

# CALIDAD SANITARIA DE LAS AGUAS DE LA PLAYA DE LIMÓN EN EL PERIODO 1981-1984

DR. DARNER A. MORA\*, DR. JUAN C. ROJAS\*, DRA. ANA V. MATA\*, LIC. MARCO A. SEQUEIRA\*

## RESUMEN

*Este estudio identifica las fuentes de contaminación, tanto puntuales como las dispersas que contaminan el agua de la playa de Limón. Además, evalúa la calidad de la playa utilizando parámetros físico-químicos y bacteriológicos. Al procesar los 42 análisis de los 8 puntos de muestreo (período 1981-1984) por medio de valores de promedio, máximo y mínimo, se observó una marcada contaminación en las estaciones ubicadas en el centro de la ciudad de Limón (E-2, E-3, E-4, E-5 y E-6). Se determinó que los principales causantes de dicha contaminación son: el sistema de Alcantarillado Sanitario, el estero de Cieneguita, las aguas pluviales, la evacuación de basuras y los dos muelles.*

## INTRODUCCION

La ciudad de Limón tiene una población de casi 60 000 habitantes, ubicados en 13 730 viviendas (8), de las cuales sólo el 25% cuentan con servicio de alcantarillado sanitario (1). Está limitada al norte y este por el mar Caribe, al sur con las áreas de desarrollo del río Banano y al oeste con el río Blanco. Presenta un clima que se caracteriza por ser cálido y húmedo a lo largo del año. Las temperaturas máxima, mínima y mediana son 32,2°C, 17,9°C y 25,1°C respectivamente.

A partir de 1969, esta ciudad se ha visto beneficiada por el establecimiento de un número elevado de obras en el campo industrial y portuario, lo que ha provocado un crecimiento urbanístico de proporciones considerables (1-3).

---

\* Laboratorio Central, Acueductos y Alcantarillados, Apdo. 5120-1000 San José.

Dicho desarrollo sin embargo, ha incidido en forma negativa en la calidad de las aguas de la playa de Limón, provocando una disminución en el atractivo turístico de la zona.

Pensando en medidas preventivas y en un futuro cercano, el Laboratorio Central de A y A, procedió a identificar las fuentes puntuales y dispersas de contaminación y a evaluar la calidad sanitaria de la playa de Limón en el período 1981 a 1984, utilizando la DBO, % SOD, Coliformes Fecales, color, pH, turbiedad, cloruros y alcalinidad.

## METODOLOGIA

Para evaluar la calidad sanitaria de las aguas de la playa de Limón, se utilizaron 8 estaciones de muestreo, localizadas a lo largo de la costa (12 km).

Las estaciones de muestreo son las siguientes:

- E - 1 : Playa Bonita
- E - 2 : Frente a la Caja del Seguro Social
- E - 3 : Balneario Municipal
- E - 4 : Frente al Hotel Park
- E - 5 : Frente al Parque Vargas (Muelle)
- E - 6 : Cieneguita
- E - 7 : Frente al aeropuerto
- E - 8 : Westfalia

Estas estaciones de muestreo fueron ubicadas una vez que se analizaron las fuentes de contaminación, tanto las puntuales como las dispersas.

Las muestras se tomaron una vez al mes en las mañanas, durante el período 1981-1984, penetrando en el mar hasta una profundidad a la altura de la cintura, que se puede considerar la

profundidad media utilizada para los bañistas normalmente y de los 30 cm superiores se llenaron los recipientes para OD, DBO, turbiedad, color, pH, cloruros y para la determinación de coliformes fecales (botella 120ml estéril).

Los análisis se efectuaron dentro de las 6 horas de recolectada la muestra con la metodología y equipo (4) que se resume en el cuadro No. 1.

- 3 Corales 2, Cerro Mocho, Cariari, Veracruz, Santísima Trinidad.
- 4 Corales 4, Cangrejos y Ciudadela El Bosque
- 5 Corales 1, y parte de Corales 2 y Pueblo Nuevo.
- 6 Zonas bajas (norte) de Limoncito, San Juan y La Colina.
- 7 Cieneguita hasta el aeropuerto.

CUADRO No. 1. Metodología y equipo utilizado en la determinación del estado sanitario de la playa de Limón.

Variable	Unidades	Método	Equipo
Color verdadero	mg/L Pt-Co	Colorimétrico	Aqua Tester Hellige
Turbiedad	(Formazina)	Nefelométrico	Hach 2100 A
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Volumétrico	
OD (‰ sat.)	‰	Winkler modificado con azida	
DBO	mg/L D B O	Incubación a 20°C durante 5 días	Incubador de baja temperatura Precisión Scientific Mod. 815
Cloruros	mg/L Cl <sup>-</sup>	Volumétrico	
Indice de Coliformes*	N.M.P./100ml	Tubos múltiples a 44,5°C	Incubadores a 35°C±0,8°C, baño maría a 44,5±0,2°C

\* Para la prueba presuntiva se usó el caldo lactosa y para la prueba confirmada a 44,5 el verde bilis brillante (5).

## ANALISIS DE RESULTADOS

### 1. Fuentes de Contaminación Puntuales

- 7 Los Cocos y margen derecha del río Limoncito.
- 8 Portete
- 9 Moín, zona industrial y RECOPE.

## SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

El estudio del alcantarillado sanitario se basó en la información obtenida en la oficina regional del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, en la observación de campo y en la consultoría del Plan Maestro del Gran Limón (1-3).

La ciudad de Limón drena sus aguas negras por medio de 9 cuencas, siendo las más importantes por densidad de población, las No. 1 y No. 2.

Cuenca No.	Zonas que comprende
1	Centro y Bo. Roosevelt
2	Santa Eduviges, Laureles, Corales 3,

### Colectores y red

El sistema existente en la ciudad de Limón se compone de 7 subsistemas:

- 1) El central, el más denso, compuesto aproximadamente por 15 000m de tuberías en diámetros que van de 150mm hasta 400mm y que descarga en la estación de bombeo del parque Robles.
- 2) El que va de Cerro Mocho, de menor densidad y de tipo más bien longitudinal compuesto aproximadamente por 1 800m, con diámetros hasta 200mm, que descarga al mar.

3) El de los Corales que termina en la Urbanización de RECOPE compuesto aproximadamente por 3 500m, en diámetros hasta 200mm que descarga al mar en Piuta.

4) Un pequeño sistema del Barrio Santísima Trinidad en diámetros menores, con 600m aproximadamente de tubería y que descarga al mar.

5) El Barrio Los Cangrejos que consta aproximadamente de 1 600m de tubería en diámetros que también descarga al mar.

6) El de Beverly Hills, que consiste en diámetros menores, (que no se encuentran aprobados por el A y A).

7) Un sistema menor de unos 250m de tubería en la Urbanización Corales 1 que descarga al río Limoncito (3).

El resto de la ciudad de Limón no tiene servicio de alcantarillado sanitario.

#### Bombeo

El sistema de bombeo de aguas negras localizado en el Parque Robles que descarga al S E de Parque Vargas, consta de 3 bombas centrífugas de succión simple de 10 HP cada una, 2 bombas de seguridad para el pago colector de 1/2 HP cada una y 2 trituradores de 3/4 HP. Las bombas se accionan automáticamente según el nivel del tanque receptor de forma incremental (3).

#### Estero de Cieneguita

Se conoce como estero de Cieneguita al río Limoncito, el cual sirve de receptor de todas las aguas negras del Barrio Los Corales 1 y Limoncito, que desemboca en el mar (playa de Cieneguita).

#### Aguas Pluviales

En el centro de Limón, cada cuadra tiene un colector de aguas pluviales que drenan hacia el mar.

#### Disposición Final

Todos los sistemas descritos carecen de

tratamiento alguno y descargan directamente a las playas a pocos metros de la orilla, originando elevados niveles de contaminación.

## 2. Fuentes de Contaminación Dispersas

En el cuadro No. 2 se resumen las fuentes de contaminación dispersas observadas en la ciudad de Limón.

#### Tratamiento de Basuras

El servicio de recolección de basuras lo presta la Municipalidad del cantón, recorriendo tres veces por semana cada barrio y diariamente la zona central.

El botadero de basura se encontraba hasta diciembre de 1984 en la localidad de Viscaya, cuyos terrenos de muy baja porosidad impiden la absorción del agua y crea pantanos. El tratamiento que se le dispensa a la basura es el mínimo y se reduce al cubrimiento con delgadas capas de arena provenientes de la playa. A partir de enero de 1985 se trasladó el botadero a Moín – frente a RECOPE.

## RESULTADOS DE LABORATORIO

En el cuadro No. 3 se presentan los valores promedios de los análisis físico—químicos y bacteriológicos de la playa de Limón en el período 1981—1984.

Los parámetros de color, pH, alcalinidad, D B O, cloruros (excepto estación E—6) no presentan variación significativa en las diferentes estaciones de muestreo.

Los parámetros de turbiedad,  $\text{O}_2$  saturación de O D y coliformes fecales, muestran una variación importante entre las diferentes estaciones de muestreo.

Los valores más altos en turbiedad y coliformes fecales se presentan en las estaciones E—3, E—4, E—5 y E—6. Los porcentajes de saturación de oxígeno tienden a disminuir en estos mismos puntos, precisamente donde se encuentra la mayor densidad de población (centro de Limón). Sin embargo, estos valores de  $\text{O}_2$  saturación de oxígeno son normales o aceptables por las pautas internacionales.

CUADRO No. 2. Identificación y Caracterización de Fuentes Dispersas de Contaminación en la playa de Limón.

Fuente	Localización	Desechos
Barcos, yates, botes pesqueros	Muelle de Moín y de Limón	Aceites, basuras, aguas negras, restos de peces
Turistas residentes locales	Playa Bonita, Portete, Cieneguita, Balneario Municipal Westfalia.	Basura, desechos sólidos, etc.
Movimiento marítimo (carga y descarga)	2 Muelles	Materiales de carga, granos, petróleo y fertilizantes, etc.
Edificios y Hoteles	Hospital, Hotel "Las Olas", etc.	Desechos domésticos, aguas negras, desechos de lavandería, etc.
Escurrimiento superficial	Areas de escurrimiento	Basuras, sólidos en suspensión, materia orgánica, etc.
Industrias en la Costa	Recope, pescaderías, Fertica, etc.	Grasas, aceites, restos de peces y fertilizantes.

CUADRO No. 3. Valor promedio de los análisis bacteriológicos y físico químicos en la playa de Limón, en el período 81-84.

Parámetro Estación	Color PT-Co	Turbiedad U.F.	pH	Alcalinidad mg/L	D B O mg/L	O D % Saturación	Cloruros mg/L	Coliformes Fecales NMP/100ml
E - 1	1,5	3,8	8,20	113	0,90	98	18 225	170
E - 2	1,5	4,5	8,15	115	1,00	94	18 308	800
E - 3	1,6	8,0	8,20	117	1,10	98	17 797	2 400
E - 4	2,4	6,7	8,20	112	1,10	96	17 294	5 400
E - 5	1,6	6,8	8,15	117	1,40	90	18 510	23 000
E - 6	5,7	7,6	8,10	114	1,30	93	16 742	5 400
E - 7	1,8	5,5	8,20	115	1,10	98	18 519	120
E - 8	2,5	5,6	8,20	116	1,00	103	18 351	160

En el cuadro No. 4 se presentan los valores máximos, promedio y mínimo de coliformes fecales/100ml en las 8 estaciones de muestreo (período 1981-1984).

Se observa que los puntos más alejados del centro de la población, E-1, E-7 y E-8, mantienen un promedio bajo de coliformes fecales (menor 200/100ml) por lo que cumplen con la gran mayoría de las recomendaciones internacionales (4. .7). Sin embargo, al observar máximos se nota que en ciertos momentos el número de coliformes fecales sobrepasa los 2 400/100ml, y con los valores mínimos hay momentos en que no hay presencia de coliformes, esto indica que estas estaciones están expuestas a

contaminaciones intermitentes.

En los puntos E-2, E-3, E-4, E-5 y E-6, el número de coliformes fecales es mucho mayor que lo que indican las normas, alcanzando los máximos hasta 240 000/100ml en el punto E-5. Al observar los valores mínimos se nota que, a excepción del punto E-2, todos los puntos siempre presentan coliformes durante los 42 muestreos realizados.

En la figura No. 2 se presenta el logaritmo de coliformes fecales contra las estaciones de muestreo. Esto permite visualizar que la mayor contaminación de la playa está en el centro de la población, es decir desde la Caja del Seguro Social (E-2) hasta Cieneguita (E-6) y que el punto más contaminado es el E-5.

**CUADRO No. 4.** Valores máximo, promedio y mínimo de coliformes fecales/100ml en la playa de Limón en el período 1981 – 1984.

ESTACION	MAXIMO NMP/100ml	PROMEDIO NMP/100ml	MINIMO NMP/100ml
E – 1	+ 2 400	170	0
E – 2	11 000	800	0
E – 3	+ 24 000	2 400	7
E – 4	+ 24 000	5 400	23
E – 5	240 000	23 000	23
E – 6	+ 24 000	5 400	4
E – 7	+ 2 400	120	0
E – 8	+ 2 400	160	0

En el cuadro No. 5 se presentan los valores máximo, promedio y mínimo del porcentaje de saturación de oxígeno en el período 1981–1984, se observa que los promedios de oxígeno están dentro de las normas, pero hay una tendencia a disminuir conforme se acerca a los puntos del centro de la población. Con respecto a los valores mínimos se nota que hay momentos en que el % de saturación de oxígeno, disminuye hasta 36%, (Punto E–5) siempre en los puntos del centro (E–2, E–3, E–4, E–5, E–6).

**CUADRO No. 5.** Valor máximo, promedio y mínimo del porcentaje de saturación de oxígeno en el período 1981 – 1984.

Parámetros Estación	Máximo % Saturación O <sub>2</sub>	Promedio % Saturación O <sub>2</sub>	Mínimo % Saturación O <sub>2</sub>
E – 1	103	98	85
E – 2	107	94	70
E – 3	109	98	75
E – 4	109	96	62
E – 5	106	90	36
E – 6	105	93	67
E – 7	108	103	90
E – 8	108	103	90

En el cuadro No. 3 también se nota que el punto E–6 presenta el mayor contenido de color y turbiedad, mientras que los cloruros son los más bajos de todas las estaciones de muestreo, esto muestra el impacto que tiene la desembocadura del “estero” o río Limoncito (agua dulce) en la playa de Cieneguita.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al analizar las fuentes de contaminación de la playa de Limón, se concluye que la más importante es la descarga de aguas negras del Alcantarillado Sanitario, siguiéndole el estero de Cieneguita y los dos puertos o muelles (Moín y Limón).

Los resultados de laboratorio durante estos cuatro años de estudio, demuestran que la mayor contaminación se presenta en el centro de la ciudad de Limón, esto es lógico ya que aquí es donde descargan las aguas negras del casco sur y norte, donde se encuentra la mayoría de la población. Los puntos alejados del centro, como son: Portete, Playa Bonita, Aeropuerto y Westfalia, son las playas de mayor afluencia de turistas (junto con Cahuita que no está en este estudio), presentan nivel de coliformes fecales/100ml menor de 200, sin embargo es notoria la tendencia de aumento de contaminación en un futuro muy cercano.

El porcentaje de saturación de oxígeno presentó en ocasiones, valores menores que el 90%, esto nos indica que pueden existir corrientes deficientes en oxígeno, o que la contaminación que sufre el mar en estas zonas hacen que el oxígeno disminuya por el proceso de biodegradación.

Desde el punto de vista salud pública, el bañarse en las aguas del centro de Limón (E–2, E–3, E–4, E–5, E–6) puede ser perjudicial para la salud. En las playas de Portete, playa Bonita, Aeropuerto y Westfalia, en este momento son aceptables para la recreación, sin embargo, si tomamos en cuenta las proyecciones de población, viviendas y alcantarillado sanitario para el año 2 000, en donde habrá 20 000 viviendas y más de 90 000 habitantes en la ciudad de Limón (3) y que la cobertura actual del alcantarillado es sólo del 25%, podemos decir que en un futuro muy cercano, Limón no tendrá playas aptas para el baño, ya que la contaminación fecal los hará inaceptables para la recreación.

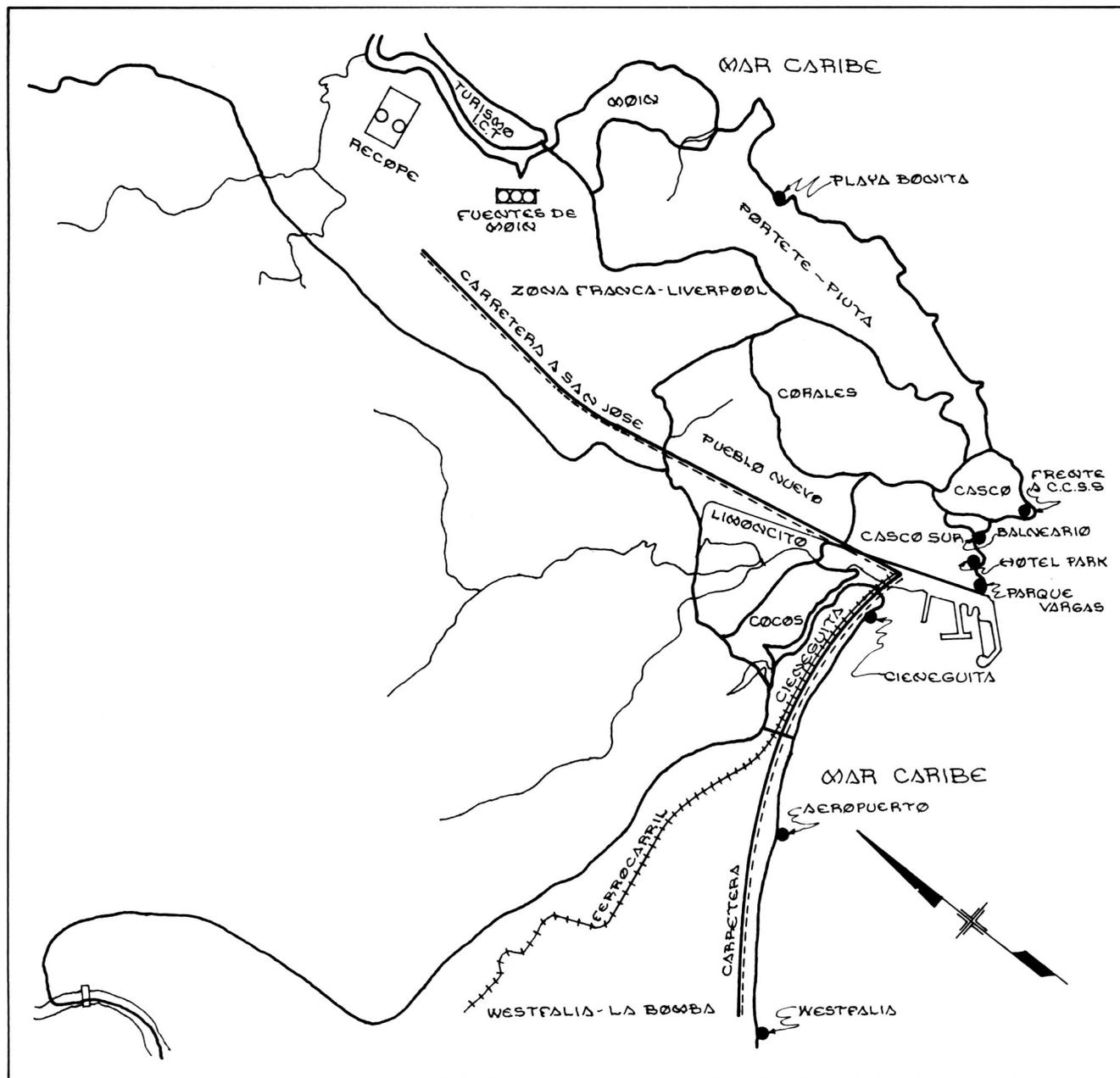


FIGURA No. 1. Sitios de toma de muestras para análisis de calidad de aguas.

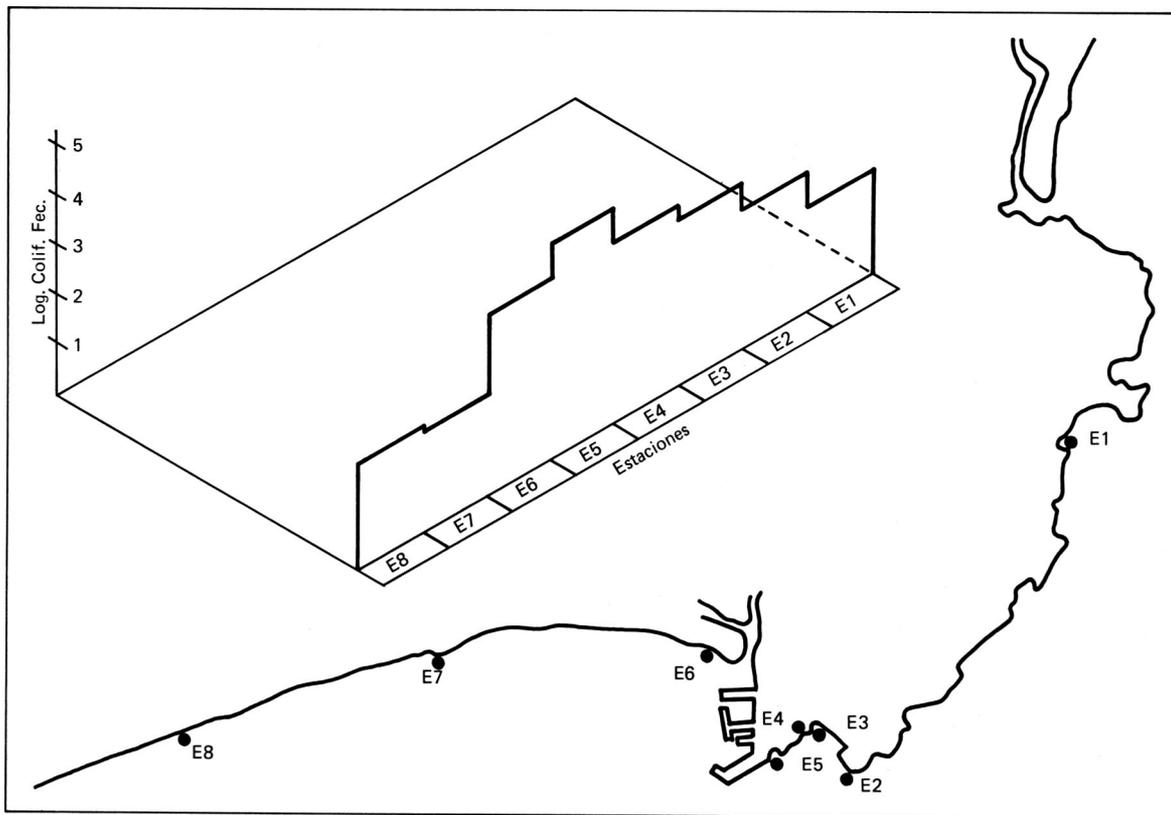


FIGURA No. 2. Log. Coliformes Fecales/100mL. vrs. estaciones de muestreo de la playa—Limón.

Por último se puede concluir que las corrientes de velocidad considerable, 7 cm/s frente a Moín y 40 cm/s entre la Isla Uvita y Puerto Limón, que tienen dirección S E paralela a la costa (3) transporta la contaminación desde Moín hacia Westfalia. Al incrementarse las descargas, en el futuro, los materiales contaminantes podrían afectar la playa de Cahuita.

El descargar las aguas negras sin ningún tratamiento, provoca la contaminación de las aguas de la playa de Limón, además de la evacuación de desechos industriales, como los de RECOPE, pescadería, barcos, etc. Por lo tanto se recomienda:

1. Buscar financiamiento por medio del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados para implementar un plan maestro en donde se estudie los tratamientos tanto físicos como biológicos de las aguas negras. (Emisarios submarinos, plantas de tratamiento y lagunas de estabilización).

2. Prohibir el bañarse en las aguas del centro de la ciudad (E-2, E-3, E-4, E-5, E-6), ya que si

bien es cierto en estos lugares no hay playa, sin embargo se encuentra el balneario municipal y en Cieneguita las personas acostumbran nadar.

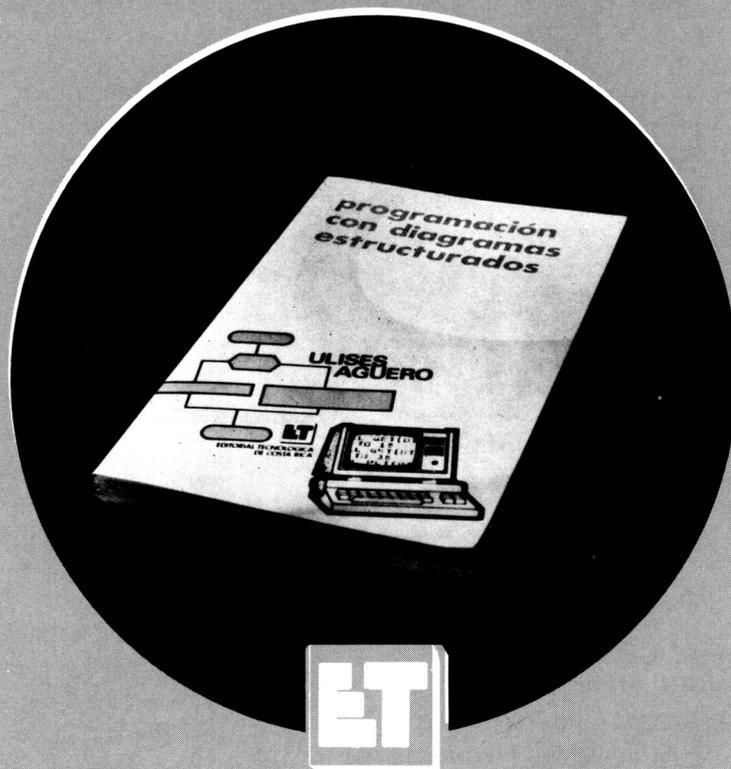
3. Exigir a las industrias el tratamiento previo de sus desechos, antes de enviarlos al mar.

#### LITERATURA CONSULTADA

1. Consultécnica S.A. Sociedad de Arquitectos e Ingenieros, 1982. **Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del Gran Limón.** Informe preliminar, Tomo I.
2. Consultécnica S.A. Sociedad de Arquitectos e Ingenieros, 1982. **Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del Gran Limón.** Informe preliminar – Cap. 4, 5.
3. Consultécnica S.A. Sociedad de Arquitectos e Ingenieros, 1982. **Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del Gran Limón.** Informe final.

4. APHA, AWWA, WPCF **Standard Methods of Examination of Water and Wastewater**. 15 ed. Washington 1975.
5. Rodier, J et al. **Análisis de las Aguas**. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España 1981.
6. Gordon M. Fair, John C. Geyer, Daniel A. Okun 1971. **Purificación de Aguas y tratamiento y Remoción de Aguas Residuales**. 1 era. edición. Tomo 2: pág. 11-47.
7. Stewart W. Reeder 1979. **Guidelines for Surface Water Quality**. Inland. Waters Directorate Water Quality Branch Vol. 1, pág. 20.
8. Ministerio de Economía y Comercio, Dirección General de Estadística y Censos. **Censos 1984, por provincia, cantones y distritos**.

## PROGRAMACION CON DIAGRAMAS ESTRUCTURADOS



EDITORIAL TECNOLÓGICA DE COSTA RICA