededor de 300 millones de gentes sufren cada año de enfermedades que resultan de microorganismos, los cuales son de origen hídrico. De estas enfermedades las diarreas son las que más prevalecen y anualmente son consideradas por ser la causa de que 5 millones de infantes mueran (31).

Los epidemiólogos han reconocido que la provisión de agua segura influye en la transmisión de otras enfermedades entéricas como el cólera, malaria, Bilhar-

ziasis, oncocercosis, filariasis, leptospirosis, dra -  
contiasis (100) (101). 4-

✓ Los microorganismos en el agua se derivan del -  
contacto de ésta con el aire, suelo y plantas o anima -  
les vivientes o muertos. Muchos de los organismos ca -  
recen de significado ya que ellos no son o se sospecha -  
estén relacionados con enfermedades de humanos, anima -  
les o plantas. El mayor énfasis lo reciben hoy los mi -  
croorganismos relacionados con la contaminación, consi -  
derados peligrosos para la salud pública.

✓ La contaminación fecal, puede añadir al agua -  
una amplia variedad de microorganismos incluyendo los -  
patógenos intestinales, además de los coliformes y es -  
treptococos y otra flora entérica normal. Los géneros -  
de bacterias patógenas más comunes para el hombre, que -  
han sido encontradas en aguas de desechos son: Escheri -  
chia, Salmonella, Shigella, Proteus, Alcaligenes, Arizo -  
na, Erwinia, Streptococcus, Pasteurella, Leptospira, -  
Vibrio, etc. Otros de mayor importancia son los virus -  
responsables de enfermedades de animales domésticos y -  
el hombre. Varios cientos de virus son excretados por -  
hombre y animales y pueden contaminar las vías de agua.  
Los poliovirus, Cocksakievirus, Echovirus, Adenovirus, -  
Picornavirus, incluyendo Reovirus, virus de la hepati -  
tis y otros virus termoestables, parcialmente pueden --  
ser recuperados de los desechos (102).

Las enfermedades comúnmente registradas en los -

↙  
diversos cuadros clínicos, que tienen relación con el consumo de agua contaminada son entre otras: Las enfermedades entéricas, diarréicas, disenterianas, parasitarias, como la oxiuriasis, amibiasis, etc., un buen número de enfermedades virales, tan peligrosas como la poliomielitis; y la hepatitis (99) (100) (101).

2  
Todas estas enfermedades, tienen su origen último en el tracto intestinal, no sólo de los humanos sino también el de los animales homeotermos. El hombre desde poco después de nacer, empieza a contener en su intestino una variedad de bacterias, cuya diversidad se incrementa a medida que cambia su dieta, todo ello conforma lo que se conoce como la flora microbiana normal del intestino. Esta masa bacteriana no es dañina en condiciones normales, más aún resulta benéfica y necesaria para el desarrollo satisfactorio del organismo. Algunos factores de crecimiento como la vitamina K y varios componentes del complejo vitamínico B son producidos por la flora intestinal. Actualmente se admiten 8 géneros: La Escherichia, Aerobacter, Klebsiella, Pseudomonas, - - - Proteus y Alcaligenes, comprenden las variedades no patógenas, más sin embargo, cuando por alguna circunstancia, sus poblaciones se incrementan fuera de lo normal, se tornan patógenas, La Salmonella y Shigella, son géneros que comprenden bacterias francamente patógenas. J

1) Todos los agentes etiológicos, hasta aquí mencionados, pueden ser recuperados de las aguas de desecho, - en grandes cantidades. Ellos como ya se mencionó pueden

CUADRO N° 3.1.1

CAUSAS DE MORBILIDAD EN CD. JUAREZ, CHIH., EN 1978, REGISTRADAS  
POR EL IMMS.

CLAVE	PADECIMIENTO:	CASOS:	% DEL TOTAL:	TASA POR 1000 DE RECHIHABIENTES.
463	Amigdalitis aguda	73 202	5.42	462.02
008/009	Enteritis y otras enfermedades dia- rréicas.	70 282	5.19	442.98
460	Rinofaringitis -- aguda.	54 616	4.03	344.24
Y60X	Observaciones y - atención prenatal.	39 017	2.88	245.92
521	Enfermedades de Te- jidos dentales du- ros.	24 707	1.83	155.72
462	Faringitis aguda	21 972	1.62	138.49
401	Hipertensión esen- cial benigna.	16 270	1.20	92.87
250	Diabetes mellitus	12 436	0.92	78.38
490	Bronquitis no ca- lificada.	11 280	0.83	71.10
Y34.9	Examen de vigilan- cia subsiguiente a otras enfermeda- des.	10 683	0.79	67.33
626	Trastornos de --- menstruación.	10 642	0.79	67.08
Y996	Otras lesiones y las no especifica- das.	10 345	0.77	65.20
300	Neurosis.	10 234	0.76	64.50
360	Conjuntivitis y - oftalmía.	8 771	0.65	55.28

CUADRO N° 3.1.1 (CONTINUACION)

CLAVE	PADECIMIENTO	CASOS	% DEL TOTAL	TASA POR 1000 DE RECHOHABIENTES.
Y629	Atención del lactante y del niño.	8 758	0.65	55.20
285	Otras anemias y - las no especificadas.	8 642	0.64	54.47
535	Artritis y duodenitis.	8 222	0.61	51.82
692	Otras dermatitis y eczemas.	8 203	0.61	51.70
728	Síndromes dolorosos vertebrogénicos.	8 016	0.59	50.52
N883	Herida de uno o - varios dedos de - la mano.	3 631	0.27	22.88
523	Enfermedades Peri-odontales	2 200	0.16	13.86
006.9	Amibiasis	1 044	0.07	6.58
129	Parasitosis intestinal sin otra especificación.	1 009	0.07	6.34
136	Otras enfermedades infecciosas y parasitarias y las - no especificadas.	920	0.07	5.80
002/003	Salmonelosis	515	0.04	3.24
127.3	Oxiuriasis	425	0.03	2.68
070	Hepatitis infecciosa.	291	0.02	1.83
	Otras enfermedades clasificadas.	17 247	1.30	108.68
	Otras enfermedades no clasificadas.	895 383	66.10	5 643.58
	TOTAL:	1 353 797	100.00	8 532.84
	Población atendida:	158 655	Derechohabientes.	
	Población Total:	516 223	Habitantes.	
	% de la población total atendida:	30.73		
	Fuentes: (96)			

CUADRO N° 3.1.2

CAUSAS DE MORTALIDAD EN CD. JUAREZ, CHIH. REGISTRADAS POR EL  
IMSS EN 1978.

CAUSA	CLAVE:	DEFUNCIONES	% DEL TOTAL
OTRAS CAUSAS DE MORTALIDAD PRENATAL.	B-44	117	19.43
TUMORES MALIGNOS INCLUYEN- DO LOS NEOPLASMAS DEL TEJID DO LINFATICO Y DE LOS ORGA NOS HEMATOPOYETICOS.	B-19	88	14.62
DIABETES MELLITUS.	B-21	56	9.30
TODAS LAS DEMAS ENFERMEDA- DES.	B-46	45	7.47
ENTERITIS Y OTRAS ENFERME- DADES DIARREICAS.	B-4	36	5.98
ENFERMEDADES CEREBRO VASCU LARES.	B-30	29	4.82
ANOMALIAS CONGENITAS.	B-42	26	4.32
TUBERCULOSIS DEL APARATO - RESPIRATORIO.	B-5	22	3.65
ENFERMEDADES ISQUEMICAS -- DEL CORAZON.	B-28	20	3.32
CIRROSIS HEPATICA.	B-37	13	2.16
TODAS LAS DEMAS.		150	24.92
TOTAL:		602	100.00

FUENTE: (6).

CUADRO N° 3.1.3

CAUSAS DE MORBILIDAD REGISTRADAS POR LA SSA. EN CD. JUAREZ,  
CHIH. EN 1978.

PADECIMIENTO.	CASOS	% DEL TOTAL:
PRENATAL	480	1.88
INFANTIL	2838	11.15
P. FAMILIAR	903	3.55
GENERAL	9538	37.47
CL. DE TORAX	3641	14.30
ESPECIALIDADES	2578	10.13
TRANSMISIBLES	2286	8.98
DENTALES	3191	12.54
TOTAL:	25 455	100.00

FUENTE: (97).

CUADRO N° 3.1.4

CAUSAS DE MORTALIDAD EN CD. JUAREZ, CHIH. REGISTRADAS POR  
LA SSA. EN CD. JUAREZ, CHIH. EN 1978.

CAUSA:	CASOS	% DEL TOTAL:
BRONCONEUMONIA	392	14.29
GASTROENTERITIS	358	13.05
ENFS. DEL CORAZON	590	21.50
ENFS. PROPIAS DEL RECIEN NACIDO	248	9.04
TUMORES MALIGNOS	295	10.75
AC. ENV. Y VIOLENCIA	226	8.23
LESIONES VASCULARES	245	8.93
SENIILIDAD	104	3.79
DIABETES MELLITUS	163	5.94
G.B. TODAS FORMAS	122	4.44
TOTAL:	2 743	100.00

FUENTE: (97).

alcanzar los sistemas de abastecimiento de agua y contaminarlos; la ingestión de aguas contaminadas cierra el ciclo de estos microorganismos. ]

En poblaciones, como el caso de Cd. Juárez, que registran tasas significativamente altas de incidencias de enfermedades entéricas, según lo muestran los cuadros clínicos proporcionados por el IMMS y la SSA, respectivamente, (Cuadros 3.1.1-3.1.4) las causas se reducen a dos: La ingestión de alimentos contaminados y la existencia de un ambiente contaminado desde el punto de vista microbiológico.

La participación del agua se reduce en menos de un 0.1%, en virtud de que el sistema de agua potable, es sujeto a un proceso de desinfección con cloro gaseoso, que permite conservar un residual de 1.2 ppm de cloro libre.

Existen en Cd. Juárez, cientos de establecimientos dedicados a expender alimentos, bajo condiciones sanitarias dudosas, del mismo modo, también es una localidad cuya población carece de sistema de drenaje en más de un 80%, abundando los focos de infección por doquier. Situación que constituye un problema serio que se agudiza en las partes altas de la ciudad, situadas al sur y suroeste. Aunado a lo anterior, la topografía del terreno favorece la formación de corrientes de aire bastante fuertes, que afectan los terrenos contaminados, dispersando indiscriminadamente a los diversos agentes patógenos.

Las fuentes de abastecimiento de agua potable, -  
ubicadas a más de 180 metros de profundidad según se -  
indicó anteriormente y, protegidas por una capa de are  
na fina, se consideran como altamente confiables y segu  
ras desde el punto de vista bacteriológico, según lo de  
muestran las pruebas realizadas y comentadas en los ca  
pítulos 4 y 5, por otro lado, aun cuando las captacio-  
nes provean agua segura, los métodos preventivos de de  
sinfección tomados por las autoridades locales, asegura  
casi totalmente el sistema de distribución. Aunque se  
registran contaminaciones esporádicas localizadas, que  
obedecen como ya se dijo, a la carencia de sistema de  
drenaje en la mayor parte de la ciudad y la edad media  
de servicio de la red de distribución.

#### 4. AISLAMIENTO E IDENTIFICACION DE MICROORGANIS- MOS PATOGENOS EN EL AGUA.

La evaluación de la calidad bacteriológica del -  
agua está en función de los exámenes bacteriológicos --  
que se realizan. Tales exámenes dentro del ramo del --  
agua potable, buscan encontrar organismos indicadores -  
de contaminación y por consiguiente constituyen un pará  
metro de calidad del agua. Los microorganismos univer-  
salmente aceptados como indicadores de polución corres-  
ponden al grupo convencionalmente llamado de los colifor-  
mes. (103) (104) (105) (107). Este grupo representa el  
mayor porcentaje de las pruebas realizadas en el presen-  
te trabajo.]

La metodología empleada descrita más adelante - fue enfocada principalmente al aislamiento más que a la identificación propiamente de los microorganismos. En virtud de la total ausencia de organismos indicadores de contaminación en el sistema subterráneo. El aislamiento de los coliformes totales fue informalmente apoyado por las pruebas de recuperación de coliformes fecales y estreptococos fecales efectuadas en dos de los acuíferos del Valle de Juárez, al final del estudio.

El uso de la técnica de filtración por medio de membranas y la de número más probable, en forma alternada, a lo largo de las pruebas, permitió adquirir mayor confiabilidad en los resultados y emitir con seguridad una conclusión lógica apoyada por la discusión de los diversos factores que intervienen en el movimiento de microorganismos en aguas subterráneas.

(La identificación de ciertas especies entéricas, que actúan como flora acompañante en los medios de cultivo incubados y que en su mayoría son incluidos dentro de las familias Achromobacteriaceae, Enterobacteriaceae, Pseudomonadaceae y Lactobacillaceae, es posible mediante ciertas reacciones bioquímicas] (47) (49) (54) (61) (62), sin embargo, dado que la generalidad de los resultados obtenidos no fueron numéricamente más allá de los límites permisibles por las normas de calidad de agua (82) (83) (84) (85), resultó inoperante proceder a utilizar la metodología de identificación por razones obvias.

4.1 DETECCION DE COLIFORMES TOTALES EN EL SISTEMA SUBTERRANEO.

✓ El grupo coliforme incluye a todas las bacterias aeróbicas y anaeróbicas facultativas, gram-negativas, que no forman esporas y que fermentan la lactosa formando gas a las 24 ó 48 horas de incubación a 35°C, con la técnica de tubos múltiples o bien forman colonias características de brillo metálico verdosas o amarillentas cuando se utiliza la técnica de filtros de membrana (88) (90) (91) (107) (108) (100).

✓ El grupo coliforme en su generalidad, ha sido adoptado como el indicador universal de contaminación bacteriológica en virtud de proporcionar, ciertas ventajas que aseguran el control de la calidad del agua, tales características que les han favorecido son: la de encontrarse en cantidades significativas en el intestino humano, capacidad de supervivencia relativamente mayor que otros gérmenes intestinales patógenos; y que su sola presencia es índice de eyecciones, lo cual significa un inicio de precauciones contra posibles daños.)

✓ (Este grupo comprende una amplia gama de bacilos entéricos con características metabólicas análogas, todas crecen como anaerobias y pueden cultivarse en medios sintéticos sencillos y la mayor parte pueden crecer en un medio que contenga como única fuente de alimento al carbono, incluye hablando desde el punto de vista taxonómico, los siguientes géneros, Escherichia,

Salmonella, Shigella, Serratia, Klebsiella y Erwinia; otra flora que ocasionalmente le acompaña, puede estar constituida por Pseudomonas, Aerobacter, Alcalígenes y Proteus. Los coliformes, degradan la lactosa, hasta bióxido de carbono y ácido. (según lo muestra la Fig. 4.1.1). Otros organismos como las pseudomonas, oxidan preferentemente la glucosa a ácido glucónico, ácido 2-cetoglucónico y otros intermediarios y usualmente son inactivas en la oxidación de la lactosa. (110).

Las bacterias coliformes poseen resistencia relativa a ciertos colorantes, como el verde brillante - que es un agente bacteriostático, o a las sales de los ácidos biliares desoxicólicos y quenodesoxicólicos, que son agentes tensioactivos que atacan a otras bacterias que no son de la flora intestinal normal.

Cuando los organismos coliformes fermentan la lactosa, uno de los materiales intermediarios producidos es un aldehído. Esta producción de aldehído, (índice del crecimiento coliforme), es identificado por la apariencia, de un brillo metálico sobre la superficie de las colonias de coliformes. El resultado es un aldehído complejo formado de la interacción de la fucsina básica y el bisulfito de sodio contenido en el medio para coliforme.

Comúnmente se utilizan dos técnicas diferentes, en el proceso de recuperación bacteriana de los estudios de calidad de agua. Principalmente recuperación de coliformes totales. Estas técnicas son referidas como la técnica del número más probable; y la técnica de

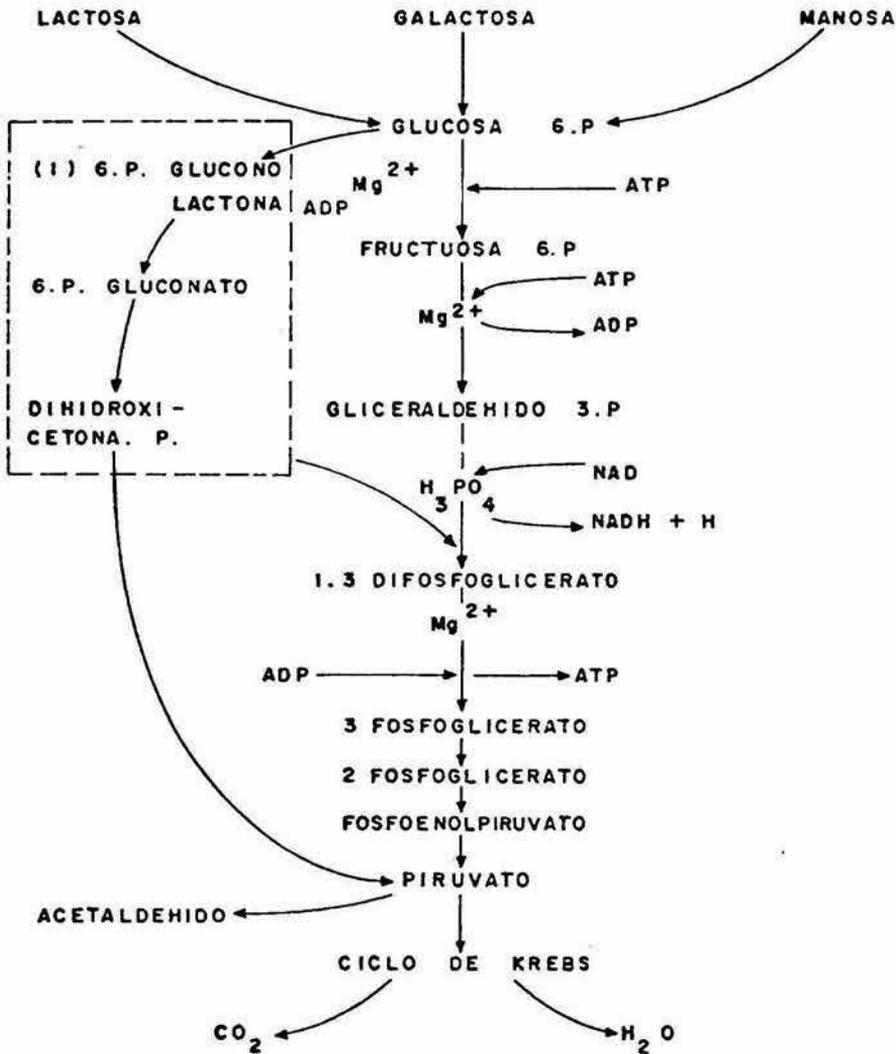
filtros de membrana. Ambas técnicas presentan ventajas - características y ello ha motivado que se originen una -- serie de polémicas respecto a la efectividad de las mis - mas, en el control de la calidad del agua, particularmen - te las aguas potables (111) (112) (113). La experiencia - ha demostrado que ambas técnicas pueden ser aplicables - indistintamente, para aguas relativamente potables; y si - bien es cierto que las lecturas son más objetivas en la - técnica MF, es también real que la distribución de micro - organismos en la forma NMP es más confiable, según lo - - demuestra Pipes, 1977, en su moderna revisión de frecuen - cia de distribución para bacterias coliformes en agua - - (65). Respecto a la duración de las pruebas, la técnica - MF sugiere ser más rápida que la técnica NMP.

Para el presente estudio, en el que se utilizaron - ambas técnicas, con iguales efectividades de resultados, - se considera pertinente desarrollar la metodología de las técnicas, aunque éstas fueron desarrolladas fielmente se - gún las referencias (88) (90) (91) (107) (108) (109) - - (106).

a) Técnica de tubos múltiples o número más proba -- bles (NMP).

Esta técnica se basa en la adición de volúmenes de - terminados de muestra, a volúmenes dados de medio lqui - do adecuado. Comprende la ejecución de 2 ó 3 pruebas - - sucesivas, según el grado de ponderación que requiera - - darse al examen. Tales pruebas son: presuntiva que tie - ne una duración de 24 a 48 horas dependiendo del grado -

METABOLISMO BACTERIANO DE CARBOHIDRATOS



(1) VIA UTILIZADA POR:

PSEUDONOMAS

AZOTOBACTER

de contaminación, una segunda prueba confirmativa con duración también de 24 a 48 horas y una prueba complementaria con duración de 24 horas.

La Figura 4.1.2, esquematiza la sucesión de pruebas que conforma un examen bacteriológico, rutinario de aguas, por el método del NMP.

Las diluciones y volúmenes de muestra que se utilizan en las pruebas dependen fundamentalmente del grado de contaminación del agua a examinar, de este modo - mientras más poluidas se encuentran las aguas, más pequeño será el volumen de muestra y mayor será el volumen de medios, así como la combinación de ambas. La Figura 4.1.3, señala las diferentes combinaciones utilizadas. Se seleccionaron los volúmenes señalados en B-3, para aguas con muy poca contaminación, basándonos en el hecho de que las aguas subterráneas tratadas, eran realmente aguas con poca contaminación, debido a su naturaleza geohidrológica señalada anteriormente.

El material utilizado, se puede clasificar de la siguiente manera:

- a) Equipo y aparatos
  - b) Material de cristalería
  - c) Reactivos
- a) Dentro del equipo y aparatos empleados, se puede enumerar del siguiente modo:
1. Autoclave con manómetro de 0 a 57 libras de

**TECNICA DE TUBOS DE FERMENTACION (NMP)**

**PRUEBA PRESUNTIVA**

SE INOCULAN TUBOS DE FERMENTACION CON CALDO LACTOSADO O CALDO LAURIL TRIPTOSA Y SE INCUBAN POR  $24 \pm 2$  HORAS A  $35^\circ \text{C} \pm 0.5^\circ \text{C}$ .

NO HAY PRODUCCION DE GAS O ES DUDOSA SE INCUBA POR 24 HORAS ADICIONALES. - GRUPO COLIFORME AUSENTE.

NO HAY PRODUCCION DE GAS PRUEBA NEGATIVA. GRUPO COLIFORME AUSENTE.

PRODUCCION DE GAS PRUEBA POSITIVA.

**PRUEBA CONFIRMATIVA**

SE INOCULA EN CALDO DE CONFIRMACION LACTOSA-BILIS-VERDE BRILLANTE. SE INCUBA POR  $48 \pm 3$  HORAS A  $35 \pm 0.5^\circ \text{C}$

NO HAY PRODUCCION DE GAS. PRUEBA NEGATIVA. GRUPO COLIFORME AUSENTE.

PRODUCCION DE GAS GRUPO COLIFORME CONFIRMADO.

SE INOCULA EN PLACAS DE ENDO O DE E.A.M. SE INCUBA POR  $24 \pm 3$  HORAS A  $35 \pm 0.5^\circ \text{C}$

COLONIAS TIPIICAS DE COLIFORMES.-GRUPO COLIFORME CONFIRMADO.

COLONIAS ATIPICAS DE COLIFORMES.

COLONIAS NEGATIVAS. GRUPO COLIFORME AUSENTE.

SE PASA A AGAR INCLINADO Y A TUBO DE FERMENTACION CON CALDO LACTOSADO. EL AGAR INCLINADO SE INCUBA - POR 24 A 48 HRS. Y EL CALDO LACTOSADO POR  $48 \pm 3$  HORAS A  $35 \pm 0.5^\circ \text{C}$

PRODUCCION DE GAS. TINCION DE GRAM A UNA PORCION DEL CULTIVO EN AGAR INCLINADO.

NO HAY PRODUCCION DE GAS. PRUEBA NEGATIVA GRUPO COLIFORME AUSENTE.

BACILOS GRAM-NEGATIVOS. PRUEBA COMPLETA. GRUPO COLIFORME PRESENTE.

CUADRO N° 4.1.3.

VOLUMENES DE MUESTRA UTILIZADOS PARA LOS DIFERENTES GRADOS DE CONTAMINACION DEL AGUA. (12).

CALIDAD DE AGUA

VOLUMENES DE MUESTRA

<p>A</p> <p>Aguas relativamen te potables.</p>	<p>1</p> <p>5 tubos de 50 ml. 5 tubos de 10 ml. 5 tubos de 1 ml.</p>
<p>B</p> <p>Aguas con muy po- ca contaminación.</p>	<p>2</p> <p>1 tubo de 50 ml. 5 tubos de 10 ml.</p>
<p>C</p> <p>Aguas contamina-- das.</p>	<p>3</p> <p>5 tubos de 10 ml.</p>
	<p>4</p> <p>5 tubos de 10 ml. 1 tubo de 1 ml. 1 tubo de 0.1 ml.</p>
<p>D</p> <p>Aguas altamente contaminadas.</p>	<p>5</p> <p>1 tubo de 50 ml. 5 tubos de 10 ml. 5 tubos de 1 ml.</p>
	<p>6</p> <p>5 tubos de 10 ml. 5 tubos de 1 ml. 5 tubos de 0.1 ml.</p>
	<p>7</p> <p>3 tubos de 10 ml. 3 tubos de 1 ml. 3 tubos de 0.1 ml.</p>

presión.

2. Incubadora, equipada con termómetro y termostatos con un rango de 0-50 °C.
3. Estufa de esterilización de aire caliente -- con un rango de T=0-250°C.
4. Balanza Granataria.
5. Mechero fisher de gas para esterilización.
6. Refrigerador con rango de -5°C a 25°C.

b) El material de cristalería y accesorios utilizados fue el siguiente:

1. Tubos de cristal "pyrex" de 25 x 200 mm.
2. Tubos de Durham de 10 x 75 mm. sin labio.
3. Frascos de boca ancha y tapón esmerilado, - con capacidad de 125 ml.
4. Matraces erlenmeyer con capacidad de 1000 ml.
5. Pipetas serológicas de 10 ml. y 2.5% de --- error de calibración.
6. Pipetero metálico para esterilización.
7. Canastillas metálicas de 15 x 15 x 15 para - incubación.
8. Canastilla metálica de 15 x 25 x 15 para esterilización.
9. Gradilla de madera con 25 ó mas plazas.
10. Asas de platino de 3 mm de diámetro para re- siembra.
11. Tubos de cristal "pyrex" de 20 x 150 mm.
12. Espátula metálica de acero inoxidable.
13. Probeta de 1000 ml. "pyrex".

14. Cajas de Petri "pyrex" de 100 mm. de diámetro.

c) Los reactivos y material accesorio utilizados, se describen como sigue:

1. Caldo Lactosado.
2. Caldo de verde bilis brillante.
3. Tiosulfato de sodio
4. Algodón absorbente
5. Papel aluminio

El material enumerado, correspondiente al método de tubos de fermentación, como también se conoce a la técnica NMP, fue utilizado en el procedimiento que distingue las siguientes fases:

- 1a. Preparación de medios de cultivo.
- 2a. Esterilización de material.
- 3a. Ejecución de pruebas presuntivas y confirmativas.
- 4a. Lectura e interpretación de resultados.

1. La preparación de medios de cultivos. Esta fue obedecida según las indicaciones comerciales y consistió en disolver 13 gr. de polvo deshidratado de caldo lactosado, en un litro de agua destilada y fue distribuido en porciones de 20 ml. de medio. Posteriormente fueron esterilizados en autoclave a 121 °C (15 libras de presión) durante 15 minutos. A continuación fueron enfriadas en el refrigerador hasta su utilización en las -

pruebas presuntivas.

2. La esterilización del material, incluyó únicamente las pipetas serológicas, los frascos muestreadores y las cajas de Petri. Esta fue realizada en la estufa de aire caliente, a 200 °C durante dos horas; y se dejó enfriar a temperatura ambiente.

3. Las pruebas fueron efectuadas, ordenadamente, iniciando la prueba presuntiva, inoculando bajo condiciones cuidadosas de esterilidad, 10 ml. de muestra a cada tubo, e incubando, a 36.5 °C durante 24 y 48 horas, los tubos que contenían gas fueron considerados positivos y los que carecían de él, como negativos.

Los tubos negativos fueron desechados, dando por concluida la prueba. Los positivos fueron sembrados con un asa de platino para la prueba confirmativa en verde bilis brillante y nuevamente incubados a igual temperatura y tiempo. De nuevo los tubos negativos fueron desechados y los positivos fueron contados y llevados a tablas (Fig. 4.1.4) para correlacionarlos con el número más probable, de gérmenes. No se consideró necesario ejecutar las pruebas complementarias por considerarlos inoperantes. Las lecturas fueron interpretadas como el número más probable de gérmenes por 100 ml. de muestra y las muestras cuyo valor de NMP era superior a 2.2 consideradas no potables desde

el punto de vista bacteriológico. Por otro lado, las -- muestras negativas por convención (88) (90) (91) fueron consideradas menores de 2.2 y por tanto de calidad bacte<sub>ri</sub>ológica aceptable.

Para la prueba confirmativa, se utilizó el medio bactobilis verde brillante 2% (Difco-0007-01), disolviendo 40 gramos del polvo deshidratado en 1000 ml. de agua destilada, y esterilizada en autoclave por 15 minutos a 15 libras de presión (121°C). El medio fue distribuido en porciones de 10 ml. por tubo.

#### CUADRO N° 4.1.4

NMP Y LIMITES DE CONFIANZA DEL 95% PARA DIVER<sub>S</sub>AS COMBINACIONES DE RESULTADOS POSITIVOS EN LAS SIGUIENTES SERIES DE SIEMBRAS.

N° DE TUBOS POSITIVOS DE CINCO TUBOS DE -- 10 ml.	NMP POR 100 ml.	LIMITES DEL NMP	
		INFERIOR	SUPERIOR
0	0	0	6.0
1	2.2	0.1	12.6
2	5.1	0.5	19.2
3	9.2	1.6	29.4
4	16.0	3.3	52.9
5		8.0	

b) Técnica de filtros de membrana. (MF). Consiste esta técnica en la filtración de una cantidad determinada de agua, por lo general 100 ml a través de una membrana que actúa como filtro; y se registra el número de colonias desarrolladas sobre ésta.

Esta técnica es utilizada para examinar aguas que contengan poca cantidad de gérmenes, dado que presentan algunos inconvenientes cuando es aplicada para examen de aguas turbias o altamente contaminadas. Los medios de cultivo utilizados para este método son de consistencia líquida o sólida. Los medios de cultivo líquidos se preparan la mayoría de las veces en concentraciones dobles y se aplican sobre discos de papel filtro o cartón colocados en cajas de petri. Los discos se cubren con el sustrato nutritivo de tal forma que se impida la desecación. Sobre los discos impregnados del modo descrito se aplican los filtros de membrana por los cuales ha pasado el material de examen. En los medios de cultivo sólidos, el contenido de agar-agar, es reducido en comparación con las concentraciones habituales, a fin de favorecer la difusión de sustancias nutritivas del medio de cultivo o los filtros. Los filtros de membrana por las cuales ha pasado el material de examen, se aplican sobre la superficie de los medio de cultivo ejerciendo ligera presión. La caja de Petri se incuba en posición invertida.

Las membranas utilizadas fueron filtros con -

0.45  $\mu$  de poros (Millipore, Carp. Tipo Hawg 04750), de 47 mm. de diámetro, esterilizadas y almohadillas del mismo diámetro también esterilizadas. El material empleado, fue en gran parte el mismo que se utilizó en la técnica anterior. Las innovaciones fueron las siguientes:

a) Aparatos y Equipo.

1. Unidad de filtración equipada con:

- a) Portafiltro de 47 mm de diámetro.
- b) Matraces Kitasato para filtración.
- c) Bomba de vacío y presión de 115 voltios 60 Hz.
- d) Conexiones de hule.

2. Contador de colonias "Quebec".

3. Parrilla eléctrica.

b) Material de vidrio y accesorios:

1. Cajas de Petri de vidrio de 60 mm. de diámetro.
2. Pipetas serológicas de 5 ml. de diámetro.
3. Capas de Petri de plástico desechables - de 17 mm. de diámetro.
4. Pinzas para filtros de acero inoxidable de puntas planas.
5. Pipetero de aluminio de acero inoxidable.
6. Vaso de precipitado de 100 ml.
7. Probeta pirex de 100 ml.

c) Reactivos y Accesorios:

1. Medio bacto m-Endo deshidratado. (Difco-0749-02).
2. Alcohol etílico absoluto.
3. Agua destilada.
4. Filtros de membranas tipo Hawc (Millipore 04750) con almohadillas absorbentes.

El procedimiento de la técnica de filtración con membranas (MF) comprendió los siguientes puntos:

- a) Preparación del medio.
- b) Filtración del volumen de muestra seleccionada.
- c) Incubación.
- d) Lectura.

a) La preparación del medio de cultivo, fue apegada a la fórmula comercial del envase, la cual recomendó la disolución de 48.00 gramos de polvo en 1000 ml. de agua destilada, conteniendo 20 ml. de etanol; posteriormente el medio fue calentado, sin llegar a ebullición y enfriado a temperatura ambiente. Finalmente, las almohadillas previamente estériles fueron saturadas con 2 ml. de medio y colocadas en las cajas de Petri de vidrio o desechables. El medio fue preparado tan pronto como era necesario y los residuos desechados.

b) La filtración de las muestras, se realizó colocando por medio de las pinzas estériles, la mem--

brana de filtración estéril, sobre la placa porosa de la unidad de filtración con la cuadrícula hacia arriba. Una vez instalada la membrana se procedió a filtrar con ayuda de vacío, un volumen de 100 ml. de agua. Después de cada proceso los hidrosoles o portafiltros eran lavados con una solución amortiguada estéril. Finalmente, las membranas fueron retiradas y sobrepuestas sobre la almohadilla saturada de medio, cuidando que se evitara aprisionar burbujas de aire, entre la membrana y el cojín.

c) La incubación fue llevada a cabo a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ , en posición invertida, durante 24 horas.

d) Lectura, todas aquellas colonias oscuras con lustre metálico, fueron consideradas coliformes y las muestras cuya densidad era superior a 2 colonias -- por 100 ml. eran consideradas no potables y las que registraron densidades menores de 2 como aguas bacteriológicamente potables.

#### 4.2 DETECCIÓN DE COLIFORMES FECALES.

✓ Los coliformes fecales son definidos como microorganismos originados específicamente dentro del tracto digestivo de los humanos y animales de sangre caliente. Son conocidos como enterobacilos definidos como gram--negativos, no esporulados, que son citocromo oxidasa negativas y fermentadores de lactosa con producción de --ácido y gas a  $44.5 \pm 0.2$  °C dentro de 24 horas.

Se dice que alrededor de un 95% de los coliformes fecales son originados en el intestino de los organismos homeotermos y que su supervivencia en aguas ambientales es de sólo un corto tiempo, de aquí que este grupo de microorganismos nos advierte que una fuente de agua ha sufrido una creciente contaminación por desechos, sin embargo algunos autores han recuperado coliformes fecales (33) (34) (56), en lugares donde las condiciones ambientales resultan adversas para el desarrollo de tales organismos.

( Esta prueba es considerada como prueba complementaria a la prueba de coliformes totales, más no es aplicada como prueba rutinaria en la generalidad de los laboratorios destinados al control de la calidad del agua, en la República Mexicana. Lo anterior obedece a que la prueba de coliformes totales, es razón suficiente para considerar un agua como im potable desde el punto de vista bacteriológico. En el presente trabajo fue aplicada a un reducido número de lotes, con la finalidad de apoyar los exámenes rutinarios practicados.

Existen diversas técnicas, como la del caldo EC, con tubos de fermentación, la técnica DCA-Medio de Kligler y a la técnica de filtración de membranas.

La técnica empleada en la ejecución de estas pruebas, fue la de filtración por medio de membranas.-

El equipo, aparatos y material utilizado fue el mismo - que se empleó en la técnica anterior, con algunas modificaciones. Los reactivos, condiciones ambientales y - lectura fueron realizados del siguiente modo:

a) Reactivos:

1. Medio M-FC.

La preparación del medio de cultivo, obedeció -- las instrucciones de la fórmula comercial del producto (Difco N° MB00000F).

2. Acido rosálico, el cual fue un agente que reacciona con los productos de desecho para dar la coloración azul, que identifica a las colonias. La preparación fue de 1 ml. al 3% de ácido rosálico diluido en -- una solución de NaOH 0.2 N.

b) Condiciones ambientales. La temperatura, -- fué mantenida a 44.5 °C, durante 24 horas. Las cajas de Petri fueron incubadas, en posición invertida, en un ba- ño maría. Las cajas de Petri utilizadas fueron desecha- bles, cerradas herméticamente y protegidas con cinta - - adhesiva (Masking tape), a fin de evitar la intrusión -- del agua del baño maría.

Las colonias típicas de coliformes fecales fueron tomadas como positivas y reportadas como número de colo- nias por 100 ml. Aunque oficialmente no existe ninguna norma sobre los coliformes fecales, se considera potable,

a un agua, cuando ésta carece de este tipo de organismos. La presencia de una sola colonia es suficiente para tomar severas medidas de prevención. Tampoco ha sido establecida una tasa de coliformes totales/coliformes fecales que proporcione una información sanitaria que interprete la calidad de las aguas ambientales.

#### 4.3 DETECCION DE ESTREPTOCOCOS FCALES.

El examen de estreptococos fecales es una de las más antiguamente empleados y antes de que se considerasen a los coliformes como los indicadores universales de contaminación bacteriológica de las aguas potables y residuales, constituía la prueba rutinaria en el control de agua potable (1). Por diversas razones fue sustituido como indicador primario de contaminación, sin embargo, existen aún investigadores que consideran al también conocido como grupo enterococo como el indicador más sensible de contaminación. (49).

Hoy en día, la determinación de enterococos o estreptococos fecales, es utilizada, para confirmar la suposición de que organismos coliformes identificados en una muestra de agua, sean de origen fecal, en virtud de que los estreptococos sólo pueden proceder del intestino animal o humano.)

El grupo tiene las siguientes características: -- Forman ácido de la dextrosa, descarboxilan la tirosina, --

no producen catalasa, proliferan en presencia de cloruro de sodio 6.5% a pH de 9.6, en un medio enriquecido con leche-agar-azul de metileno 0.1% y 1.0% de bilis, a temperaturas de 10°C, 35°C y 45°C. Son resistentes a algunos antibióticos como penicilina, estreptomina, sulfonamidas y telurito de potasio, por lo que su presencia en los abastecimientos de agua potable los hace sumamente peligrosos para la salud pública. No proliferan en las aguas y perecen rápidamente. ( ).

✓ El valor e importancia de la determinación de estos organismos se resume del siguiente modo:

1. Sirve para el reconocimiento de contaminación de corrientes.
2. En aguas potabilizadas la determinación es -- importante, en virtud de que los enterococos son más resistentes a la acción del cloro que los organismos coliformes.
3. Para el estudio de aguas salobres, en las que los enterococos pueden sobrevivir mayor tiempo. )

Los esterptococos atacan carbohidratos y polihi--droxialcoholes, produciendo ácido láctico por homofermen--tación. Los estrictamente anaerobios atacan productos --proteicos en descomposición, ácidos orgánicos y usualmen--te carbohidratos con la producción de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y otros --productos.

( Dentro del grupo de los estreptococos, existe un sinnúmero de especies que son parásitos para el hombre y animales y cuyos efectos epidémicos son discutidos ampliamente en las obras de microbiología médica, ) por lo que no se dará mayor importancia a los mismos desde el punto de vista clínico (60) (61) (62) (63).

Existen diversas técnicas para aislar este grupo bacteriológico, de las cuales las comúnmente utilizadas son: La técnica de tubos múltiples utilizando como medios de cultivo a base de caldo con dextrosa y nitrato ( ) filtros de membrana utilizando medios semisólidos de agar ( ) y vaciado de placas ( ).

En una revisión experimental, efectuada en el Laboratorio, previo a la realización de las pruebas, se observó que la técnica de vertido de placas, registraba un número mayor de enterococos, en relación a la de filtración con membranas por lo que optó por utilizarse, en la ejecución de las pruebas de apoyo del examen de coliformes totales.

La técnica de vertido de placas observó las siguientes fases:

- a) Preparación de materiales.
  - b) Preparación de medio de cultivo.
  - c) Inoculación, incubación y lectura.
- 
- a) Preparación del material, consistió en este-

rilizar las cajas de petri de 60 mm. utilizadas en la -  
estufa de aire caliente a 200°C durante 2 horas, así co  
mo las pipetas serológicas de 5 ml.

b) Preparación del medio de cultivo. El medio  
utilizado fue el fecal streptococcus (KF agar) (Millipore  
NB00 000 OS); y su preparación fue llevada a cabo --  
del modo siguiente: Se disolvieron 7.6 grs. de medio -  
en 100 ml. de agua destilada; y se esterilizó en auto--  
clave, a 121 °C durante 15 minutos, distribuidos en tubos  
de ensaye de 150 x 20 mm. en volúmenes de 5 ml. Una  
vez esterilizados se conservaron en refrigerador hasta  
su uso.

c) Inoculación, Incubación y Lectura. De las --  
muestras examinadas, se tomó un volumen de un mililitro.  
El medio fue licuado nuevamente a fuego lento y vaciado  
sobre las cajas de Petri estériles, posteriormente con -  
una pipeta esterilizada se inoculó 1 ml. de muestra; y -  
se incubó, a 35.5 °C durante 24 horas. Las colonias de--  
sarrolladas, aproximadamente de 1 mm. de diámetro colo--  
readas, fueron reportadas como positivas, y reportadas -  
como colonias por ml. No existe norma alguna para estos  
microorganismos, pero su presencia, es suficiente para -  
considerar un agua como impotable.

#### 4.4 IDENTIFICACION DE BACTERIAS PATOGENAS ENTERICAS, - SI LAS DENSIDADES LO JUSTIFICAN.

Los resultados obtenidos, son elocuentes, y nos -

demuestran la calidad bacteriana del agua. Densidades - de este orden, no justifican el complicado procedimien-- to que requiere la identificación de bacterias, aun cuando sabemos la importancia que reviste el conocer a cien- cia cierta cuales son los agentes patógenos que contami- nan un agua.

En ninguno de los dos acufferos muestreados, el número de colonias y/o gérmenes se elevó arriba de 4 por lo que en resumen se puede decir que la presencia de pa- tógenos entéricos es también nula. En el capítulo 7 se discute ampliamente las causas que originaron estos re- sultados.

#### 5. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS EXAMENES BACTERIOLÓGI- COS PRACTICADOS.

El registro bacteriológico rutinario, determinado en forma de coliformes totales, fue considerado por un - periodo de 17 meses, que comprendió del 18 de enero de - 1978 al 23 de mayo de 1979, para el acuffero APA, que -- abastece de agua potable a Cd. Juárez, Chih. Este depó- sito subterráneo fue el que mayor atención recibió a causa de ser el objetivo principal del presente trabajo y - debido a que es el principalmente relacionado con el - - abastecimiento general de agua de la población. El acufero ubicado en el Distrito de Riego N° 09, fue conside- rado y muestreado exclusivamente para apoyar la calidad

del primero antes mencionado, así como para evaluar el impacto que reciben estas aguas al estar sujetas a la recarga con aguas negras. El período de muestreo para este acuífero fue considerado del 5 de marzo al 9 de mayo de 1979. Las captaciones ubicadas en el Valle de Juárez, destinadas al consumo doméstico, fueron probadas bacteriológicamente una sola vez. Los resultados para cada caso en particular son detallados en los cuadros 1-11.

Las pruebas de coliformes fecales y estreptococos fecales fueron practicados en los meses de abril a mayo a ambos acuíferos (APA y PGI). Las señaladas pruebas tuvieron como finalidad básica, la de servir de apoyo a la precisión de los datos obtenidos en forma de coliformes totales. Los resultados se expresan en los cuadros 11-15.

Basándonos en los datos geohidrológicos que se mencionaron anteriormente, el estudio consideró todas las captaciones del acuífero APA, las cuales para su examen fueron distribuidas a lo largo del mes de manera que por lo menos un examen fuese practicado a cada fuente.

Las muestras fueron procesadas en su generalidad en los Laboratorios de la Junta Municipal de Aguas y Saneamiento de Ciudad Juárez, Chih.; y algunas en la Oficina de Investigación y Laboratorio de la SAHOP, en la Ciudad de México, Distrito Federal.

## COLIFORMES TOTALES .

CUADRO N° 5.0.1

FUENTE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AĞOSTO
POZO N°	25-1-78	28-2-78	28-3-78	25-4-78	24-5-78	30-6-78	26-7-78	30-8-78
4	-2.2	-2.2	2	0	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
5	-2.2	-2.2	2	0		-2.2	-2.2	-2.2
6	-2.2	-2.2	0	-		-2.2	-2.2	-2.2
7	-2.2	-2.2	0	0	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
9	-2.2	-2.2	0	-		-2.2	-2.2	-2.2
10	-2.2	-2.2	0	0	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
11	-2.2		0	-		-2.2	-2.2	-2.2
12		-2.2	1	-	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
13	-2.2	-2.2	0	-		-2.2	-2.2	-2.2
14	-2.2	-2.2	2	-		-2.2	-2.2	-2.2
15	-2.2	-2.2	0	0	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
16		-2.2	2		-2.2		-2.2	-2.2
17	-2.2	-2.2	0		-2.2	-2.2	-2.2	
19	-2.2	-2.2	0	0	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
23	-2.2	-2.2	0	0	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
28	-2.2	-2.2	0	0	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
33	-2.2	-2.2		0	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
37	-2.2	-2.2			-2.2	-2.2	-2.2	
38	-2.2	-2.2		0	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
39	-2.2	-2.2	0	0	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
42	-2.2	-2.2	0	0	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
43	-2.2	-2.2	0	0	-2.2	-2.2	-2.2	
44	-	-2.2	1		-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
45	-	-2.2	2	0	-2.2	-	-	-2.2
46	-	-2.2	0	0				-2.2
47	-	-2.2	0	0	-2.2			-2.2
48	-	-2.2	2	0	-2.2			-2.2
49	-2.2	-2.2	0			-2.2		-2.2
50	-	-2.2	0	0	-2.2			5.1
52	-	-	0					-2.2
53	-2.2	-2.2	0		-2.2	-2.2	-2.2	

CUADRO N° 5.0.1. (CONTINUACION)

SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
27-9-78	25-10-78	29-11-78	20-12-78	24-1-79	28-2-79	26-3-79	28-4-79	9-5-79
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2		-2.2	0	0	1
-2.2	5.1	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	0	0	0
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	0	0	0
	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	0	0	0
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	0	1	0
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	0	0	1
-	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	0	0	0
-	-2.2		-2.2	-2.2	-2.2	0	0	0
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	0	1	0
-	-2.2		-2.2	-2.2	-2.2	0	0	0
-2.2	-2.2	-2.2		-2.2	5.1	2	0	0
-	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	0	0	0
-2.2		-2.2		-2.2	5.1	1	0	0
-2.2	9.2	-	-2.2	-2.2	-2.2	0	0	0
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	1	0	1
-2.2	-2.2	5.1		-2.2	-2.2	0	1	2
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	1	0	0
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	0	2	0
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	1	0	0
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	1	2	1
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	5.1	-2.2	0	2	0
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	1	0	5
-	-2.2	-2.2	-	-2.2	-2.2	2	1	0
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	0	0	0
-2.2	-2.2	-2.2	-	-	-2.2	0	0	-
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	0	0	-
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	1	0	-
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-	-	0	-	0
-2.2	-2.2	-2.2	-	-	-	2	-	-
-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-	-2.2	0	0	0
-2.2	-2.2	-	-2.2	-2.2	-2.2	1	-	-





CUADRO N° 5.0.2

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA, DE

CD. JUAREZ, CHIHUAHUA.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA. FECHA: ENERO-08-78.

FUENTE:	HORA:	DIA:	pH:	°C:	NMP:
POZO # 4	10.00	25	7.5	17	-2.2
POZO # 5	10.15	25	7.5	18	-2.2
POZO # 6	11.30	18	7.1	18	-2.2
POZO # 7	10.30	25	7.4	18	-2.2
POZO # 9	10.35	25	7.0	17	-2.2
POZO # 10	10.18	25	7.5	18	-2.2
POZO # 11	10.40	18	7.4	17	-2.2
POZO # 12	-	-	-	-	-
POZO # 13	10.45	18	7.4	18	-2.2
POZO # 14	11.25	18	7.5	18	-2.2
POZO # 15	11.10	18	7.3	18	-2.2
POZO # 16	-	-	-	-	-
POZO # 17	10.30	18	7.2	18	-2.2
POZO # 19	11.45	18	7.2	18	-2.2
POZO # 23	10.50	25	7.6	18	-2.2
POZO # 28	11.05	18	7.5	18	-2.2
POZO # 33	10.40	25	7.6	17	-2.2
POZO # 37	11.30	25	7.7	17	-2.2
POZO # 38	11.10	25	7.8	17	-2.2
POZO # 39	10.45	25	7.6	18	-2.2
POZO # 42	11.00	25	7.6	18	-2.2
POZO # 43	11.40	25	7.5	18	-2.2
POZO # 44	-	-	-	-	-
POZO # 45	9.45	28	7.9	18	-2.2
POZO # 46	10.00	28	7.6	18	-2.2
POZO # 47	11.30	28	7.0	18	-2.2
POZO # 48	10.05	28	7.0	18	-2.2
POZO # 49	11.00	18	7.3	18	-2.2
POZO # 50	-	-	-	-	-
POZO # 52	-	-	-	-	-
POZO # 53	11.10	28	7.4	18	-2.2
POZO # 54	10.05	28	7.5	18	-2.2
POZO # 55	11.20	18	7.4	18	-2.2
POZO # 56	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.2 (CONTINUACION).

FUENTE:	HORA:	DIA:	pH:	°C:	NMP:
POZO # 57	11.35	15	7.4	18	-2.2
POZO # 58	10.20	28	7.4	17	-2.2
POZO # 59	-	-	-	-	-
POZO # 60	10.20	18	7.9	18	-2.2
POZO # 61	-	-	-	-	-
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	-	-	-	-	-
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	-	-	-	-	-
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	-	-	-	-	-
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.3

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE

CD. JUAREZ, CHIHUAHUA.

LOCALIDAD CD. JUAREZ, CHIHUAHUA.

FECHA: FERRERO 1978.

FUENTE:	HORA:	DIA:	pH:	T°C	NMP/100 ml:
POZO # 4	11.15	8	7.5	18	-2.2
POZO # 5	9.40	8	7.5	18	-2.2
POZO # 6	10.50	22	7.6	20	-2.2
POZO # 7	11.00	8	7.5	18	-2.2
POZO # 9	9.10	1	7.4	20	-2.2
POZO # 10	11.20	8	7.5	18	-2.2
POZO # 11	9.00	22	7.5	19	-2.2
POZO # 12	9.05	22	7.4	19	-2.2
POZO # 13	10.00	1	7.6	19	-2.2
POZO # 14	9.25	1	7.5	20	-2.2
POZO # 15	9.30	1	7.2	20	-2.2
POZO # 16	9.05	1	7.4	20	-2.2
POZO # 17	11.00	1	7.3	20	-2.2
POZO # 19	10.15	1	7.2	20	-2.2
POZO # 23	9.15	8	7.6	18	-2.2
POZO # 28	10.30	1	7.5	20	-2.2
POZO # 33	11.05	8	7.6	18	-2.2
POZO # 37	11.30	8	7.6	18	-2.2
POZO # 38	9.20	8	7.8	18	-2.2
POZO # 39	10.32	8	7.6	18	-2.2
POZO # 42	9.50	8	7.6	18	-2.2
POZO # 43	10.20	1	7.6	20	-2.2
POZO # 44	9.30	22	7.5	18	-2.2
POZO # 45	9.20	22	7.6	17	-2.2
POZO # 46	11.15	1	7.5	19	-2.2
POZO # 47	11.00	1	7.4	19	-2.2
POZO # 48	10.50	8	7.9	18	-2.2
POZO # 49	10.50	22	7.9	19	-2.2
POZO # 50	9.20	1	7.7	19	-2.2
POZO # 52	-	-	-	-	-
POZO # 53	9.50	1	7.4	20	-2.2
POZO # 54	-	-	-	-	-
POZO # 55	11.45	1	7.4	20	-2.2
POZO # 56	-	-	-	-	-
POZO # 57	-	-	-	-	-
POZO # 58	10.45	8	7.8	18	-2.2
POZO # 59	-	-	-	-	-
POZO # 60	10.15	22	7.9	19	-2.2
POZO # 61	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.3

(CONTINUACION)

FUENTE:	HORA:	DIA:	pH:	T °C	NMP/100 ml.
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	-	-	-	-	-
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	-	-	-	-	-
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	-	-	-	-	-
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.4

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE  
CD. JUAREZ, CHIH.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA.      FECHA: MARZO 1978.

FUENTE:	HORA:	DIA:	pH:	T°C	COLONIAS/100 ml.
POZO # 4	10.00	8	7.6	20	2
POZO # 5	9.25	28	7.5	21	2
POZO # 6	10.20	28	7.6	20	0
POZO # 7	11.10	28	7.5	20	0
POZO # 9	9.20	15	7.4	21	0
POZO # 10	9.30	28	7.6	21	0
POZO # 11	11.30	28	7.5	20	0
POZO # 12	10.15	28	7.5	20	1
POZO # 13	10.25	15	7.6	21	0
POZO # 14	9.00	28	7.5	20	2
POZO # 15	10.15	15	7.3	21	0
POZO # 16	9.50	15	7.4	20	2
POZO # 17	9.00	15	7.3	21	0
POZO # 19	9.40	15	7.2	21	0
POZO # 23	10.40	28	7.5	20	0
POZO # 28	9.25	15	7.5	21	0
POZO # 33	-	-	-	-	-
POZO # 37	-	-	-	-	-
POZO # 38	-	-	-	-	-
POZO # 39	10.30	28	7.6	20	0
POZO # 42	9.15	28	7.6	20	0
POZO # 43	10.05	28	7.6	20	0
POZO # 44	10.00	15	7.6	21	1
POZO # 45	10.15	8	7.6	20	2
POZO # 46	9.10	15	7.5	21	0
POZO # 47	10.40	15	8.0	20	0
POZO # 48	9.30	15	8.0	21	2
POZO # 49	10.45	28	7.9	20	0
POZO # 50	10.30	15	7.5	20	0
POZO # 52	10.35	8	7.7	21	0
POZO # 53	10.25	28	7.4	20	0

CUADRO N° 5.0.4.

(CONTINUACION)

FUENTE:	HORA:	DIA:	pH:	T°C	COLONIAS/100 ml.
POZO # 54	-	-	-	-	-
POZO # 55	9.15	15	7.4	21	2
POZO # 56	-	-	-	-	-
POZO # 57	10.00	28	7.4	20	0
POZO # 58	10.20	8	7.8	20	0
POZO # 59	-	-	-	-	-
POZO # 60	9.20	28	7.9	20	0
POZO # 61	-	-	-	-	-
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	-	-	-	-	-
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	-	-	-	-	-
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	-	-	-	-	-
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.5

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE -  
CD. JUAREZ, CHIH.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA. FECHA: ABRIL 1978.

FUENTE:	HORA:	DIA:	pH:	T°C	COLONIAS/100 ml.
POZO # 4	10:20	26	7.5	21	0
POZO # 5	9:00	26	7.6	21	0
POZO # 6	10:00	19	7.6	20	0
POZO # 7	9:25	26	7.5	21	0
POZO # 9	-	-	-	-	-
POZO # 10	9:20	26	7.2	21	0
POZO # 11	9:00	19	7.3	20	0
POZO # 12	9:10	20	7.5	20	0
POZO # 13	-	-	-	-	-
POZO # 14	-	-	-	-	-
POZO # 15	9:50	5	7.3	20	0
POZO # 16	9:25	5	7.4	19	0
POZO # 17	10:00	5	7.3	20	0
POZO # 19	9:00	5	7.2	20	0
POZO # 23	9:30	26	7.5	21	0
POZO # 28	10:05	5	7.5	20	0
POZO # 33	10:30	26	7.7	21	0
POZO # 37	-	-	-	-	-
POZO # 38	11:15	5	7.9	21	0
POZO # 39	10:00	26	7.5	21	0
POZO # 42	9:40	26	7.6	21	0
POZO # 43	9:50	26	7.9	21	0
POZO # 44	9:20	19	7.5	20	0
POZO # 45	9:30	5	7.9	21	0
POZO # 46	9:15	5	7.5	21	0
POZO # 47	11:00	5	7.9	20	0
POZO # 48	10:45	5	8.0	20	0
POZO # 49	-	-	-	-	-
POZO # 50	10:20	5	7.7	21	0
POZO # 52	-	-	-	-	-
POZO # 53	-	-	-	-	-
POZO # 54	-	-	-	-	-
POZO # 55	-	-	-	-	-
POZO # 56	-	-	-	-	-
POZO # 57	-	-	-	-	-
POZO # 58	9:20	5	7.8	21	0
POZO # 59	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.5

(CONTINUACION)

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	COLONIAS/100 ml.
POZO # 60	-	-	-	-	-
POZO # 61	-	-	-	-	-
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	-	-	-	-	-
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	-	-	-	-	-
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	-	-	-	-	-
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.6

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD. JUAREZ,  
CHIHUAHUA.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA.

FECHA: MAYO 1978.

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP./100 ml.
POZO # 4	9:30	10	7.5	20	-2.2
POZO # 5	-	-	-	-	-
POZO # 6	-	-	-	-	-
POZO # 7	9:00	10	7.6	20	-2.2
POZO # 9	-	-	-	-	-
POZO # 10	10:15	10	7.5	21	-2.2
POZO # 11	-	-	-	-	-
POZO # 12	10:00	17	7.5	21	-2.2
POZO # 13	-	-	-	-	-
POZO # 14	-	-	-	-	-
POZO # 15	10:30	10	7.3	20	-2.2
POZO # 16	9:00	3	7.4	21	-2.2
POZO # 17	9:15	10	7.9	20	-2.2
POZO # 19	9:50	10	7.4	20	-2.2
POZO # 23	10:25	10	7.6	20	-2.2
POZO # 28	10:40	10	7.5	20	-2.2
POZO # 33	11:15	10	7.6	21	-2.2
POZO # 37	9:50	17	7.8	20	-2.2
POZO # 38	9:35	10	7.7	21	-2.2
POZO # 39	10:55	10	7.6	20	-2.2
POZO # 42	11:20	10	7.6	20	-2.2
POZO # 43	11:25	10	7.6	20	-2.2
POZO # 44	9:00	17	7.6	20	-2.2
POZO # 45	10:05	10	7.9	21	-2.2
POZO # 46	-	-	-	-	-
POZO # 47	9:20	3	8.0	20	-2.2
POZO # 48	9:30	3	7.9	20	-2.2
POZO # 49	-	-	-	-	-
POZO # 50	9:40	3	7.7	20	-2.2
POZO # 52	-	-	-	-	-
POZO # 53	9:50	3	7.9	21	-2.2
POZO # 54	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.6

(CONTINUACION)

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 55	-	-	-	-	-
POZO # 56	-	-	-	-	-
POZO # 57	-	-	-	-	-
POZO # 58	-	-	-	-	-
POZO # 59	-	-	-	-	-
POZO # 60	-	-	-	-	-
POZO # 61	-	-	-	-	-
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	-	-	-	-	-
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	-	-	-	-	-
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	-	-	-	-	-
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.7

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD. JUAREZ,  
CHIHUAHUA.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA.

FECHA: JUNIO 1978.

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 4	10:00	21	7.3	22	-2.2
POZO # 5	9:15	21	7.1	22	-2.2
POZO # 6	9:00	7	7.7	22	-2.2
POZO # 7	9:20	21	7.5	21	-2.2
POZO # 9	9:00	14	7.3	23	-2.2
POZO # 10	10:15	21	7.4	22	-2.2
POZO # 11	10:00	7	7.3	22	-2.2
POZO # 12	9:15	7	7.5	22	-2.2
POZO # 13	10:25	14	7.5	22	-2.2
POZO # 14	10:10	30	7.6	23	-2.2
POZO # 15	9:30	14	7.3	24	-2.2
POZO # 16	-	-	-	-	-
POZO # 17	11:00	14	7.3	24	-2.2
POZO # 19	11:30	14	7.3	24	-2.2
POZO # 23	10:30	21	7.5	23	-2.2
POZO # 28	10:50	14	7.4	24	-2.2
POZO # 33	9:35	21	7.5	22	-2.2
POZO # 37	10:30	7	7.5	22	-2.2
POZO # 38	9:50	7	7.8	22	-2.2
POZO # 39	9:40	14	7.6	24	-2.2
POZO # 42	10:15	14	7.4	24	-2.2
POZO # 43	11:00	14	7.4	24	-2.2
POZO # 44	10:15	7	7.4	22	-2.2
POZO # 45	-	-	-	-	-
POZO # 46	-	-	-	-	-
POZO # 47	-	-	-	-	-
POZO # 48	10:20	7	7.0	22	-2.2
POZO # 49	-	-	-	-	-
POZO # 50	-	-	-	-	-
POZO # 52	-	-	-	-	-
POZO # 53	9:45	14	7.4	22	-2.2
POZO # 54	-	-	-	-	-
POZO # 55	10:00	30	7.9	23	-2.2
POZO # 56	-	-	-	-	-

## CUADRO N° 5.0.7

(CONTINUACION)

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 57	10:30	14	7.9	22	1.1
POZO # 58	11:00	7	7.8	22	-2.2
POZO # 59	11:15	7	7.9	22	-2.2
POZO # 60	10:20	14	7.7	24	-2.2
POZO # 61	-	-	-	-	-
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	-	-	-	-	-
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	-	-	-	-	-
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	-	-	-	-	-
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.8

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD.

JUAREZ, CHIH.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA.

FECHA: JULIO 1978

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 4	10:10	6	7.3	23	-2.2
POZO # 5	9:45	6	7.4	24	-2.2
POZO # 6	9:00	12	7.4	22	-2.2
POZO # 7	9:15	6	7.4	23	-2.2
POZO # 9	10:00	19	7.3	21	2.2
POZO # 10	9:30	6	7.4	23	-2.2
POZO # 11	9:15	12	7.2	23	-2.2
POZO # 12	9:30	12	7.4	23	-2.2
POZO # 13	9:00	19	7.5	22	-2.2
POZO # 14	9:40	12	7.3	23	-2.2
POZO # 15	10:40	6	7.3	23	-2.2
POZO # 16	11:00	12	7.3	22	-2.2
POZO # 17	10:30	6	7.2	25	-2.2
POZO # 19	10:05	6	7.3	23	-2.2
POZO # 23	9:00	6	7.5	23	-2.2
POZO # 28	11:00	6	7.4	23	-2.2
POZO # 33	11:30	6	7.5	23	-2.2
POZO # 37	10:00	6	7.6	23	-2.2
POZO # 38	10:25	6	7.3	23	-2.2
POZO # 39	9:00	26	7.6	22	-2.2
POZO # 42	11:15	6	7.3	24	-2.2
POZO # 43	9:20	6	7.4	23	-2.2
POZO # 44	9:10	12	7.3	22	-2.2
POZO # 45	-	-	-	-	-
POZO # 46	-	-	-	-	-
POZO # 47	-	-	-	-	-
POZO # 48	-	-	-	-	-
POZO # 49	-	-	-	-	-
POZO # 50	-	-	-	-	-
POZO # 52	-	-	-	-	-
POZO # 53	10:00	19	7.9	22	-2.2
POZO # 54	-	-	-	-	-
POZO # 55	9:30	19	7.4	22	-2.2

CUADRO N° 5.0.5

(CONTINUACION).

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 56	-	-	-	-	-
POZO # 57	9:45	19	7.4	23	-2.2
POZO # 58	-	-	-	-	-
POZO # 59	10:00	12	7.5	22	-2.2
POZO # 60	9:15	26	7.6	21	-2.2
POZO # 61	-	-	-	-	-
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	10:30	19	7.5	21	-2.2
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	10:45	19	7.9	21	-2.2
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	9:20	19	7.7	21	-2.2
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.9

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD.

JUAREZ, CHIHUAHUA

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA . FECHA: AGOSTO 1978.

FUENTE	HORA	DIA	pH	T °C	NMP/100 ml.
POZO # 4	10:00	23	7.4	19	-2.2
POZO # 5	9:35	23	7.5	20	-2.2
POZO # 6	9:30	9	7.6	20	-2.2
POZO # 7	9:20	9	7.4	21	-2.2
POZO # 9	10:45	2	7.3	21	-2.2
POZO # 10	10:30	23	7.5	20	-2.2
POZO # 11	10:00	9	7.3	21	-2.2
POZO # 12	10:30	9	7.4	20	-2.2
POZO # 13	9:25	2	7.3	22	-2.2
POZO # 14	9:10	9	7.4	20	-2.2
POZO # 15	9:05	2	7.3	21	-2.2
POZO # 16	11:15	2	7.4	22	-2.2
POZO # 17	-	-	-	-	-
POZO # 19	11:00	2	7.2	22	-2.2
POZO # 23	10:35	9	7.4	21	-2.2
POZO # 28	10:15	2	7.5	22	-2.2
POZO # 33	9:20	23	7.6	20	-2.2
POZO # 37	-	-	-	-	-
POZO # 38	11:00	30	7.6	21	-2.2
POZO # 39	11:00	9	7.6	21	-2.2
POZO # 42	10:30	2	7.6	22	-2.2
POZO # 43	-	-	-	-	-
POZO # 44	10:00	30	7.3	22	-2.2
POZO # 45	10:00	2	7.9	22	-2.2
POZO # 46	10:20	23	7.5	21	-2.2
POZO # 47	9:05	23	8.0	21	-2.2
POZO # 48	10:10	23	7.9	22	-2.2
POZO # 49	10:50	9	7.4	21	-2.2
POZO # 50	11:00	23	7.6	22	5.1
POZO # 52	9:45	2	7.7	22	-2.2
POZO # 53	-	-	-	-	-
POZO # 54	9:30	2	7.7	21	-2.2
POZO # 55	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.9

(CONTINUACION)

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 56	-	-	-	-	-
POZO # 57	-	-	-	-	-
POZO # 58	-	-	-	-	-
POZO # 59	-	-	-	-	-
POZO # 60	-	-	-	-	-
POZO # 61	9:45	23	7.5	22	-2.2
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	10:40	23	7.8	20	-2.2
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	9:00	2	7.7	22	-2.2
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	11:15	2	7.7	21	-2.2
POZO # 71	9:25	23	7.5	20	-2.2

CUADRO N° 5.0.10

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD. JUAREZ,  
CHIHUAHUA.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA.      FECHA: SEPTIEMBRE 1978.

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 4	10:30	6	7.6	21	-2.2
POZO # 5	9:40	6	7.4	21	-2.2
POZO # 6	10:15	6	7.6	21	-2.2
POZO # 7	-	-	-	-	-
POZO # 9	9:15	20	7.3	20	-2.2
POZO # 10	10:20	6	7.4	21	-2.2
POZO # 11	-	-	-	-	-
POZO # 12	-	-	-	-	-
POZO # 13	9:20	6	7.3	21	-2.2
POZO # 14	-	-	-	-	-
POZO # 15	9:35	20	7.3	19	-2.2
POZO # 16	-	-	-	-	-
POZO # 17	9:00	20	7.2	21	-2.2
POZO # 19	9:15	20	7.2	20	-2.2
POZO # 23	10:10	20	7.6	21	-2.2
POZO # 28	10:25	20	7.3	19	-2.2
POZO # 33	9:30	6	7.4	21	-2.2
POZO # 37	9:00	13	7.3	21	-2.2
POZO # 38	9:30	13	7.6	21	-2.2
POZO # 39	11:00	20	7.6	21	-2.2
POZO # 42	10:40	20	7.3	21	-2.2
POZO # 43	10:00	20	7.4	20	-2.2
POZO # 44	-	-	-	-	-
POZO # 45	9:15	13	7.6	21	-2.2
POZO # 46	10:00	13	7.3	22	-2.2
POZO # 47	10:15	13	7.8	21	-2.2
POZO # 48	10:30	13	7.7	21	-2.2
POZO # 49	9:50	6	7.6	21	-2.2
POZO # 50	9:40	13	7.3	22	-2.2
POZO # 52	9:15	6	7.7	22	-2.2
POZO # 53	10:35	20	7.4	21	-2.2
POZO # 54	9:45	13	7.5	21	-2.2
POZO # 55	9:05	20	7.3	21	-2.2

CUADRO N° 5.0.10

(CONTINUACION)

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 56	10:50	20	7.2	21	-2.2
POZO # 57	11:00	20	7.3	21	5.1
POZO # 58	10:20	13	7.3	21	-2.2
POZO # 59	9:00	6	8.0	22	-2.2
POZO # 60	10:00	6	7.9	21	-2.2
POZO # 61	10:35	13	7.3	20	-2.2
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	9:10	6	7.9	21	-2.2
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	10:25	20	7.8	21	-2.2
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	-	-	-	-	-
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.11

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD. JUAREZ,  
CHIHUAHUA.

LOCALIDAD: CAD. JUAREZ, CHIHUAHUA. FECHA: OCTUBRE 1975.

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 4	9:50	11	7.3	21	-2.2
POZO # 5	10:35	11	7.3	22	5.1
POZO # 6	9:30	4	7.7	21	-2.2
POZO # 7	10:50	11	7.3	21	-2.2
POZO # 9	10:20	4	7.3	21	-2.2
POZO # 10	9:25	11	7.3	22	-2.2
POZO # 11	10:30	4	7.3	20	-2.2
POZO # 12	10:25	4	7.4	19	-2.2
POZO # 13	11:00	4	7.5	22	-2.2
POZO # 14	10:00	4	7.4	20	-2.2
POZO # 15	9:00	11	7.3	21	-2.2
POZO # 16	9:35	11	7.3	21	-2.2
POZO # 17	-	-	-	-	-
POZO # 19	9:45	11	7.3	22	9.2
POZO # 23	10:00	11	7.7	20	-2.2
POZO # 28	9:05	11	7.3	21	-2.2
POZO # 33	9:30	18	7.7	20	-2.2
POZO # 37	10:10	18	7.6	20	-2.2
POZO # 38	10:20	18	7.7	20	-2.2
POZO # 39	10:50	11	7.5	21	-2.2
POZO # 42	10:30	11	7.3	21	-2.2
POZO # 43	10:10	11	7.3	20	-2.2
POZO # 44	9:50	18	7.5	21	-2.2
POZO # 45	10:20	18	8.1	22	-2.2
POZO # 46	10:20	18	7.5	22	-2.2
POZO # 47	10:30	18	8.1	21	-2.2
POZO # 48	10:00	18	7.9	19	-2.2
POZO # 49	10:45	4	7.4	22	-2.2
POZO # 50	9:40	18	7.8	23	-2.2
POZO # 52	10:05	18	7.8	22	-2.2
POZO # 53	9:20	4	7.4	21	-2.2
POZO # 54	-	-	-	-	-
POZO # 55	10:15	4	7.3	21	-2.2

CUADRO N° 5.0.11

(CONTINUACION).

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 56	-	-	-	-	-
POZO # 57	9:05	11	7.4	20	-2.2
POZO # 58	10:45	18	7.7	20	-2.2
POZO # 59	10:40	4	7.7	-	-2.2
POZO # 60	11:15	4	7.7	-	5.1
POZO # 61	10:30	18	7.8	-	-2.2
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	9:00	4	7.3	22	-2.2
POZO # 64	9:50	4	7.6	21	-2.2
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	9:30	11	7.7	22	-2.2
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	9:15	4	7.6	22	-2.2
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.12

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD. JUAREZ,  
CHIHUAHUA.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA. FECHA: NOVIEMBRE 1978.

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 4	9:15	8	7.3	22	-2.2
POZO # 5	10:00	8	7.6	21	-2.2
POZO # 6	9:35	22	7.7	21	-2.2
POZO # 7	10:50	8	7.6	21	-2.2
POZO # 9	9:50	8	7.2	21	-2.2
POZO # 10	9:20	15	7.4	20	-2.2
POZO # 11	10:00	29	7.3	21	-2.2
POZO # 12	-	-	-	-	-
POZO # 13	9:00	22	7.5	21	-2.2
POZO # 14	-	-	-	-	-
POZO # 15	10:20	29	7.2	21	-2.2
POZO # 16	9:00	8	7.3	21	-2.2
POZO # 17	10:30	8	7.3	22	-2.2
POZO # 19	-	-	-	-	-
POZO # 23	11:00	8	7.6	20	-2.2
POZO # 28	10:45	8	7.6	21	5.1
POZO # 33	9:30	15	7.6	19	-2.2
POZO # 37	10:15	15	7.5	21	-2.2
POZO # 38	10:00	15	7.7	21	-2.2
POZO # 39	9:20	8	7.7	21	-2.2
POZO # 42	10:15	8	7.3	21	-2.2
POZO # 43	9:30	8	7.7	23	-2.2
POZO # 44	9:40	29	7.8	22	-2.2
POZO # 45	10:30	15	7.9	21	-2.2
POZO # 46	10:20	29	7.3	22	-2.2
POZO # 47	9:50	15	8.0	21	-2.2
POZO # 48	9:15	15	7.9	21	-2.2
POZO # 49	10:45	29	7.7	22	-2.2
POZO # 50	9:45	15	7.5	20	-2.2
POZO # 52	9:15	22	7.3	22	-2.2
POZO # 53	-	-	-	-	-
POZO # 54	9:15	22	7.2	21	-2.2
POZO # 55	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.12

(CONTINUACION)

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 56	9:25	29	7.3	21	-2.2
POZO # 57	-	-	-	-	-
POZO # 58	9:45	8	7.7	20	-2.2
POZO # 59	9:10	22	7.7	21	-2.2
POZO # 60	10:00	22	7.7	20	-2.2
POZO # 61	9:00	15	7.5	22	-2.2
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	-	-	-	-	-
POZO # 64	10:25	22	7.3	21	-2.2
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	-	-	-	-	-
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	9:40	22	7.7	21	-2.2
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.13

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD. JUAREZ,  
CHIHUAHUA.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA. FECHA: DICIEMBRE 1978.

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
Pozo # 4	9:20	13	7.3	19	-2.2
Pozo # 5	9:05	13	7.3	18	-2.2
Pozo # 6	9:50	6	7.8	22	-2.2
Pozo # 7	10:00	13	7.2	18	-2.2
Pozo # 9	9:45	20	7.2	20	-2.2
Pozo # 10	9:30	13	7.1	18	-2.2
Pozo # 11	9:00	13	7.2	18	-2.2
Pozo # 12	10:15	13	7.7	19	-2.2
Pozo # 13	9:40	6	7.5	21	-2.2
Pozo # 14	10:00	6	7.5	21	-2.2
Pozo # 15	-	-	-	-	-
Pozo # 16	10:05	20	7.3	18	-2.2
Pozo # 17	-	-	-	-	-
Pozo # 19	9:00	13	7.7	19	-2.2
Pozo # 23	9:15	13	7.7	18	-2.2
Pozo # 28	-	-	-	-	-
Pozo # 33	10:00	13	7.3	19	-2.2
Pozo # 37	10:15	13	7.7	18	-2.2
Pozo # 38	10:10	13	7.3	19	-2.2
Pozo # 39	10:20	13	7.7	20	-2.2
Pozo # 42	-	-	-	-	-
Pozo # 43	9:40	13	7.3	18	-2.2
Pozo # 44	-	-	-	-	-
Pozo # 45	9:00	6	7.9	22	-2.2
Pozo # 46	-	-	-	-	-
Pozo # 47	9:45	13	8.2	18	-2.2
Pozo # 48	9:50	13	7.2	19	-2.2
Pozo # 49	9:20	6	7.5	20	-2.2
Pozo # 50	-	-	-	-	-
Pozo # 52	10:15	6	7.7	20	-2.2
Pozo # 53	10:45	6	7.2	21	-2.2
Pozo # 54	-	-	-	-	-
Pozo # 55	9:25	6	7.2	21	-2.2

CUADRO N° 5.0.13

(CONTINUACION)

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 56	-	-	-	-	-
POZO # 57	10:05	6	7.5	22	-2.2
POZO # 58	11:00	13	7.7	20	-2.2
POZO # 59	10:30	6	7.7	21	-2.2
POZO # 60	10:50	6	7.7	21	-2.2
POZO # 61	-	-	-	-	-
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	9:15	6	7.3	20	-2.2
POZO # 64	10:20	6	7.9	20	-2.2
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	9:40	20	7.5	19	-2.2
POZO # 68	-	-	-	-	-
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	9:30	6	7.7	22	-2.2
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.14

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD. JUAREZ,  
CHIHUAHUA.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA.

FECHA: ENERO 1979.

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 4	-	-	-	-	-
POZO # 5	13:00	10	7.4	19	-2.2
POZO # 6	12:45	17	7.6	18	-2.2
POZO # 7	12:45	10	7.5	20	-2.2
POZO # 9	10:15	10	7.3	19	-2.2
POZO # 10	11:00	17	7.4	18	-2.2
POZO # 11	10:45	17	7.2	20	-2.2
POZO # 12	10:35	17	7.5	19	-2.2
POZO # 13	11:45	17	7.3	19	-2.2
POZO # 14	11:15	17	7.3	20	-2.2
POZO # 15	12:15	24	7.2	19	-2.2
POZO # 16	10:50	24	7.3	18	-2.2
POZO # 17	12:30	24	7.2	20	-2.2
POZO # 19	11:00	10	7.1	19	-2.2
POZO # 23	12:30	10	7.6	19	-2.2
POZO # 28	11:15	10	7.3	18	-2.2
POZO # 33	13:15	10	7.5	18	-2.2
POZO # 37	10:15	24	7.5	18	-2.2
POZO # 38	12:00	17	7.2	19	-2.2
POZO # 39	12:15	10	7.5	18	-2.2
POZO # 42	11:45	10	7.5	20	5.1
POZO # 43	11:30	10	7.4	19	-2.2
POZO # 44	11:55	17	7.3	18	-2.2
POZO # 45	13:00	17	7.7	18	-2.2
POZO # 46	-	-	-	-	-
POZO # 47	10:45	24	8.1	19	-2.2
POZO # 48	10:30	24	7.9	19	-2.2
POZO # 49	-	-	-	-	-
POZO # 50	-	-	-	-	-
POZO # 52	-	-	-	-	-
POZO # 53	10:30	10	7.4	20	-2.2
POZO # 54	11:00	24	7.5	20	-2.2
POZO # 55	10:00	10	7.3	20	-2.2

CUADRO N° 5.0.14

(CONTINUACION)

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 56	-	-	-	-	-
POZO # 57	10:45	10	7.6	19	-2.2
POZO # 58	13:30	10	7.7	20	-2.2
POZO # 59	-	-	-	-	-
POZO # 60	12:00	17	7.7	19	-2.2
POZO # 61	11:15	24	7.4	19	-2.2
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	12:15	17	7.3	19	-2.2
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	12:00	17	7.7	20	-2.2
POZO # 68	-	-	-	-	-
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	11:30	17	7.3	19	-2.2
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.15

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD. JUAREZ,  
CHIHUAHA.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA. FECHA: FEBRERO 1979.

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	NMP/100 ml.
POZO # 4	13:30	14	7.2	21	-2.2
POZO # 5	13:15	14	7.2	20	-2.2
POZO # 6	13:00	28	7.7	20	-2.2
POZO # 7	13:00	14	7.2	20	-2.2
POZO # 9	10:00	14	7.3	19	-2.2
POZO # 10	10:00	21	7.3	20	-2.2
POZO # 11	11:15	28	7.3	21	-2.2
POZO # 12	12:40	14	7.5	20	-2.2
POZO # 13	11:45	28	7.3	20	-2.2
POZO # 14	11:00	14	7.3	19	-2.2
POZO # 15	13:15	28	7.2	20	5.1
POZO # 16	10:45	14	7.3	19	-2.2
POZO # 17	11:15	28	7.2	21	5.1
POZO # 19	11:30	14	7.2	20	-2.2
POZO # 23	11:45	14	7.4	21	-2.2
POZO # 28	11:05	14	7.3	20	-2.2
POZO # 33	10:15	21	7.7	19	-2.2
POZO # 37	10:45	21	7.4	19	-2.2
POZO # 38	11:00	21	7.6	19	-2.2
POZO # 39	12:30	14	7.4	21	-2.2
POZO # 42	12:15	14	7.4	19	-2.2
POZO # 43	12:00	14	7.3	19	-2.2
POZO # 44	12:30	14	7.5	20	-2.2
POZO # 45	13:00	21	7.7	20	-2.2
POZO # 46	12:00	21	7.3	19	-2.2
POZO # 47	11:45	21	8.0	20	-2.2
POZO # 48	11:40	21	7.7	20	-2.2
POZO # 49	-	-	-	-	-
POZO # 50	-	-	-	-	-
POZO # 52	12:30	28	7.7	21	-2.2
POZO # 53	10:15	14	7.3	18	-2.2
POZO # 54	12:15	21	7.7	19	-2.2
POZO # 55	10:00	28	7.5	20	-2.2

CUADRO N° 5.0.15

(CONTINUACION)

FUENTE	HORA	DIA	pH	T °C	NMP/100 ml.
POZO # 56	-	-	-	-	-
POZO # 57	10:30	14	7.3	19	-2.2
POZO # 58	10:30	21	7.5	20	-2.2
POZO # 59	12:45	28	7.5	20	-2.2
POZO # 60	12:00	28	7.6	21	-2.2
POZO # 61	12:30	21	7.2	20	-2.2
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	12:15	28	7.5	21	-2.2
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	10:30	14	7.3	20	-2.2
POZO # 67	11:15	21	8.1	19	5.1
POZO # 68	-	-	-	-	-
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	11:30	28	7.5	21	-2.2
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.16

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD. JUAREZ,  
CHIHUAHUA.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA.

FECHA: MARZO 1979.

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	COLONIAS/100 ml.
POZO # 4	11:15	7	7.3	20	0
POZO # 5	12:00	7	7.1	21	0
POZO # 6	11:00	14	7.2	21	0
POZO # 7	10:45	7	7.8	21	0
POZO # 9	10:25	20	7.3	20	0
POZO # 10	10:30	7	7.4	20	0
POZO # 11	12:00	27	7.2	19	0
POZO # 12	10:30	20	7.3	20	0
POZO # 13	11:20	20	7.3	19	0
POZO # 14	11:15	20	7.2	19	0
POZO # 15	11:45	20	7.1	20	2
POZO # 16	12:15	20	7.7	21	0
POZO # 17	10:50	27	7.4	20	1
POZO # 19	10:25	7	7.3	19	0
POZO # 23	12:30	20	7.4	20	1
POZO # 28	11:00	7	7.2	19	0
POZO # 33	11:25	7	7.5	21	1
POZO # 37	10:00	14	7.7	21	0
POZO # 38	11:15	14	7.4	21	1
POZO # 39	11:30	7	7.7	21	1
POZO # 42	11:45	7	7.2	21	0
POZO # 43	12:30	7	7.3	19	1
POZO # 44	12:45	20	7.3	20	2
POZO # 45	10:50	14	7.3	20	0
POZO # 46	11:30	14	7.5	19	0
POZO # 47	10:35	14	7.3	21	0
POZO # 48	12:00	14	7.2	20	1
POZO # 49	12:15	14	7.8	21	0
POZO # 50	12:30	14	7.4	20	2
POZO # 52	12:30	27	7.5	20	0
POZO # 53	10:30	27	7.2	20	1
POZO # 54	10:45	27	7.4	21	0
POZO # 55	11:20	27	7.2	19	0

## CUADRO N° 5.0.16

(CONTINUACION)

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	COLONIAS/100 ml.
POZO # 56	-	-	-	-	-
POZO # 57	10:30	27	7.4	19	0
POZO # 58	12:45	7	7.4	21	0
POZO # 59	12:45	14	7.5	21	0
POZO # 60	13:30	14	7.2	21	0
POZO # 61	12:00	14	7.3	19	0
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	11:00	20	7.8	20	0
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	10:30	14	7.3	21	0
POZO # 66	10:15	20	7.2	20	0
POZO # 67	10:45	14	7.5	21	0
POZO # 68	13:00	7	7.3	21	0
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	10:00	20	7.4	19	0
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.17

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD. JUAREZ,  
CHIHUAHUA.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA. FECHA: ABRIL 1979.

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	COLONIAS/100 ml.
POZO # 4	11:00	17	7.4	20	0
POZO # 5	12:30	2	7.3	21	0
POZO # 6	11:25	2	7.5	22	0
POZO # 7	11:30	17	7.3	21	0
POZO # 9	10:15	2	7.2	20	1
POZO # 10	12:00	24	7.4	22	0
POZO # 11	11:30	24	7.5	21	0
POZO # 12	11:15	17	7.7	22	0
POZO # 13	10:30	2	7.8	21	1
POZO # 14	11:15	24	7.2	22	0
POZO # 15	12:20	24	7.4	21	0
POZO # 16	10:20	17	7.5	20	0
POZO # 17	11:15	2	7.2	19	0
POZO # 19	11:00	5	7.6	20	0
POZO # 23	11:45	2	7.3	20	0
POZO # 28	10:35	17	7.2	21	1
POZO # 33	11:30	5	7.8	21	0
POZO # 37	11:50	5	7.2	20	2
POZO # 38	11:45	17	7.4	20	0
POZO # 39	10:45	2	7.7	22	2
POZO # 42	10:50	2	7.8	22	2
POZO # 43	10:45	17	7.3	19	0
POZO # 44	11:50	17	7.3	20	1
POZO # 45	12:30	17	7.4	20	0
POZO # 46	12:15	17	7.5	19	0
POZO # 47	12:30	24	7.8	20	0
POZO # 48	11:30	5	7.8	21	0
POZO # 49	11:50	5	7.3	20	0
POZO # 50	-	-	-	-	-
POZO # 52	-	-	-	-	-
POZO # 53	12:45	17	7.6	20	0
POZO # 54	-	-	-	-	-
POZO # 55	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.17

(CONTINUACION)

FUENTE	HORA	DIA	pH	T °C	COLONIAS/100 ml.
POZO # 56	12:00	2	7.2	22	0
POZO # 57	10:05	2	7.4	21	0
POZO # 58	-	-	-	-	-
POZO # 59	-	-	-	-	-
POZO # 60	-	-	-	-	-
POZO # 61	-	-	-	-	-
POZO # 62	12:45	24	7.6	22	0
POZO # 63	-	-	-	-	-
POZO # 64	-	-	-	-	-
POZO # 65	-	-	-	-	-
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	13:00	17	7.5	21	0
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	13:15	17	7.2	20	0
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.18

EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO SUBTERRANEO APA DE CD. JUAREZ,  
CHIHUAHUA.

LOCALIDAD: CD. JUAREZ, CHIHUAHUA. FECHA: MAYO 1979.

FUENTE	HORA	DIA	pH	T°C	COLONIAS/100 ml.
POZO # 4	10:35	16	7.4	22	1
POZO # 5	13:10	16	7.3	21	0
POZO # 6	11:35	9	7.5	20	0
POZO # 7	11:00	16	7.6	21	0
POZO # 9	11:50	16	7.5	20	0
POZO # 10	12:30	16	7.6	22	1
POZO # 11	10:10	9	7.3	19	0
POZO # 12	10:20	9	7.4	19	0
POZO # 13	10:40	9	7.4	21	0
POZO # 14	10:15	16	7.3	21	0
POZO # 15	11.10	9	7.4	19	0
POZO # 16	11:45	16	7.5	20	0
POZO # 17	12:15	16	7.8	22	0
POZO # 19	11:30	22	7.6	20	0
POZO # 23	11:45	22	7.2	21	1
POZO # 28	12:20	22	7.4	22	2
POZO # 33	10:50	16	7.3	22	0
POZO # 37	11:20	16	7.5	21	0
POZO # 38	12:00	22	7.3	22	0
POZO # 39	12:30	22	7.2	22	1
POZO # 42	11:30	16	7.8	22	0
POZO # 43	10:55	16	7.7	21	3
POZO # 44	11:45	9	7.3	20	0
POZO # 45	12:35	9	7.7	20	0
POZO # 46	11:35	16	7.6	21	0
POZO # 47	-	-	-	-	-
POZO # 48	-	-	-	-	-
POZO # 49	12:10	9	7.3	20	0
POZO # 50	-	-	-	-	-
POZO # 52	11:15	9	7.5	21	0
POZO # 53	-	-	-	-	-
POZO # 54	12:45	22	7.4	21	0
POZO # 55	13:10	22	7.6	22	0

## CUADRO N° 5.0.18

(CONTINUACION)

FUENTE	HORA	DIA	pH	T °C	COLONIAS/100 ml.
POZO # 56	-	-	-	-	-
POZO # 57	10:40	16	7.3	20	0
POZO # 58	-	-	-	-	-
POZO # 59	11:25	9	7.5	20	0
POZO # 60	10:55	9	7.5	21	0
POZO # 61	-	-	-	-	-
POZO # 62	-	-	-	-	-
POZO # 63	11:05	9	7.4	20	0
POZO # 64	12:00	9	7.5	19	0
POZO # 65	12:20	9	7.6	21	0
POZO # 66	-	-	-	-	-
POZO # 67	-	-	-	-	-
POZO # 68	-	-	-	-	-
POZO # 69	-	-	-	-	-
POZO # 70	10:30	9	7.5	20	1
POZO # 71	-	-	-	-	-

CUADRO N° 5.0.19

EXAMEN BACTERIOLOGICO DE LAS CAPTACIONES DESTINADAS A  
 RIEGO EN LA PRIMERA UNIDAD DEL DISTRITO DE RIEGO N° -  
 09 "VALLE DE JUAREZ", CHIHUAHUA.

FECHA: MARZO DE 1979

FUENTE	HORA	T °C	CT	CF	ST
POZO PROFUNDO.					
PGI-93	9:50	17.0	0	0	0
PGI-45	10:10	19.0	0	0	1
PGI-36	11:02	20.0	0	0	0
PGI-27	11:18	21.0	1	1	2
PGI-60	11:35	19.0	0	0	0
PGI-10	13:00	22.0	0	0	2
PGI-2	13:15	21.5	0	0	1
PGI-3	13:25	22.5	0	0	3
PGI-18	13:31	23.0	0	0	0
PGI-6	13:45	22.5	0	1	3
PGI-20	14:00	25.0	0	0	0

CUADRO N° 5.0.20

EXAMEN BACTERIOLOGICO DE LAS CAPTACIONES DESTINADAS A RIEGO EN LA PRIMERA UNIDAD DEL DISTRITO DE RIEGO N° - 09 "VALLE DE JUAREZ", CHIHUAHUA.

FECHA: ABRIL DE 1979

FUENTE	HORA	T°C	CT	CF	ST
POZO PROFUNDO.					
SARH-1	11.19	22	0	-	0
SARH-2	11.20	24	0	-	0
SARH-4	11.35	23	0	-	0
PGI-6	11.30	22	0	-	0
PRI-15	10.50	22	0	-	0
PGI-16	11.00	24	0	-	0
PGI-18	10.35	24	0	-	0
PGI-27	10.40	22	0	-	0
PGI-39	11.45	20.5	0	-	0
892	11.10	21	0	-	0
910	11.50	22	0	-	0

CUADRO N° 5.0.21

EXAMEN BACTERIOLOGICO DE LAS CAPTACIONES DESTINADAS A RIEGO EN LA PRIMERA UNIDAD DEL DISTRITO DE RIEGO N° - 09 "VALLE DE JUAREZ", CHIHUAHUA.

FECHA: MAYO 1979

FUENTE	HORA	T°C	CT	CF	ST
POZO N° 1013	9:30	20	0	0	5
POZO N° PGI-27	9:37	21	0	0	3
POZO N° PGI-39	9:48	21	0	0	0
POZO N° 929	9:55	18.5	0	0	4
POZO N° PGI-15	10:15	22	0	0	4
POZO N° PGI-17	10:20	22	0	0	5
POZO N° PGI-03	10:25	22	0	0	0
POZO N° PGI-12	10:40	22	0	0	0
POZO N° SARH-4	10:40	22	2	1	3
POZO N° PGI-11	10:48	21	0	0	5
POZO N° PGI-14	10:55	19	0	0	0
POZO N° 892	11:05	19.5	0	0	2

CUADRO N° 5.0.22

EXAMEN BACTERIOLOGICO DE LAS CAPTACIONES DESTINADAS  
AL CONSUMO DOMESTICO EN EL VALLE DE JUAREZ, CHIH.

FUENTE	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	TEMP. °C	FECHA DE EXAMEN	LOCALIDAD	BT COLONIAS
POZO PROF.	12-2-79	14:35	21	14-2-79	EL PORVENIR	0
POZO PROF.	12-2-79	13:20	22	14-2-79	EL SAUZAL	0
POZO PROF.	12-2-79	17:10	23	14-2-79	LOMA BLANCA	0
POZO PROF.	12-2-79	18:25	23	14-2-79	SAN ISIDRO	0
MANANTIAL.	12-2-79	15:35	25	14-2-79	EL MIMBRE DB.	0
POZO PROF.	12-2-79	18:15	24	14-2-79	SAN AGUSTIN	0
POZO PROF.	12-2-79	18:40	23	14-2-79	JESUS C.	-
POZO PROF.	12-2-79	17:10	26	14-2-79	EL MILLON	0
POZO PROF.	13-2-79	14:00	22	14-2-79	ZARAGOZA	0
POZO PROF.	12-2-79	17:30	26	14-2-79	J. Y REFORMA	2
POZO PROF.	12-2-79	16:50	23	14-2-79	GUADALUPE	0
POZO PROF.	12-2-79	14:15	22	14-2-79	W. FILL	-
POZO PROF.	12-2-79	14:05	16	14-2-79	ESPERANZA	0
POZO PROF.	12-2-79	12:30	18	14-2-79	PRAXEDIS	0

COLIFORMES TOTALES:

## 5.1 CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL AGUA, EN LOS DIFERENTES ACUIFEROS SUBTERRANEOS.

Los resultados revisados en la sección anterior, definen claramente, la calidad del agua en los diferentes acuíferos estudiados. El primer acuífero, identificado como el APA, demostró tener una calidad inmejorable en el agua, desde el punto de vista bacteriológico, registrando como máxima una densidad de 5.1 gérmenes por 100 ml, en algunos pozos y en tiempos esporádicos. Del mismo modo, las colonias por 100 ml no excedieron de 2 en algunas fuentes. Las normas de calidad del agua potable, establecen que una cuenta de 2 colonias en la técnica de filtros de membrana y una densidad menor de 2.2 en la técnica de tubos múltiples, son los máximos números aceptados para considerar que un agua es potable. Las contaminaciones de 5.2, que en raras ocasiones se detectaron, así como cuentas de 4 colonias, por 100 ml no pueden ser consideradas como procedentes del acuífero profundo, sino de las condiciones ambientales que rodean a la fuente, que en algunas ocasiones observaban las menos recomendables. El muestreo pudo aportar también riesgos de contaminación de la muestra. En general el acuífero APA, es bacteriológicamente potable, y los riesgos de contaminación son remotos según se discute en el capítulo 7, de todas maneras como medida de prevención el sistema de distribución, está sujeto a los procesos de desinfección con cloro gaseoso, a una dosificación que permite mantener un residual, con un rango de 0.2 a 0.6 mg/l.

El acuífero PGI, del Distrito de Riego 09, observó resultados un tanto variables. En las pruebas de coliformes totales, solo uno de los pozos (SARH-4) obtuvo una cuenta de 2 colonias por 100 ml. el 3 de mayo de 1979; en este caso particular, la naturaleza de esas colonias, indicaba contaminación del acuífero, ya que las pruebas de coliformes fecales y estreptococos fecales, resultaron positivos en número de 1 y 3 colonias, respectivamente, exámenes practicados en esa misma fecha en el resto del sistema, demostraron la presencia de estreptococos fecales; si consideramos que estos son menos resistentes que los coliformes en general, podríamos pensar que esta contaminación fue frecuente, sin embargo el próximo muestreo, reveló resultados negativos. El hecho de que esas áreas sean sujetas a riego con desechos domésticos, sugiere que la posibilidad de contaminación del agua es obvia, sin embargo, los resultados revelan que el agua está llegando al acuífero purificada. El mecanismo que permite esta conducta, se detalla en el capítulo 7. Por lo demás, el agua se considera apta para usos potables, ya que bacteriológicamente cumple con las normas de calidad establecidas por la Federación. Algunos pozos son inclusive destinados a uso potable en las comunidades instaladas en el Valle de Juárez.

## 6. LOCALIZACION DE LOS FOCOS DE CONTAMINACION.

Comunmente al abordar los diversos tópicos que involucran los problemas de contaminación, la generalidad

de los investigadores, se enfrenta a ellos, cuando los mismos han alcanzado ya un grado avanzado de complejidad y raras ocasiones se estudian los mecanismos de prevención que pudiesen haber evitado que estos alcanzaran magnitudes exageradas. La localización de focos de contaminación y los diseños preventivos para evitar que afecten las fuentes de abastecimiento de agua potable, son las prácticas más deseables que se pueden efectuar, más casi siempre se omiten en los programas de construcción y operación de tales sistemas. Si bien es cierto que el ademado de las captaciones es una magnífica práctica preventiva, que permite evitar contaminaciones de los acuíferos procedentes de la superficie, también es cierto que los focos contaminantes pueden inclusive utilizar dicha construcción como vía alternativa para alcanzar los acuíferos subterráneos, sobre todo si las cementaciones no están bien compactadas. El caso de Ciudad Juárez y del resto de la región del Valle de Juárez, ilustra el problema, existen dos focos principales de contaminación bacteriológica, el primero lo constituyen las aguas negras y el segundo los tiradores de desechos sólidos. Detectar los focos de infección y particularmente el mecanismo por el cual los contaminantes pueden alcanzar las fuentes profundas, es el primer paso que se realiza en la prevención de la contaminación. En el presente capítulo se discuten ampliamente estos dos puntos, prestando mayor atención a las aguas residuales.

## 6. LOCALIZACION DE LOS FOCOS DE CONTAMINACION.

Comunmente, al abordar los diversos tópicos que involucran los problemas de contaminación, la generalidad de los investigadores, se enfrenta a ellos, cuando los mismos han alcanzado ya un grado avanzado de complejidad y raras ocasiones se estudian los mecanismos de prevención que pudiesen haber evitado que estos alcanzaran magnitudes exageradas. La localización de focos de contaminación y los diseños preventivos para evitar que afecten las fuentes de abastecimiento de agua potable, son las prácticas más deseables que se pueden efectuar, más casi siempre se omiten en los programas de construcción y operación de tales sistemas. Si bien es cierto que el ademado de las captaciones es una magnífica práctica preventiva, que permite evitar contaminaciones de los acuíferos procedentes de la superficie, también es cierto que los focos contaminantes pueden inclusive utilizar dicha construcción como vía alterna para alcanzar los acuíferos subterráneos, sobre todo si las cimentaciones no están bien compactadas. El caso de Ciudad Juárez y del resto de la región del Valle de Juárez, ilustra el problema; existen dos focos principales de contaminación bacteriológica, el primero lo constituyen las aguas negras y el segundo los tiraderos de desechos sólidos. Detectar los focos de infección y particularmente el mecanismo por el cual los contaminantes pueden alcanzar las fuentes profundas, es el primer paso que se realiza en la prevención de la contaminación. En el presente capítulo se discute ampliamente

te estos dos puntos, presentando mayor atención a las aguas residuales.

Las aguas subterráneas sólo pueden ser contaminadas a través de la infiltración de desechos domésticos, líquidos y sólidos disueltos, de aquí que la detección de los mismos y abatimiento sea una medida efectiva para asegurar la calidad de los abastecimientos.

#### 6.1 DETECCION DE FOCOS INFECCIOSOS.

Los principales focos infecciosos detectados en Ciudad Juárez, Chih., fueron los siguientes: Las aguas residuales, canalizadas por el sistema de emisores señalado, los tiraderos a cielo abierto de desechos sólidos y la carencia de sistemas de drenaje en un 80% de la Ciudad.

Las aguas residuales son ampliamente conocidas por contener los más variados agentes infecciosos, y cuando existe contacto de ésta con el agua potable, las consecuencias sanitarias, son particularmente fatales. Las aguas residuales, de Ciudad Juárez son canalizadas a través de un sistema de emisores, compuesto por 4 emisores, clasificados como 1-A, 2-A, 3-A, 1-B, 1-C y 2-B y enviadas a los campos agrícolas del Distrito de Riego 09 para la irrigación de los cultivos de algodón, alfalfa y otros. Las aguas residuales

recorren, aproximadamente, 20 kilómetros y su contaminación se ve menguada con las aguas procedentes del Rfo - Bravo, a través de un canal conocido como Acequia Madre, del mismo modo se diluye aún más cuando la intensidad de lluvias aumenta. Lo anterior, aunado con las corrientes causadas por el volumen, oxigenan suficientemente las aguas, lo cual acelera el proceso de oxidación de materia orgánica y destrucción bacteriana. Las aguas residuales son mezcladas a la altura de la comunidad de San Isidro, a unos 20 kilómetros; con las aguas procedentes del dren principal del Distrito de Riego N° 09, las cuales son de origen subterráneo. Durante su recorrido, las aguas residuales son diluidas con aguas de varios pozos profundos (100 mts.); y el canal es natural, hasta que ocurre el mezclado, posteriormente circula a través de canales revestidos de concreto.

Un examen fisicoquímico, realizado en tales aguas, a diversos puntos, según se muestra en el plano 6.1 y cuyos resultados se resumen en el cuadro 6.1 reveló que los sólidos totales se elevan a 4 280 en la estación 7, y alcanzan concentraciones de 570 en la estación 4, lo cual indica que sufren un proceso de remoción eficiente, los cloruros, sobrepasan los 1000 ppm, en la estación 7, pero a esa altura el agua es diluida con agua salobre procedente de un pozo cercano. Tal zona se caracteriza por tener elevadas concentraciones de cloruros según se señala en la Fig. 1.6 . Las Durezas se encuentran en los límites tolerables, los sulfatos se elevaron sólo en la estación 7, pero se atribuye

al pozo que a esas alturas alimenta al canal. En general las aguas negras presenta grados de contaminación bajos.

Respecto a los desechos sólidos, estos son tratados, como rellenos sanitarios, al sur de la ciudad, pero su influencia no alcanza las fuentes de abastecimientos. Una depresión más o menos profunda, es utilizado para tal fin, en un terreno arcilloso. Existen además otros tiraderos menores distribuidos a lo largo del viejo cauce del Río Bravo, cuyo efecto sanitario es importante, más no tienen relación con las fuentes de abastecimiento de agua potable.

Finalmente el hecho de que un 80% de la población carezca de sistema de alcantarillado, representa el mayor peligro desde el punto de vista epidémico, y tal parece que es este hecho el que causa el mayor número de incidencias en la Ciudad. Es muy común observar un verdadero estado de insalubridad en la zona sur alta de la Ciudad. Abundan los pozos negros y las letrinas y campos convertidos materialmente en baños públicos. La frecuencia de vientos, tolvánicas y tormentas de arena que actúan como mecanismos dispersores de contaminante, es bastante alta, principalmente en los meses de marzo a junio.

En general todos estos focos nada tienen que ver con el sistema subterráneo de agua potable. No puede opinarse lo mismo del sistema de distribución

C U A D R O N° 6.1.1.

ANALISIS FISICOQUIMICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE CD. JUAREZ, CHIH.

ESTACION	TURBIEDAD*	SOLIDOS TOTALES	SOLIDOS DISUELTOS	SOLIDOS SUSPENDIDOS	SOLIDOS FIJOS	SOLIDOS VOLATILES	SOLIDOS SEDIMENTABLES	ALCALINIDAD	
								F	T
1	13.5	820	760	60	380	440	0.10	0	355
2	44.5	1220	1370	350	780	440	1.50	0	280
3	47.5	1220	990	230	810	410	3.00	0	280
4	20.0	670	-	-	500	170	0.20	0	292
5	50.0	1240	680	365	1000	240	3.00	0	193
6	50.0	1100	608	420	890	210	0.70	0	195
7	18.0	4280	1308	2972	3270	560	0.15	0	225
8	50.0	1140	-	-	930	210	2.00	0	209
9	50.0	-	-	-	-	-	7.50	0	377
10	27.0	-	-	-	-	-	3.50	0	-
11	32.0	-	-	-	-	-	4.50	0	-

Todas las unidades se expresan en mg/l, excepto \*

CALC IO	DUREZAS TOTALES	MAGNESIO	CLORUROS	SULFATOS	DBO <sub>1</sub>	DBO <sub>5</sub>	OD
204	204	36	194	62.5	25.3	74.3	3.0
280	332	52	160	67.5	4.0	101.2	0
328	396	68	265	107.5	16.2	135.0	0
128	164	36	154	115.0	11.6	55.8	0
248	284	36	126	125.0	0.0	20.2	3.3
248	284	36	130	120.0	8.1	20.2	3.4
1420	1480	60	1066	325.0	0.0	20.3	5.6
222	296	74	150	150.0	0.0	168.7	2.8
404	420	16	275	162.5	20.3	147.1	0
240	280	40	190	116.5	25.3	135.0	0
364	368	4	330	75.0	40.6	148.5	0

del agua, el cual dada su antigüedad, presenta fallas localizadas.

## 6.2 DETECCION DE VIAS DE CONTAMINACION.

Consideramos las vías de contaminación como -- las rutas que siguen determinados agentes de contaminación antes de penetrar y mezclarse con los acuíferos subterráneos. Según se observó en el primer capítulo, la distribución litológica del terreno, detecta la presencia de material impermeable, compuesto por arcillas, a una profundidad de 100 metros, la cual impide el paso de aguas de naturaleza meteórica o residual. Las aguas supuestamente contaminadas, por el lavado del tiradero de desecho sólido, pozos negros, etc., sufre un proceso gradual de purificación a medida que va infiltrándose hacia el subsuelo, para finalmente quedar detenidas por esta capa de material impermeable. De lo anterior es evidente que no es posible que la infiltración natural constituya un mecanismo de contaminación para los acuíferos que están relacionados directamente con el abastecimiento de agua potable de Cd. Juárez.

Como puede observarse en la Fig. 3, la zona -- comprendida entre la comunidad de Zaragoza a San Isidro, esta capa impermeable está más profunda; por tanto, las aguas contaminadas alcanzan los mantos acuíferos que abastecen a las áreas agrícolas. Sin embargo, durante el recorrido de percolación e infiltración del

agua, ésta de igual forma es purificada por la arena, lo cual permite que al ocurrir la recarga del acuífero, la mezcla se realice con aguas relativamente carentes de gérmenes patógenos o causantes de enfermedades hídricas.

Solamente queda una posible vía de contaminación, que está compuesta por las perforaciones que soportan a la captación de la fuente. Las aguas contaminadas son susceptibles de resbalar por las paredes de la tubería del pozo, hasta alcanzar los tubos ranurados que es por donde penetra el agua que se bombea, retornando a través de la bomba hacia el exterior. Previendo esta situación, todos los pozos que abastecen a Cd. Juárez, están implementados por una camisa de protección a base de concreto, conocida como contraademe. Esta protección impide que ocurra la infiltración de agua contaminada, hacia mayores profundidades que puedan afectar la tubería ranurada de la captación. Con ello se nulifican las probables vías de contaminación que puedan alcanzar el manto acuífero en explotación. Por otra parte, en las zonas de cultivo las captaciones carecen en su gran mayoría de contraademe sanitario, en virtud de que los campos agrícolas toleran inclusive, concentraciones de coliformes del orden de 1000 gérmenes por 100 ml. Sin embargo, como se hizo notar anteriormente, el agua sufre un proceso de purificación en las capas de arena que componen el terreno de esta parte del Valle de Juárez.

Finalmente otra vía de contaminación del agua potable, en general podría ocurrir en el sistema de distribución, cuando éste ha rebasado la edad media de funcionalidad, debido a que rara vez sobrepasa los 20 metros de profundidad. Esta opción no fue considerada en el presente trabajo.

### 6.3. ABATIMIENTO DE LAS FUENTES DE CONTAMINACION.

Las fuentes de contaminación, como ya se explicó en los párrafos precedentes, se limitan básicamente a las aguas residuales y los desechos sólidos, aunque de momento no representan ningún riesgo sanitario con respecto a los sistemas de abastecimiento de agua potable, resulta conveniente, considerar la importancia que por sí mismo revisten, en un futuro próximo. Ello se plantea considerando el estado actual de explotación, que impera en el área, sobre la cual se asienta Ciudad Juárez, Chih. Como se observó en el primer capítulo, la capacidad cuantitativa del acuífero APA, ha disminuido en los últimos años, a causa de la creciente demanda que de agua potable exige esa población en pleno florecimiento. La necesidad futura de disponer de otras fuentes seguras de agua, obliga necesariamente a sanear primeramente la Región; y a conservar y proteger adecuadamente las reservas de agua vecinas a este acuífero.

Como primer paso, resulta necesariamente reco

mendable, dotar de un sistema de alcantarillado que acabe totalmente con la insalubridad existente en las zonas alta y sur de Ciudad Juárez. Canalizar las aguas residuales, a través de emisores, revestidos de concreto, hasta la periferia de la ciudad. La instalación de una Planta de Tratamiento de aguas negras, sería la medida mediata a adoptar, o bien en forma alternativa, la construcción de lagunas de oxidación podría disminuir los peligros que acarrea el problema de la contaminación. Estas aguas residuales según se observó en este capítulo no excede las normas de calidad según los parámetros químicos determinados, y la razón resulta obvia, en Cd. Juárez no existen industrias químicas que representen peligro alguno.

La incineración de desechos sólidos y construcción de rellenos sanitarios, es la medida adecuada para el tratamiento de la basura y este renglón lo lleva a cabo el Gobierno Municipal de Cd. Juárez, por lo que no representa un problema serio.

El más grave problema que pudo observarse en este asentamiento humano tan importante, fue la carencia casi total de higiene y conciencia, que posee un gran número de sus habitantes. La convergencia de los más diversos temperamentos y conductas sociales, originadas por su naturaleza fronteriza es evidente en el aspecto higiénico de la Ciudad. Las autoridades locales realizan grandes esfuerzos por mantener la ciudad higiénicamente aceptable, pero la falta de conciencia -

debido obviamente al nivel intelectual del grueso de la población, tornan imposible la tarea, creando situaciones síquicas, que conducen al caos sanitario. El establecimiento de Programas, atractivos de higienización por parte de las autoridades sanitarias, en la mejor medida recomendable, de lo contrario aunque se tengan los mejores sistemas sanitarios, los efectos clínicos no podrán verse disminuídos como se desea .

#### 7. SOLUCION Y SUS IMPLICACIONES ECONOMICAS.

Aunque la naturaleza física de las fuentes de contaminación en Cd. Juárez, Chih., no revisten peligro inmediato a los depósitos subterráneos de agua que abastecen a la ciudad, la potencialidad patógena que conservan dichas fuentes no es despreciable y menos -- aún si como se analizó antes, su probable participación en las incidencias médicas resulta importante. La instalación ipso facto del sistema de alcantarillados, es la solución inmediata que exige esta importante población fronteriza y posteriormente se estudiará la necesidad de tratar los desechos líquidos y sólidos. Si bien es cierto que tales medidas implican un costo, el cual requiere de todo el apoyo Federal, Estatal y Municipal, también es real que es una necesidad inexcusable que no puede soportar demoras, sobre todo tratándose de un auténtico emporio comercial internacional.

No es posible, ni existe otra alternativa su-

C U A D R O N° 7.1

NECESIDADES ESTRUCTURALES PARA EL SISTEMA DE ALCAN  
TARILLADO DE CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA.

1. INSTALACION DE TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE:

580 020 mts. de 15 cm de diámetro.  
510 440 mts. de 20 cm de diámetro  
28 675 mts. de 30 cm de diámetro.  
16 115 mts. de 38 cm de diámetro.  
14 700 mts. de 40 cm de diámetro.

2. INSTALACION DE TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO:

13 325 mts. de 61 cm de diámetro.  
10 555 mts. de 76 cm de diámetro.  
2 730 mts. de 91 cm de diámetro.  
6 300 mts. de 107 cm de diámetro.  
3 235 mts. de 122 cm de diámetro.  
1 410 mts. de 152 cm de diámetro.  
1 840 mts. de 183 cm de diámetro.

3. ESTRUCTURAS CONEXAS:

Pozo de visita común	6 491 pozos
Pozo de visita especial	338 pozos
Pozo de caja de concreto reforzado	32 pozos
Pozo de caja de unión	3 pozos
Caja de caída adosada a pozo de visita	5 cajas
Estructura de descarga	8 estructuras

4. CONEXIONES

66 590 conexiones de descargas domiciliarias.

FUENTE: SAHOP-Cd. Juárez, Chih. (114).

cedánea que pueda resolver el problema del sistema de alcantarillado, tampoco es posible establecer, ni exigir un control netamente estricto en la calidad bacteriológica de las aguas en las zonas periféricas de la Ciudad, si se carece de un servicio intrínsecamente fundamental como lo es la red de drenaje. El Gobierno Federal, a través de la SAHOP, empezó a abordar este problema inicialmente sustituyendo el antiguo sistema de drenaje que estaba a punto de colapsar, por el nuevo colector "Coyoacán", que en nada supera el problema, sino, evita un desastre local que estaba próximo a suceder. Ahora bien, con el objeto de dar solución final al problema, se encuentra en revisión el proyecto integral de Agua Potable y Alcantarillado, cuya parte medular estructuralmente hablando, se resume en el cuadro 7.1. Tal proyecto que beneficiará a poco más de 66 500 viviendas, solucionará en un 99% del total de la población. El 1% restante de la población corresponde a la llamada "población andante", la cual es integrada por campesinos de diversas partes del país, que asentados ilegalmente, esperan la oportunidad de cruzar la frontera, -- con el fin de aliviar su situación económica; al no lograrlo, terminan por radicar definitivamente y con ello a incrementar las dificultades para dotar de los servicios, particularmente agua potable y alcantarillado. Esta situación benefició desde 1957 la desorganizada -- expansión de Ciudad Juárez. El financiamiento será otorgado por el Fondo de Inversiones Financieras para Agua Potable y Alcantarillados. (FIFAPA).

Resulta en cierta forma paradójico, exigir la - instalación de una planta de tratamiento de aguas negras, si aun el sistema esencial no se haya presente, sin embargo, debe estudiarse como una necesidad futura que también es inevitable. Puede ser que la misma espere un período - razonable de tiempo que incluso se justifica, si el grado de contaminación no es grave y si observamos que el proceso natural de autopurificación de tales aguas, es deseable a lo largo de los 40 Kms. de recorrido de las aguas negras, sometido más aún a diluciones periódicas.

Respecto al abastecimiento potable, además de - complementarlo con una red adicional, que el suministro - exige, la apertura de nuevas captaciones, lo cual implica considerar el impacto que recibiría el acuífero subterráneo, si notamos que hasta el momento es la única fuente de aprovisionamiento de agua. La instalación de la red complementaria también está considerada en proyecto Integral de Agua Potable y Alcantarillado que financiará El Fondo de Inversiones Financieras para Agua Potable y Alcantarillados. (FIFAPA). Por otra parte, existen otras alternativas que - permiten dar solución al sistema de abastecimiento, las cuales son enumeradas a continuación:

PRIMERA: Utilizar la zona cercana al Aereopuerto, al oriente, como zona de captación masiva de agua, cuyas características geohidrológicas acusan la presencia de buenos acuíferos. Sin embargo, antes de decidir resulta - conveniente efectuar un sondeo geofísico y geológico para comprobar la efectividad del acuífero.

SEGUNDA: Importación de agua del Valle de -- Juárez, particularmente de la región comprendida entre las comunidades de San Agustín a San Isidro. La mencionada área se caracteriza por contener aguas de buena ca lidad desde los puntos de vista fisicoquímico y bacte-- riológico, según ya se ha observado en los capítulos - precedentes. El inconveniente de esta alternativa es - el transporte, ya que sería necesario instalar un sistema de conducción de 50 kilómetros de longitud y por lo menos 20 pulgadas de diámetro. Esta solución aunque -- costosa permitiría conservar la integridad del acuífero actualmente en explotación, y se operaría con un gasto mayor a los 500 litros por segundo..

TERCERA: La desalación de las aguas del acuífero inmediatamente superior al APA de Cd. Juárez. Como es razonable, las técnicas de desalinización en México, aún se encuentran en su fase experimental, con eficiencias muy bajas, por lo que los costos serían demasiado altos.

Finalmente, será la demanda local, la disponibi lidad de recursos económicos y sobre todo en materia de agua, las que decidirán la alternativa a tomar.

El consumo de alimentos, la frecuencia de --- fuertes vientos y tormentas de arena, son en realidad - problemas que guardan poca relación con los depósitos - subterráneos. Sin embargo, considerados desde el punto de vista sanitario, revisten importancia debido a que -

confunden la interpretación de los cuadros estadísticos de mortalidad y morbilidad, a un grado extremo que es imposible determinar en que medida el agua puede estar participando en dichos cuadros. La solución para el primer caso es bastante complicada, ya que involucra un grupo social cuya economía está en función de los expendios de alimentos en la calle, más es posible si pensamos con cierto grado de optimismo, que la solución del segundo problema pueda disminuir la inseguridad higiénica que hasta ahora representan estos expendios. Esto es, romper la fuerza de los vientos, ello podría proporcionar resultados satisfactorios, en virtud de que su poder como mecanismo dispersor y transmisor, se vería reducido, aunque no necesariamente implica la concordancia con tales expendios. La instalación de cortinas -- rompivientos constituidas por fajas de árboles, resuelve el caso parcialmente, además de mejorar la calidad estética de la ciudad.

No pretende el presente trabajo ser un amplio estudio de costos, razón por la cual no se puede profundizar en ello, ya que los mismos son siempre variables y están sujetos más que nada al factor tiempo. Por otra parte, el acuífero en general no representa por el momento gastos por concepto de contaminación, ya que se encuentra en adecuadas condiciones de seguridad, tanto natural como las construidas por las Autoridades avocadas al Ramo.

## 8. D I S C U S I O N

La contaminación de un acuífero subterráneo involucra numerosos factores físicos, químicos y biológicos. Su estudio como se ha podido observar, requiere de la conjugación de múltiples ramas científicas y en ocasiones el pretender realizar un estudio integral que corresponda a cada una de las ramas, requiere de numerosos recursos técnicos, económicos y humanos. Los acuíferos APA y PGI, de Cd. Juárez y Valle de Juárez -- respectivamente, no han sido la excepción, sin embargo, la similitud estrecha que existe entre ambos, ha permitido efectuar el trabajo, no sin antes salvar múltiples obstáculos. Cada capítulo es un tema sobre el cual hay mucho que discutir, pero al final observamos que están íntimamente ligados y relacionados los unos con los otros.

Este trabajo pretendió inicialmente evaluar a qué distancia estamos, de los problemas que sobre contaminación microbiológica adolecen los países desarrollados. La gran mayoría de la información consultada procede de esos países y al intentar investigar un punto -- en nuestro país, nos enfrentamos con que la información se encuentra en cierta forma aislada y salvo raras ocasiones incongruente con nuestra realidad. La contaminación microbiológica es ya un problema de salud pública; por ejemplo, en Norte América y Europa. Ello ha obedeci

do a que prácticamente toman agua recirculada para el uso doméstico y el grueso de sus fuentes superficiales se encuentra altamente contaminada. En México, salvo la ciudad de Mérida, Yuc., esto no sucede y estamos lejos de sufrir esa anomalía.

El área sometida a estudio, principalmente Cd. Juárez, demostró condiciones hidrogeológicas ideales -- que aseguran la calidad del abasto. La gigantesca capa de arcilla que se extiende a lo largo y ancho, no solo en el área metropolitana, sino también en el Valle de Juárez, actúa como un poderoso filtro que retiene todo tipo de microorganismos, impidiendo asimismo que alcancen los diversos mantos acuíferos. Además, el hecho de que las zonas de recarga para el acuífero APA en Cd. Juárez se encuentran fuera de la influencia humana, garantiza indiscutiblemente la calidad del agua. Los exámenes -- practicados en el área del Valle de Juárez, en el cual según las curvas geoquímicas, ocurre una circulación local, demostraron una vez más que las arenas actúan como un filtro bastante eficiente.

No obstante que este acuífero es parcialmente recargado por las infiltraciones verticales procedentes de la práctica de Riego con aguas negras,

Las condiciones climáticas de la Región no -- pueden de ningún modo desdeñarse, sino por el contrario éstas influyen grandemente en la supervivencia de la --

biota microbiana. Las elevadas temperaturas durante las épocas de estiaje y las bajas en la época estival, reducen ampliamente las poblaciones bacterianas. Aunado a la temperatura, las intensas tasas de evaporación incrementan la mortalidad de las mismas, sobre todo -- cuando el agua ha sido aplicada a los cultivos.

Respecto a la densidad de captaciones, inicialmente se pensó que ésta podía influir en los mecanismos dinámicos del acuífero, y de hecho lo hace, según lo demuestran las curvas geoquímicas y de niveles estáticos, sin embargo, su acción no alcanza las capas superiores del sistema subterráneo razón por la cual no puede esperarse contaminación bacteriana significativa. Por lo - demás, la calidad fisicoquímica del agua, es objetable por el exceso de manganeso, pero este elemento es estabilizado antes de ser suministrado a la red de distribución. En el Valle de Juárez según se anotó en el primero capítulo, existen fuentes con elevadas concentraciones salinas, que la inutilizan para el consumo doméstico, pero que mediante previo mezclado son enviadas a -- las zonas agrícolas.

La conducta dinámica de las corrientes subterráneas de ambos acuíferos, permitió la formación de -- una imagen objetiva del movimiento que sufren las -- aguas en el subsuelo, del mismo modo sugirió de un modo claro los lugares donde la máxima extracción de -- agua es encontrada y donde por tanto, podría pensarse que hubiese infiltración de aguas contaminadas. Los

diseños de construcción de las captaciones, la naturaleza geológica del suelo y los resultados obtenidos de los exámenes bacteriológicos descartaron rotundamente esta posibilidad. Muy poco fue el auxilio que en la práctica real presentaron dichas cartas, en cuanto a selección de estaciones de muestreo, ya que en el caso del primer acuífero, hubo de muestrearse toda el área metropolitana. En el caso del Valle de Juárez, permitió delimitar el área de trabajo, en una extensión considerable, que empieza en Zaragoza y termina en San Isidro; todos pertenecientes al Municipio de Juárez.

Por otra parte, hoy en día, está bien definida la situación de los microorganismos patógenos, como principales productores de enfermedades, y también se conoce ampliamente el papel que ejerce el agua como transmisor de tales agentes. Pero no es el agua la única fuente de transmisión, existen otras no menos importantes como los alimentos, el aire y el suelo, por tanto no es posible en un cuadro de estadística, delimitar con claridad el porcentaje aproximado de enfermedades derivadas por el consumo de aguas contaminadas. El caso concreto de Ciudad Juárez, Chih., así lo demostró, más sin embargo, en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede tener plena seguridad que el agua, hasta las captaciones, es de alta calidad y que si transporta agentes contaminantes, éstas pueden deberse primeramente a las condiciones físicas del sistema de Distribución y secundariamente a la higiene que guarda cada familia en sus tomas domicilia

rias. Si bien el agua es sometida a un proceso de desinfección con cloro gaseoso, esto no asegura que los extremos de la Red General estén sujetos a desinfección confiable. Por lo demás es más fácil inclinarse por que la causa de los elevados números de incidencias médicas sean de otra naturaleza (alimentos por ejemplo) que por el consumo de agua.

Inicialmente se pensó en la probabilidad de que podía existir alguna falla en la metodología empleada, para la recuperación de coliformes totales, para lo cual se sometió a comprobación con dos pruebas adicionales, la de coliformes fecales y estreptococos fecales, ambas coincidieron en resultados por lo que no hubo lugar para dudas, al grado tal que hubo necesidad de suprimir las complicadas pruebas de identificación que se tenían programadas.

Finalmente, interesa discutir la importancia de los focos de contaminación y sus mecanismos de difusión. Como observamos en el capítulo correspondiente, las únicas fuentes existentes, eran los desechos sólidos y las aguas negras; ambas carecen de importancia desde el punto de vista acuífero subterráneo, porque en el caso de Ciudad Juárez, Chih., en ningún momento existe contacto con las mismas. Para el Valle de Juárez, las aguas contaminadas sufren un proceso de autopurificación que disminuye considerablemente su potencial patógeno primero porque son sometidos a aereación en forma de corrientes turbulentas y segunda porque al

ser aplicados a los cultivos, gran parte se evapora y la otra se infiltra teniendo que recorrer una profundidad de más de 40 metros de arena fina. De este modo el agua alcanza las capas superiores del acuífero en explotación y prácticamente carente de bacterias.

## 9. CONCLUSIONES.

El control de la calidad del agua, según se ha señalado, está siempre en función de los diversos factores que se conjugan en su estudio. De aquí que cada uno de ellos merezca especial atención y por tanto dé lugar a discusiones y conclusiones inicialmente separadas para lograr una integración final adecuada. Notamos como la hidrogeología del terreno influye sobre la calidad del agua y ésta a su vez, está íntimamente relacionada con la salud pública en su totalidad. De acuerdo a la programación y objetivos del trabajo se desprenden las siguientes conclusiones:

PRIMERA: La calidad bacteriológica del acuífero APA de Cd. Juárez, Chih., es aceptable y se encuentra bajo las normas de Calidad Bacteriológica tanto nacionales como Internacionales.

SEGUNDA: El aluvión arenoso que cubre la mayor parte de la ciudad, así como las rocas sedimentarias del resto, constituyen una excelente barrera que impide el -

paso de las aguas freáticas hacia el acuífero profundo.

TERCERA: Las corrientes subterráneas, mantienen una dirección Sur-Norte, ligeramente influida hacia el Oeste por las captaciones de bombeo.

CUARTA: El agua tiene una participación mínima en las incidencias médicas registradas en la ciudad.

QUINTA: Existen altas tasas de Mortalidad y Morbilidad entéricas en la ciudad, que con toda probabilidad proceden del consumo de alimentos contaminados y están influidas significativamente por los vientos que actúan como agentes mecánicos de dispersión.

SEXTA: Existen dos focos principales de contaminación bacteriológica: Los desechos sólidos y las aguas residuales; ambos están totalmente aislados del acuífero APA, por lo cual no constituyen peligro alguno al sistema subterráneo.

SEPTIMA: El Valle de Juárez es sometido a riego con una mezcla de agua, derivadas del Rfo Bravo, Pozos profundos y aguas negras, pero la naturaleza arenosa del área impide el paso de microorganismos al acuífero PGI.

OCTAVA: La recarga del acuífero PGI del Valle de Juárez es local, ocurriendo en forma de circulación vertical, siendo alimentada con la infiltración prove-

niente en su mayor parte del agua de riego.

NOVENA: Las aguas residuales recorren en forma turbulenta una distancia de 40 km., antes de infiltrarse al subsuelo, por lo que sufren una gradual autopurificación que disminuye la densidad bacteriana.

DECIMA: La carencia de servicios de alcantarillado en Cd. Juárez incrementa las morbilidades y mortalidades dentro de la población.

(10) B I B L I O G R A F I A

109

(1) Gordon, M.F.; John, C. G. y Okum, D.A. Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de aguas residuales. Tomo II. Ed. Limusa. (Méx) pp. 11-46 y 701-717. 1976.

5

(2) Colorado River Basin Regional Pollution Control Board. Report on Water Pollution Study of The Colorado River Basin Region of California. pp. 33-43. (USA) 1953.

(3) Cruikshank, G. G., Conservación y Manejo de cuencas, S.R.H. Prevención y Control de la Contaminación. Vol. XII. N° 3:10-13 (Méx.) - 1975.

(4) Steel, E. W. Water Supply and Sewage. Mc. -- Graw Hill Co. Inc. pp (USA) 1960.

19

(5) O.M.S. Health Public Service. Manual de Operación de abastecimientos de agua potable. Ed. Limusa pp. (Méx.) 1962.

(6) Herrera, M. R., Estudio Geohidrológico Preliminar en la Cd. de Cuencamé, Dgo., SARH. Boletín Geohidrológico. N° 15:1-4 (Méx) 1976.

(7) Jones, H. L. Aguas Subterráneas. S.R.H. Dirección de Geohidrología y Zona Aridas. pp 1-15 - (Méx.) 1975.

148

Buenrostro, H. C. Programa Nacional para la prevención y control de la contaminación del agua. Vol. XII N° 3 (Méx.) 1972.

2

(9) Bueno, C. A., Control y evaluación periódica del funcionamiento de sistemas de agua potable. Recursos Hidráulicos. Vol. VI N° 1:82-84 - (Méx.) 1977.

(10) SARH-Residencia de Geohidrología y Zonas Aridas en Guanajuato. Recarga de Acuíferos pozo "El Caracol". 3a. Reunión Nacional de Perforaciones de pozos, Tomo I, pp 171-175 (Méx) 1978.

- (11) Sánchez, M.M., La contaminación de las corrientes subterráneas. 3a. Reunión Nacional de Perforaciones de pozos. Tomo I. pp 267-272 (Méx) 1978.
- (12) SAHOP-Dirección General de Reservas Territoriales. Estudio Geohidrológico para determinar la Reserva Hidráulica de Cd. Juárez, Chih. Anexo I pp 103 (Méx). 1979.
- (13) SARH-Ariel Constructores, S. A., Informe Final de los Estudios Geohidrológicos para diferentes fuentes de abastecimiento en Cd. Juárez, Chih.- pp 1-61 (Méx). 1977.
- (14) SAHOP-Técnicas Modernas, S. A., Informe Final - de los Estudios Geohidrológicos para diferentes Fuentes de abastecimiento en Cd. Juárez, Chih. pp 1-50 (Méx.). 1977.
- (15) Fair, G.O., et. al., Abastecimiento de Agua y - Remoción de aguas residuales: Ingeniería Sanitaria de Aguas Residuales. Tomo I. Ed. Limusa pp 271-294 (Méx.) 1976.
- (16) Godsy, E. M. and Ehrlich, G. C., Microbial activity after artificial recharge, N. Y. four years after artificial recharge. Journal of Research of the Geological Survey. Vol. 6 N° 6:829-836. (USA). 1978.
- (17) Treated Effluent goes "Underground". Water and Sewage Works. Vol. 121 N° 7:90-92 (USA) 1974.
- (18) White, G. C., Practice of disinfection on the Bahía de San Francisco Region; Journal Water Pollution Control Federation. Vol. 46 pp 89 (USA) - - 1974.
- (19) Stephen, L. L. and Ewing, B. B., Groundwater Pollution (In a review of the literature of 1969 on waste and water pollution control). Journal Water Pollution Control Federation. Vol. 39 N° 7 -:1124-1131 (USA) 1967.

- (20) Kirkham, D. and Plueg, V. D., Groundwater flow patterns in confined acuífer and pollution.- Journal American Water Works Association. Vol 66 N° 3:192 (USA) 1974.
- (21) SRH-Subsecretaría de Planeación. La calidad del agua subterránea en la zona urbana de la Cd. de Mérida, Yuc. y las alternativas para el control de la contaminación de los mantos acuíferos. Técnica-órgano informativo N° 8 pp (Méx.) 1975.
- (22) Vidales, H. A., Contaminación de acuíferos ocasionada por basura doméstica. Protección de la Calidad del Agua. Vol. III pp 1-7 (Méx.). - 1977.
- 22 ✓ (23) SSA, Manual de Saneamiento: Vivienda, Agua y Desecho. 1a. Ed. pp S/N° (Méx.). 1976.
- 3 ✓ (24) Bueno, C. A. y Cortinas, C. A., Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado en la Cd. de Durango, Méx. Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XXIII N° 3:281-288 (Méx.).1969.
- (25) Junta Municipal de Aguas y Saneamiento de Cd. - Juárez, Chih., Estabilización del Manganeseo en el Sistema de Agua Potable en Cd. Juárez, Chih. pp 15-20 (Méx.). 1965.
- (26) SRH., Modelos de dispersión de contaminantes en aguas subterráneas. Técnica-órgano informativo. N° 6:1-3 (Méx.). 1975.
- 3 ✓ (27) Castro, S. F., Investigación para la remoción de Hierro y Manganeseo en pozos profundos en -- Chicbul, Campeche. Tesis Profesional-IPN pp 1-9 (Méx.). 1978.
- 23 ✓ (28) -Westland, C. W., Formulation State policy in - Pennsylvania. Journal Water Pollution Control - Federation. Vol. pp 71 (USA) 1978.
- 11 ✓ (29) Hemberg, S., Riesgos sanitarios de las sustan--

cias persistentes en el agua. Ingenieria Sanitaria. Vol. XXVII N° 3:59-61 (Méx). 1974.

- (30) Allen, M.S., Microbiology of Groundwater. Journal Pollution Control Federation Vol. 50 N° 6: 1342-1343 (USA) 1978.
- (31) Bierstain, P., Microbiology in the hidrological cicle. Biotech and Bioengineering Simposium. No 1 pp. 127-131. (Zwe) 1979.
- (32) Cöoper, R.C., Healt considerations in USA of ter<sup>ti</sup>ary effluent. Journal of the Enviromental Engi<sup>n</sup>neering Division. N° EE1 pp 37-47 (USA) 1977.
- (33) Schniemann, D. A., Brodsky, M.H. and Ciebin, B.W. Salmonella and Bacterial indicator in ozonated - and Chlorine Dioxide disinfected effluent. Journal Water Pollution Control Federation. pp 158-162 (USA) 1978.
- (34) Lin, S. D., Membrane Filter method for recovery - of fecal coliforms in chlorinated sewage effluents. Applied and Enviromental Microbiology. Vol. 32 N° 4:547-552 (USA). 1976.
- (35) Vorma, M.M., Finley, H.E. and Bennett, G.H., Population dinamic of protozoa in wastewater. Journal Water Pollution Control Federation. Vol. 47 N° pp 85. (USA). 1975.
- 98 ✓ (36) Griffin, J. L., Temperature tolerance of pathogénic and-no patogenic free-living amoebas. Science. Vol. 178 No. 3894 pp 869-870 (USA) 1972.
- 18 ✓ (37) Nalepa, T.F., Fresh water macroinvertebrate. Journal Water Pollution Control Vol. 50 N° 6: 1301-1305 (USA) 1978.
- 20 ✓ (38) Porter, J. R., Water Resources and Water Pollution in the ecology of an industrial country. Biotech - and Bioengineering Simposium. N° 1:133-153 (Swed) 1969.

(39) Syed, A. S., and Sami, R., Recovery of virus in sewage. Canadian Journal Microbiology. Vol. 24 N° 8:1004-1006 (Can) 1978.

(40) Hoehn, R. C., Randall, C. W. Frank, A.B. Jr. -- and Shaffer, P. T., Trihalometanes and viruses in a water supply. Journal of The Environmental Engineer Division. Vol. 103 N° EE5 pp 803-815. (USA) 1977.

(41) Larkin, E. P., Tierney, J. E. and Sullivan, R., Persistence of virus on sewage-irrigated vegetables. Journal of the Environmental Engineering division. Vol. 103 N° EE4 pp 742-743 (USA) 1977.

13 (42) Lance, J. C., Gerba, C. P. and Melnick, J. L. Virus movement in soil columns flooded with secondary sewage effluent. Applied and environmental microbiology. Vol. 32 N° 4:520-526 (USA) 1976.

4 (43) Capital Controls Co., Chlorination guide. Bulletin 4004-3 pp 1-3 (USA) 1976.

17 (44) Mayer, K. A., Water Chlorination methods. Water and Sewage work. pp 64-65 Sept. (USA) 1974.

18 (45) Mercado-Burgos, N. Hoehn, R. C. and Hulliman, R. B., Effect of halogen and ozone on Schistosoma ova Journal Water Pollution Control Federation Vol. 47 N° 10 pp 2411 (USA) 1975.

(46) Edmond, R.L., Survival of coliform bacteria in - sewage sludge applied to a forest clearcut and - potential movement in groundwater. Applied and environmental microbiology. Vol. 32 N° 4 pp 537--546 (USA). 1976.

(47)

(48) Geldreich, E. E., Microbiology of water. Journal Pollution Control Federation. Vol. 50 N° 6 1970.

(49) Galvani, M. M., Fecal contamination -The water-Analyst's responsibility. Water and Sewage Works

Part I pp 66-69. Dec. (USA). 1974.

- (50) Majundar, S. B., Cekkler, W.A. and Otis, J. S. Inactivation of poliovirus in water by ozonation Journal Pollution Control Federation. Vol. 45 N° 12: 2433-2437 (USA) 1973.
- (51) Kirkpatrick, W. R. and Presocan, N. R., Filtration reduce bacteria and viruses in secondary effluent. Water and Sewage Works N° 30:10-21 -- (USA) 1978.
- (52)
- (53)
- (54) Wistreich, C. A., Prácticas de laboratorio en microbiología. Ed. Limusa. 2a. Ed pp 26,61, 71 y 89 (Méx.) 1978.
- (55) U. S. Enviromental Proteccion Agency. Water Quality Studies. pp 51-54 (USA) 1974.
- (56) Davenport, C. V., Sarrow, E. B. and Gordon, R.C. Fecalindicator bacteria persistence under naturalcondition in an ice-covered river. Applied - and Enviromental Microbiology. Vol 32 N° 4:527-536 (USA) 1976.
- (57) Eliot, E. and Chaney, R. L., Survival of Microorganism. American Journal Pollution Control Federation Vol 48 pp 724 (USA) 1976.
- (58) Kudo, R. R., Protozoologia. Ed. Cecsá. pp 65--169 y 414-430. (Méx). 1975.
- (59) Faust, E. C., Russell, P. F. y Jung, R. C., Parasitología Clínica. Salvat Editores, S. A. pp 272-275, 285-294, 331-343 y 394-399 (Méx).1975.
- (60) Gebhardt, R. Microbiología, 4a. Ed. pp 340-348, (Méx) 1973.
- (61) Burdon, K. L. y Williams, R. P. Microbiología, Ed.

- Publicaciones Cultura, S. A., 4a. Reimp. pp 113-207 (Méx) 1978.
- (62) Jawetz, E., Melnick, J. L. y Adelberg, E. A., Microbiología Médica. El Manual Moderno Ed. pp 94, 236-251 y 454 (Méx) 1977.
- (63) Frobisher, Martin. Fundamental of bacteriology. 2a. Ed. W. B. Sanders Co. pp 569-597 (USA) - - 1949.
- (64) Sanders, F. K., Viruses. Oxford University Press. pp 1-16 (USA) 1975.
- (65) Pipes, W., Ward, P. and Ahn, S. H., Frecuency - distribution for bacteria water. Journal american Water Works Association. Vol. 69 N° 12:664-669 (USA) 1977.
- (66) Thomas, H. A., and Woodward, R. L., Estimation of coliform density by the membrane filter and the fermentation tube methods. American Journal Public Health. Vol. 45 pp 1431 (USA) 1955.
- (67) Houssay, B. A., Lewis, J. T. et al., Human -- Physiology. Mc. Graw Hill Co. pp 379-380 (Nip) 1955.
- (68) SAHOP-Oficina de Investigación y Laboratorio. -  
—Reporte N° B/78/51-60 de Colima, Col. Mex. (Méx) 1978.
- (69) ✓ SAHOP. Oficina de Investigación y Laboratorio.-  
Reporte N° B-78/124- 33, de Pachuca, Hgo. (Méx) 1978.
- (70) SAHOP-Oficina de Investigación y Laboratorio.Re  
porte N° B-78/228-235, de Puerto Vallarta, Jal. (Méx.) 1978.
- (71) SAHOP. Oficina de Investigación y Laboratorio.-  
Reporte N° B-78/155-188, de Celaya, Guanajuato. (Méx). 1978.

- (72) SAHOP. Oficina de Investigación y Laboratorio. Reporte N° B-78-332/336, de Xalostoc, Edo. de México (Méx) 1978.
- (73) SRH Dirección General de Estudios. Informe Complementario del Proyecto de Rehabilitación del Distrito de Riego N° 09 del Valle de Juárez, - Chih., Publicación N° 6, Serie estudios. pp -- 3-18 (Méx). 1973.
- (74) Stachowiak, A. S., Groundwater Resources of the River Alluvion, El Paso Valley, Texas. pp 96-126 (USA) 1970.
- (75) SRH., Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de Cd. Juárez, Chih. pp 1-26 (Méx) 1964.
- (76) SRH., Localización de Pozos de Estudios en el - Valle de Juárez. Dirección de Aguas Subterráneas pp 1 (Méx) 1964.
- (77) SARH. Subsecretaría de Agricultura y Operación General de Distritos de Riego. Distrito de Riego N° 09 Hoja de Divulgación N° 1. Cd. Juárez, - Chih. (Méx). 1978.
- (78) SARH. Residencia de Cd. Juárez, Chih. Reportes - de Climatología de Enero de 1978 a Dic. de 1978. (Méx). 1979.
- (79) SARH. Residencia de Geohidrología y Zonas Ari-- das de Cd. Juárez, Chih., Características Gene-- rales de Construcción de Captaciones Subterrá-- neas (Inédito). (Méx). 1979.
- (80) J.M.A.S. de Cd. Juárez, Chih., Datos de Opera-- ción del Sistema de Agua Potable de 1977 (Méx) 1978.
- (81) J.M.A.S. de Cd. Juárez, Chihuahua. Datos de Ope-- ración del Sistema de Agua Potable de 1978 (Méx) 1979.
- (82) OMS. Normas Internacionales para Agua Potable.

pp 179 (Sui) 1972.

- (83) SSA. Normas Mexicanas de Calidad Para Agua Potable. Diario Oficial del 2 de Julio de 1953. -- (Méx)° 1953.
- (84) SAHOP. Normas de Calidad para Agua Potable (en-Prensa). (Méx). 1979.
- (85) Haney, P. D., Evaluation of microbiological standard for drinking water. Water and Sewage Works pp 126-134 (USA) 1978.
- (86) Morgan, G. B., Schuck, E. A. and Mc-Million, L.G. Monitoring Groundwater Quality. Water Quality - Bulletin Vol 2 N° 1:11-13 (Can) 1977.
- (87) SRH. Instructivo para la toma y transporte de -- muestras de agua para análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. pp 1-15 (Méx) 1976.
- (88) SAHOP. Departamento de Fuentes de Abastecimiento. Manual de Bacteriología. pp 8-10 (Méx) 1978.
- (89) SAHOP. Departamento de Fuentes de Abastecimiento. Manual de Análisis y Control de Calidad de Contaminación de Agua Potable. pp 17-21 (Méx). 1979.
- (90) AWWA-WPFC, et al. Métodos Estándares para el examen de aguas y Aguas de Desechos. 11a. Ed. Trad.- Pedro J. C., pp 414-467 (Méx). 1971.
- (91) SRH-CIECCA. Manual del Curso de Análisis de Aguas y Aguas de Desecho. Vol. II 233-263 (Méx). 1976.
- (92) San Martín, H. Salud y Enfermedad, pp. 1-20; (Méx) 1975.
- (93) British Report on Water Mains and Water Quality. - Aqua. N° 2 pp 7-8 (Eng). 1975.
- (94) DGE-SIC. Epidemiología de Cd. Netzahualcóyotl - - 1974 Tabulación de Defunciones (Inédito) (Méx). - 1975.

- (95) Imperato, P. S., Arusin L. S., Lombersten, E. C. and Olstein, B. O. El programa de Enfermería Epidemiológica de la Cd. de Nueva York., Boletín de la OPS-OMS. pp 377-390 (EEUU) 1979.
- (96) IMSS-Clinica Hospital T-1 N° 6, de Cd. Juárez, Chih, Anuario Estadístico 1978. pp 42-57 (Méx). 1979.
- (97) SSA. Centro de Salud "Dr. Luis Estavillo Muñoz" de Cd. Juárez, Chih. Registro Epidemiológico -- 1978 (Inédito) (Méx) 1979.
- 17/ (98) Merkel, W. Research and Development (R-D) in -- the field of Water supply (The position in the - Federal Republic of Germany). Aqua N° 3, pp 23-31 (Eng) 1979.
- 12/ (99) Konchady, D., The Development of rural water supplies and sanitation with particular reference to developing countries. Aqua pp 3:5-11 (Eng). - 1979.
- B/ (100) Gautam, S., Drinking water still a dream for more than one billion people. Aqua pp 3:27-34 (Eng) 1979.
- G/ (101) Ehlers, V. M. and Steel E.W., Municipal and Rural Sanitation. 4a. Ed. 3 th Print., Mc Graw Hill Co. pp 5-9 (USA) 1950.
- 21/ (102) Sattar, S. A. and Ramia, S., Viruses Removal in - Sewage Canadian Journal Microbiology, Vol. 24 N° 8:1004-1006. (Can) 1978.
- (103) Applied Research Division. Method for Microbiological Analysis of water, wastewater and Sediments, Manual, pp 11-1-56 (Can) 1978.
- (104) Merck Diagnostica, Examen Bacteriológico de Aguas, pp 22-28 (Ale) 1955 (trad. Español).
- (105)

- (106) Slack, K. V., Duerctt, R. C., Greson, P. E. and Lipscomb, R. G., Collection, Análisis of acua -  
tic biological and microbiological samples. - -  
Techniques of water resource investigation of -  
U.S. Geology Survey (USA) 1973.
- (107) Millipore, Corp., Coliform Análisis., Cat. No.-  
AB-327 (USA) 1977.
- (108) Millipore, Corp., Total Coliform Análisis., - -  
Cat. No. AB-411/0 (USA) 1974.
- (109) Millipore, Corp., The MF Test for Total Coli- -  
form. Audiovisual Script AVS 9 (USA) 1974.
- (110) Breads, S. R., Murray, E.G.D. and Smith, N. R.-  
Bergey's Manual of determinative bacteriology.-  
7a. Ed. William and Wilkins Co. pp 332-384 y -  
506-508 (USA) 1957.
- (111) Mowat, A., Most Probable number versus Membrane  
filter on Chlorinated effluent. Journal water -  
Pollution Control Federation Control, Vol 48 pp  
724 (USA) 1976.
- (112) Thomas, H. A., Jr. and Woodward, R. L., Estima-  
tion of Coliform density by membrans filter and  
the fermentation tube methods. Amer. Journal --  
Public Health. Vol 45 pp 1431 (USA) 1955.
- (113) Peterson, J. Comparison of MF Technique and MPN  
Technique for the estimation of coliforms in -  
water. Congreso Interamericano de Ingenieria -  
Sanitaria (Méx) 1979.
- (114) SAHOP, Proyecto Integral de Agua Potable y Alcan  
tarillado para Cd. Juárez, Chih. (Inédito) - -  
(Méx) 1979.
- (115) Gomella, C., Micropollution and water treatment.  
Aqua No. 2:19-24 (Eng) 1978.