

34759

Consejo Federal de Inversiones
Provincia de Buenos Aires



Evaluación del Recurso Hídrico Subterráneo
de la
Región Costera Atlántica Bonaerense

Región I: Punta Rasa-Punta Médanos

INFORME FINAL

Tomo V
Estudio Bacteriológico
y Parasitológico

1990

AUTORIDADES

**Sr. Gobernador de la Provincia de Buenos Aires
Dr. Antonio CAFIERO**

**Sr. Ministro de Obras y Servicios Públicos
Dr. Aletto GUADAGNI**

**Sr. Secretario General del Consejo Federal de Inversiones
Ing. Juan José CIACERA**

**Sra. Directora de Cooperación Técnica
Ing. Susana B. de BLUNDI**

RESPONSABLES TECNICOS

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Lic. José A. KERSFELD 1985/86

Lic. Juan J. PALADINO 1987/88

Lic. Ricardo GONZALEZ ARZAC 1989/90

DIRECCION DE GEOLOGIA, MINERIA Y AGUAS SUBTERRANEAS

Lic. Rodolfo DE FELIPPI 1985/86-1988/89

Lic. Fernando LORENZO 1986/1987

INDICE GENERAL DEL ESTUDIO

TOMO I HIDROLOGIA SUBTERRANEA

TOMO II GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

TOMO III PROSPECCION GEOELECTRICA

TOMO IV CARACTERIZACION CLIMATICA Y BALANCE HIDROLOGICO

TOMO V ESTUDIO BACTERIOLOGICO Y PARASITOLOGICO

TOMO VI ASPECTOS LEGALES E INSTITUCIONALES

MAPAS Y PERFILES

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

COORDINACION GENERAL

C.F.I.

DIGMAS

Lic. Ricardo GONZALEZ ARZAC

Lic. Fernando LORENZO

Lic. Alejandro VIZCAINO

Lic. Juan J. PALADINO

RESPONSABILIDAD TEMATICA

* Hidrología Subterránea

Elaboración:

C.F.I.

DIGMAS

Lic. Ricardo GONZALEZ ARZAC

Lic. Fernando LORENZO

Lic. Alejandro VIZCAINO

Lic. Rodolfo DE FELIPPI

Lic. Rubén PATROUILLEAU

Lic. Juan J. PALADINO

Lic. Francisco CAMPOS ALFONSO

Redacción:

C.F.I.

DIGMAS

Lic. Ricardo GONZALEZ ARZAC

Lic. Fernando LORENZO

Lic. Alejandro VIZCAINO

Lic. Francisco CAMPOS ALFONSO

Apoyo de campo y gabinete:

C.F.I.

DIGMAS

Lic. Claudio ROIG
Téc. Daniel RAMIREZ
Lic. Raúl PEREZ SPINA
Sr. Héctor ABEL
Téc. Luis ROSSI

Lic. Néstor NAVARRETE
Lic. Julio BOGLIANO
Lic. Pablo BERRI
Lic. Graciela REGALIA

* Geología y Geomorfología

Convenio de Cooperación

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES - SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL

Dr. Gerardo PARKER
Dr. Roberto VIOLANTE

Apoyo de campo y gabinete:

Lic. José L. CAVALLOTTO
Téc. Horacio MARTINEZ
Sr. Luis MUÑOZ
Sr. Alejandro DE LEON
Lic. Susana MARCOLINI
Cart. María T. MAZA
Cart. Cristina BRUNETTI
Cart. Nora RODRIGUEZ
Sr. Héctor ABEL
Sr. Edgardo MANNINO

* Prospección Geoeléctrica

Convenio de Cooperación

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA.
FACULTAD DE CIENCIAS ASTRONOMICAS Y GEOFISICAS

Redacción:

Lic. Boris CALVETTY AMBONI
Geof. Marcelo GIUSSO

Medición e interpretación:

Geof. Marcelo GIUSSO
Lic. Juan TAVELA
Geof. Norma MACRIS
Geof. Jerónimo AINCHIL

* Caracterización Climática y Balance Hidrológico

C.F.I.

Téc. Agr. Graciela CASTRO

Colaboradores:

Ing. César LITWIN
Téc. Olga FLORES
Téc. Alejandro GALIMBERTI
Ing. Juan ARROYO

* Estudio Bacteriológico

Convenio de Cooperación

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA.
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES.
INSTITUTO DE LIMNOLOGIA Dr. RAUL A. RINGUELET.

Bact. Miguel Angel GARIBOGLIO

* Estudio Parasitológico

Convenio de Cooperación

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES - UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA.
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS.

Bact. Miguel Angel GARIBOGLIO

Dra. Raquel FELDMAN

Dra. Mónica V. GUARDIS

* Análisis Isotópico

Convenio de Cooperación

DIRECCION DE GEOLOGIA, MINERIA Y AGUAS SUBTERRANEAS
INSTITUTO NACIONAL DE GEOCRONOLOGIA Y GEOLOGIA ISOTOPICA.

Dr. Manuel LEVIN

Dr. Héctor PANARELLO

Dr. Miguel ALBERO

* Aspectos Legales e Institucionales

C.F.I.

Dra. Celia MAYER

Dra. Elida B. PIETRA

* Topografía

C.F.I.

Agr. Walter KESSLER

Agr. Roberto PUCHETA

* Dibujo

C.F.I.

Sr. Edgardo MANNINO

Sr. Antonio FORTE

Sr. Alejandro GALIMBERTI

Sr. Norberto GARDELA

Sr. Jorge TAKAHASHI

* Apoyo Logístico y Administrativo

C.F.I.

Sr. Ricardo ABEL

Srta. Emma PEREZ

Srta. Silvia HILBCK

CONVENIO DE COOPERACION HORIZONTAL

**ESTUDIO MICROBIOLOGICO EN AGUAS SUBTERRANEAS
DESTINADAS AL CONSUMO HUMANO EN LOCALIDADES
DE UNA ZONA COSTERA ATLANTICA DE LA PROVINCIA
DE BUENOS AIRES**

Miguel Angel GARIBOGLIO *

INFORME FINAL

1989

"ESTUDIO MICROBIOLOGICO EN AGUAS SUBTERRANEAS DESTINADAS AL CONSUMO HUMANO EN LOCALIDADES DE UNA ZONA COSTERA ATLANTICA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES"

– Dr. GARIBOGLIO, Miguel Angel - Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet"
U.N.L.P.

INTRODUCCION:

Los objetivos de este trabajo consisten en determinar la calidad microbiológica de aguas subterráneas destinadas al consumo humano y provenientes de perforaciones domiciliarias localizadas en municipios de la zona medanosa de la Provincia de Buenos Aires (Anexo VII - Convenio C.F.I. - U.N.L.P.).

Se efectuaron análisis bacteriológicos para conocer la calidad sanitaria del agua de las distintas perforaciones. Una vez conocida ésta, se realizarán análisis parasitológicos en las que presentaren evidencia de contaminación fecal. Cabe destacar que esto último constituye un ensayo piloto tendiente a poner a punto una técnica inédita en el país.

La hipótesis de trabajo consistió en la posibilidad de determinar la influencia de la disposición de excretas sin tratar, que se vuelcan en terrenos adyacentes al área de estudio, sobre el acuífero subyacente y su probable incidencia en la calidad de agua de las perforaciones domiciliarias.

El área de estudio abarcó las localidades de San Clemente del Tuyú, Santa Teresita, Las Toninas, Mar del Tuyú, La Lucila, San Bernardo y Mar de Ajó.

El período de muestreo abarcó desde Noviembre de 1987 hasta el mes de mayo de 1988 inclusive.

La frecuencia en la obtención de muestras y la cantidad de las mismas se definieron teniendo en cuenta la disponibilidad de vehículos, las contingencias administrativas necesarias para realizar los viajes de campaña, el personal afectado a las tareas de laboratorio y la capacidad física e instrumental del mismo.

Uno de los problemas respecto a la disposición de excretas en el terreno es que no existen trabajos realizados en el área tendientes a conocer la migración vertical y horizontal de los microorganismos que eventualmente podrían ingresar al acuífero por esta ruta. Tampoco existen estudios básicos tendientes a determinar la densidad crítica de tanques sépticos por unidades de superficie.

Está reconocido por diferentes autores que los efluentes de tanques sépticos pueden ser la fuente mas importante de bacterias patógenas y virus en el ambiente subterráneo.

Varios picos de enfermedades transmitidas por el agua se han documentado como causadas por la contaminación del agua subterránea con efluentes de tanques sépticos (ver tabla 1).

Debido a que la mayoría de los habitantes de la zona estudiada no cuenta con servicios cloacales, la influencia de los tanques sépticos en la calidad del agua de consumo adquiere aún mayor relevancia.

A lo expresado se suma que la construcción de los mismos en la mayoría de los casos no guardan las distancias aconsejadas con respecto a los pozos de agua; por otro lado no existen estudios previos o modelos predictivos sobre el destino de los microorganismos en el subsuelo que permitan establecer, con precisión, las distancias óptimas entre tanques sépticos y perforaciones ya que éstas varían ampliamente conforme a las características hidrogeológicas de la región.

TABLA 1

TANQUES SEPTICOS Y ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA

Enfermedad	Nro. de casos	Fuente de contaminación.
Gastroenteritis	1200	Tanque séptico a 46 m del pozo de la ciudad.
Hepatitis A	98	Tanque séptico cercano a una fábrica de hielo comercial.
	17	Tanque séptico a 1,8 m de un pozo de agua de 30 metros de profundidad.
Fiebre Tifoidea	5	Tanque séptico a 64 m del pozo de agua.
Gastroenteritis	400	Tanque séptico a 15,5 m del pozo de agua.

Resumido de Yates, M y Yates, S. Modeling microbial fate in the subsurface environment, C.R.C. Critical Reviews in Environmental Control. Vol. 17-4:- 307-344. 1988.

Resumiendo, se puede decir que los factores que influyen en una potencial contaminación del agua subterránea en sistemas de evacuación de excretas basados en sistemas de tanques sépticos son:

- Construcción inapropiada de los mismos.
- Ubicación inapropiada con respecto a las perforaciones.
- Instalaciones inapropiadas.
- Mantenimiento deficiente.
- Profundidad del agua.
- Clima.
- Geología del área.

Sin embargo, el factor más importante es, como se dijera, la densidad por superficie. La Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos establece tres categorías de densidad: baja (menos de 10/mi²), intermedia (10 a 40/mi²) y alta (mayor de 40/mi²).

Así se ha establecido que las regiones con potenciales problemas de contaminación son aquellas cuya densidad de tanques sépticos es de más de 1 por 0,6 Ha.

El destino de los microorganismos en el subsuelo.

Diversos investigadores han intentado desarrollar modelos predictivos sobre supervivencia y migración de microorganismos en el subsuelo debido a que los mismos pueden permanecer infectivos durante un tiempo prolongado y viajar lo suficientemente lejos en el subsuelo como para contaminar el agua de consumo y causar enfermedades.

Una vez en el subsuelo hay dos factores principales que controlan el destino de los microorganismos: la supervivencia y la migración. Cuanto más tiempo los microorganismos persisten, mayor es la posibilidad que pueden tener para causar enfermedades al alcanzar los acuíferos después de migrar a través del suelo.

En términos generales, tanto la supervivencia como la migración son controlados por el tipo de microorganismos, la naturaleza del suelo y el clima de la región. La susceptibilidad de los microorganismos a diferentes factores ambientales varía considerablemente entre las diferentes especies y aún entre diversas cepas. Cuanto puedan migrar en el subsuelo está influenciado por el tamaño y la composición química de cada microorganismo. Las propiedades del suelo juegan un papel preponderante en la migración y supervivencia de bacterias y virus.

La textura del suelo, su pH, contenido en materia orgánica y humedad revisten gran importancia.

Dos aspectos climáticos también influyen en el destino de los microorganismos en el subsuelo: temperatura y lluvias. La supervivencia de los microorganismos es mayor a bajas temperaturas. Las lluvias pueden movilizar gérmenes adsorvidos y promover así su migración en el subsuelo. En muchos casos no se conocen los mecanismos exactos por los cuales estos factores influyen en la inactivación o protección de los gérmenes así como es difícil considerar estos factores separadamente debido a que, indudablemente, existen interacciones entre ellos.

Factores que influyen sobre las bacterias (Ver tabla 2).

– **Temperatura:** Hace muchos años que se conoce que la temperatura tiene una profunda influencia sobre el período de tiempo que las bacterias pueden permanecer viables en el suelo o el agua.

En 1940 fué informado que *Salmonella tiphy*, el agente etiológico de la fiebre tifoidea, sobrevivió por 2 años en suelos húmedos y 1 año en materia fecal a temperaturas de congelación. Una relación inversa entre viabilidad y temperatura del agua fue observada también para *S. tiphy*: la supervivencia disminuyó de 9 semanas a 0° C a 2 semanas a 37° C. Varios investigadores han observado que la sobrevivencia de coliformes fecales es mayor a bajas temperaturas. Las bacterias son capaces de sobrevivir en condiciones de congelamiento en el suelo; después de 135 días de agregar bacilos disintéricos pudieron aislarse de suelos a -45° C.

– **Actividad microbiana:** La influencia de otros microorganismos sobre la sobrevivencia de bacterias entéricas en suelos y aguas fue estudiada comparando experiencias bajo condiciones estériles y no estériles.

Rudolfs y col. informan que *S. tiphy* sobrevivió 216 días en un suelo estéril comparado con 100 días en suelos no estériles. Se ha sugerido que la competencia por nutrientes con la flora indígena del suelo puede ser la razón para la eventual desaparición de bacterias entéricas en el suelo.

– **Contenido en humedad:** Este es un factor primordial para determinar tanto la sobrevivencia como la migración de las bacterias en el suelo. Varios investigadores han encontrado que las bacterias sobreviven más en suelos húmedos que en suelos secos.

Young y Greenfield pudieron aislar *E. coli* después de 5 años de haberlas inoculado en suelos húmedos; encontraron que la sobrevivencia fue óptima cuando la humedad del suelo estuvo entre el 10% y 40% de saturación.

TABLA 2

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SUPERVIVENCIA BACTERIANA EN EL SUELO

Factor	Sobrevida	Migración
Temperatura	Las bacterias sobreviven más a bajas temperaturas.	
Actividad Microbiana	El tiempo de sobrevida aumenta en suelos estériles.	
Contenido de humedad	Mayor tiempo de sobrevida en suelos y durante la época de lluvias.	Generalmente, la migración aumenta bajo condiciones de saturación.
pH	El tiempo de sobrevida aumenta mas en suelos alcalinos (pH 5) que en suelos ácidos.	pH bajos mejoran la retención bacteriana.
Tipos de sales y concentración		Generalmente, aumentando la concentración de sales iónicas y aumentando la valencia de Col. Cationes se mejora la adsorción bacteriana.
Propiedades del suelo.		Hay mayor migración bacteriana en suelos de textura gruesa. las bacterias son retenidas por la fracción arcillosa.
Tipo de bacteria	Diferentes bacterias varían en su susceptibilidad a la inactivación por factores físicos, químicos o biológicos.	La filtración y adsorción son afectadas por las características físicas y químicas de las bacterias.
Materia orgánica	Con suficientes cantidades de materia orgánica presente se incrementa la sobrevida y es posible el recrecimiento.	La acumulación de materia orgánica puede ayudar en los procesos de filtración.
Condiciones hidráulicas		Generalmente, la migración aumenta con el aumento de la carga hidráulica y la tasa de flujo.

Yates, M. V. and Yates, S. R. - Modeling microbial fate in the subsurface environment. C.R.C. Critical Reviews in Environmental Control - Vol 17 - Issue 4 - Páges 307 - 344 - 1988.

La relación entre bacterias entéricas y humedad del suelo conduce a la sugerencia de que el espesor del suelo usado para eliminar gérmenes en efluentes debe ser definida en función de la curva característica de suelo - humedad.

La importancia de la humedad del suelo en la migración de bacterias a través del suelo ha sido reconocida desde hace mucho tiempo.

La mayoría de los Estados de Norteamérica requieren que un espesor mínimo de 2 a 3 m de suelo no saturado esté presente debajo del campo de absorción de un tanque séptico.

Hagedorn y col. llegaron a la conclusión que las bacterias son capaces de moverse a mayores distancias en condiciones saturadas que bajo condiciones no saturadas del suelo. Esto se debe al hecho que el movimiento bacteriano a través de suelos no saturados está influenciado por la infiltración local, mientras que el movimiento en la zona saturada está controlado por las condiciones regionales del flujo del acuífero.

– pH: Valores ácidos de pH (3 a 4) tienen un efecto adverso sobre la sobrevivencia bacteriana en suelos y aguas. Cohen encontró que *S. typhi* y *E. coli* tuvieron sobrevivencia óptima a pH = 5 y 6,4. Kigler observó que suelos ligeramente alcalinos fueron más favorables para la sobrevivencia de *S. typhi*.

Además de ser afectadas adversamente por bajos pH, algunas bacterias son también más susceptibles a la inactivación en valores de pH altamente alcalinos.

– Propiedades del suelo: El principal mecanismo de eliminación bacteriana es la filtración por las partículas del suelo, por lo tanto, suelos con tamaño de poros grandes como arenas y gravas no eliminan bacterias tan eficientemente como los arcillosos.

Butler y cols. estudiaron el movimiento de bacterias coliformes en una variedad de suelos con tamaño de grano efectivo oscilando en 0,0056 y 0,015 mm; ellos encontraron que la eliminación fue apreciablemente menor en suelos que tenían los mayores valores para tamaño efectivo de granulación.

En acuíferos de suelos calizos se ha observado que las bacterias pueden migrar hasta 1000 m del punto de inoculación. Inversamente, en suelos arcillosos el movimiento está muy limitado informándose valores de solo 1m o menos. La fracción arcillosa del suelo es la más activa en adsorber microorganismos debido a su capacidad de adsorber e intercambiar iones en su superficie.

Esta resulta en una superficie cargada negativamente a altos valores de pH y positivamente cargada a bajos valores de pH.

– Tipo de bacterias: La susceptibilidad a la inactivación por factores físicos, químicos y biológicos varía de una bacteria a otra. Las que producen esporos tales como *Bacillus* sp. tienen más capacidad de sobrevivencia bajo condiciones adversas que aquellas no esporuladas. El grado de migración en el suelo es afectado por el tipo de bacteria en cuestión; el tamaño y la forma de las mismas dicta hasta donde son capaces de moverse a través de los poros del suelo. También cuán rápido ellas pueden trasladarse. En ausencia de adsorción, las bacterias más grandes pueden moverse más rápidamente que las más pequeñas; esto se debe a que las bacterias mayores están excluidas de los pequeños poros y así deben viajar por los poros mayores en los cuales la velocidad es mayor (ver tabla 3).

Materia Orgánica.

La presencia de materia orgánica puede afectar la sobrevivencia de las bacterias ya que les provee de nutrientes requeridos para el desarrollo. Varios investigadores han encontrado

que las bacterias sobreviven períodos de tiempo más largos en suelos orgánicos o regados con desechos cloacales que en suelos minerales. El material orgánico puede afectar también la migración en el subsuelo ya que se forma una suerte de "mata" compuesta por bacterias y polímeros extracelulares. Bouma y col. encontraron que la mayor declinación en las poblaciones de un sistema tanque séptico - suelo de absorción, ocurrían en la "mata biológica" o "zona ocluida".

Ellos establecieron que esta zona fue la barrera primaria de la migración bacteriana al subsuelo y enfatizaron su importancia para el apropiado funcionamiento de los campos de absorción. Además de la mata superficial se ha descrito por Butler y col. la formación de una segunda zona ocluida, más profunda, generalmente a 10 o 50 cm de profundidad. Esta zona fue formada por la acumulación de células bacterianas en el suelo, las cuales eventualmente forman un filtro en sí mismas.

Krone y col. demostró que esta zona de acumulación mejora la eficiencia de filtración del suelo, usando monitoreos del movimiento de E. coli en columnas de arena.

TABLA 3

MIGRACION DE BACTERIAS EN EL SUBSUELO

Microorganismos	Tipo de suelo	Distancia máxima (en m)	
		Vertical	Horizontal
Coliformes	Grava + arena	10-12	850
	arenoso fino	4	2
	Pedregoso + arcilla		
	+ arena	0,91	
	Guijarros		850
	Arcilloso	0,3	
E. Coli	Franco arenoso	0,64	28
	Arena fina	0,3	70,7
	Arena + arcilla arenosa	1,5	10,7
Coliformes fecales	Pedregoso limoso		900
	Arena fina o media		2,4
	Arcilla arenosa + arcilla	0,85	

Resumido de Yates, M. and Yates, S. Modeling microbial fate in the subsurface environment. C.R.C. Critical Reviews in Environmental Control. Vol 17 - 4 - 307 - 344 - 1988.

- Condiciones hidráulicas: La cantidad de líquido aplicado al suelo y la tasa a la cual es aplicado podrían afectar el grado de la migración bacteriana.

Altas tasas de carga pueden ocasionar que el líquido se mueva rápidamente a través del suelo disminuyendo así el tiempo disponible de contacto entre la bacteria y el suelo, y en consecuencia disminuyendo también la probabilidad de absorción.

Bouma encontró que las bacterias fueron removidas más eficientemente cuando el efluente fue aplicado a una tasa de 5 cm/día más que con una de 10 cm/día.

El sugirió también que 3 pies de suelo no saturado puede ser adecuado para eliminar bacterias patógenas a niveles no nocivos, con la prevención de que el suelo no fuera sobrecargado.

Hasta aquí, se han resumido alguno de los factores que tienen influencia en la sobrevivencia y migración de microorganismos en el suelo.

El objetivo de esta descripción es agregar, aunque sea en forma teórica, información sobre la disposición de excretas en el terreno y comentar algunos aspectos de la utilización de sistemas de tanques sépticos, tal como se realiza en la zona estudiada. Para una información más detallada se agrega la revisión bibliográfica efectuada.

Tareas de obtención de muestras

Se diseñaron y construyeron contenedores de poliestireno expandido con capacidad para cuatro frascos cada uno con el objeto de permitir que las muestras estuvieran refrigeradas desde el momento de su extracción hasta el de su procesamiento y para evitar posibles roturas durante el traslado.

Una vez obtenidas las muestras, éstas eran alojadas en los contenedores a los que se agregaba una cierta cantidad de hielo, siendo el período de tiempo transcurrido hasta el análisis no mayor de 18 horas, de acuerdo a normas internacionales.

Se realizaron análisis bacteriológicos sobre un total de 148 muestras distribuidas por localidades de la siguiente manera:

San Clemente del Tuyú	=	34 muestras
Santa Teresita	=	23 muestras
Las toninas	=	8 muestras
La Lucila del Mar	=	8 muestras
San Bernardo	=	13 muestras
Mar del Tuyú	=	6 muestras
Mar de Ajó	=	52 muestras

Se utilizaron frascos de boca ancha, de tapa esmerilada, de 250 ml de capacidad, estériles, teniendo en cuenta la asepsia necesaria para obtener muestras de agua.

Análisis bacteriológicos realizados.

1 - Recuento de bacterias aerobias "totales"

La técnica utilizada fue la de inclusión en placa de agar. (Pour plate).

El medio de cultivo utilizado fue "Agar para recuento en placa". (Merck).

La temperatura y el tiempo de incubación fueron 35° C. y 48 horas respectivamente.

El diluyente utilizado fue un buffer de fosfatos pH = 7.

Las diluciones sembradas fueron de 10⁻¹ y 10⁻² siendo el volumen sembrado de 1 ml en todos los casos.

Los recuentos se hicieron en una cámara cuenta colonias de tipo Quebec.

Los recuentos realizados según la técnica empleada son registrados como Unidades formadoras de colonias/ml:

	Suma de los recuentos en placa
UFC/ml	Total del volumen de muestra sembrado

2 – Enumeración de bacterias coliformes totales y coliformes fecales.

La técnica utilizada fue la de los tubos múltiples de fermentación o del Número Más Probable (NMP). (Standard Methods for the examination of water and wastewater. - 13 th. Edic. APHA - Inc. New York, 1971).

Prueba presuntiva.

El medio de cultivo utilizado fue el Caldo Lauril Triptosa (Merck).

Los volúmenes de muestra sembrados fueron de 50 ml , 10 ml , 1 ml

La serie de tubos utilizados fue de 1 - 3 - 1.

La temperatura y tiempo de incubación fue de 35° C. y de 24 - 48 horas respectivamente.

Prueba confirmatoria.

Los tubos que presentaban gas y turbidez (positivos) en la prueba anterior eran confirmados en Caldo Lactosa Verde Brillante Bilis al 2°/o (Merck) mediante un aplicador de madera.

La temperatura y tiempo de incubación son similares a la prueba anterior.

Prueba de coliformes fecales.

Los tubos positivos de la prueba presuntiva se sembraron con aplicador de madera en el Caldo E. C. (Merck) y se incubaron en baño de agua termostatzado a 44,5° 0,5 durante 24 horas.

La combinación de tubos positivos en estas pruebas da un número característico con el que se obtiene el número de bacterias de las tablas de NMP.

La expresión de resultados es NMP/ml.

Tanto los recuentos en placa como los de NMP se realizaron en una cabina de flujo laminar.

– Comprobación de enterococos.

La identificación de enterococos (estreptococos del grupo D de Lancefield: St. faecium, St. faecalis, St. durans, St. bovis, St. equinus) sirve como indicador de contaminación fecal de aguas.

Estudios de Mc. Feters y col. y otros investigadores indican que los estreptococos fecales presentan mayor supervivencia en aguas de pozo que otros gérmenes indicadores como coliformes totales o fecales. Esta es la razón por la cual fueron incluidos en uno de los muestreos de la localidad de Mar de Ajó, en cuatro muestras de San Clemente del Tuyú y en cuatro muestras de Santa Teresita.

Análisis cuantitativos de enterococos.

Se utilizó la técnica del N.M.P. empleando tres series de tubos en los que se sembraron 10,1 y 0,1 ml respectivamente.

Prueba Presuntiva

Se sembraron porciones de la muestra como se indicó antes en Caldo glucosa azida (Merck) y se incubaron a 35° C 0,5 durante 24 y 48 hs.

Los tubos positivos fueron aquellos que presentaron enturbiamiento que señalaría la posible presencia de bacterias del grupo enterococos. La ausencia de enturbiamiento significa ausencia de enterococos.

Prueba confirmativa.

De cada uno de los tubos positivos de la prueba presuntiva se transfiere con aplicador de madera a un tubo con caldo púrpura de Bromocresol-azida (Merck) para confirmar la presencia de enterococos. Se incuban 48 hs. a 35 0,5° C. y si el medio de cultivo presenta enturbiamiento y viraje al amarillo demuestra presencia de enterococos.

Resultados obtenidos.

El Nro. de muestras en cada localidad obedece a la población estable que se encuentra en las mismas y a los resultados que se iban obteniendo en las diferentes localidades.

— Recuento de bacterias aerobias, hetotróficas, viables. (recuento "total") - U.F.C./ml.

Los resultados obtenidos presentaron una gran variabilidad, como puede comprobarse en las tablas adjuntas, si se consideran las U.F.C./ml de cada pozo en los sucesivos muestreos así como si se considera la totalidad de las muestras.

Por ejemplo, una perforación de la localidad de Santa Teresita (ST 2) presentó recuentos de 587, 3.000 y 200 U.F.C./ml en los sucesivos muestreos.

Considerando la variabilidad de los recuentos en el total de muestras se observan muestras con valores de 10 U.F.C./ml (SB 6) y otras con valores de 38.000 U.F.C./ml (MT 3); esto ocasiona dificultades para elegir el rango de diluciones apropiadas. Las muestras en las que por este motivo no se pudieron contar las colonias fueron informadas como D.N.P.C. (Demasiado numerosas para contar).

Desde el punto de vista de las normas internacionales que establecen valores estándares para el "recuento total", aproximadamente el 80% de las muestras analizadas superan el valor de 100 U.F.C./ml que se exige para el agua destinada al consumo humano.

En 8 muestras de Mar de Ajó se tomaron muestras del acuffero y del tanque domiciliario comprobándose un desmejoramiento en la calidad del agua proveniente de este último (ver tabla). Estos análisis se realizaron debido a que los pobladores manifestaban no realizar prácticas de limpieza de tanques o, de realizarse, eran insuficientes o mal programadas.

— Bacterias coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF). NMP/100 ml.

Desde el punto de vista sanitario, la presencia de estos grupos bacterianos es altamente indeseable, tolerándose límites muy estrictos para CT y ausencia total en el caso de las CF.

Aproximadamente el 36% de las muestras analizadas fueron positivas para CT y el 10% para la presencia de CF.

De acuerdo a la hipótesis de trabajo se puede decir que la incidencia de CT como de CF presenta valores menores a los esperados. No obstante es de destacar que de acuerdo a los trabajos de supervivencia efectuados por diferentes autores estos grupos bacterianos tienen bajos niveles de sobrevivencia en el ambiente estudiado.

Esto lleva a pensar que su detección obedece a situaciones particulares de cada perforación ya que se comprobaron distancias inadecuadas entre el pozo de agua y el pozo séptico y deficiencias en la construcción del emplazamiento superficial de los pozos de agua.

Al igual que para bacterias aerobias, las muestras provenientes de tanques mostraron valores mayores de CT y CF que las de la perforación correspondiente.

- Bacterias del grupo estreptococos fecales (EF). - NMP/100 ml.

Este grupo fue detectado en una sola de las muestras analizadas (MA 4) revelando una baja incidencia si bien el número de muestras procesadas para este grupo fue escasa.

Discusión

Por los resultados obtenidos en los cuatro grupos bacterianos de interés sanitario analizados, la incidencia de los mismos, en especial CT, CF y EF, fue menor del esperado considerando el planteo de la hipótesis de trabajo.

No obstante se puede decir que la calidad bacteriológica del agua de las perforaciones estudiadas no reúnen, en general, las condiciones exigidas por organismos internacionales para aguas de consumo humano.

Observando la distribución de los mismos en las diferentes localidades (ver tabla) Mar de Ajó sería el área con mayores deficiencias.

De acuerdo a la bibliografía consultada, muchos autores coinciden en que los indicadores de contaminación fecal más adecuados serían algunos tipos de virus. El virus Norwalk o tipo Norwalk fue el responsable de más de 400 casos de gastroenteritis en Colorado, USA (Craun, 1984) así como se han informado enfermedades gastrointestinales producidas por echo-virus (Wellings, 1977) y este autor sugiere que los virus podrían sobrevivir al menos 28 días en aguas Subterráneas. Gerba y col. 1983 han observado que los virus introducidos al subsuelo por disposición de excretas en el terreno han penetrado 64 metros y se han desplazado 408 m horizontalmente desde la fuente de contaminación.

Por otro lado, recientes estudios serológicos retrospectivos realizados en U.S.A. indican que el 42% de los picos de gastroenteritis aguda no bacteriana producida entre 1976 y 1980 fue causada por el virus Norwalk.

Revisando la bibliografía actualizada es fácil observar la importancia de los virus como agentes etiológicos de enfermedades transmitidas por el agua subterránea no tratadas o inadecuadamente tratadas. Esto debe llamar a la reflexión ya que en nuestro país no existen trabajos realizados en el tema y, según la información disponible, no hay un laboratorio especializado en detectar virus vehiculizados por el agua.

Por otro lado, la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua en el área estudiada es de difícil evaluación; la información oral obtenida de los pobladores indica cierta renuencia de los mismos para acudir a los hospitales zonales. La mayoría de las personas entrevistadas manifiestan que recurren a su médico de cabecera o a laboratoristas privados para los análisis pertinentes por considerarlos más confiables. Lo curioso de esta observación es que hasta los sectores más desprotegidos socio-económicamente presentan esta conducta.

Otra característica observada es la poca o nula información de los pobladores respecto a las normas de construcción, emplazamiento y mantenimiento de las perforaciones.

La experiencia indica que muchas veces los problemas sanitarios están estrechamente ligados a pautas culturales y de comportamiento de la población, por este motivo se expresan algunas observaciones al respecto.

En general se puede decir que la población no confía en la calidad del agua de sus perforaciones domiciliarias y recurre al agua envasada para el consumo, aún en sectores de bajas posibilidades socio-económicas.

Conclusiones

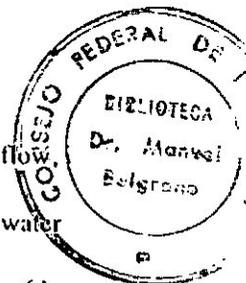
- La calidad bacteriológica del agua subterránea examinada es deficiente según normas internacionales.
- Se debería contemplar la posibilidad de una mayor vigilancia de las mismas por medio de un laboratorio zonal.
- Se observaron serias deficiencias de emplazamiento de las perforaciones en cuanto a su distancia de los pozos sépticos y a la densidad de estos por área superficial.
- Se observaron deficiencias en la protección superficial de las perforaciones así como en el mantenimiento de las mismas.
- No se pudo establecer, aunque sea estimativamente, la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua.
- Ante casos de gastroenteritis, la población prefiere recurrir a consulta privada y manifiesta reticencias de acudir a hospitales lo que enmascara la información.
- No existen estudios en el área referidos a sobrevida y migración de microorganismos provenientes de la eliminación de excretas en el terreno.
- Dada la complejidad del tema y por lo expuesto en la introducción se necesitaría más información básica que permita preveer el destino de los microorganismos en el subsuelo.
- El tema en cuestión necesita un tratamiento interdisciplinario por la concurrencia de factores físicos, químicos, biológicos y culturales.
- Se observa falta de información en los pobladores permanentes de la zona, lo que indicaría la necesidad de una mayor difusión de algunos aspectos sanitarios del tema. (desinfección de pozos, limpieza de tanques, etc.).
- Se extrae, como experiencia de trabajo, que si bien la metodología empleada era la única disponible, en futuros trabajos a campo la aplicación de técnicas utilizando equipos portátiles de filtración por membranas abarataría costos y permitiría el procesamiento de mayor número de muestras.

BIBLIOGRAFIA

- Bitton, G. and Gerba, C. P., Groundwater pollution microbiology: the emerging issue, in *Groundwater Pollution Microbiology*, Bitton, G. and Gerba, C. P., Eds., John Wiley & Sons, New York, 1984, 1.
- DiNovo, F. and Jaffe, M., *Local Groundwater Protection, Midwest Region*, American Planning Association, Chicago, 1984, 18.
- U.S. Public Health Service, Statistical Summary of Municipal Water Facilities in the United States, January 1, 1963, Publ. No. 1039, Washington, D.C., 1965.
- Craun, G. F., Statistics of waterborne outbreaks in the U.S. (1920 to 1980), in *Waterborne Diseases in the United States*, Craun, G. F., Ed., CRC Press, Boca Raton, Fla., 1986, chap. 5.
- Craun, G. F., Recent statistics of waterborne disease outbreaks (1981 to 1983), in *Waterborne Diseases in the United States*, Craun, G. F., Ed., CRC Press, Boca Raton, Fla., 1986, chap. 6.
- Craun, G. F., A summary of waterborne illness transmitted through contaminated groundwater, *J. Environ. Health*, 48, 122, 1985.
- Lippy, E. C. and Waltrip, S. C., Waterborne disease outbreaks — 1946 to 1980: a thirty-five-year perspective, *J. Am. Water Works Assoc.*, 76, 60, 1984.
- Kaplan, J. E., Gary, G. W., Barón, R. C., Singh, W., Schonberger, L. B., Feldman, R., and Greenberg, H., Epidemiology of Norwalk gastroenteritis and the role of Norwalk virus in outbreaks of acute nonbacterial gastroenteritis, *Ann. Intern. Med.*, 96, 756, 1982.
- Keswick, B. H., Satterwhite, T. K., Johnson, P. C., DuPont, H. L., Secor, S. L., Bitsura, J. A., Gary, G. W., and Hoff, J. C. Inactivation of Norwalk virus in drinking water by chlorine, *Appl. Environ. Microbiol.*, 50, 261, 1985.
- Gerba, C. P., Strategies for the Control of Viruses in Drinking Water, Rep. Am. Assoc. Adv. Sci., Washington, D.C., 1984.
- Melnick, J. L. and Gerba, C. P., The ecology of enteroviruses in natural waters, *CRC Crit. Rev. Environ. Control*, 10, 65, 1980.
- Tyrrell, D. A. and Kapikian, A. Z., Eds., *Virus Infections of the Gastro-intestinal Tract*, Marcel Dekker, New York, 1982.
- Gerba, C. P., Virus survival in wastewater treatment, in *Viruses and Wastewater Treatment*, Goddard, M. and Butler, M., Eds., Pergamon Press, Elmsford, N.Y., 1981, 39.
- Goyal, S. M., Keswick, B. H., and Gerba, C. P., Viruses in groundwater beneath sewage irrigated cropland, *Water Res.*, 18, 299, 1984.
- Keswick, B. H. and Gerba, C. P., Viruses in groundwater, *Environ. Sci. Technol.*, 14, 1290, 1980.
- Vaughn, J. M., Landry, E. F., Baranosky, L. J., Beckwith, C. A., Dahl, M. C., and Delilhas, N. C., Survey of human virus occurrence in wastewater-recharged groundwater on Long Island, *Appl. Environ. Microbiol.*, 36, 47, 1978.
- Vaughn, J. M. and Landry, E. F., *Data report: An Assessment of the Occurrence of Human Viruses in Long Island Aquatic Systems*, Department of Energy and Environment, Brookhaven National Laboratory, Upton, N.Y., 1977.
- Vaughn, J. M. and Landry, E. F., The occurrence of human enteroviruses in a Long Island groundwater aquifer recharged with tertiary wastewater effluents, in *State of Knowledge in Land Treatment of Wastewater*, Vol. 2 U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1978, 233.
- Office of Technology Assessment, *Protecting the Nation's Groundwater from Contamination*, Vol. 1, U.S. Congress, Office of Technology Assessment, Washington, D.C., 1984.
- U.S. Environmental Protection Agency, *The Report to Congress, Waste Disposal Practices and Their Effects on Ground Water*, Washington, D.C., 1977.
- Yates, M. V., Septic tank density and ground water contamination, *Ground Water*, 23, 586, 1985.
- Craun, G. F., Outbreaks of waterborne disease in the United States: 1971 to 1978, *J. Am. Water Works Assoc.*, 73, 360, 1981.

- Craun, G. F.**, Waterborne disease — status report emphasizing outbreaks in ground-water systems, *Ground Water*, 17, 183, 1979.
- Vogt, J.**, Infectious hepatitis epidemic at Posen, Michigan, *J. Am. Water Works Assoc.*, 53, 1238, 1961.
- McGinnis, J. A. and DeWalle, F.**, The movement of typhoid organisms in saturated, permeable soil, *J. Am. Water Works Assoc.*, 75, 266, 1983.
- Craun, G. F.**, Health aspects of groundwater pollution, in *Groundwater Pollution Microbiology*, Bitton, G. and Gerba, C. P., Eds., John Wiley & Sons, New York, 1984, chap. 7.
- Wellings, F. M., Mountain, C. W., and Lewis, A. L.**, Virus in ground water, in *Proc. 2nd Natl. Conf. Individual Onsite Waste-water Systems*, McClelland, N. I., Ed., Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Mich., 1977.
- Gerba, C. P.**, Virus survival and transport in groundwater, *Dev. Ind. Microbiol.*, 24, 247, 1983.
- Gerba, C. P. and Bitton, G.**, Microbial pollutants: their survival and transport pattern to groundwater, in *Groundwater Pollution Microbiology*, Bitton, G. and Gerba, C. P., Eds., John Wiley & Sons, New York, 1984, chap. 4.
- Gerba, C. P., Wallis, C., and Melnick, J. L.**, Fate of wastewater bacteria and viruses in soil, *J. Irrig. Drain. Div. ASCE*, 101, 157, 1975.
- Sobsey, M. D.**, Transport and fate of viruses in soils, in *Microbial Health Considerations of Soil Disposal of Domestic Wastewaters*, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, 1983.
- Beard, P. J.**, Longevity of *Eberthella typhosus* in various soils, *Am. J. Public Health*, 30, 1077, 1940.
- Houston, A. C.**, *Studies in Water Supply*, Macmillan, London, 1913.
- Jordan, E. O.**, The changes in bacterial content of stored normal and typhoid feces, *J. Infect. Dis.*, 38, 306, 1926.
- Ostrolenk, M., Kramer, N., and Cleverdon, R. C.**, Comparative studies of enterococci and *Escherichia coli* as indices of pollution, *J. Bacteriol.*, 53, 197, 1947.
- Van Donsel, D. J., Geldreich, E. E., and Clarke, N. A.**, Seasonal variations in survival of indicator bacteria in soil and their contribution to storm-water pollution, *Appl. Microbiol.*, 15, 1362, 1967.
- Mirzoev, G. G.**, Extent of survival of dysentery bacilli at low temperatures and self-disinfection of soil and water in the far-north, *Hyg. Sanit.*, 31, 437, 1968.
- Rudolfs, W., Falk, L. L., and Ragotzkie, R. A.**, Literature review on the occurrence and survival of enteric, pathogenic, and relative organisms in soil, water, and sludges, and on vegetation, *Sewage Ind. Wastes*, 22, 1261, 1950.
- Jordan, E. O., Russell, J. L., and Zeit, F. R.**, The longevity of the typhoid bacillus in water, *J. Infect. Dis.*, 1, 641, 1904.
- Kligler, I. J.**, Investigations of Soil Pollution and the Relation of the Various Types of Privies to the Spread of Intestinal Infections, Monogr. No. 15, International Health Board, Rockefeller Inst. Med. Res., 1921.
- Tate, R. L.**, Cultural and environmental factors affecting the longevity of *Escherichia coli* in Histosols, *Appl. Environ. Microbiol.*, 35, 925, 1978.
- Wibaut, N. L. and Moens, S.**, The disappearance of typhoid bacteria in water, *Verlag.*, 36, 129, 1927.
- Young, C. C. and Greenfield, H.**, Observations on the viability of the *Bacterium coli* group under natural and artificial conditions, *Am. J. Public Health*, 13, 270, 1923.
- Bouma, J., Ziebell, W. A., Walker, W. G., Olcott, P. G., McCoy, E., and Hole, F. D.**, Soil Adsorption of Septic Tank Effluent, Inf. Circular No. 20, University of Wisconsin Extension, Madison, 1972.
- Tanner, F. W.**, Public health significance of sewage sludge when used as a fertilizer, *Sewage Works J.*, 7, 611, 1935.
- Plews, G.**, Management guidelines for conventional and alternative onsite sewage systems — Washington state, in *Proc. 3rd Natl. Conf. Individual Onsite Wastewater Systems*, McClelland, N. I., Ed., Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Mich., 1976.
- Bouma, J.**, Unsaturated flow during soil treatment of septic tank effluent, *J. Environ. Eng. Div. Am. Soc. Civ. Eng.*, EE6, 967, 1975.

- Viraraghavan, T., Travel of microorganisms from a septic tile, *Water Air Soil Pollut.*, 9, 355, 1978.
- Hagedorn, C., McCoy, E. L., and Rahe, T. M., The potential for ground water contamination from septic effluents, *J. Environ. Qual.*, 10, 1, 1981.
- Canter, L. and Knox, R. C., Evaluation of Septic System Effects on Ground Water Quality, U.S. EPA Publ. No. EPA-600/2-84-107, Washington, D.C., 1984.
- Cohen, B., Disinfection studies, *J. Bacteriol.*, 7, 183, 1922.
- Cuthbert, W. A., Panes, J. J., and Hill, E. C., Survival of *Bacterium coli* type I and *Streptococcus faecalis* in soil, *J. Appl. Bacteriol.*, 18, 408, 1950.
- Scott, R. D. and McClure, G. M., The hydrogen-ion concentration of lime treated water and its effect on bacteria of the colon-typhoid group, *J. Am. Water Works Assoc.*, 11, 578, 1924.
- Gilbert, R. G., Gerba, C. P., Rice, R. C., Bouwer, H., Wallis, C., and Melnick, J. L., Virus and bacteria removal from wastewater by land treatment, *Appl. Environ. Microbiol.*, 32, 333, 1976.
- Goldschmid, J., Zohar, D., Argamon, Y., and Kott, Y., Effect of dissolved salts on the filtration of coliform bacteria in sand dunes, in *Advances in Water Pollution Research*, Jenkins, S. H., Ed., Pergamon Press, New York, 1973, 147.
- Allen, M. J. and Morrison, S. M., Bacterial movement through fractured bedrock, *Ground Water*, 11, 6, 1973.
- Dappert, A. F., Tracing the travel and changes in composition of underground pollution, *Water Works Sewerage*, 79, 265, 1932.
- Ditthorn, F. and Luersson, A., Experiments on the passage of bacteria through soil, *Eng. Rec.*, 60, 642, 1909.
- Marti, F., Valle, G. D., Krech, V., Gees, R. A., and Baumgartner, E., Tracing tests in ground-water with dyes, bacteria, and viruses, *Alimenta*, 18, 135, 1979.
- McGauhey, P. H. and Krone, R. B., Report on the Investigation of Travel of Pollution, Publ. No. 11, State Water Pollution Control Board, State of California, 1954.
- Merrell, J. C., Jr., The Santee Recreation Project, Santee, Calif., Water Pollut. Res. Ser. Publ. No. WP-20-7, Fed. Water Pollut. Control Admin., Cincinnati, OH, 1967.
- Sinton, L. W., Investigations into the use of the bacterial species *Bacillus stearothermophilus* and *Escherichia coli* (H₂S positive) as tracers of ground water movement, Water and Soil Tech. Publ. No. 17, Water Soil Div., Ministry of Works and Development, Wellington, N.Z., 1980.
- Wesner, G. M. and Baier, D. C., Injection of reclaimed wastewater into confined aquifers, *J. Am. Water Works Assoc.*, 62, 203, 1970.
- Young, R. H. F., Effects on ground water, *J. Water Pollut. Control Fed.*, 46, 1296, 1973.
- Caldwell, E. L., Pollution flow from a pit latrine when permeable soils of considerable depth exist below the pit, *J. Infect. Dis.*, 62, 225, 1938.
- Anan'ev, N. I. and Demin, N. D., On the spread of pollutants in subsurface waters, *Hyg. Sanit.*, 36, 292, 1971.
- Butler, R. G., Orlob, G. T., and McGauhey, P. H., Underground movement of bacterial and chemical pollutants, *J. Am. Water Works Assoc.*, 46, 97, 1954.
- Kudryavtseva, B. M., An experimental approach to the establishment of zones of hygienic protection of underground water sources on the basis of sanitary-bacteriological indices, *J. Hyg. Epidemiol. Microbiol. Immunol.*, 16, 503, 1972.
- Malin, A. and Snellgrove, J., The examination of sewage effluent and affected soils, *Lab. Pract.*, 7, 219, 1958.
- Randall, A. D., Movement of bacteria from a river to a municipal well — a case history, *J. Am. Water Works Assoc.*, 62, 716, 1970.
- Reneau, R. B. and Pettry, D. E., Movement of coliform bacteria from septic tank effluent through selected coastal plain soils of Virginia, *J. Environ. Qual.*, 4, 41, 1975.
- Baars, J. K., Travel of pollution, and purification en route, in sandy soils, *Bull. World Health Org.*, 16, 727, 1957.



- Caldwell, E. L., Pollution flow from pit latrines when an impervious stratum closely underlies the flow. *J. Infect. Dis.*, 62, 270, 1937.
- Caldwell, E. L., Studies of subsoil pollution in relation to possible contamination of the ground water from human excreta deposited in experimental latrines. *J. Infect. Dis.*, 62, 272, 1938.
- Caldwell, E. L. and Parr, L. W., Ground water pollution and the bored hole latrine. *J. Infect. Dis.*, 61, 148, 1937.
- Hagedorn, C., Hansen, D. T., and Simonson, G. H., Survival and movement of fecal indicator bacteria in soil under conditions of saturated flow. *J. Environ. Qual.*, 7, 55, 1978.
- Pyle, B. H. and Thorpe, H. R., Evaluation of the potential for microbiological contamination of an aquifer using a bacterial tracer, in *Proc. Groundwater Pollut. Conf. Perth, West Australia*, Australian Water Resources Council, Australian Government Publication Service, Canberra, 1981, 213.
- Rahe, T. M., Hagedorn, C., and McCoy, E. L. A comparison of fluorescein dye and antibiotic-resistant *Escherichia coli* as indicators of pollution in groundwater. *Water Air Soil Pollut.* 11, 93, 1979.
- Stiles, C. W. and Crohurst, H. R., Principles underlying the movement of *E. coli* in groundwater with the resultant pollution of wells. *Public Health Rep.*, 38, 1350, 1923.
- Warrick, L. F. and Muegge, O. J., Safeguarding Wisconsin's water supplies. *J. Am. Water Works Assoc.*, 22, 516, 1930.
- Bouwer, H., Lance, J. C., and Riggs, M. S., High-rate land treatment. II. Water quality and economic aspects of Flushing Meadows project. *J. Water Pollut. Control Fed.*, 46, 844, 1974.
- Martin, G. N. and Noonon, M. J., Effects of domestic wastewater disposal by land irrigation on groundwater quality of central Canterbury plains. Water Soil Tech. Publ. No. 7, Water and Soil Division, Ministry of Work and Development, Wellington, N.Z., 1977.
- McMichael, F. C. and McKee, J. E., Wastewater Reclamation at Whittier Narrows, Pub. No. 33, State Water Quality Control Board, State of California, 1965.
- Sinton, L. W., Microbial contamination of alluvial gravel aquifers by septic tank effluent. *Water Air Soil Pollut.*, 28, 407, 1986.
- Brown, K. W., Slowey, J. F., and Wolf, H. W., The movement of salts, nutrients, fecal coliform, and virus below septic leach fields in three soils, in *Pro. 2nd Natl. Home Sewage Treatment Symp.*, American Society of Agricultural Engineers, 1978.
- Brown, K. W., Wolf, H. W., Donnelly, K. C., and Slowey, J. F., The movement of fecal coliforms and coliphages below septic lines. *J. Environ. Qual.*, 8, 121, 1979.
- Weaver, R. W., Transport and fate — bacterial pathogens in soil, in *Microbial Health Considerations of Soil Disposal of Domestic Wastewaters*, Pub. No. EPA-600/9-83-017, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1983, 123.
- Kingston, S. P., Contamination of water supplies in limestone formation. *J. Am. Water Works Assoc.*, 35, 1450, 1943.
- Fournelle, H. J., Day, E. K., and Page, W. B., Experimental ground water pollution at Anchorage, Alaska. *Public Health Rep.*, 72, 203, 1957.
- Bitton, G., *Introduction to Environmental Virology*, John Wiley & Sons, New York, 1980.
- Krone, R. B., The movement of disease producing organisms through soil, in *Municipal Sewage Effluent for Irrigation*, Wilson, C. W. and Beckett, F. E., Eds., The Louisiana Tech Alumni Foundation, Ruston, La., 1968, chap. 8.
- Melick, C. O., The possibility of typhoid infection through vegetables. *J. Infect. Dis.*, 21, 28, 1917.
- Heukelekian, H. and Schulhoff, H. B., Studies on the survival of *B. typhosus* in surface waters and sewage. *N.J. Agric. Exp. Sta. Bull.*, 1935.
- Winslow, E. E. A. and Brooke, O. R., The viability of various species of bacteria in aqueous suspensions. *J. Bacteriol.*, 13, 235, 1927.
- Krone, R. B., Orlob, G. T., and Hodgkinson, C., Movement of coliform bacteria through porous media. *Sewage Ind. Wastes*, 30, 1, 1958.

- Bouma, J.**, Subsurface applications of sewage effluent, in *Planning the Uses and Management of Land*, Am. Soc. Agron., Madison, Wis., 1979, 665.
- Akin, E. W., Benton, W. H., and Hill, W. F.**, Enteric viruses in ground and surface waters: a review of their occurrence and survival, in *Proc. 13th Water Qual. Conf. Virus Water Qual. Occurrence Control*, Snoeyink, V., Ed., The University of Illinois, Urbana, 1971, 59.
- Sattar, S. A.**, Virus survival in receiving waters, in *Viruses and Wastewater Treatment*, Goddard, M. and Butler, M., Eds., Pergamon Press, New York, 1981, 91.
- Yates, M. V., Gerba, C. P., and Kelley, L. M.**, Virus persistence in groundwater, *Appl. Environ. Microbiol.*, 49, 778, 1985.
- Lefler, E. and Kott, Y.**, Virus retention and survival in sand, in *Virus Survival in Water and Wastewater Systems*, Malina, J. F. and Sagik, B. P., Eds., Center for Research in Water Resources, Austin, Tex., 1974, 84.
- Yeager, J. G. and O'Brien, R. T.**, Enterovirus inactivation in soil, *Appl. Environ. Microbiol.*, 38, 694, 1979.
- Hurst, C. J., Gerba, C. P., and Cech, I.**, Effects of environmental variables and soil characteristics on virus survival in soil, *Appl. Environ. Microbiol.*, 40, 1067, 1980.
- Larkin, E. P. and Fassolitis, A. C.**, Viral heat resistance and infectious nucleic acid, *Appl. Environ. Microbiol.*, 38, 650, 1967.
- Dimmock, N. J.**, Differences between the thermal inactivation of picornaviruses at "high" and "low" temperatures, *Virology*, 31, 338, 1967.
- Kapuscinski, R. B. and Mitchell, R.**, Processes controlling virus inactivation in coastal waters, *Water Res.*, 14, 363, 1980.
- Sobsey, M. D., Dean, C. H., Knuckles, M. E., and Wagner, R. A.**, Interactions and survival of enteric viruses in soil materials, *Appl. Environ. Microbiol.*, 40, 92, 1980.
- Lo, S., Gilbert, J., and Hetrick, F.**, Stability of human enteroviruses in estuarine and marine waters, *Appl. Environ. Microbiol.*, 32, 245, 1976.
- Shuval, H. I., Thompson, A., Fattal, B., Cumbalista, S. and Wiener, Y.**, Natural virus inactivation processes in seawater, *J. Sanit. Eng. Div. Am. Soc. Civil Eng.*, 97, 587, 1971.
- Hetrick, F. M.**, Survival of human pathogenic viruses in estuarine and marine waters, *ASM News*, 44, 300, 1978.
- Herrmann, J. E., Kostenbader, K. D., Jr., and Cliver, D. O.**, Persistence of enteroviruses in lake water, *Appl. Microbiol.*, 28, 895, 1974.
- Fujioka, R. S., Loh, P. C., and Lau, L. S.**, Survival of human enteroviruses in the Hawaiian ocean environment: evidence for virus-inactivating microorganisms, *Appl. Environ. Microbiol.*, 39, 1105, 1980.
- Akin, E. W., Hill, W. F., Jr., Cline, G. B., and Benton, W. H.**, The loss of poliovirus 1 infectivity in marine waters, *Water Res.*, 10, 59, 1976.
- Matossian, A. M. and Garabedian, G. A.**, Virucidal action of sea water, *Am. J. Epidemiol.*, 85, 1, 1967.
- O'Brien, R. T. and Newman, J. S.**, Inactivation of polioviruses and coxsackieviruses in surface water, *Appl. Environ. Microbiol.*, 33, 334, 1977.
- Yates, M. V.**, Virus Persistence in Ground Water, Ph.D. dissertation, University of Arizona, Tucson, 1984.
- Cliver, D. O. and Herrmann, J. E.**, Proteolytic and microbial inactivation of enteroviruses, *Water Res.*, 6, 797, 1972.
- Fukada, T., Hoshino, M., Endo H., Mutai, M., and Shirota, M.** Photodynamic antiviral substance extracted from *Chlorella* cells, *Appl. Environ. Microbiol.*, 16, 1809, 1968.
- Salo, R. J. and Cliver, D. O.**, Inactivation of enteroviruses by ascorbic acid and sodium bisulfite, *Appl. Environ. Microbiol.*, 36, 68, 1978.
- Bagdasaryan, G.**, Survival of viruses of the enterovirus group (poliomyelitis, echo, coxsackie) in soil and on vegetables. *J. Hyg. Epidemiol. Microbiol. Immunol.*, 8, 497, 1964.
- Sagik, B. P., Moore, B. E., and Sorber, G. A.**, Infectious disease potential of land application of

- wastewater, in *State of Knowledge of Land Treatment of Wastewater*, McKim, H. L., Ed., U.S. Army Corps of Engineers Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, N.H., 1978, 35.
- Hurst, C. J., Gerba, C. P., Lance, J. C., and Rice, R. C., Survival of enteroviruses in rapid-infiltration basins during the land application of wastewater, *Appl. Environ. Microbiol.*, 40, 192, 1980.
- Yeager, J. G. and O'Brien, R. T., Structural changes associated with poliovirus inactivation in soil, *Appl. Environ. Microbiol.*, 38, 702, 1979.
- Lance, J. C. and Gerba, C. P., Virus movement in soil during saturated and unsaturated flow, *Appl. Environ. Microbiol.*, 47, 335, 1984.
- Murphy, W. J., Jr., Eylaz, O. R., Schmidt, E. L., and Sylverton, J. T., Adsorption and translocation of mammalian viruses by plants. I. Survival of mouse encephalomyelitis and poliomyelitis viruses in soil and plant root environment, *Virology*, 6, 612, 1958.
- Prage, L., Patterson, V., Hoglund, S., Lonberg-Holm, K., and Philipson, L., Structural proteins of adenoviruses. IV. Sequential degradation of the adenovirus type 2 virion, *Virology*, 42, 341, 1970.
- Goyal, S. M. and Gerba, C. P., Comparative adsorption of human enteroviruses, simian rotavirus, and selected bacteriophages to soils, *Appl. Environ. Microbiol.*, 38, 241, 1979.
- Gerba, C. P., Goyal, S. M., Cech, I., and Bogdan, G. F., Quantitative assessment of the adsorptive behavior of viruses to soils, *Environ. Sci. Technol.*, 15, 940, 1981.
- Burge, W. D. and Enkiri, N. K., Virus adsorption by five soils, *J. Environ. Qual.*, 7, 73, 1978.
- Schaub, S. A. and Sagik, B. P., Association of enteroviruses with natural and artificially introduced colloidal solids in water and infectivity of solids-associated virions, *Appl. Environ. Microbiol.*, 30, 212, 1975.
- Moore, R. S., Taylor, D. H., Sturman, L. S., Reddy, M. M., and Fuhs, G. W., Poliovirus adsorption by 34 minerals and soils, *Appl. Environ. Microbiol.*, 42, 963, 1981.
- Gerba, C. P., Applied and theoretical aspects of virus adsorption to surfaces, *Adv. Appl. Microbiol.*, 30, 133, 1984.
- Burnet, F. M. and McKie, M., Balanced salt action as manifested in bacteriophage phenomena, *Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci.*, 7, 183, 1930.
- Wallis, C. and Melnick, J. L., Stabilization of poliovirus by cations, *Tex. Rep. Biol. Med.*, 19, 683, 1961.
- Dulbecco, R. and Ginsberg, H. S., *Virology*, Harper & Row, Philadelphia, 1980, 1112.
- Cords, C. E., James, C. G., and McLaren, L. C., Alteration of capsid proteins of coxsackievirus A13 by low ionic conditions, *J. Virol.*, 15, 244, 1975.
- Taylor, D. H., Moore, R. S., and Sturman, L. S., Influence of pH and electrolyte composition on adsorption of poliovirus by soils and minerals, *Appl. Environ. Microbiol.*, 42, 976, 1981.
- Gerba, C. P. and Lance, J. C., Poliovirus removal from primary and secondary sewage effluent by soil filtration, *Appl. Environ. Microbiol.*, 36, 247, 1978.
- Lance, J. C., Gerba, C. P., and Melnick, J. L., Virus movement in soil columns flooded with secondary sewage effluent, *Appl. Environ. Microbiol.*, 32, 520, 1976.
- Landry, E. F., Vaughn, J. M., Thomas, M. Z., and Beckwith, C. A., Adsorption of enteroviruses to soil cores and their subsequent elution by artificial rainwater, *Appl. Environ. Microbiol.*, 38, 680, 1979.
- Landry, E. F., Vaughn, J. M., and Penello, W. F., Poliovirus retention in 75-cm soil cores after sewage and rainwater application, *Appl. Environ. Microbiol.*, 40, 1032, 1980.
- Wellings, F. M., Lewis, A. C., Mountain, C. W., and Pierce, L. V., Demonstration of viruses in groundwater after effluent discharge onto soil, *Appl. Environ. Microbiol.*, 29, 751, 1975.
- Gerba, C. P. and Schaiberger, G. E., Effect of particulates on virus survival in seawater, *J. Water Pollut. Control Fed.*, 47, 93, 1975.
- Murray, J. P. and Laband, S. J., Degradation of poliovirus by adsorption onto inorganic surfaces, *Appl. Environ. Microbiol.*, 37, 480, 1979.
- Young, D. C. and Sharp, D. G., Poliovirus aggregates and their survival in water, *Appl. Environ. Microbiol.*, 33, 168, 1977.

- Aulenbach, D. B., Long-Term Recharge of Trickling Filter Effluent into Sand, Pub. No. EPA-600/2-79-068, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1979.
- Martin, R. and Thomas, A., An example of the use of bacteriophage as a ground water tracer, *J. Hydrol.*, 23, 73, 1974.
- Shaub, S. A. and Sorber, C. A., Virus and bacteria removal from wastewater by rapid infiltration through soil, *Appl. Environ. Microbiol.*, 33, 609, 1977.
- Fletcher, M. W. and Myers, R. L., Ground water tracing in karst terrain using phage T-4, *Abstr. Annu. Mtg. Am. Soc. Microbiol.*, 74, 52, 1974.
- Hain, K. E. and O'Brien, R. T., The Survival of Enteric Viruses in Septic Tanks and Septic Tank Drainfields, Rep. No. 108, New Mexico Water Resources Research Institute, Las Cruces, N.M., 1979.
- Green, K. M. and Cliver, D. O., Removal of virus from septic tank effluent by sand columns, in *Home Sewage Disposal, Proc. Natl. Home Sewage Disposal Symp.*, ASAE, St. Joseph, Mich., 1974, 137.
- Lance, J. C. and Gerga, C. P., Poliovirus movement during high rate land filtration of sewage water, *J. Environ. Qual.*, 9, 31, 1980.
- Stramer, S. L., Fates of Poliovirus and Enteric Indicator Bacteria during Treatment in a Septic Tank System Including Septage Disinfection, Ph.D. Dissertation, University of Wisconsin, Madison, 1984.
- Vaughn, J. M., Landry, E. F., Beckwith, C. A., and Thomas, M. Z., Virus removal during groundwater recharge: effects of infiltration rate on adsorption of poliovirus to soil, *Appl. Environ. Microbiol.*, 41, 139, 1981.
- Wellings, F. M., Lewis, A. L., and Mountain, C. W., Virus survival following wastewater spray irrigation of sandy soils, in *Virus Survival in Water and Wastewater Systems*, Malina, F. and Sagik, B. P., Eds., Center for Research in Water Resources, Austin, Tex., 1974, 253.
- Koerner, E. L. and Haws, D. A., Long-Term Effects of Land Application of Domestic Wastewater: Vineland, N.J., Rapid Infiltration Site, Pub. No. EPA-600/2-79-072, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1979.
- Sobsey, M. D., Shields, P. A., Hauchman, F. H., Hazard, R. L., and Caton, L. W., Survival and transport of hepatitis A virus in soils, groundwater, and wastewater, *Water Sci. Technol.*, in press.
- Lance, J. C., Gerba, C. P., and Wang, D.-S., Comparative movement of different enteroviruses in soil columns, *J. Environ. Qual.*, 11, 347, 1982.
- Bixby, R. L. and O'Brien, D. J., Influence of fulvic acid on bacteriophage adsorption and complexation in soil, *Appl. Environ. Microbiol.*, 38, 840, 1979.
- Bitton, G., Masterson, N., and Gifford, G. E., Effect of a secondary treated effluent on the movement of viruses through a cypress dome soil, *J. Environ. Qual.*, 5, 370, 1976.
- Scheuerman, P. R., Bitton, G., Overman, A. R., and Gifford, G. E., Transport of viruses through organic soils and sediments, *J. Environ. Eng. Div. Am. Soc. Civil Eng.*, 105, 629, 1979.
- Berg, G., Dean, R. B., and Dahling, D. R., Removal of poliovirus-1 from secondary effluents by lime flocculation and rapid sand filtration, *J. Am. Water Works Assoc.*, 60, 193, 1968.
- Butler, R. G., Orlob, G. T., and McGauhey, P. H., Underground movement of bacterial and chemical pollutants, *J. Am. Water Works Assoc.*, 46, 97, 1954.
- Drewry, W. A. and Eliasson, R., Virus movement in groundwater, *J. Water Pollut. Control Fed.*, 40, R257, 1968.
- Kreissl, J. F., Current practices — subsurface disposal, in *Microbial Health Considerations of Soil Disposal of Domestic Wastewaters*, Pub. No. EPA-600/9-83-017, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1983, 27.
- Robeck, G. G., Clarke, N. A., and Dostal, K. A., Effectiveness of water treatment processes in virus removal, *J. Am. Water Works Assoc.*, 54, 1275, 1962.
- Wang, D. S., Gerba, C. P., and Lance, J. C., Effect of soil permeability on virus removal through soil columns, *Appl. Environ. Microbiol.*, 42, 83, 1981.
- Young, R. H. F. and Burbank, N. C., Virus removal in Hawaiian soils, *J. Am. Water Works Assoc.*, 65, 598, 1973.

- Reddy, K. R., Khaleel, R., and Overcash, M. R., Behavior and transport of microbial pathogens in soils treated with organic wastes, *J. Environ. Qual.*, 10, 255, 1981.
- Vilker, V. L., Simulating virus movement in soils in *Modeling Wastewater Renovation: Land Treatment*, Iskandar, I. K., Ed., John Wiley & Sons, New York, 1981.
- Hejkal, T. W. and Gerba, C. P., *A Model of Virus Die-Off in Sea Water*, NOAA Office of Marine Pollution Assessment, Rockville, Md., 1982.
- Matthess, G. and Pekdeger, A., Concepts of a survival and transport model of pathogenic bacteria and viruses in groundwater, *Sci. Total Environ.*, 21, 149, 1981.
- Grosser, P. W., A one-dimensional mathematical model of virus transport, *Paper 2nd Int. Conf. Ground-Water Qual. Res.*, Tulsa, Okla., 1984.
- Keswick, B. H., Gerba, C. P., Secor, S. L., and Cech, I., Survival of enteric viruses and indicator bacteria in groundwater, *J. Environ. Sci. Health*, A17, 903, 1982.
- Bitton, G., Farrah, S. R., Ruskin, R. H., Butner, J., and Chou, Y. J., Survival of pathogenic and indicator organisms in ground water, *Ground Water*, 21, 405, 1983.
- Cookson, J. T., Removal of submicron particles in packed beds, *Environ. Sci. Technol.*, 4, 128, 1970.
- Corapcioglu, M. Y. and Haridas, A., Transport and fate of microorganisms in porous media: a theoretical investigation, *J. Hydrol.*, 72, 149, 1984.
- Corapcioglu, M. Y. and Haridas, A., Microbial transport in soils and groundwater: a numerical model, *Adv. Water Resour.*, 8, 188, 1985.
- Wollum, A. C. and Cassel, D. K., Transport of microorganisms in sand columns, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 42, 72, 1978.
- Smith, M. S., Thomas, G. W., White, R. E., and Ritonga, D., Transport of *Escherichia coli* through intact and disturbed soil columns, *J. Environ. Qual.*, 14, 87, 1985.
- White, R. E., Transport of chloride and non-diffusible solutes through soil, *Irrig. Sci.*, 6, 3, 1985.
- Sears, F. W. and Zemansky, M. W., *University Physics*, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1955.
- Bohn, H., McNeal, B., and O'Connor, G., *Soil Chemistry*, Wiley-Interscience, New York, 1979.
- Hendricks, D. W., Sorption in flow-through porous media, in *Developments in Soil Science, Vol. 2, Fundamentals of Transport Phenomena in Porous Media*, Elsevier, New York, 1972, 384.
- Enfield, C., Phan, T., and Walters, D., Kinetic model for phosphate transport and transformation in calcareous soils. II. Laboratory and field transport, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45, 1064, 1981.
- Vilker, V. L., Frommshagen, L. H., Kamdar, R., and Sundarum, S., Applications of ion exchange/adsorption models to virus transport in percolating beds, *AIChE Symp. Ser.*, 74, 84, 1978.
- Cookson, J. T. and North, W. J., Adsorption of viruses on activated carbon, *Environ. Sci. Technol.*, 1, 46, 1967.
- Freeze, R. A. and Cherry, J. A., *Groundwater*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1979.
- Rao, P. S. C. and Jessup, R. E., Sorption and movement of pesticides and other toxic substances in soil, in *Chemical Mobility and Reactivity in Soil Systems*, Am. Soc. Agron., Madison, Wis., 1983, 183.
- Duboise, S. M., Sagik, B. P., and Malina, J. F., Jr., Virus migration through soils, in *Virus Survival in Water and Wastewater Systems*, Malina, J. F. and Sagik, B. P., Eds., Center for Research in Water Resources, Austin, Tex., 1974, 233.
- Filmer, R. W., Felton, M., and Yamamoto, T., Virus-sized adsorption on soil. I. Rate of adsorption, in *Proc. 13th Water Qual. Conf. Virus Water Qual. Occurrence Control*, Snoeyink, V., Ed., The University of Illinois, Urbana, 1971, 171.
- Anderson, M. P., Using models to simulate the movement of contaminants through groundwater flow systems, *CRC Crit. Rev. Environ. Control*, 9, 97, 1979.
- Bear, J., *Hydraulics of Groundwater*, McGraw-Hill, New York, 1979.
- Liggett, J. A. and Liu, P. L-F., *The Boundary Integral Equation Method for Porous Media Flow*, George Allen & Unwin, Herts, U.K., 1983.
- Jury, W. A., Simulation of solute transport using a transfer function model, *Water Resour. Res.*, 18, 363, 1982.

- Jury, W. A., Stolzy, L. H., and Shouse, P., A field test of the transfer function model for predicting solute transport, *Water Resour. Res.*, 18, 369, 1982.
- Jury, W. A., Chemical transport modeling: current approaches and unresolved problems, in *Chemical Mobility and Reactivity in Soil Systems*, Nielson, D. W., Elrick, D. E., and Tanji, K. K., Eds., Am. Soc. Agron., Madison, Wis., 1983, 49.
- Jury, W. A., Sposito, G., and White, R. E., A transfer function model of solute transport through soil. I. Fundamental concepts, *Water Resour. Res.*, 22, 243, 1986.
- Sposito, G., White, R. E., Darrah, P. R., and Jury, W. A., A transfer function model of solute transport through soil. III. The convection-dispersion equation, *Water Resour. Res.*, 22, 255, 1986.
- van Genuchten, M. Th. and Alves, W. J., Analytical Solutions of the One-Dimensional Convective-Dispersion Solute Transport Equation, USDA/ARS Tech. Bull. No. 1661, Riverside, Calif., 1982.
- van Genuchten, M. Th., Determining Transport Parameters from Solute Displacement Experiments, USDA Res. Rep. No. 118, Riverside, Calif., 1980.
- van Genuchten, M. Th., Non-Equilibrium Transport Parameters from Miscible Displacement Experiments, USDA Res. Rep. No. 119, Riverside, Calif., 1981.
- Lindstrom, F. T., Hague, R., Freed, V. H., and Boersma, L., Theory on the movement of some herbicides in soils. Linear diffusion and convection of chemicals in soils, *Environ. Sci. Technol.*, 1, 561, 1967.
- Marino, M. A., Distribution of contaminants in porous media flow, *Water Resour. Res.*, 10, 1013, 1974.
- Lapidus, L. and Amundson, N. R., Mathematics of adsorption in beds. IV. The effect of longitudinal dispersion in ion exchange and chromatographic columns, *J. Phys. Chem.*, 56, 984, 1952.
- Hunt, B., Dispersive sources in uniform ground-water flow, *Am. Soc. Civil Eng. J. Hydrol. Div.*, HY4, 104, 75, 1978.
- Wilson, J. L. and Miller, P. J., Two-dimensional plume in uniform ground-water flow, *Am. Soc. Civil Eng. J. Hydrol. Div.*, HY4, 104, 503, 1978.
- Yeh, G. T. and Tsai, Y. J., Analytical three-dimensional transient modeling of effluent discharges, *Water Resour. Res.*, 12, 533, 1976.
- Kuo, E. Y. T., Analytical model for 3-D diffusion model, *J. Environ. Eng. Div. Am. Soc. Civil Eng.*, EE4, 102, 805, 1976.
- van Genuchten, M. Th. and Wierenga, P. J., Mass transfer studies in sorbing porous media. I. Analytical solutions, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 40, 473, 1976.
- van Genuchten, M. Th., Tang, D. H., and Guehnelon, R., Some exact solutions for solute transport through soils containing large cylindrical macropores, *Water Resour. Res.*, 20, 335, 1984.
- van Genuchten, M. Th., A general approach for modeling solute transport in structured soils, in *Proc. 17th Int. Congr. Int. Assoc. Hydrogeol. Hydrol. Rocks Low Permeability*, Tucson, Ariz., 1985.
- Warrick, A. W., Biggar, J. W., and Nielson, D. R., Simultaneous solute and water transfer in an unsaturated soil, *Water Resour. Res.*, 7, 1216, 1971.
- Mercer, J. W. and Faust, C. R., *Groundwater Modeling*, National Water Well Association, Dublin, Ohio, 1981, 60.
- Wang, H. F. and Anderson, M. A., *Introduction to Groundwater Modeling. Finite Difference and Finite Element Methods*, W. H. Freeman & Co., San Francisco, 1982, 237.
- Huyakorn, P. S. and Pinder, G. F., *Computational Methods in Subsurface Flow*, Academic Press, New York, 1983, 473.
- Remson, I., Hornberger, G. M., and Molz, F. J., *Numerical Methods in Subsurface Hydrology*, Wiley-Interscience, New York, 1971, 389.
- Vilker, V. L. and Burge, W. D., Adsorption mass transfer model for virus transport in soils, *Water Res.*, 14, 783, 1980.
- Vilker, V. L., Virus Transport through Percolating Beds, Technical Completion Report, Calif. Office Water Res. Technol. Proj. No. B-184-CAL and Calif. Water Resour. Center Proj. UCAL-WRC-W-523, NTIS PB81-21240-9, Los Angeles, Calif., 1981.

- Grondin, G. H. and Gerba, C. P.**, Virus dispersion in a coarse porous medium, *Hydrol. Water Resour. Ariz. Southwest*, 16, 1986.
- Rifai, M. N. E., Kaufman, W. J., and Todd, D. K.**, Dispersion phenomena in laminar flow-through porous media, *Univ. Calif. I.E.R. Ser.*, 90, 3, 1956.
- Ogata, A. and Banks, R. B.**, A Solution of the Differential Equation of Longitudinal Dispersion in Porous Media, Prof. Paper 411-A, U.S.G.S., Washington, D.C., 1961.
- Enfield, C. G. and Bengtsson, G.**, Size exclusion chromatography in soils, *Ground Water*, submitted.
- White, R. E., Dyson, J. S., Haigh, R. A., Jury, W. A., and Sposito, G.**, A transfer function model of solute transport through soil. II. Illustrative examples, *Water Resour. Res.*, 22, 248, 1986.

Ubicación domiciliaria de las perforaciones estudiadas en las diferentes localidades del Municipio Urbano de la Costa.

– Mar de Ajó.

- M.A. 1: Sr. José Lopez - Acceso a Mar de Ajó e/ Río Pilcomayo y Río Uruguay.
- M.A. 2: Sra. Amelia Barreto - Termas de Río Hondo y Los Andes.
- M.A. 3: Sra. Susana S. de Yelpeo - Estanislao del Campo Nro. 125.
- M.A. 4: Sra. Vilma Juarez - Pueyrredón y Ascasubi.
- M.A. 5: Sr. Luis Lencina - Pueyrredón y Palacios.
- M.A. 6: Sr. Escobar - Pueyrredón y Olmos.
- M.A. 7: Sr. Juan A. Herrera - Olmos y Lopez Calvetti.
- M.A. 8: Sr. Francisco Camos - La Argentina 660 esq. Rico.
- M.A. 9: Sres. Junco - Parque Gral. Lavalle.
- M.A. 10: Esc. Nro. 9 "Dr. José Ma. Ramos Mejía"- Montevideo 551.
- M.A. 11: Sr. Cesar Lucero - Edificio Ancla XII - San Martín 25.
- M.A. 12: Sr. Ricardo Ruiz - Hotel El Pescador - Costanera y Moreno.
- M.A. 13: Sr. M.A. Vera -Costanera 1250.
- M.A. 14: Srta. Alicia Casareo - Jorge Newbery 1081.
- M.A. 15: Sr. Jorge Pagano - Sgo. del Estero y Daniel Rial.
- M.A. 16: Sr. José Bantó - Sgo. del Estero 889.
- M.A. 17: Sr. Jorge L. Cabrera - Sgo. del Estero e/ Santa Fé y Sarmiento.

– San Clemente del Tuyú:

- S.C.T. 1: Sr. Taylor - Calle 9 esq. 17.
- S.C.T. 2: Flía. Alvarez - Calle 9 esq. 30.
- S.C.T. 3: Sr. Denis - Calle 38 Nro. 753 e/9 y 10
- S.C.T. 4: Flía Guevara - Calle 10 y 57.
- S.C.T. 5: Sres. Mendez - Mundo Marino.
- S.C.T. 6: Hotel Solmar - Costanera esq. 50.
- S.C.T. 7: APDFA Hotel - Costanera y Ila.
- S.C.T. 8: Balneario Argolla de Plata.
- S.C.T. 10: En vivero Cosme Argerich (Virgen)
- S.C.T. 11: Sra. de Medina - 11 Nro. 420 e/ 7 y IIIa.
- S.C.T. 12: Sr. Lazar - 15 Nro. 426 esq. IIIa.

– Las Toninas:

- L.T. 1: Flía. Peralta - 38 y 29.
- L.T. 2: Sr. Juarez - Costanera (e/40 y 42)
- L.T. 3: Bar Oasis - 26 Nro. 75.
- L.T. 4: Sra. Massironi - Calle 1 esq. 18
- L.T. 5: Sr. Aguilar - Calle 11 e/ 26 y 28.
- L.T. 6: Sr. Villalba, Casi calle 26 cercano a ruta interbalnearia.

– Santa Teresita:

- S.T. 1: Flía Gollio - 32 Nro. 872.
- S.T. 2: Sr. Otero - Edificio Gran Mar IV - Costanera y 32.
- S.T. 3: Flía Estivariz.
- S.T. 4: Costanera esq. 40 (estación de bombeo).
- S.T. 5: Sr. Ramón Moreno - 41 esq. 11.
- S.T. 6: Sr. Vallejos - 41 Nro. 1550 (e/ 15 y 16)
- S.T. 7: Hnos Tontoli - 41 Nro. 633 (e/ 6 y 7).
- S.T. 8: Flía. Pederiva - Calle 10 Nro. 26.

– Mar del Tuyú:

M.T. 1: Sr. Micciulo - 64 Nro. 91 (e/ 1 y Costanera).

M.T. 2: Flía. Romero - 5 e/ 63 y 64.

M.T. 3: Flía. Posadas - 64 e/ 9 y 10.

– La Lucila del Mar:

L.L. 1: Sr. Fernández - Costanera 4983 esq. Salta.

L.L. 2: Sr. Roberto Paez - Edif. Europa IV - Costanera e/ Cordoba y Sta. Fé.

L.L. 3: Sr. Ubieta.

L.L. 4: Escuela Nro. 11 - Sgo. del Estero e/ Salta y E. Rios.

– San Bernardo:

S.B. 1: Sr. Antonio Moreno - Avda. S. Bernardo 560

S.B. 2: Flía Podestá - Mitre y Querini.

S.B. 3: Sr. Gilberto Echeverría - Foulkner 1126 casi Gaboto.

S.B. 4: Flía. Villalba - Machado 1169.

S.B. 5: Cine Roxi - Mensajerías 46.

S.B. 6: Edificio Brava I - Sr. Micele - Costanera 2764.

S.B. 7: Sr. Alfredo Correa - Costanera 3278.

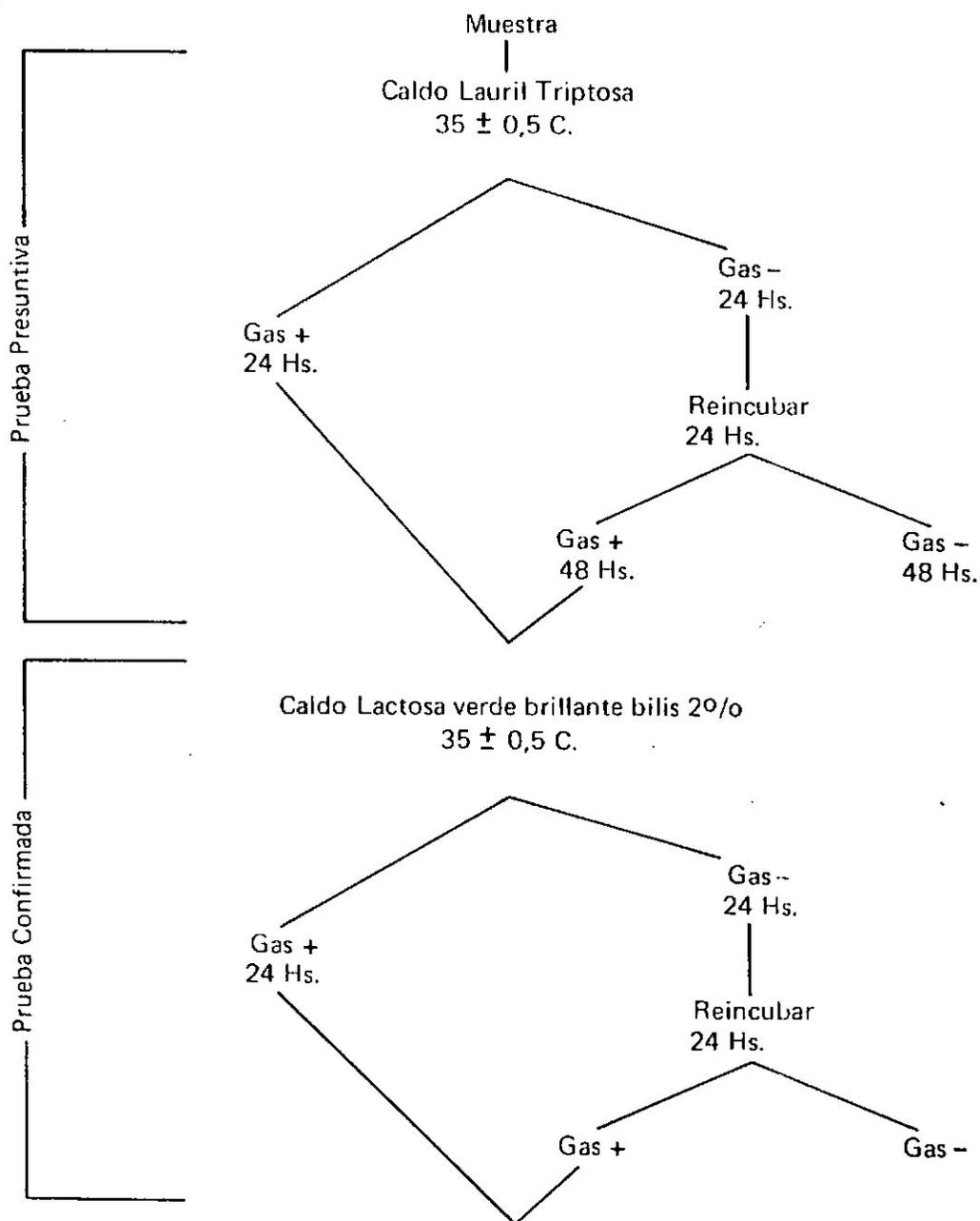
S.B. 8: Flía Scarfo - Mitre 3261.

Agradecimiento:

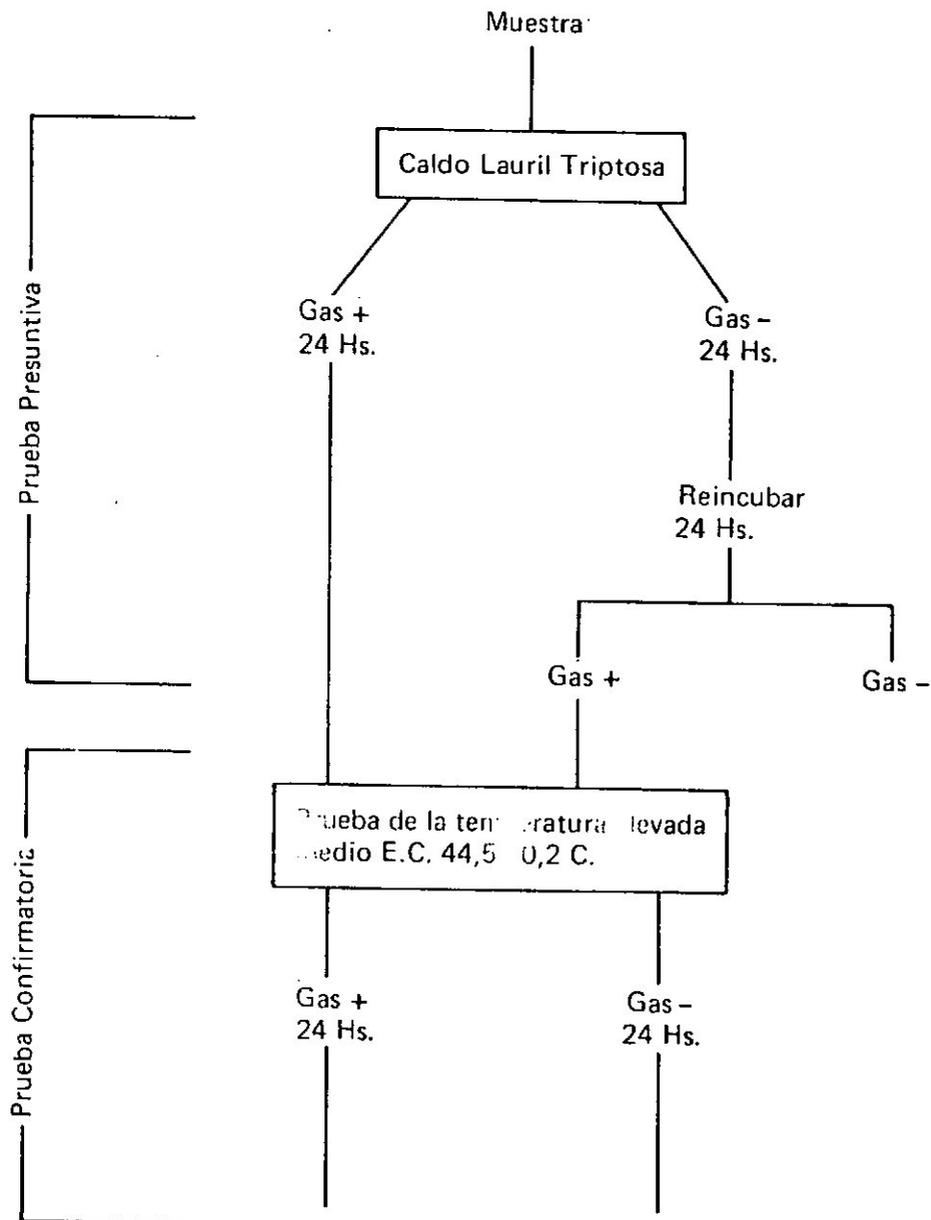
– Al bact. Eduardo Bartolucci por su colaboración en las tareas de muestreo y en la ejecución de los análisis bacteriológicos.

-- A los propietarios de las perforaciones estudiadas por su comprensión y trato cordial.

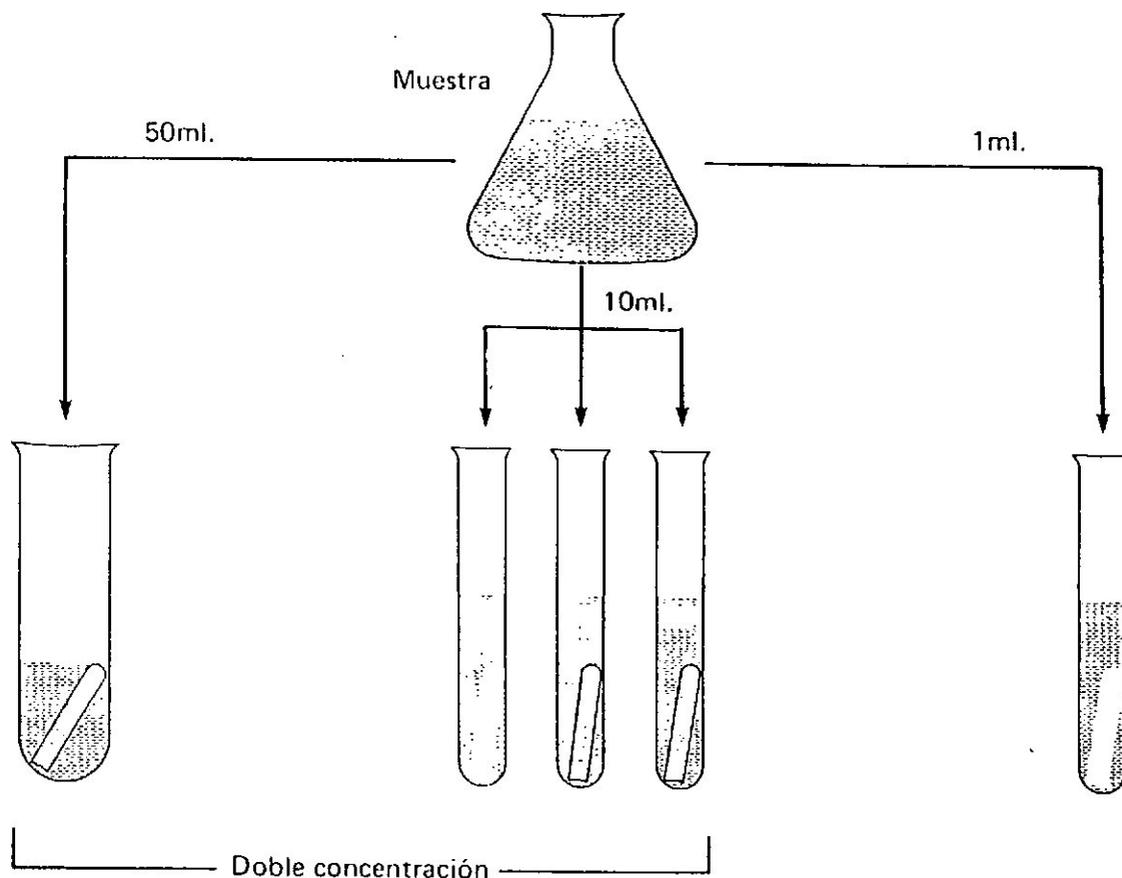
ESQUEMA DE LA MARCHA ANALITICA PARA CUANTIFICAR BACTERIAS COLIFORMES TOTALES UTILIZANDO LA TECNICA DEL NMP.



ESQUEMA DE LA MARCHA ANALITICA PARA CUANTIFICAR BACTERIAS COLIFORMES FECALES UTILIZANDO LA TECNICA DEL NMP.



ESQUEMA DE LA TECNICA DEL NMP UTILIZADA PARA LA ENUMERACION DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES Y FECALES



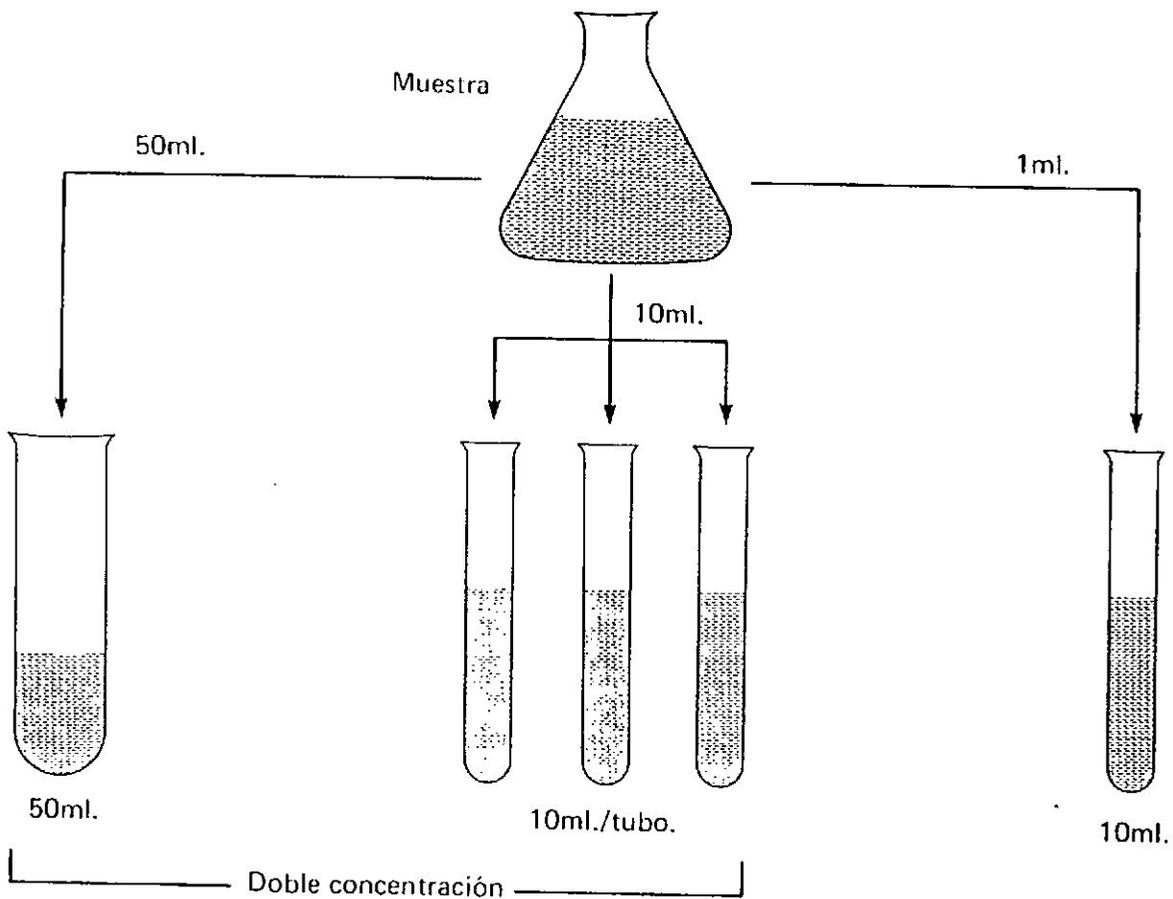
LECTURA Positivos, formación de gas en la campana de DURHAM
 Negativos, turbidez sin formación de gas.

Confirmación de Coliformes Totales: repicar los tubos (+) en tubos con Caldo Lactosa verde brillante bilis 20/o.

Test de Coliformes Fecales: repicar los tubos (+) en tubos con medio E.C. incubados a 44,5° C. 0,5 durante 24 hs.

Lectura del NMP/100 ml— obtener el Nro. característico (tubos (+) en las series sembradas) y consultar la tabla del NMP.

ESQUEMA DE LA TECNICA DEL NMP
UTILIZADA PARA LA CUANTIFICACION DE ESTREPTOCOCOS



Prueba presuntiva: se siembran los volúmenes según lo indica la figura en caldo Glucosa Azida y se incuban a 35° C. durante 24-48 hs.

Tubos positivos: los que presentan turbidez.

Prueba confirmatoria: los tubos (+) de la prueba anterior son repicados a tubos que contienen Caldo Púrpura de Bromocresol-Azida. Se incuban a 35° C. durante 48 hs. Si el medio se enturbia y vira al amarillo demuestra presencia de enterococos.

Lectura del NMP/100 ml— obtener el Nro. característico (tubos (+) en las series sembradas) y consultar la tabla de NMP.

Análisis bacteriológicos correspondientes a la localidad de San Clemente del Tuyú (SCT).

Convenio CFI - UNLP - Anexo 7

fecha pozo	Bacterias Aerobias U.F.C./ml.			Coliformes totales N.M.P./100 ml.			Coliformes fecales N.M.P./100 ml.			E.F. N.M.P./ 100 ml.
	16/11/87	15/3/87	16/5/87	16/11/87	15/3/88	16/5/88	16/11/87	15/3/88	16/5/88	16/5/87
SCT 1 (165)	2900	30	50	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
SCT 2 (164)	2700	40	90	34	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
SCT 3 (163)	6800	1500	1140	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
SCT 4	320	1040	600	1,2	>34	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
SCT 5	11280	1000	500	1,2	4,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
SCT 6 (126)	65	860	3000	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
SCT 7 (161)	340	7200	5300	1,2	1,2	1,9	1,2	1,2	1,2	
SCT 8 (160)	4500	3200	NM	11	34	NM	1,2	1,2	NM	
SCT 9 (134)	250	16	4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
SCT 10 (170)	280	72	180	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
SCT 11 (171)	12560	NM	NM	1,9	NM	NM	1,2	NM	NM	
SCT 12 (172)	1850	6800	1000	1,2	34	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

Nota: El número entre paréntesis corresponde a la denominación de las perforaciones del Anexo I del censo de fuentes.

DNPC: Demasiado numeroso para contar.

NM: No muestreado.

Análisis bacteriológicos correspondientes a las localidades de Mar de Ajó (MA) y Las Toninas (LT) -

Convenio CFI - UNLP - Anexo 7

fecha pozo	Bacterias Aerobias U.F.C./ml.			Coliformes totales N.M.P./100 ml.			Coliformes fecales N.M.P./100 ml.			E.F. N.M.P./ 100 ml.
	23/2/88	13/4/88	30/5/77	23/2/88	13/4/88	30/5/88	23/2/88	13/4/88	30/5/88	30/5/88
MA 13 (218)	3170	150	NM	∠1,2	∠1,2	NM	∠1,2	∠1,2	NM	∠1,2
MA 14	30	15	80	∠1,2	∠1,2	1,9	∠1,2	∠1,2	1,9	∠1,2
MA 15 (223)	1340	3020	NM	∠1,2	∠1,2	NM	∠1,2	∠1,2	NM	∠1,2
MA 16	7500	20	NM	∠1,2	∠1,2	NM	∠1,2	∠1,2	NM	∠1,2
MA 17 (225)	DNPC	340	710	∠1,2	∠1,2	∠1,2	∠1,2	∠1,2	∠1,2	∠1,2
MA 18	NM	3630	NM	NM	∠1,2	NM	NM	∠1,2	NM	∠1,2
	1/12/87	22/3/88		1/12/87	22/3/88		1/12/87	22/3/88		
LT 1	60	60		∠1,2	∠1,2		∠1,2	∠1,2		
LT 2 (143)	170	DNPC		>34	1,9		∠1,2	1,9		
LT 3	1190	1100		∠1,2	∠1,2		∠1,2	∠1,2		
LT 4	30	250		∠1,2	11		∠1,2	∠1,2		
LT 5 (147)	2700	2900		>34	34		∠1,2	34		
LT 6 (156)	7200	DNPC		∠1,2	4,8		∠1,2	∠1,2		

Nota: El número entre paréntesis corresponde a la denominación de las perforaciones del Anexo I del censo de fuentes.
 DNPC: Demasiado numerosos para contar.
 NM: No muestreado.

Análisis bacteriológicos correspondientes a la localidad de Mar de Ajó (MA)

Convenio CFI - UNLP - Anexo 7

fecha pozo	Bacterias aerobias UFC/ml			Coliformes totales NMP/100 ml			Coliformes fecales NMP/100 ml			E.F. NMP/ 100ml
	23/2/88	13/4/88	30/5/88	23/2/88	13/4/88	30/5/88	23/2/88	13/4/88	30/5/88	30/5/88
MA 1 (341)	12700	1880	420	34	∠ 1,2	∠ 1,2	1,3	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2
MA 2	1390	150	210	4,8	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2
MA 3	4000	750	1770	8,3	1,3	1,3	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2
MA 4	DNPC	60	160	> 34	∠ 1,2	4,8	> 34	∠ 1,2	1,9	26
MA 5 (355)	DNPC	870	120	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2
MA 6	900	140	NM	∠ 1,2	∠ 1,2	NM	∠ 1,2	∠ 1,2	NM	∠ 1,2
MA 7	80	173	530	4,8	> 34	34	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2
MA 8	4100	170	NM	∠ 1,2	4,8	NM	∠ 1,2	∠ 1,2	NM	∠ 1,2
MA 9 (346)	190	7200	NM	∠ 1,2	8,3	NM	∠ 1,2	∠ 1,2	NM	∠ 1,2
MA 10	20	592	NM	∠ 1,2	∠ 1,2	NM	∠ 1,2	∠ 1,2	NM	∠ 1,2
MA 11 (343)	DNPC	140	NM	∠ 1,2	∠ 1,2	NM	∠ 1,2	∠ 1,2	NM	∠ 1,2
MA 12 (217)	1490	1680	1940	∠ 1,2	> 34	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2

Nota: El número entre paréntesis corresponde a la denominación de las perforaciones del Anexo I del censo de fuentes.
DNPC: Demasiado numeroso para contar
NM: No muestreado

Análisis bacteriológicos correspondientes a las localidades de Santa Teresita (ST) y Mar del Tuyú (MT)

Convenio CFI - UNLP - Anexo 7

fecha	Bacterias aerobias UFC/ml			Coliformes totales NMP/100 ml			Coliformes fecales NMP/100 ml			E.F. NMP/ 100 ml
	16/11/87	15/3/88	16/5/88	16/11/87	15/3/88	16/5/88	16/11/87	15/3/88	16/5/88	
ST 1	116	27	284	∠ 1,2	∠ 1,2	11	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	
ST 2	587	3000	200	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	1,2	∠ 1,2	
ST 3	DNPC	NM	25900	∠ 1,2	NM	1,9	∠ 1,2	NM	∠ 1,2	∠ 1,2
ST 4	7880	1500	7000	4,8	∠ 1,2	11	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2
ST 5	2300	3320	1200	∠ 1,2	4,8	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2
ST 6	650	320	80	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2
ST 7	170	220	NM	∠ 1,2	1,9	NM	∠ 1,2	∠ 1,2	NM	
ST 8	280	400	180	∠ 1,2	1,9	∠ 1,2	∠ 1,2	1,2	∠ 1,2	∠ 1,2
	1/12/87	22/3/88		1/12/87	22/3/88		1/12/87	22/3/88		
MT 1	9000	12000		∠ 1,2	34		∠ 1,2	∠ 1,2		
MT 2	1600	70		34	4,8		∠ 1,2	∠ 1,2		
MT 3	38000	DNPC		> 34	> 34		> 34	∠ 1,2		

Nota: El número entre paréntesis corresponde a la denominación de las perforaciones del Anexo I del censo de fuentes.
DNPC: Demasiado numeroso para contar
NM: No muestreado

Análisis bacteriológicos correspondientes a las localidades de San Bernardo (SB) y La Lucila del Mar (LL)

Convenio CFI - UNLP - Anexo 7

fecha pozo	Bacterias aerobias UFC/ml		Coliformes totales NMP/100 ml		Coliformes fecales NMP/100 ml	
	1/12/87	22/3/88	1/12/87	22/3/88	1/12/87	22/3/88
SB 1	NM	NM	NM	NM	NM	NM
SB 2 (227)	390	25	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2
SB 3	95	230	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2
SB4 (251)	12500	2800	< 1,2	2,8	< 1,2	< 1,2
SB 5	1200	750	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2
SB 6	10	4000	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2
SB 7 (222)	20	NM	< 1,2	NM	< 1,2	NM
SB 8 (229)	80	DNPC	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2
LL 1 (232)	2300	100	11	> 34	< 1,2	< 1,2
LL 2 (233)	100	5000	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2
LL 3 (234)	180	240	< 1,2	1,9	< 1,2	1,9
LL 4 (235)	75	20	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2

Nota: El número entre paréntesis corresponde a la denominación de las perforaciones del Anexo I del censo de fuentes.
 DNPC: Demasiado numeroso para contar
 NM: No muestreado

Diferencias en la calidad bacteriológica de muestras de agua provenientes de perforaciones y tanques domiciliarios de la localidad de Mar de Ajó (MA)

Convenio CFI - UNLP - Anexo 7

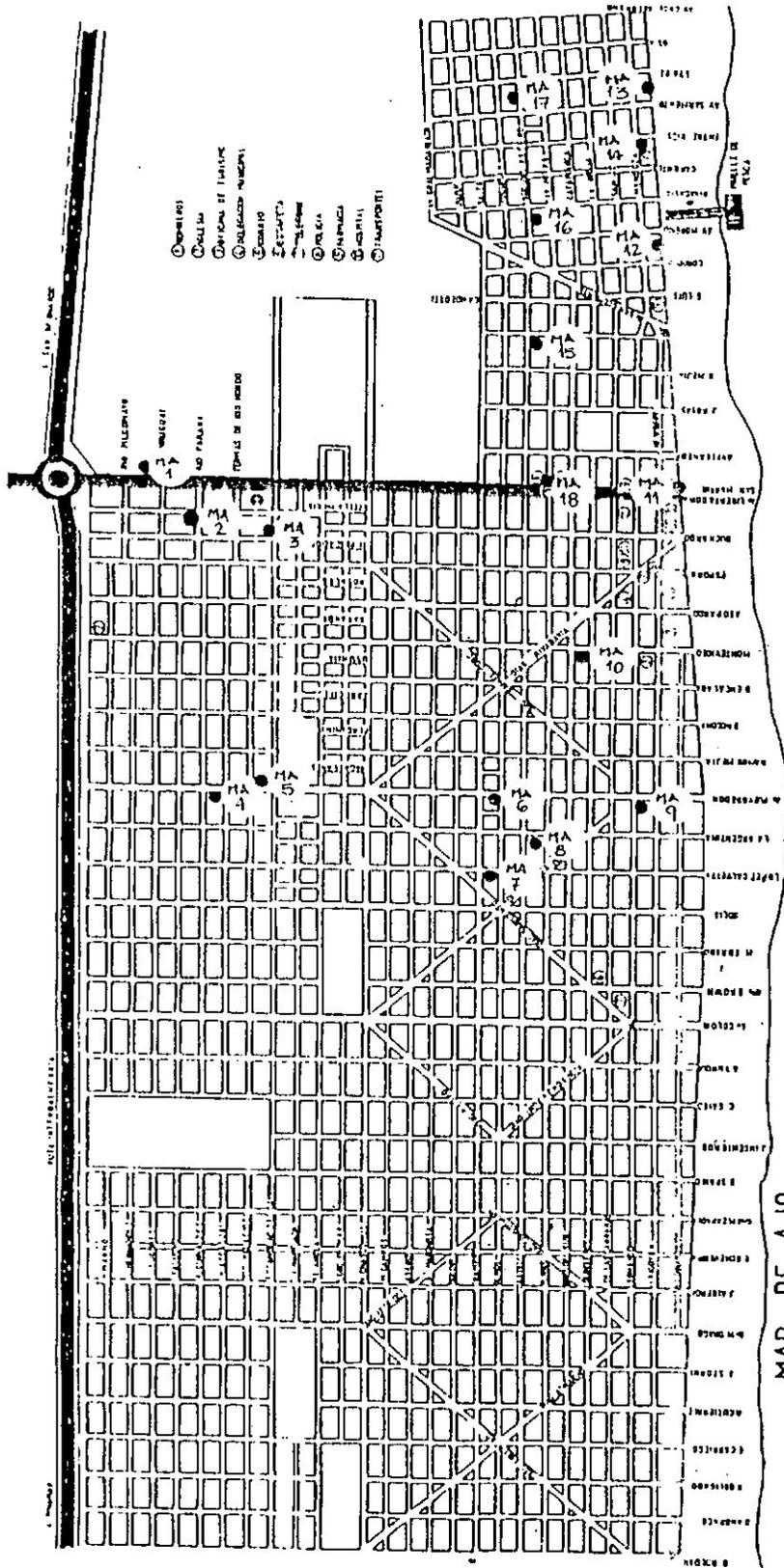


pozo	Bacterias aerobias UFC/ml		Coliformes totales NMP/100 ml		Coliformes fecales NMP/100 ml	
	Napa	Tanque	Napa	Tanque	Napa	Tanque
MA 1	420	1440	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2
MA 2	210	840	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2
MA 3	1770	12000	1,3	1,9	∠ 1,2	∠ 1,2
MA 4	160	520	4,8	8,3	1,9	1,9
MA 5	120	400	∠ 1,2	∠ 1,9	∠ 1,2	∠ 1,2
MA 12	1940	2120	∠ 1,2	∠ 1,3	∠ 1,2	11
MA 14	80	450	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2	∠ 1,2
MA 17	490	710	∠ 1,2	1,9	∠ 1,2	1,9

Nota: El número entre paréntesis corresponde a la denominación de las perforaciones del Anexo I del censo de fuentes.
 DNPC: Demasiado numeroso para contar
 NM: No muestreado

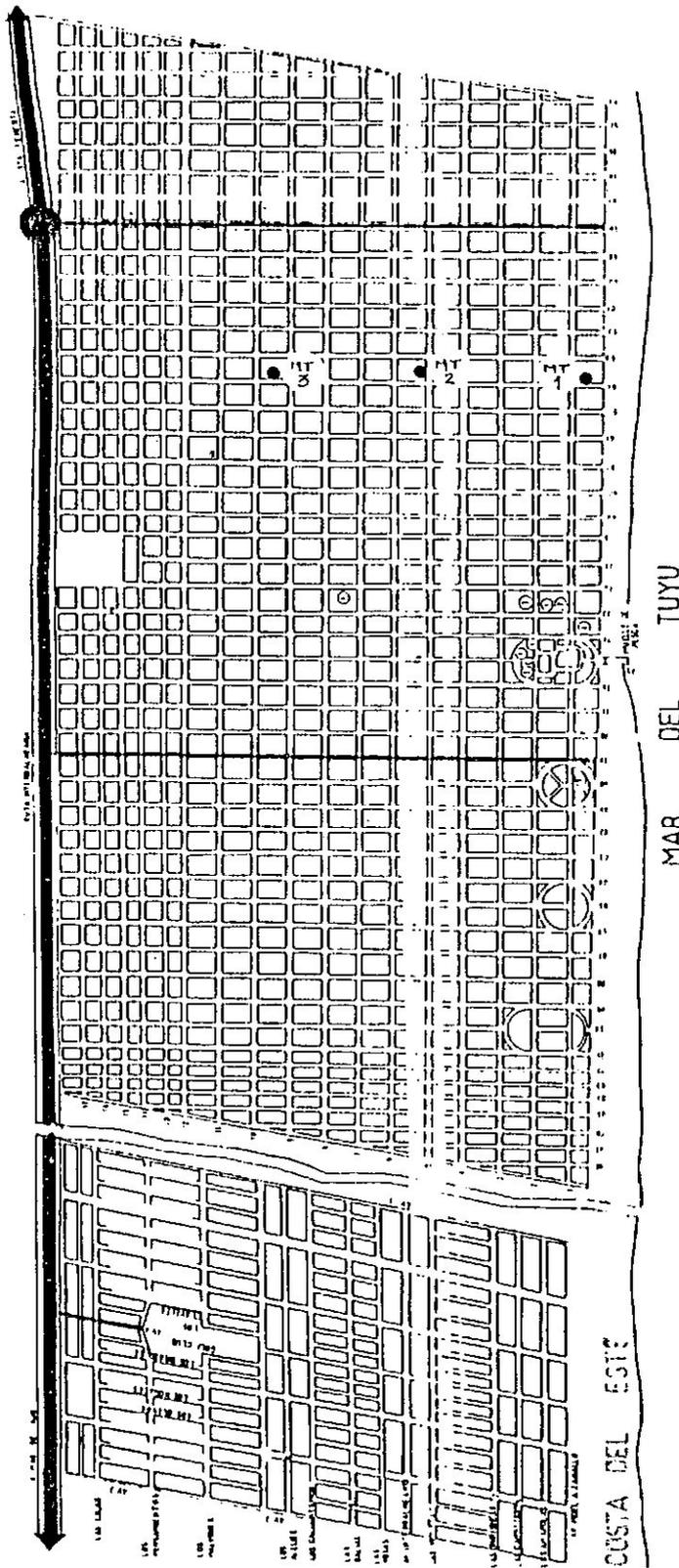
UBICACION GEOGRAFICA DE LAS PERFORACIONES ESTUDIADAS
EN LA LOCALIDAD DE MAR DE AJO

Convenio CF1 - UNLP - Anexo 7



UBICACION GEOGRAFICA DE LAS PERFORACIONES ESTUDIADAS
EN LA LOCALIDAD DE MAR DEL TUYU

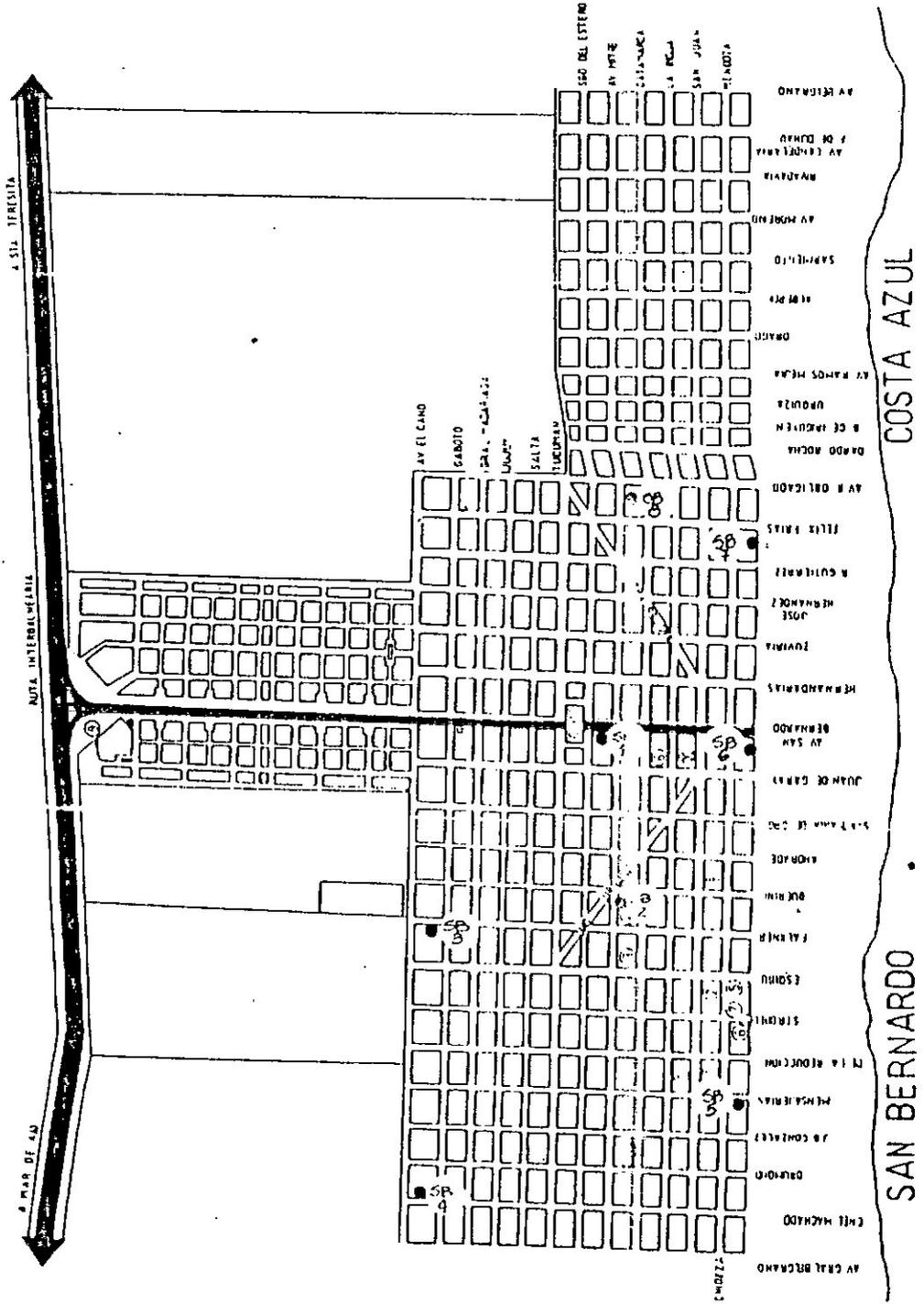
Convenio CFI - UNLP - Anexo 7



COSTA DEL ESTE

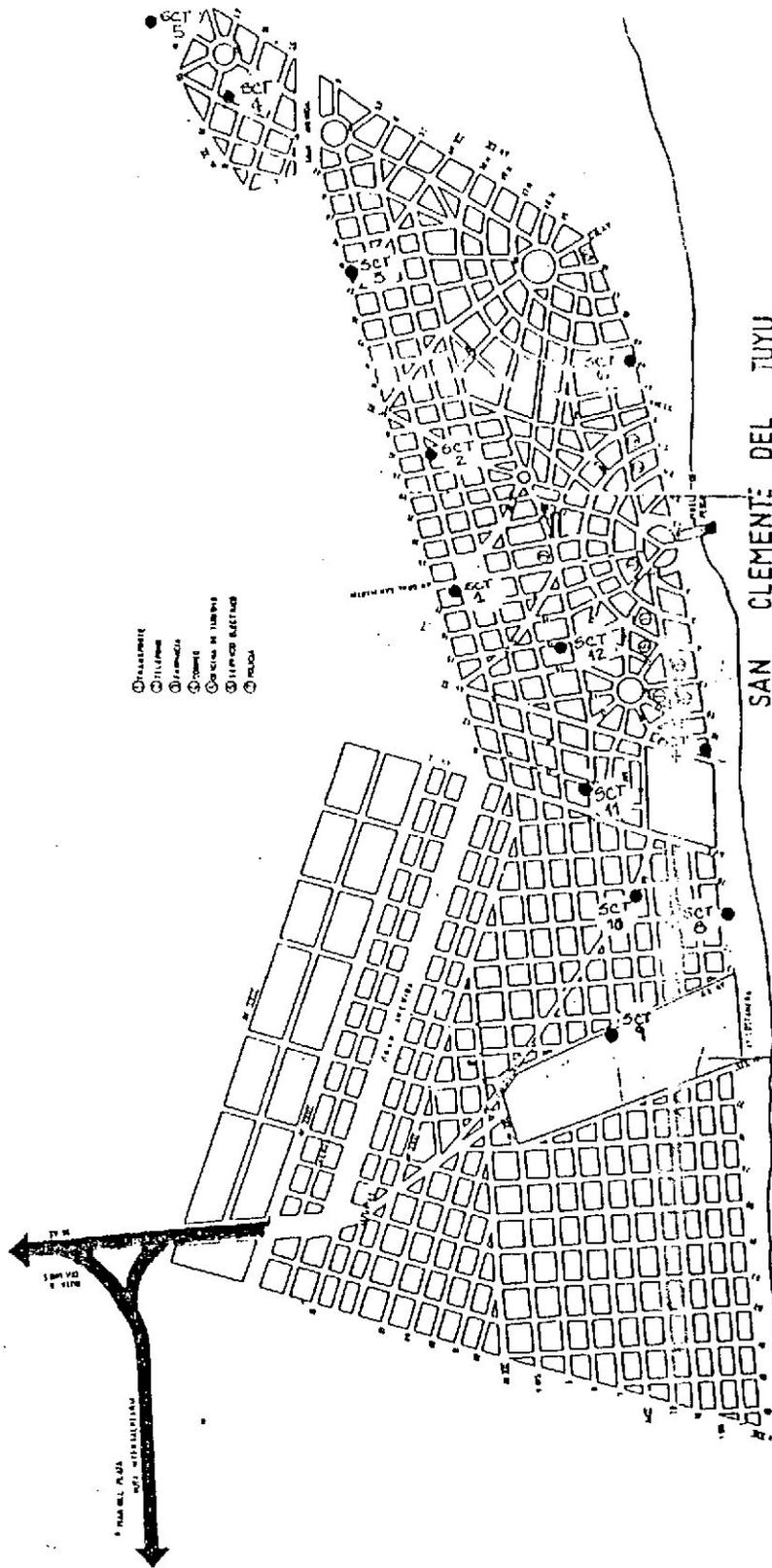
UBICACION GEOGRAFICA DE LAS PERFORACIONES ESTUDIADAS EN LA LOCALIDAD DE SAN BERNARDO

Convenio CFI - UNLP - Anexo 7



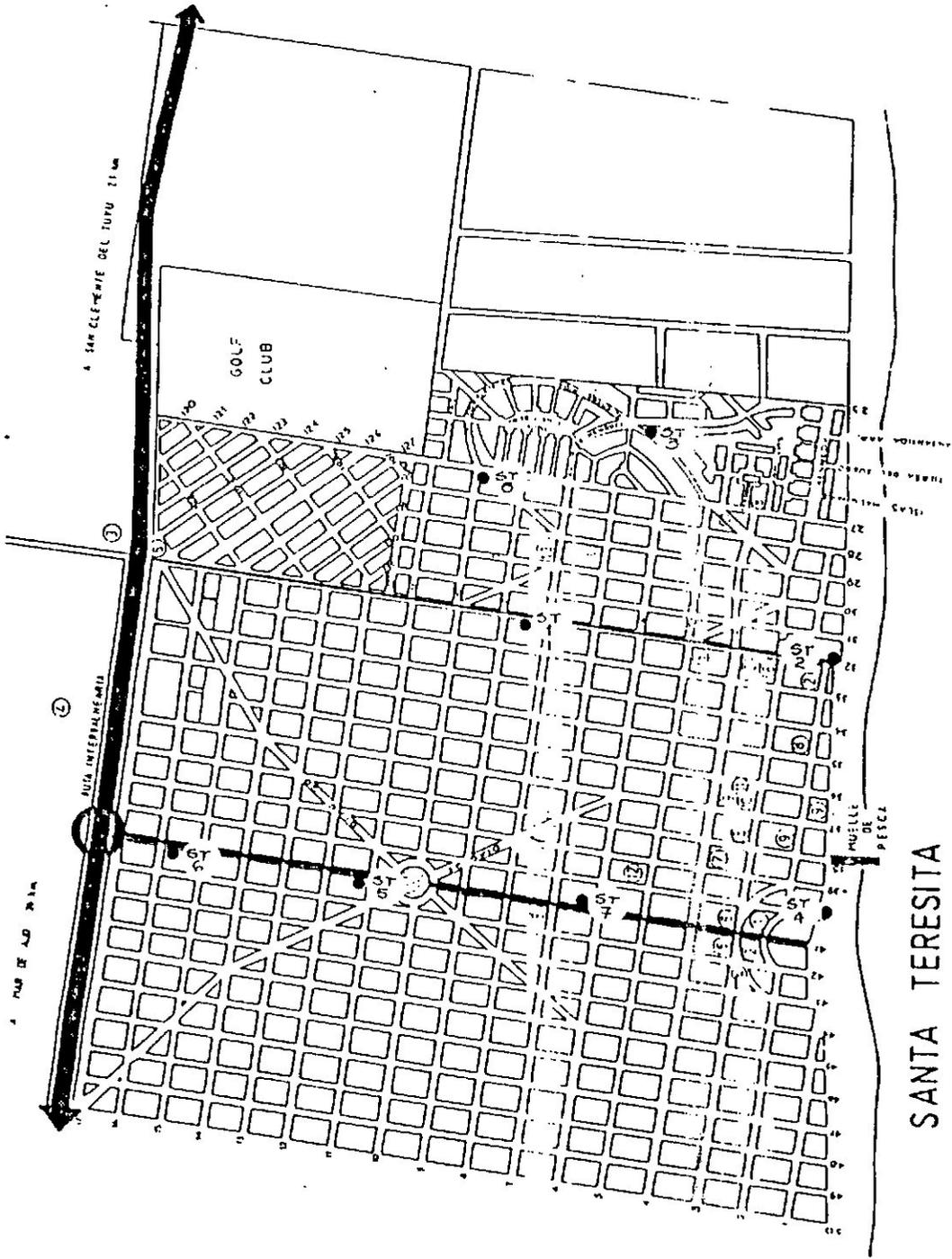
UBICACION GEOGRAFICA DE LAS PERFORACIONES ESTUDIADAS
EN LA LOCALIDAD DE SAN CLEMENTE DEL TUYU

Convenio CFI - UNLP - Anexo 7



UBICACION GEOGRAFICA DE LAS PERFORACIONES ESTUDIADAS
EN LA LOCALIDAD DE SANTA TERESITA

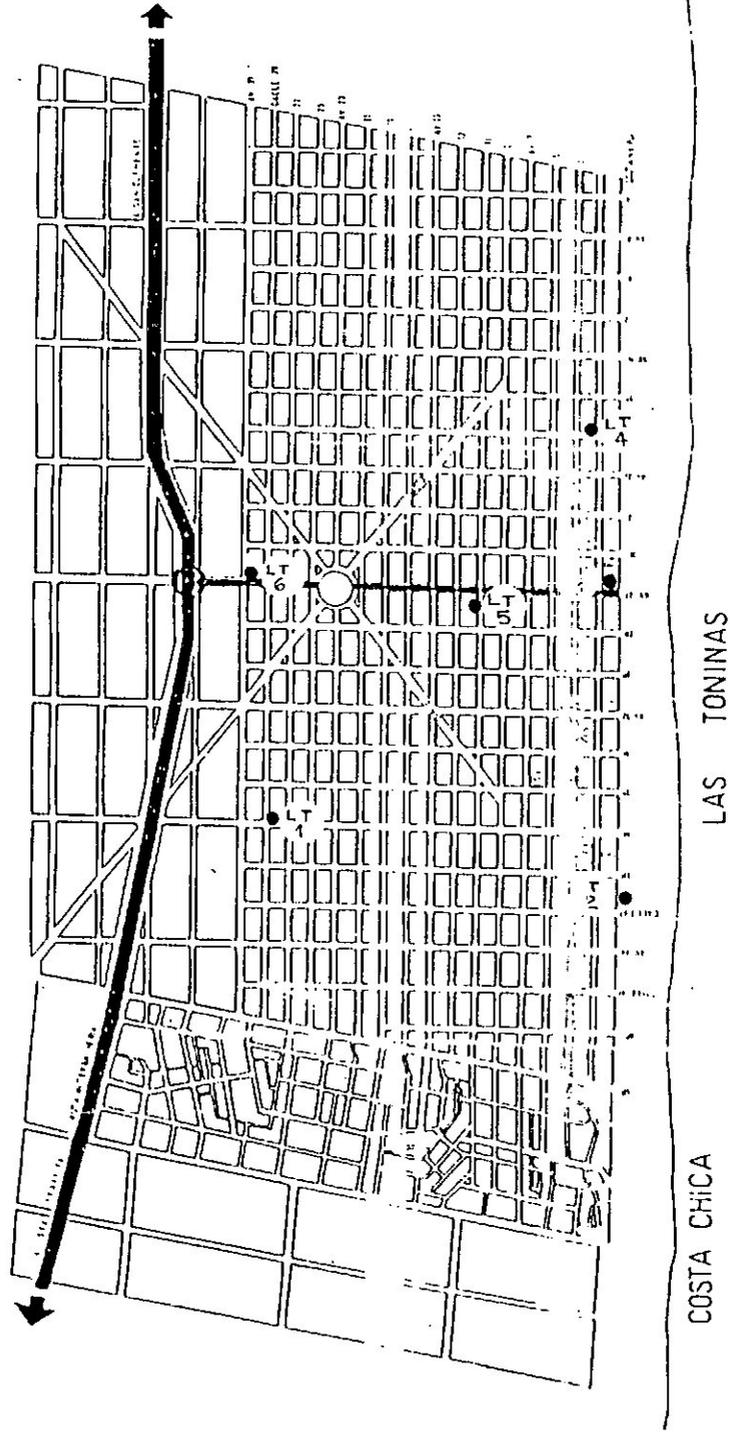
Convenio CFI - UNLP - Anexo 7



SANTA TERESITA

UBICACION GEOGRAFICA DE LAS PERFORACIONES ESTUDIADAS
EN LA LOCALIDAD DE LAS TONINAS

Convenio CFI - UNLP - Anexo 7



CONVENIO DE COOPERACION HORIZONTAL

PUESTA A PUNTO DE UNA TECNICA PARA DETERMINACION DE ENTEROPARASITOS EN DISTINTAS FUENTES HIDRICAS

Miguel Angel GARIBOGLIO *

Raquel E. FELDMAN **

Mónica V. GUARDIS **

INFORME FINAL

1989

(*) Instituto de Limnología. "Dr. Raúl A. Ringuelet".

(**) Cátedra de Parasitología Comparada. Facultad de Ciencias Veterinarias

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

A - INTRODUCCION

La realización de las "Jornadas de Actualización en Hidrología Subterránea" organizadas en 1986 por la Dirección de Cooperación Técnica del Consejo Federal de Inversiones (C.F.I.), significó el comienzo de una etapa promisorio de conocimiento y propuestas, para divulgar primero y resolver en la medida de las posibilidades después el problema de la contaminación parasitaria del agua que consume nuestra población. El mensaje se dirigió inicialmente a los hidrogeólogos y otros responsables de las plantas de tratamiento del agua que, en su mayoría desconocían completamente este tema.

Posteriormente, y con autorización del C.F.I. el documento de apoyo N°1670 (Feldman, R.E.), que se preparó para dichas Jornadas, titulado: "Contaminación parasitaria del agua; problema de su saneamiento y depuración de aguas cloacales con relación a los parásitos que vehiculizan", tuvo amplia divulgación y fue presentado, con sucesivas actualizaciones, en el XXVII Congreso Argentino de Pediatría de Córdoba (1986), en las Terceras Jornadas Nacionales de Enteroparasitosis de Mar del Plata (1987) y en las Cuartas Jornadas Nacionales de Enteroparasitosis de Rosario (1988). También fue facilitado a distintas Cátedras de la Universidad Nacional de La Plata, así como a Unidades Sanitarias de la Municipalidad de dicha ciudad.

Los datos epidemiológicos siguientes presentan un panorama de singular gravedad:

Entre 1942 y 1980 fueron informadas en los Estados Unidos (citas: 10, 11, 13, 19, 22, 25, 28, 36, 37, 38, 53) 672 epidemias de enfermedades hídricas, que afectaron a más de 150.000 personas. En aproximadamente la mitad de estas epidemias no se identificó al agente causal. Los agentes conocidos incluyeron: bacterias (21,7%); virus (11,8%); agentes químicos (7,3%) y protozoarios parásitos (7,1%).

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

La Entamoeba histolytica causó 6 epidemias con 79 casos clínicos y la Giardia lamblia fue el agente causal en 42 epidemias, produciendo 19.813 casos.

En otros países desarrollados: Canadá, Inglaterra y Suecia; también se citan casos de giardiasis hídrica, enfermedad que en la India, Nepal y la Unión Soviética (cita: 6) es transmitida a los turistas y conocida como "diarrea del viajero".

La O.M.S. en sus estadísticas de 1984 (cita: 2), que indudablemente recogen datos incompletos y parciales, pues en general, las parasitosis se sub-registran, atribuye a la giardiasis una prevalencia mundial de 200 millones de casos y una incidencia anual de 500 mil.

Estadísticas Mundiales sobre parasitosis, según la OMS (en millones)

Parasitosis	Nº de infectados	Nº de nuevos casos anuales	Nº de muertes anuales
Ascariasis	1.000	1	0,02
Uncinariasis	900	1,5	0,05
Paludismo	800	150	1
Trichuriasis	500	0,01	?
Amebiasis	400	1,5	0,03
Giardiasis	200	0,5	?
Esquistosomiasis	200	20	0,5

En los países subdesarrollados, con poblaciones carecientes, en barrios marginales, con viviendas insalubres desprovistas de agua potable y alcantarillas, dentro del círculo de hierro de la pobreza -ignorancia- enfermedad, el problema de las enteroparasitosis se ha agudizado, hasta el punto de constituir actualmente un motivo de gran preocupación, que ha tomado estado público.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Lamentablemente esto también ocurre en nuestro país, cuyo Río de La Plata, en la zona más densamente poblada de la República, es una cloaca a cielo abierto que recibe diariamente toneladas de excretas humanas sin depurar.

Diagnóstico de situación de las enteroparasitosis en la Argentina

Porcentajes de pacientes con parásitos intestinales, informados en la III Jornadas Nacionales de Enteroparasitosis - 1987

Hospital de Orán (Salta)	97
Población infantil (La Rioja)	63,15
Partido de Almirante Brown (Bs. As.)	48
Hospital de Niños de San Justo (Bs. As.)	29,9
Hospital de Niños R.Gutiérrez (Cap. Fed.)	33,3
Instituto Dr.C. Malbrán (Cap. Fed.)	32,94
Hospital Muñiz (Cap. Fed.)	28,95
Hospital de Niños (La Plata)	40
Clínica del Niño (La Plata)	28,22

El parásito de mayor prevalencia es Giardia lamblia, consagrado como "parásito nacional", de acuerdo con los datos presentados en las Terceras y Cuartas Jornadas Nacionales de Enteroparasitosis de 1987 y 1988 respectivamente:

Prevalencia de giardiasis (III Jornadas, Mar del Plata, 1987)

Hospital de Orán (Salta)	22,69%
Población infantil (La Rioja)	63%
Hospital de Niños E.Civit (Mendoza)	60%
Partido de Almirante Brown (Bs. As.)	52%
Hospital de Niños de San Justo (Bs. As.)	78%
Hospital de Niños R.Gutiérrez (Cap. Fed.)	53,62%
Instituto Dr. C. Malbrán (Cap. Fed.)	22,48%
Hospital Muñiz (Cap. Fed.)	39,40%
Clínica del Niño (La Plata)	52%
Hospital N. Sbarra (Ex-Casa Cuna, La Plata)	56,30%

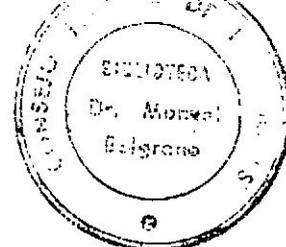
Prevalencia de giardiasis (IV Jornadas, Rosario, 1988)

Hospital N. Sbarra (Ex-Casa Cuna, La Plata)	64,4%
Unidad de Rehabilitación Nutricional del Hospital de Niños de La Plata	51%
Hospital de Niños (La Plata)	49%
Barrio El Molino, población infantil (Ensenada)	46%
Dirección de Med. Sanitaria. Ministerio de Salud (Bs. As.)	44%
Clínica del Niño (La Plata)	39,73%

La giardiasis se propaga tanto en forma endémica (contagio interpersonal, ingestión de alimentos contaminados (cita: 55), falta de saneamiento ambiental y desconocimiento de normas higiénicas) como en forma epidémica (ingestión de agua contaminada (citas: 10,11,13,15,19,22,25,28,36,37,38,43,53); siendo necesario destacar que:

- Una persona con giardiasis puede excretar 9×10^8 quistes diariamente (cita: 37)
- La dosis infectante es extremadamente pequeña (menor o igual) a 10^2 quistes
- Los perros, gatos y otros animales (castores, carpinchos, nutrias, mulitas, visones, monos, etc.) también pueden ser eliminadores de quistes de Giardia lamblia (cita: 15)
- El clorinado no es eficaz y puede dar una impresión falsa si la calidad del agua es juzgada por el contenido bacteriano. En otros términos, el agua bacteriológicamente pura puede contener y transmitir parásitos.

El efecto de la concentración de cloro sobre la viabilidad de los quistes de Giardia lamblia se investigó bajo una serie de variables. El criterio de viabilidad fue la capacidad de desinquinamiento y posterior evolución del flagelado. Presentamos los resultados del trabajo (cita: 27), en términos de quistes destruidos, en el siguiente cuadro:



Destrucción de quistes de Giardia lamblia por efecto del cloro

Temperaturas	Cloro	Tiempos de contacto	pH 6	pH 7	pH 8
25°C	1,5 mg/l	10'	Total	Total	Total
		10'	Total	Nula	Nula
15°C	2,5 mg/l	30'	Total	Parcial	Parcial
		60'	Total	Total	Total
	1 mg/l	60'	Nula	Nula	Nula
	2 mg/l		Total	Total	Nula
5°C	4 mg/l	30'	Parcial	Parcial	Parcial
		60'	Total	Total	Total
	8 mg/l	10'	Total	Total	Nula
		30'	Total	Total	Total

De esto se deduce que:

- es necesaria la hipercloración del agua de bebida.
- a medida que aumenta el pH es menor la destrucción de los quistes.
- las temperaturas bajas del agua requieren tiempos más prolongados de contacto y concentraciones más elevadas de cloro residual libre (entre 4 y 8 mg/l).

Los quistes conservan su viabilidad en agua fría a 8°C durante 3 meses y a 21°C hasta 1 mes (cita: 2).

Los quistes, que miden entre 7 y 16 μ m de largo, son flexibles, elásticos, deformables y pueden pasar a través de membranas filtrantes con tamaños de poro de 5 μ m (cita: 31).

La detección de los quistes de Giardia lamblia en agua es difícil: requiere la filtración de grandes volúmenes (378 a

4.000 litros) y el empleo de una técnica de concentración adecuada citas: 20 58 62). Se calcula que en una corriente de flujo lento la concentración sería de 1 a 250 quistes por galón (3.875 l) pero en corrientes de flujo rápido sólo de 1 quiste por 10^5 a 10^6 galones de agua.

Solamente el filtrado a través de arena es considerado efectivo para la remoción de los quistes, a pesar de lo cual la calidad y el tamaño de los poros de los filtros se consideran importantes (citas: 13 27).

En las zonas donde no existen servicios cloacales, las cámaras sépticas constituyen una de las principales causas de contaminación de las aguas subterráneas. De ahí la importancia de la buena construcción de los pozos ciegos y de su densidad por unidad de superficie (Ver capítulo de Bacteriología).

En la figura 1 puede observarse la alta densidad de pozos negros por unidad de superficie en la planta urbana de Santa Teresita. Esta situación se agrava en forma estacional con el líquido cloacal impulsado por la Planta Colectora en épocas de veraneo. El volumen de líquido impulsado aumenta de 400.000 l/día a 8.000.000 l/día, excediendo la capacidad depuradora de la planta de tratamiento; lo que trae como consecuencia la contaminación del medio ambiente.

B - OBJETIVO

Teniendo en cuenta la vulnerabilidad de los sistemas de procesamiento del agua de bebida en lo que concierne a la transmisión de las enteroparasitosis, muy especialmente la giardiasis, nos propusimos poner a punto una técnica confiable para la determinación de parásitos en distintas fuentes hídricas con la finalidad de su aplicación futura por administradores de agua.

C - MATERIAL Y METODOS

La primera etapa de este trabajo consistió en la realización de una exhaustiva búsqueda bibliográfica, profundizando el tema en sus múltiples aspectos.

1. Técnica adoptada

1.1. Elección y modificaciones

Luego de evaluar los distintos métodos, teniendo en cuenta tanto las posibilidades económicas como la infraestructura disponible, y contando además con la rica experiencia en "Metodología de diagnóstico parasitológico", de la Cátedra de Parasitología Comparada de la carrera de Bacteriólogo Clínico e Industrial de la Facultad de Ciencias Veterinarias (U.N.L.P.), adoptamos la técnica del Standard Method (cita: 58), con las siguientes modificaciones:

- Empleamos, para lavado de los filtros, agua destilada con Tween 80 al 0,2%. El Tween 80 (sorbitol monooleato de polioxietileno) es una sustancia tensioactiva caotrópica, que interrumpe las interacciones hidrofóbicas que constituyen un importante factor de adhesión de los quistes a las fibras del filtro, además del atrapamiento físico. Usamos agua destilada y no solución fisiológica con buffer de fosfatos, porque los cationes presentes en esta última disminuyen las fuerzas de repulsión entre los quistes y las partículas de sedimento, dificultando su separación y permitiendo que se produzcan puentes salinos.
- Reemplazamos el formol por el fijador de Turdyev (cita: 17).

1.2. Características del filtro

Utilizamos filtros de cartucho CUNO MICRO-WYND II D-PPPB de hilo de polipropileno tejido, con una porosidad nominal de 5 μ m. Estos filtros no desprenden fibras durante el procesamiento y dan mayores recuperaciones cuanto menores son los poros.

1.3. Procedimiento (Diagrama de flujo)

Extracción: La carcasa portafiltro se conectó por medio de una manguera a una canilla cuya tubería comunicaba con un tanque de agua (Figura 2).

El agua pasaba a un caudal promedio de 10 litros por minuto. El volumen total de agua filtrado fue variable para cada muestra, dependiendo del grado de ensuciamiento del filtro.

Cada filtro utilizado se envió al laboratorio, refrigerado sobre hielo húmedo, envuelto en gruesas bolsas de polietileno selladas y etiquetadas, para su procesamiento dentro de las 48 horas.

Procesamiento: Se trabajó asépticamente para destruir la red filtrante luego de separarla del soporte central, destejiéndola y seccionándola en trozos pequeños que se colocaron en un cristallizador con agua destilada con Tween 80 al 0,02%.

Cada porción del filtro fue lavada a fondo, agitando y sacudiéndola durante 10 minutos. Los lavados se repitieron hasta total limpieza de las fibras y los líquidos de lavado se reunieron en una probeta, previo pasaje por colador de alambre y se observó su grado de turbidez.

El volumen de agua destilada con Tween 80 al 0,02% utilizado para el lavado de cada filtro fue de 2 litros.

Concentración: El líquido de lavado se centrifugó en tubos de plástico durante 5 minutos a 3.000 r.p.m. Los sobrenadantes se descartaron, se reunieron los sedimentos de los tubos y se los volvió a centrifugar para continuar reduciendo el volumen. Finalmente, el sedimento concentrado del volumen total filtrado, previa medición, se conservó con fijador de Turdyev (cita: 17) para su observación microscópica.

Examen microscópico: Se realizó con microscopio óptico, entre portaobjetos y cubreobjetos de 22 x 22 mm, en fresco, con lugol y con colorante de Bailinger (cita: 17).

El enriquecimiento final del material se realizó por flotación (métodos de Fulleborn y Sheather) y por sedimentación (método de Telemann modificado) (cita: 17).

Las lecturas se hicieron con objetivo 20x; 40 x y con inmersión y los elementos se midieron con ocular micrométrico.

2. Ensayos preliminares

2.1. El primer ensayo preliminar tuvo por objeto verificar la capacidad de retención del filtro para lo cual se contaminaron en forma experimental 1.100 litros de agua con materia fecal conteniendo quistes formolados de Giardia lamblia a razón de 23.700 quistes por ml.

2.2. El segundo ensayo preliminar constituyó la prueba piloto que se realizó el 8 de julio de 1988 en la localidad de City Bell, partido de La Plata, en aguas subterráneas de una perforación domiciliaria.

3. Lugares de muestreo

El área de estudio abarcó las localidades de City Bell, Ensenada, San Clemente del Tuyú, Santa Teresita, Las Toninas, San Bernardo, Mar del Tuyú y Mar de Ajó, estas últimas en la zona medana costera de la provincia de Buenos Aires (Tabla 1).

Se investigó un total de 15 lugares, comprendiendo tanto aguas superficiales como aguas subterráneas, en donde existía un marcado índice de contaminación fecal según los análisis bacteriológicos (Tabla 2).

D - RESULTADOS

1. Del primer ensayo preliminar

Una vez procesado el filtro, se obtuvo un volumen total de 12 ml de sedimento y en el se hallaron quistes de Giardia lamblia con todos los métodos realizados. Se cuantificaron los quistes, observándose una elevada recuperación de 22.600 quistes por ml.

2. Los resultados de las 15 muestras obtenidas para detectar huevos y/o quistes de parásitos en agua se expresan en la Tabla 3.

E - DISCUSION

La bibliografía existente revela que en nuestro país nunca se consideró la búsqueda de parásitos en agua y que el nuestro es el primer ensayo que se realiza sobre el particular.

Este trabajo se realizó en la zona costera de la provincia de Buenos Aires donde no hay datos epidemiológicos oficiales sobre enfermedades parasitarias de transmisión hídrica.

Sería necesario, en adelante, realizar previamente un diagnóstico de situación en las localidades donde se emprenda el estudio de la calidad parasitológica de las aguas, para correlacionarlo con las eventuales endemias o epidemias de enteroparasitosis.

Para orientar la investigación de los elementos parasitarios se debe tener en cuenta la procedencia del recurso hídrico.

En el caso de aguas superficiales no tratadas, influye la dilución de los efluentes cloacales vertidos y el movimiento de la masa hídrica causado por diferentes factores: vientos, lluvias, corrientes, etc.

Si se trata de aguas subterráneas, tiene gran importancia la composición y espesor de las capas del suelo, y la profundidad de los acuíferos, ya que la arena es un buen filtro para quistes y huevos. En este caso es importante tener en cuenta la densidad de los pozos ciegos en las áreas habitadas, así como, la correcta ubicación y construcción de los mismos.

Existe además, la posibilidad de contaminación del agua en los domicilios:

- tanques de agua donde sedimentan y se concentran los elementos contaminantes, por lo que debieran limpiarse periódicamente.
- recipientes de conservación del agua que se va utilizando sin precauciones higiénicas y que muchas veces quedan destapados. En este caso es indispensable impartir educación sanitaria.

No debe desestimarse la posibilidad de que los quistes y huevos recuperados de los filtros, carezcan en algunos casos de viabilidad, por lo que su poder infectante debe ser comprobado, en cada oportunidad.

Es evidente que el método ensayado es todavía tentativo y experimental, por lo que un resultado negativo puede reflejar patrones de contaminación intermitente, eficiencia de recuperación pobre con un agua determinada o insuficientes volúmenes de muestra o de frecuencia del muestreo (cita: 58), lo que ocurrió realmente en nuestro caso.

Dadas las malas características organolépticas de las aguas subterráneas de la zona costera de la Provincia de Buenos Aires, sumadas a la desconfianza que la población tiene respecto a sus condiciones sanitarias deficientes, se ha incrementado en forma notable el consumo de agua embotellada. Considerando la cantidad de personas que concurren en épocas de verano y estimando el consumo de agua embotellada per cápita, se deduce fácilmente que las erogaciones por este motivo alcanzan cifras varias veces millonarias. Este cuadro de situación justificaría una inversión en obras de saneamiento básico y de distribución de agua potable por red, así como un monitoreo periódico de la calidad de la misma.

F - CONCLUSIONES

- El filtro utilizado y la metodología aplicada son adecuados para la investigación de enteroparásitos en aguas superficiales y subterráneas.
- Se requiere la filtración de grandes volúmenes de agua.
- El procesamiento del filtro es laborioso y exige un tiempo prolongado.
- El exámen microscópico prolongado y minucioso de todo el sedimento obtenido debe ser realizado por personal especializado en Parasitología. Todo elemento sospechoso de ser quiste de Giardia lamblia debe medirse (más de 8 y menos de 19 μ m) y si no tiene por lo menos 2 de sus características morfológicas internas (2 a 4 núcleos, axonema, cuerpos medios) no debe informarse como tal.
- Dada la gran dilución que sufre la materia fecal que llega a los cursos hídricos, el empleo de uno o varios filtros para el diagnóstico parasitológico, en lapsos o períodos breves es inoperante.
- Tiene que hacerse un control permanente del agua, programado en forma adecuada, teniendo en cuenta el origen de la fuente hídrica y sus destinatarios.

G - RECOMENDACIONES

- Disponer de un diagnóstico de situación de la zona a estudiar.
- Tener en cuenta los parásitos con dimensiones más pequeñas, como es el caso del Cryptosporidium sp; los últimos trabajos consultados (cita: 35), recomiendan utilizar filtros de porosidad nominal de 1 μ m.
- Proteger las fuentes de captación de agua del acceso de intrusos (vagabundos, campistas, etc.) y animales.

BIBLIOGRAFIA

1. Arméndola, H. - 1975 - "Standards de calidad del agua". Tema 3 de la Conferencia Panamericana sobre mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano. S. Paulo, Brasil. Anexo 1:5.
2. Atias, A; Neghme, A. - 1984 - "Parasitología Clínica". Edit. Mediterráneo 2a. edic.
3. Bartone, C.R. - 1986 - "Reutilización de aguas residuales en las lagunas de estabilización de S.Juan de Miraflores. Repercusiones sanitarias, ambientales y socioeconómicas". Bol. OSP 101 (5):425-450.
4. Black, M.I.; Scarpino, P.V.; O'Donnell, C.J. et al. - 1982 "Survival rates of parasite eggs in sludge during aerobic and anaerobic digestion". Applied and Environm. Microb. 44 (5):1138-1143.
5. Bollo, C.; Rodríguez, N. - 1975 - "Meningoencefalitis amebiana primaria". Rev. Urug. Patol. Clín. y Microb. 13(1):3-10.
6. Brodsky, R.E.; Spencer, H.C.; Schultz, M.G. - 1974 - "Giardiasis in travellers to the Soviet Union". J. Infect. Diseases 130:319-323.
7. Brown, R. - 1970 - "Parasitología Clínica". Edit. Interamericana 3a. edic.
8. Coronado Gutiérrez, R.; López Ochoterena, E. - 1980 - "Análisis protozoológico de 10 piscinas localizadas en el Distrito Federal y en el estado de Morelos, México". Rev. Latinoamer. Microbiol. 22:157-160.
9. Cram, E.B. - 1943 - "The effect of various treatment processes on the survival of helminth ova and protozoan cysts in sewage". Sewage Works Journal 15(6):1120-1137.
10. Craun, F.G. - 1980 - "Disease outbreaks caused by drinking water". Journal WPCF (Water Pollution Control Federal) 52(6):1833-1839.

11. Graun, G.F. - 1984 - "Waterborne outbreaks of giardiasis". Current status:243-261. In D.L. Erlandsen and E.A. Meyer (ed.) "Giardia and giardiasis". Plenum Press. New York.
12. Chang, S.L.; Kabler, P.W. - 1956 - "Detection of cysts of *E. histolytica* in tap water by the use of membrane filters". Am.J.Hyg. 64:170-180.
13. Dikes, A.C.; Juranek, D.D.; et al. - 1980 - "Municipal waterborne giardiasis: An epidemiological investigation: beavers implicated as a possible reservoir". Ann. of Internal Medicine 92 (Part. 1):165-170.
14. Donaldson, R.J. - 1979 - "Parasites and Western Man". MTP Press Limited. International Medical Publishers. England.
15. Euzeby, J. - 1984 - "Les parasitoses humaines d'origine animale: caracteres épidémiologiques". Edit. Flammarion Médecine-Sciences. France.
16. Feldman, R.E. - 1979 - "Amebas patógenas de vida libre". Acta Bioq. Clín. Latinoamericana XIII (3):309-311.
17. Feldman, R.E. - 1986 - Guía Práctica "Diagnóstico Coproparasitológicos". Edit. Federación Bioquímica de la Provincia de Buenos Aires 2a. edic.
18. Fitzgerald, P.R.; Prakasam, T.B. - 1978 - "Survival of *Trichinella spiralis* larvae in sewage sludge anaerobic digesters". J. Parasitol. 64(3): 445-477.
19. Harris, J.R.; Cohen, M.L.; Lippy, E.C. - 1981 - "Water related disease out break in the United States". J. Infect. Dis. 148:759-762.
20. Hausler, W.J.; Davis, W.E.; Moyer, N.P. - 1984 - "Development and testing a filter system for isolation of *Giardia lamblia* cysts from water". Appl. Envirom. Microb. 47 (6):1346-1347.
21. Hoff, J.C.; Rice, E.W.; Schoreffer, F.W. - 1985 - "Comparison of animal infectivity and excystation as measures of *Giardia muris* cysts inactivation by chlorine". Appl. Envirom. Microb. 50(4):1115-1117.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

22. Hopkins, R.S.; Shillman, P.; Gaspard, B. et al. - 1985 - "Waterborne disease in Colorado: three years surveillance and 18 outbreaks". Am. J. Public. Health 75:254-257.
23. Horwitz, A. - 1986 - "Ingeniería sanitaria y ambiental: importancia de la planificación en relación con las necesidades de salud". Bol. Of. Sanit. Panam. 101(3):193-204.
24. Isaac-Renton, J.L.; Joe Fung, C.P.; Akash Lochan - 1986 - "Evaluation of a tangential-flow multiple-filter technique for detection of Giardia lamblia cysts in water". Appl. Envirom.Microb. 52(2):400-402.
25. Istre, G.R.; Dunlop, T.; Gaspard, B.; Hopkins, R.S. - 1984 - "Waterborne giardiasis in a mountain resort: evidence for acquired immunity". Am. J. Public. Health 74(6):602-604.
26. Jarroll, E.L.; Bingham, A.K.; Meyer, E.A. - 1980 - "Giardia cysts destruction: effectiveness of six small-quantity water disinfection methods". Am. J. Trop. Med. Hyg. 29(1):8-11.
27. Jarroll, E.L.; Bingham, A.K.; Meyer, E.A. - 1981 - "Effect of chlorine on Giardia lamblia cyst viability". Appl. Envirom.Microb. 41(2):483-487.
28. Kirner, J.C.; Littler, J.D.; Angelo, L.A. - 1978 - "A waterborne outbreak of giardiasis in Camas, Washington" J. Am. Water Works Assoc. 70:35-40.
29. Knobloch, J.; Bralek, R.; Hagemann, J. - 1983 - "Infestación protozoica intestinal en sujetos en contacto ocupacional en el sistema cloacal". Disch. Med. Wsch. 108:57-60.
30. Long, W.R. - 1983 - "Evaluation of cartridge filters for the removal of Giardia lamblia cysts models from drinking water systems". J. envirom. Health 45:220-225.
31. Luchtel, D.L.; Pand, L.W.; De Walle, F.B. - 1980 - "Electron Microscopy of Giardia lamblia cysts". Appl. Envirom. Microb. 40(4):821-832.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

32. Lund, E. - 1978 - "Amoebic cysts and parasite eggs in polluted water and the efficiency of the treatment method for their removal".
33. Marchin, G.L.; Fina, H.R.; Lambert, J.L.; Fina, G.T. - 1983 - "Effect of resin desinfectants I3 and 15 on *Giardia muris* and *Giardia lamblia*". *Appl. Envirom. Microb.* 46(5):965-969.
34. Meyer, K.B.; Miller, K.D.; Kaneshiro, E.S. - 1972 - "Recovery of *Ascaris* eggs from sludge". *J. Parasitol.* 64(2):380-383.
35. Musial, C.E.; Arrowood, M.J.; Sterling, Ch.R.; Gerba, Ch.P. 1987 - "Detection of *Cryptosporidium* in water by using Propylene Cartridge Filters". *Ibid.* 53(4):687-692.
36. Navin, T.R.; Juranek, D.D.; Ford, M. et al - 1985 - "Case control study of waterborne giardiasis in Reno, Nevada". *Am. J. Epidemiol.* 122(2):269-275.
37. Neringer, R.; Anderson, Y.; Eitrem, R. - 1987 - "A waterborne outbreak of giardiasis in Sweden". *Scand. J. Infect. Dis.* 19:85-90.
38. Ongerth, J.E.; Stibbs, H.H. - 1987 - "Identification of *Cryptosporidium* oocysts in river water". *Appl. Envirom. Microb.* 53(4):672-676.
39. Pacha, R.E.; Clark, G.W.; Willians, E.A. - 1985 - "Occurrence of *C. jejuni* y *Giardia* species in muskrat (*Ondatra zibethica*)" *Appl. Envirom. Microb.* 50(1):177-178.
40. Padchenko, I.K.; Stolyarchuk, N.G. - 1969 - "On the possible circulation of *G. lamblia* in nature". *Prog. Protozool.* 3:311-312.
41. Ponleker, P.V.C.R.; Krishnamoorthi, K.P. - 1981 - "Parasite eggs and cyst reduction in oxidation ditches and aerated lagoons". *Nat. Environ. Engin. Res. Inst. Nagpur, India. J. Water Pollut. Control Fed.* 53(9):1413-1419.
42. Polichenco; Kuczynski; Guerrero et al. - 1986 - "Calidad del agua del río Reconquista en la zona de Tigre" *Rev. Univ. de Morón* 13:15-22.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

43. Rendtorff, R.C. - 1979 - "Giardia in water" *Ann. of Int. Med.* 82(2):280-281.
44. Rice, E.W.; Hoff, J.C. - 1981 - "Inactivation of Giardia lamblia cysts by ultraviolet irradiation". *Appl. Envirom. Microb.* 42(3):546-547.
45. Rice, E.W.; Hoff, J.C.; Schaeffer, F.W. - 1982 - "Inactivation of Giardia cysts by chlorine". *Appl. Envirom. Microb.* 43(1): 250-251.
46. Riggs, J.L.; Dupuis, K.W. et al. - 1983 - "Detection of Giardia lamblia by immunofluorescence". *Appl. Envirom. Microb.* 45(2):698-700.
47. Rivera Aguero, F.; Acevedo Cruz, N.; Alcocer Durañ, J. - 1985 - "Capacidad de eliminación de helmintos parásitos de una laguna de estabilización en Santo Tomás Atzengo, Estado de México". *Rev. Latinoamer. Microbiol.* 27:335-340.
48. Rodier, J. et al. - 1981 - "Análisis de las aguas". Edición Omega S.A. Casanova 220, Barcelona 36.
49. Hatchwell, M.G. - 1986 - "An adaptation of concentration techniques for the enumeration of parasitic helminth eggs from sewage sludge". *Wat. Res.* 20(7):813-816.
50. Sauch, J.F. - 1985 - "Use of immunofluorescence and phase-contrast microscopy for detection and identification of Giardia cysts in water samples". *Appl. Envirom. Microb.* 50(6):1434-1438.
51. Sawyer; Visvesvara; Harke - 1977 - "Amebas patógenas de aguas salobres y sedimentos oceánicos". *Science* 196:1324-1325.
52. Shopfro, M.A.; Karol, M.H. et al. - 1983 - "Rol de las amebas de vida libre de efluentes calentados, como agentes causales de enfermedad humana". *Water Sc. Technol.* 15(10):135-147.

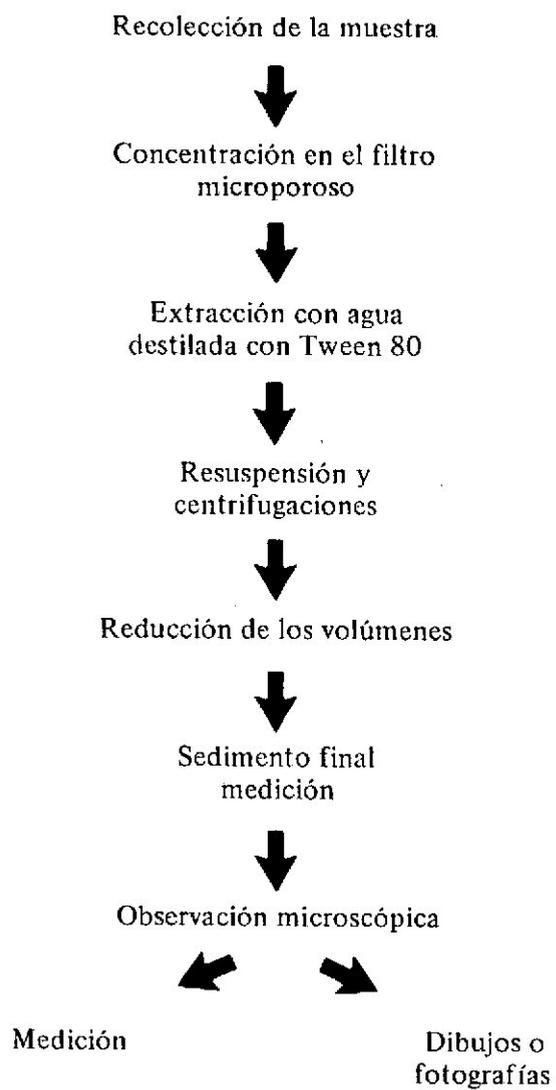


53. Shaw, P.K.; Brodsky, R.E.; Lyman, D.O. et al. - 1977 - "A community wide outbreak of giardiasis with evidence of transmission by a municipal water supply". Ann. of Int. Med. 87:426-432.
54. Shri N. Singh; Rose, J.B.; Gerba, C.P. - 1983 - "Concentration of viruses from tap water and sewage with a charge-modified filter aid". Journal of virological methods 6:329-336.
55. Shuval, H.I.; Yekutieli, P.; Fattal, B. - 1985 - "Epidemiological evidence for helminth and cholera transmission by vegetables irrigated with waste water: Jerusalem. A case study". Water Sc. Technol. 17(4-5):433-442.
56. Sleigh, M. - 1979 - "Biología de los protozoarios Protozoa, contaminación y depuración de aguas residuales". Ediciones Blume: 333-340.
57. Spaulding, J.J.; Pacha, R.E.; Clark, G.W. - 1983 - "Quantitation of Giardia cysts by membrane filtration". J. Clin. Microb. 18(3):713-715.
58. Standard Methods - 1985 - 16 th. ed.
59. Storey, G.W.; Phillips - 1982 - "Técnica de centrifugación con tñua para recuperación cuantitativa de huevos de helmintos de vegetación y agua Parasitology:257-261.
60. Stringer, R.P. - 1972 - "New bioassay system for evaluating percent survival of Entamoeba histolytica cysts". J. Parasitol. 58:306-310.
61. Unda, F.; Soguro, E.; Salinas, P.S. - 1982 - "Investigación, contaminación y autopurificación del río Aconcagua". Bol. Inst. S. Pública de Chile XXIII (1-2):100 y siguientes.
62. Wallis, P.M.; Buchanan-Happin, J.M. - 1985 - "Detection of Giardia cysts at low concentrations in water, using nucleopore membranes". Water Res. 19:331-334.
63. Wickramanayake, G.B.; Ruben, A.; Sproul, O.L. - 1984 - "Inactivation of Naegleria and Giardia cysts in water by ozonation". J. Water Pollut. Control Fed 56(8):983-984.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

64. Wright, R.A. - 1975 - "Giardial infection form water". Ann. Intern. Med. 82:589-590.
65. A WHO Meeting - 1985 - "Amebiasis y su control". Bull. of the WHO 63(3):417-426.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL METODO PARA PARASITOS DEL AGUA



PLANTA IMPULSORA Y COLECTORA DE LIQUIDOS CLOACALES
DE SANTA TERESITA
Convenio CFI - UNLP - Anexo 7

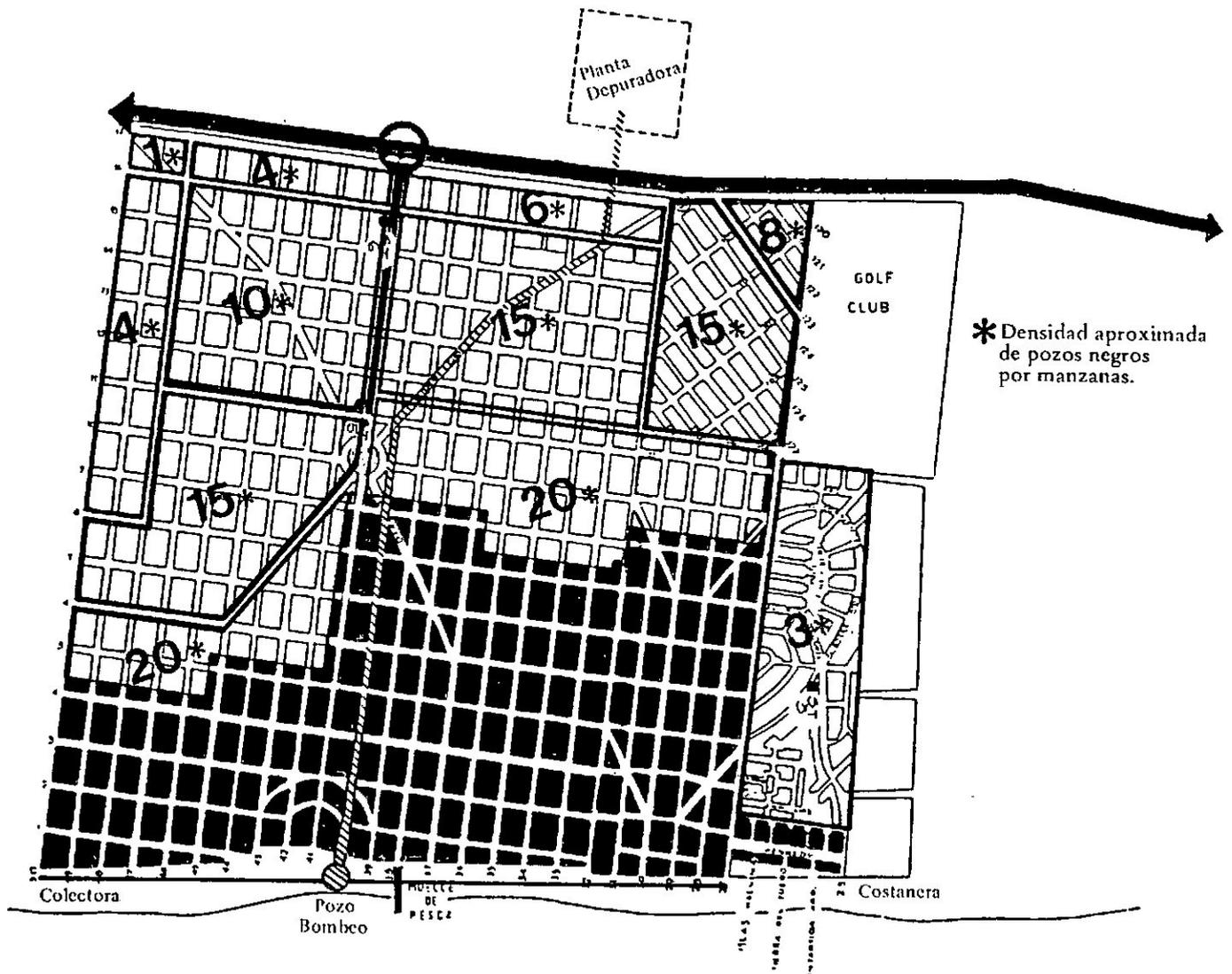


Fig. 1 - Líquido impulsado en temporada - 8.000.000 L./día - Enero - Febrero
Líquido impulsado fuera de temporada - 400.000 L./día - Marzo a Diciembre

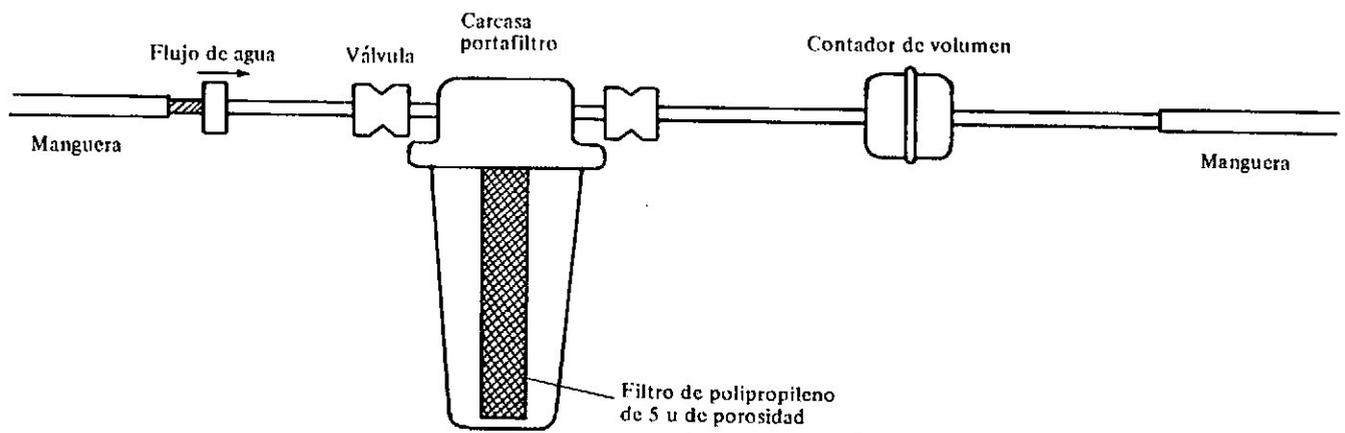


Fig. 2 - Esquema del aparato de filtración

MUESTRA Nº	PROCEDENCIA
1	City Bell
2	Flia. Grilli - Barrio El Molino, columna 371 Ensenada
3	(M. A. 10)
4	(M. A. 4)
5	(L. T. 5)
6	Planta potabilizadora - Punta Lara Ensenada.
7	(S. T. 4)
8	(S. C. T. 5)
9	Planta potabilizadora - Punta Lara Ensenada.
10	(M. T. 1)
11	Planta depuradora - Santa Teresita
12	(S. T. 3)
13	(S. B. 4)
14	Sr. López - Santa Teresita
15	Planta depuradora - Santa Teresita

TABLA 1 - Procedencia de las muestras estudiadas

Nota: La sigla entre paréntesis corresponde a la denominación de las perforaciones del trabajo "Estudio Microbiológico en aguas subterráneas destinados al consumo humano en localidades de una zona costera atlántica de la Provincia de Buenos Aires", Bact. M. A. Gariboglio.

MUESTRA Nº	PROCEDENCIA	TIPO DE FUENTE HIDRICA	LITROS FILTRADOS	VOL. DEL SEDIMENTO
1	City Bell	Subterránea	3.000	12 mL
2	Ensenada	Superficial	2.400	38
3	Ensenada P. potabilizadora	Superficial	1.000	75
4	Ensenada P. potabilizadora	Superficial	2.500	240
5	Mar de Ajó	Subterránea	3.000	18
6	Mar de Ajó	Subterránea	3.000	13
7	Las Toninas	Subterránea	2.700	92
8	Sta. Teresita	Subterránea	4.000	93
9	Sta Teresita P. depuradora	Subterránea	2.500	20
10	Santa Teresita	Subterránea	3.130	380
11	Santa Teresita	Subterránea	4.070	185
12	Santa Teresita	Subterránea	3.000	240
13	S. C. del Tuyú	Subterránea	4.000	97
14	Mar del Tuyú	Subterránea	2.000	12
15	San Bernardo	Subterránea	3.000	400

TABLA 2 - Muestras obtenidas para detectar huevos y quistes de parásitos en agua.

MUESTRA Nº	METODOS			
	DIRECTO	FULLEBORN	SHEATHER	TELEMANN
1	—	—	—	Giardia lamblia
2	—	—	—	—
3	—	—	—	—
4	—	—	—	—
5	—	—	—	—
6	—	—	—	—
7	—	—	—	—
8	—	—	—	—
9	—	—	—	—
10	—	—	—	—
11	—	—	—	—
12	—	—	—	—
13	—	—	—	—
14	—	—	—	—
15	—	—	—	—

TABLA 3 - Resultados de las muestras obtenidas para detectar huevos y quistes de parásitos en agua.