

Bol. Cient.	Cartagena (Colombia)	No. 10	Mayo 1992	Pag.3 -12	ISSN 0120-0542
-------------	-------------------------	--------	--------------	-----------	----------------

ESTADO ACTUAL DE LA BAHIA DE CARTAGENA V/S CONTAMINACION

*Por: CF Jorge Urbano Rosas**

RESUMEN

El grado de contaminación de un cuerpo de agua como la Bahía de Cartagena, está directamente relacionado con la dinámica existente en el área; de allí el interés por dar a conocer la verificación de las corrientes marinas a través de sensores remotos (imágenes de satélite).

Con estudios específicos sobre algunos sectores de interés en la Bahía, será posible determinar con precisión las áreas que actualmente están recibiendo el mayor efecto negativo de las diferentes clases de contaminantes presentes en los cuerpos de agua de la misma. La información relacionada con los volúmenes de contaminantes, ha sido suministrada parcialmente por el Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables (INDERENA) y complementada con los estudios anteriores del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH).

El presente trabajo además de resaltar los volúmenes de contaminantes en la Bahía, busca dar a conocer la importancia que para el efecto puede tener la aplicación de las imágenes de satélite en la difusión y desplazamiento de dichos contaminantes; el CIOH tiene disponible la infraestructura necesaria para llevar a cabo esta clase de estudios y análisis.

INTRODUCCION

El estado de contaminación de los cuerpos de agua de la bahía de Cartagena, se viene estudiando desde hace dos décadas por diferentes entidades, principalmente por la Dirección General Marítima (DIMAR) y el Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables (INDERENA). La realidad del problema y sus soluciones son conocidas ampliamente a todo nivel; el presente estudio relaciona la aplicación de la más reciente tecnología de imágenes de satélite.

Durante el último decenio se han logrado importantes avances en este sector, principalmente sobre estudios básicos de contaminación marina en las aguas de la Bahía, condiciones físico-químicas de las mismas, dinámica y dispersión de contaminantes, principalmente fuentes de contaminación de los ecosistemas de la Bahía, estudios sobre usos actuales y potenciales, etc. Sin embargo, su correlación hasta diseñar las bases técnicas para recomendar un plan de ordenamiento ambiental, aún se encuentra en desarrollo.

Importantes estudios ha llevado a cabo el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH)-DIMAR en la bahía, tales como el: "Estudio de la Contaminación por Mercurio en 1977" - Estudio integral de la contaminación de la Bahía, realizado conjuntamente con la Universidad de Miami y el INDERENA entre 1979 y 1981 y el monitoreo de residuos de petróleo, llevado a cabo entre 1985 y 1991, como parte de las actividades que por ley le corresponden a DIMAR; así mismo, como una contribución al Proyecto Internacional del Programa sobre Vigilancia de la Contaminación por petróleo en el Caribe colombiano (CARIPOL) de la Subcomisión de la COI para el Caribe y regiones adyacentes (IOCARIBE).

Los resultados de la evaluación de los niveles de contaminación obtenidos a través del monitoreo continuo por parte del CIOH-DIMAR e INDERENA, han demostrado como principal fuente de contaminación los vertimientos de aguas negras, alcantarillado sanitario y basuras

* Oceanógrafo Físico. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. A.A. 982 Cartagena Colombia.

de la población nativa y turismo de la ciudad de Cartagena de Indias. Actividad que es preocupante por sus repercusiones sobre la comunidad, generando afloramiento de Coliformes (bacterias fecales y otras), acompañadas regularmente por estreptococos, hongos, amibas y otros patógenos de alto riesgo, que pueden causar enfermedades infectocontagiosas, principalmente durante la época de lluvias, en algunas áreas costeras de la Bahía de Cartagena.

1. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La Bahía de Cartagena, Cartagena (Bolívar) Colombia se encuentra localizada entre latitud $10^{\circ}26'N - 10^{\circ}16'N$ y longitud $75^{\circ}30'W - 75^{\circ}36'W$.

Se considera por definición geológica una bahía (schaus, S.H.1974); sin embargo tiene una fuente significativa de aguas fluviales provenientes del Canal del Dique que aporta aguas del río Magdalena, en el extremo sur de la Bahía, y orientado en tal forma que el aporte fluvial está dirigido hacia el norte. Presenta además dos entradas de renovación de aguas oceánicas, Bocachica y Bocagrande (figura 1).

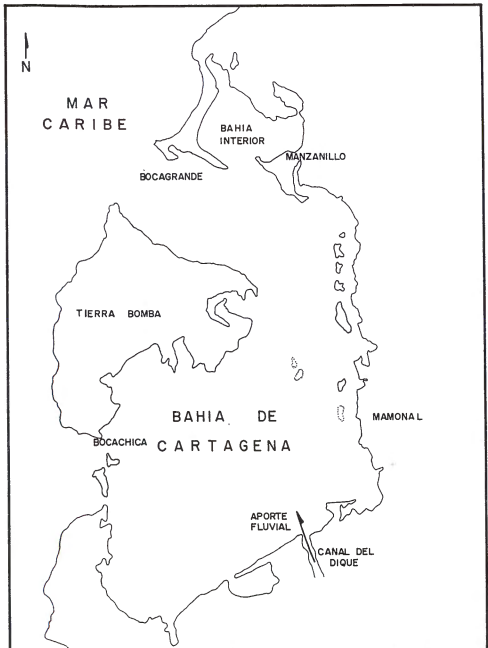


FIG. No. 1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

Sus playas exteriores están formadas especialmente de arenas calcáreas y cuarzosas, y el fondo de la Bahía está cubierto

de sedimento arcillosolimosos.

Los fenómenos de deriva litoral han permitido la construcción progresiva de formaciones arenosas en Bocagrande, Castillogrande y Laguito (Vernette G.1978).

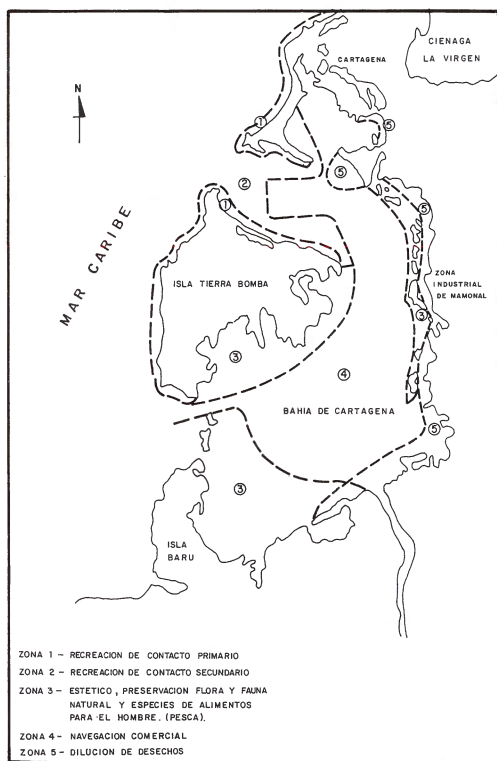
La configuración de este recipiente marino y las corrientes de agua que recibe, le han valido el calificativo de estuario. Sus dimensiones son de 12×6 Km. para un área aproximada de 72 km^2 y una profundidad media de 21 m. Los caños segados por la sedimentación natural, las basuras urbanas y la barrera submarina construida durante la colonia (Escollera) más una diferencia de mareas que no pasan de dos pies determinan un semi-embalse de 1.600 millones de metros cúbicos de agua que recibe aportes contaminantes por diferentes vías.

Sobre la parte sur-oriental está situada la zona industrial de Mamonal con cerca de 50 industrias que vierten a la Bahía aproximadamente 200.000 metros cúbicos por día, de aguas residuales de procesos industriales y 25.000 kg/día de residuos orgánicos e inorgánicos. En la parte norte y nor-oriental, se sitúa la Ciudad de Cartagena con una densidad de población de aproximadamente 700.000 habitantes, cuyos residuos domésticos van a dar directamente a la Bahía, mediante los desagües de Bocagrande, Laguito, Bahía de las Animas y Cuatro Bocas, frente a la factoría de Purina; éstos vierten diariamente cerca de 60.000 metros cúbicos de aguas negras, además de 50.000 metros cúbicos/día de residuos orgánicos e inorgánicos de media población que carece de alcantarillado; no han sido cuantificadas las descargas furtivas o abiertas de aguas de sentinas de tanques y el de lastre no autorizado de buques-tanques.

Como consecuencia, la Bahía de Cartagena ha sufrido un proceso de zonificación natural, obedeciendo a los usos que se le ha dado durante los últimos años; este tipo de zonificación ha alcanzado un reconocimiento indirecto por parte de las autoridades y la población que convive en el área de Cartagena (figura 2).

2. DINAMICA DE LA BAHIA

En la época de lluvia, el Canal del Dique tiene mucha influencia sobre los movimientos superficiales y genera una capa de agua liviana y salobre que tiene desplazamiento general



hacia el norte.

El viento por su continuidad y velocidad, favorece el intercambio profundo y completo de las aguas de la Bahía, acentuando la llegada de agua del mar por el fondo (Bocachica). Se observa entonces un movimiento superficial de dirección global hacia el sur y una circulación profunda hacia el norte.

En la época de los vientos las aguas del Dique están pegadas contra la orilla de la Bahía, bajo el efecto del roce del viento en la superficie. Esto induce en profundidad, una corriente de compensación orientada del sur hacia el norte (Foto A).

Un poco más tarde en la estación de lluvias, las aguas del Dique empiezan a invadir la Bahía (Foto B). La progresión de la "Pluma Turbia" se desarrolla hacia el norte subiendo en el sentido contrario de las manecillas del reloj. Salen por Bocachica y, a medida que la calma del viento aumenta, y que la dinámica global disminuye, se orientan hacia Bocagrande, penetrando hasta la Bahía Interna.

Siguiendo la progresión en el ciclo anual se

llega al "Veranillo de San Juan". Los vientos recobran fuerza y soplan con más regularidad. Con esta nueva dinámica las aguas del Dique subsisten en los bordes este y oeste de la Bahía desapareciendo totalmente en su centro, es un período de acción progresiva.

Al entrar en la parte intensa de la época de lluvia, el mismo proceso se repite; salida superficial de las aguas del Dique por Bocachica y luego por Bocagrande. En octubre las aguas del Dique cubren un mayor porcentaje de la Bahía con un espesor cercano a los 15m; alcanzando 22m en la desembocadura del canal y biselándose en Bocachica a una profundidad de 5m.

Una vez que regresan los vientos Alisios, la predominancia de las aguas del Dique disminuyen; las aguas vuelven a tener su salida superficial por Bocachica y se acumulan de nuevo contra los flancos sur-este de la Bahía

La desaparición de estas aguas del Dique se hace por mezcla progresiva con las aguas de la Bahía, lo que tiene como resultado una disminución en la salinidad global de las aguas. Pero la densidad observada en la época de los vientos es mucho más elevada en la época de lluvia. Esto comprueba la existencia de aportes de aguas del mar dentro de la Bahía.

Debido a la topografía de la Bahía de Cartagena los aportes de agua se efectúan por Bocachica, hasta una profundidad de 20m y por Bocagrande hasta una profundidad máxima de 2m.

En el área exterior adyacente a Bocachica las masas de agua más saladas se encuentran por debajo de las capas de agua que salen de la Bahía. En Bocachica a los 4m de profundidad las aguas no penetran, pero a los 6m ya se detecta el flujo de aguas marinas con dirección hacia el interior de la Bahía (figura 5). En la parte sur se localizan por debajo de los 15m, mientras tanto al norte se encontraron desde el fondo hasta los 5m de la superficie.

La dinámica de la Bahía está directamente relacionada con la distribución de las diferentes fuentes de contaminantes; en la época de lluvias cuando los vientos son de menor fuerza y de dirección más variable, el arrastre de las sustancias mezcladas y materias en suspensión afecta una mayor extensión de la Bahía hacia la parte norte y oriental, debido a que el valor de las corrientes originadas por el efecto del Canal

del Dique presenta mayores valores (figura 3). Durante esta época, el extremo norte de la Bahía, o Bahía Interior tiene un comportamiento

altamente estático, concentrando partículas y sustancias diferentes a la condición normal de la Bahía.

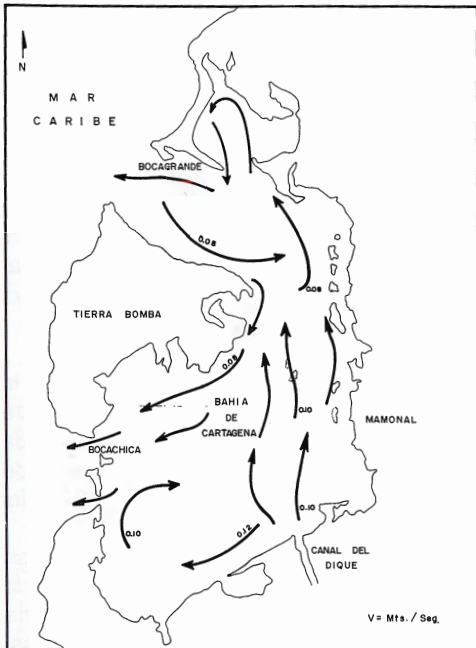


FIG. No. 3. COMPORTAMIENTO DE LAS CORRIENTES SUPERFICIALES DEDUCIDAS DE LA IMAGEN SPOT. JUN /86. EPOCA REDUCIDA DE VIENTOS.

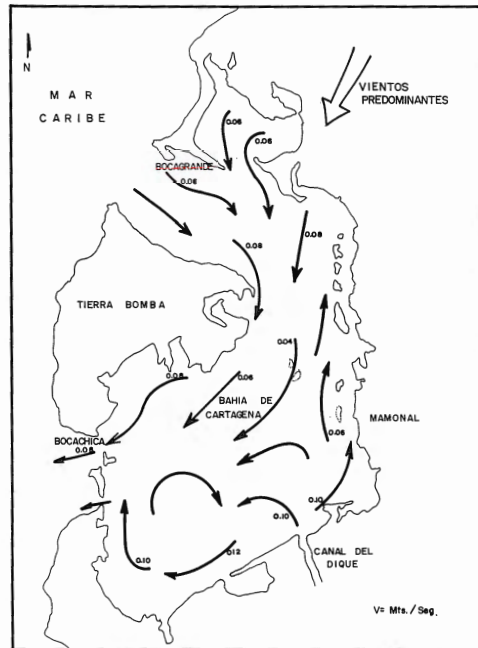


FIG. No. 4. COMPORTAMIENTO DE LAS CORRIENTES SUPERFICIALES DEDUCIDAS DE LA IMAGEN SPOT. NOV /87. EPOCA DE INCREMENTO DE VIENTOS

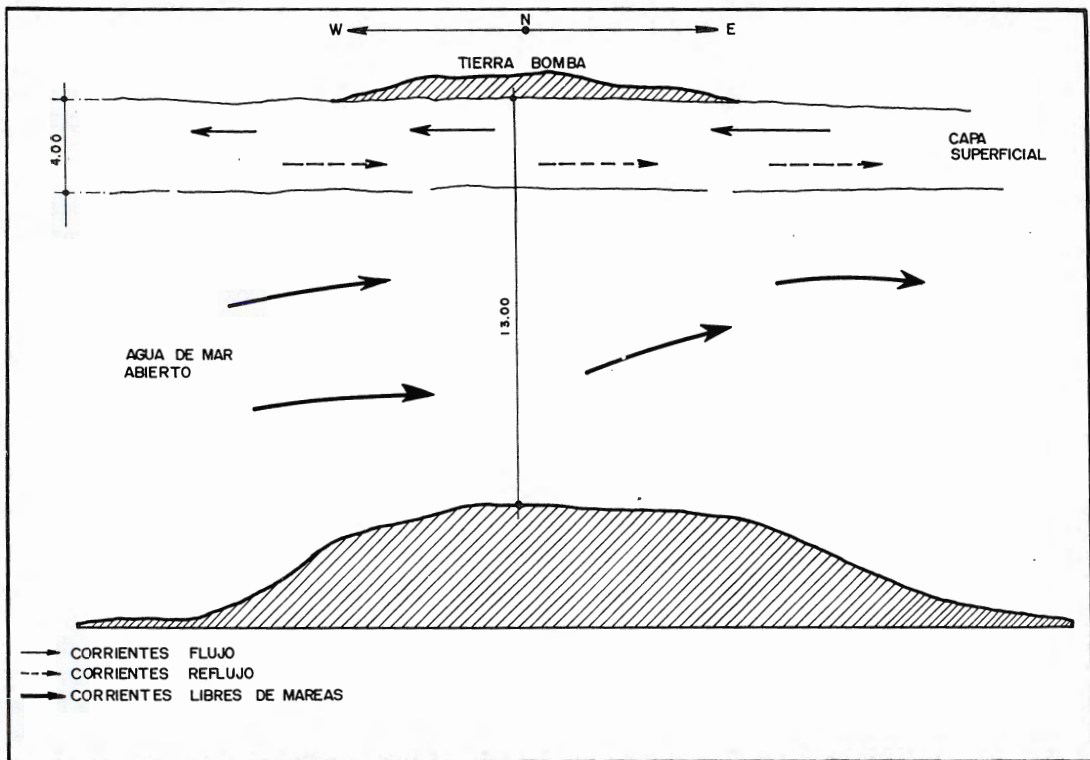


FIG. No. 5. CORRIENTES PREDOMINANTES CANAL DE BOCACHICA

La Bahía sufre un período de depuración superficial durante la época de vientos, ya que estos inducen corrientes de dirección nort-sur, que obliga el desplazamiento de las aguas superficiales hacia el sur de la Bahía, permitiendo un mayor intercambio de aguas entre la Bahía interior y el resto del área (figura 4).

3. ESTUDIOS REALIZADOS EN LA BAHIA

Cerca de 350 estudios relacionados con la contaminación, condiciones oceanográficas e hidrodinámicas, han sido realizados en la Bahía de Cartagena, por diferentes entidades nacionales e internacionales, en las últimas dos décadas. Entre los estudios más destacados cabe mencionar los siguientes, con sus principales actividades y resultados:

3.1 Estudio de la Contaminación con Mercurio en la Bahía de Cartagena CIOH-U. NACIONAL-INDERENA (1977-1978).

En 1976 el Gobierno de Colombia y la FAO concentraron un acuerdo entre el CIOH y el Instituto Sueco para el Estudio de la Contaminación del Agua y Atmósfera (IVL), contando con la colaboración del INDERENA, la Universidad Nacional y el municipio de Cartagena.

Se determinó que las concentraciones de mercurio encontradas constituían un riesgo para la salud, pero que gracias a las condiciones generales de la Bahía, era posible una disminución relativamente rápida de las concentraciones de mercurio. Se calculó que en seis años podría llegarse a niveles inferiores de 0.5ppm en todos los peces afectados, siempre y cuando no se produjeran nuevas descargas.

3.2 Estudio Integral de la Contaminación de la Bahía de Cartagena CIOH-U. MIAMI -INDERENA (1979-1982).

En abril de 1979 se inició el estudio integral de la Contaminación de la bahía de Cartagena, con participación de científicos de la Universidad de Miami y personal del CIOH.

El objetivo principal fue determinar en tiempo y espacio los parámetros físico-químicos que pueden ser correlacionados con los estudios biológicos de la Bahía de Cartagena.

Entre los resultados más importantes, obtenidos durante la ejecución de este proyecto, se cuentan: La capacitación de personal profesional y técnico de universidades e institutos colombianos y la identificación y evaluación de las principales fuentes de contaminación de la Bahía de Cartagena.

3.3 Programa sobre Vigilancia de la Contaminación por Petróleo en el Caribe Colombiano (CARIPOL/COLOMBIA). DIMAR-CIOH-COLCIENCIAS-OEA-IOCARIBE, 1985-1991.

Este proyecto, cuyo objetivo fundamental es el de llevar a cabo un continuo monitoreo de la contaminación por residuos de petróleo en el Caribe colombiano, se inició desde 1985 en la Bahía de Cartagena, como una de las actividades que por ley le corresponden a DIMAR, participando en el programa internacional de IOCARIBE sobre "Investigación, Vigilancia y control de Contaminación por Petróleo en el Caribe y Regiones Adyacentes, CARIPOL".

Hasta el presente se ha cubierto aproximadamente el 80% del litoral Caribe colombiano, desde bahía Cispatá hasta Castilletes, incluyendo la Bahía de Cartagena y San Andrés. Información que ha sido básica para la elaboración del Plan Nacional de Contingencias contra derrames de hidrocarburos, especialmente en la Bahía de Cartagena.

3.4 Programa de Investigación y Control de la Contaminación Marina en los Cuerpos de Agua de la Bahía de Cartagena. Caños y Lagos - INDERENA 1984-1986.

Mediante un estudio integral que duró tres años de todos los cuerpos de agua de la Bahía de Cartagena, caños y lagos interiores, así como las zonas adyacentes (Ciénaga de Tesca), el INDERENA diagnosticó el estado de contaminación de estos efluentes, industriales y domésticos, y cuantificación de los niveles de contaminantes, así mismo se plantearon soluciones a corto, mediano y largo plazo.

3.5 Estudio Integral del Control de Contaminación de la Bahía de Cartagena y sus Areas de Influencia. FONADE 1980-1981.

Durante dos años el FONADE a través de la firma Ingenieros Consultores, realizó un estudio

integral para el control de la contaminación de la Bahía de Cartagena y sus áreas de influencia. En este estudio se realizó un diagnóstico de la situación, se determinaron las fuentes de contaminación y se cuantificaron los principales contaminantes. Así mismo, se plantearon soluciones a mediano y largo plazo.

3.6 Caso de Contaminación Cuerpos de Agua Cartagena de Indias - INDERENA-DIMAR-CNT-CTCM-CCO- 1988.

Mediante un informe ejecutivo, las mencionadas entidades realizan una evaluación del estado de contaminación de los cuerpos de agua de Cartagena de Indias (bahía, caños y lagunas), utilizando para ello numerosos estudios realizados por DIMAR e INDERENA en los últimos diez años; los aspectos más importantes de destacar fueron los siguientes:

- a) La realidad del problema y sus soluciones, son conocidas ampliamente a todo nivel, sin que hasta la fecha, se hayan elaborado programas para obtener eficientes soluciones.
- b) Los niveles de contaminación obtenidos a través del monitoreo continuo por la DIMAR e INDERENA, demuestran un incremento cada vez más preocupante (de contaminación microbiológica) con incidencia directa sobre la población nativa y el turismo de la ciudad de Cartagena, especialmente durante el invierno en zonas de importancia socioeconómica.

3.7 Proyecto Bioensayos y Pruebas de Toxicidad de Algunos Contaminantes en Organismos Marinos Indicadores. DIMAR-CIOH. 1989- 1990.

El objetivo principal de este proyecto ha sido la adecuación y dotación de un laboratorio especializado de bioensayos, así como la realización de pruebas letales y subletales de petróleos, pesticidas y metales pesados con algunos organismos marinos de la Bahía de Cartagena. Este proyecto es también una contribución de Colombia a través de DIMAR/ CIOH al programa del PNUMA en el Gran Caribe, ha sido base para los estudios de calidad de las aguas litorales del Caribe y Pacífico colombiano.

3.8 Plan Nacional de Contingencia Contra Derrames de Petróleo DIMAR/CIOH/CCCP- 1989.

La dirección General Marítima como entidad rectora, elaboró durante 1989, a través del CIOH y el Centro de Control de Contaminación del Pacífico (CCCP), el Plan Nacional de Contingencias Contra Derrames de Petróleo (PNC), el cual se pondrá en ejecución tan pronto se apruebe el decreto reglamentario respectivo que se encuentra actualmente en estudio. Se consideraron cuatro áreas críticas en el Caribe y dos en el Pacífico, dentro de las cuales está la Bahía de Cartagena.

4. SITUACION ACTUAL

4.1 Fuentes de Contaminación

Las conclusiones de más de 350 estudios elaborados a través de los años, son coincidentes en afirmar que la contaminación se presenta en cuatro formas críticas en esta zona.

1. Vertimientos de aguas negras, alcantarillado sanitario y basuras. (Figura 6).
2. Aportes provenientes del Canal del Dique.
3. Descargas industriales.
4. Vertimientos de hidrocarburos en sus diferentes formas y transporte

De estas cuatro, la más preocupante por sus repercusiones sobre la comunidad es la que se refiere al vertimiento de aguas negras descargadas directamente y las basuras, las cuales generan el afloramiento de Coliformes (bacterias fecales y otras), acompañadas regularmente por estreptococos, hongos, amibas y otros patógenos de alto riesgo, que pueden causar enfermedades infectocontagiosas, y en cuyo caso han sobrepasado en miles de veces, los límites permisibles para la salud humana.

Los niveles de contaminación por Coliformes se presentan en forma crítica en épocas de lluvia (mayo a noviembre).

4.2 DISCUSION

La ciudad de Cartagena de Indias con una población de 700.000 habitantes, tiene una red de alcantarillado que cubre un 60% de la

población y cuyas descargas llegan a la Bahía en un 40% y a la ciénaga de Tesca en un 60%, sin ningún tratamiento; el otro 40% de la población que no cubre el alcantarillado, va directamente a los caños y lagunas internas.

Sobre la Bahía de Cartagena, existe un emisario submarino principal frente a la Isla de Manzanillo y ocho descargas de emergencia que se han convertido en permanentes. Lo anterior se agrava debido al comportamiento hidrodinámico de la Bahía, caños y lagunas, ya que influyen las corrientes superficiales y profundas en la distribución y transporte de estas descargas hasta las playas de Castillogrande, el Laguito y Bahía Interna.

5. CONCLUSIONES

1. Las aguas de la Bahía de Cartagena, están siendo afectadas básicamente por cuatro tipos de contaminación; sin embargo, de estas cuatro la producida por vertimientos de aguas negras, del alcantarillado, y el Canal del Dique son las

más preocupantes, ya que en el primer caso, los niveles han sobrepasado los límites permisibles y los efectos sobre la población son directos; mientras que en el segundo caso, el aporte de sedimentos y contaminantes es continuo.

2. Los cuerpos de agua de la bahía de Cartagena sufren alta contaminación microbiológica como consecuencia del incremento del volumen de descargas del alcantarillado y aguas negras directas. De tal manera que la conjugación de las descargas de estos emisores y el régimen de circulación de aguas de la Bahía, favorecen la permanencia de Coliformes en niveles no permisibles en algunos sectores turísticos, principalmente durante el invierno.

3. El estado de la concentración de vertimientos y sustancias en la Bahía es dependiente de la densidad específica de las mismas, aquellas que se mantienen entre la superficie y los primeros 4m de profundidad están sometidas al proceso de intercambio con el mar abierto.

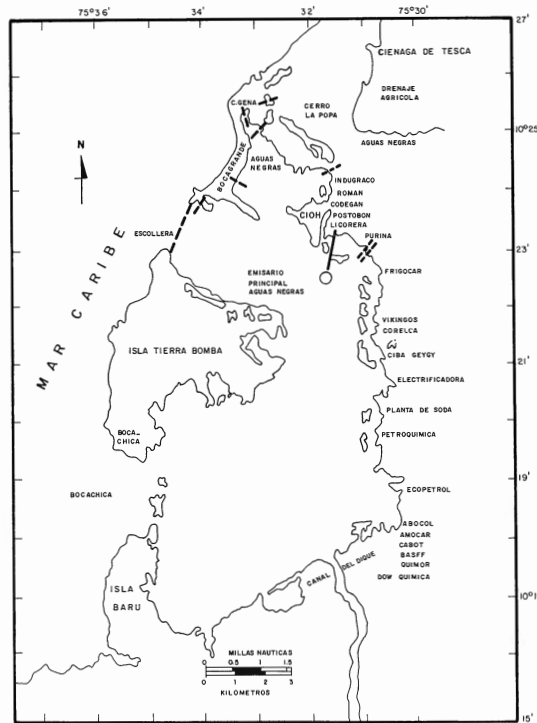


Fig. 6. PRINCIPALES EMISARIOS Y EFLUENTES

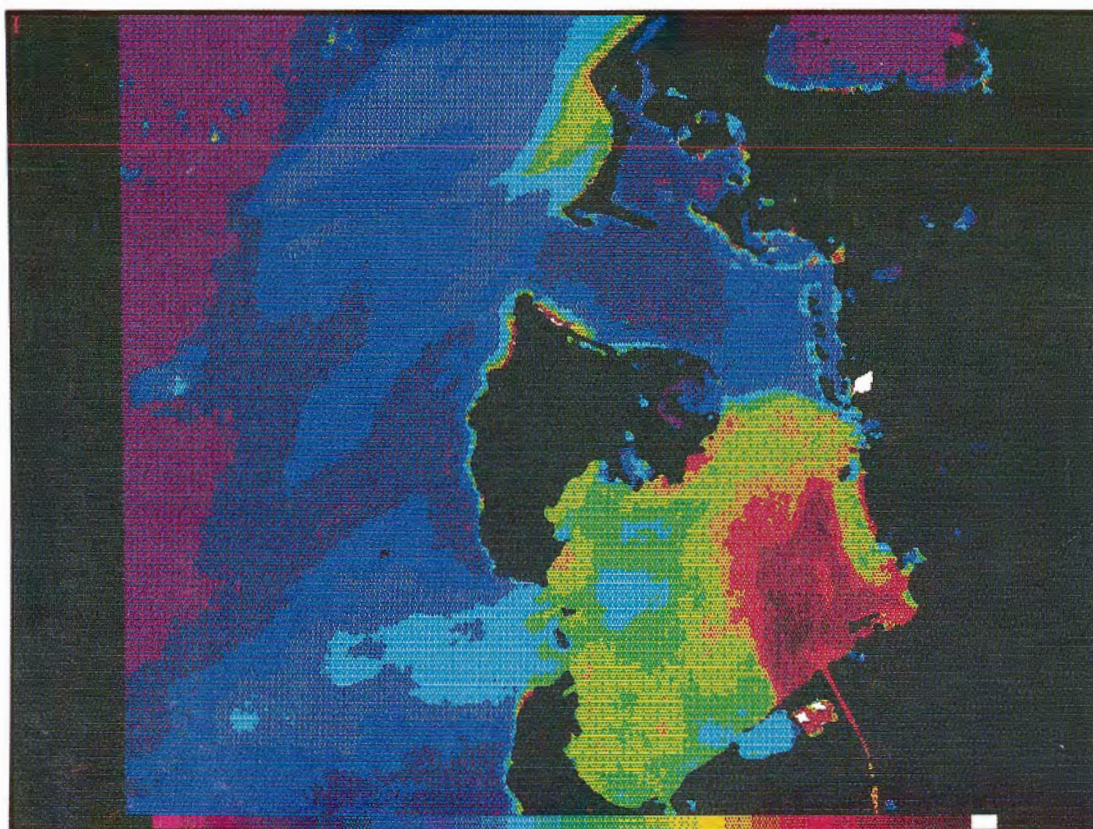


FOTO A: SISTEMA ANALISIS DE IMAGENES DE SATELITE
IMAGEN: SPOT. NOV. 11/87
AREA: BAHIA DE CARTAGENA
ESTUDIO: SOLIDOS EN SUSPENSION

SE OBSERVA UNA PEQUEÑA CONCENTRACION EN EL NORTE, OTRA CONCENTRACION MAS SIGNIFICATIVA EN EL SUR, PRODUCTO DE LA PLUMA SEDIMENTARIA DEL CANAL DEL DIQUE QUE LLEGA HASTA EL SUR DE LA ISLA COCOSOLO DONDE ES FRENADA POR LA CORRIENTE QUE ENTRA POR BOCAGRANDE.
HAY UNA MANCHA QUE ALCANZA A SALIR A LA BAHIA POR BOCACHICA Y EL VARADERO.

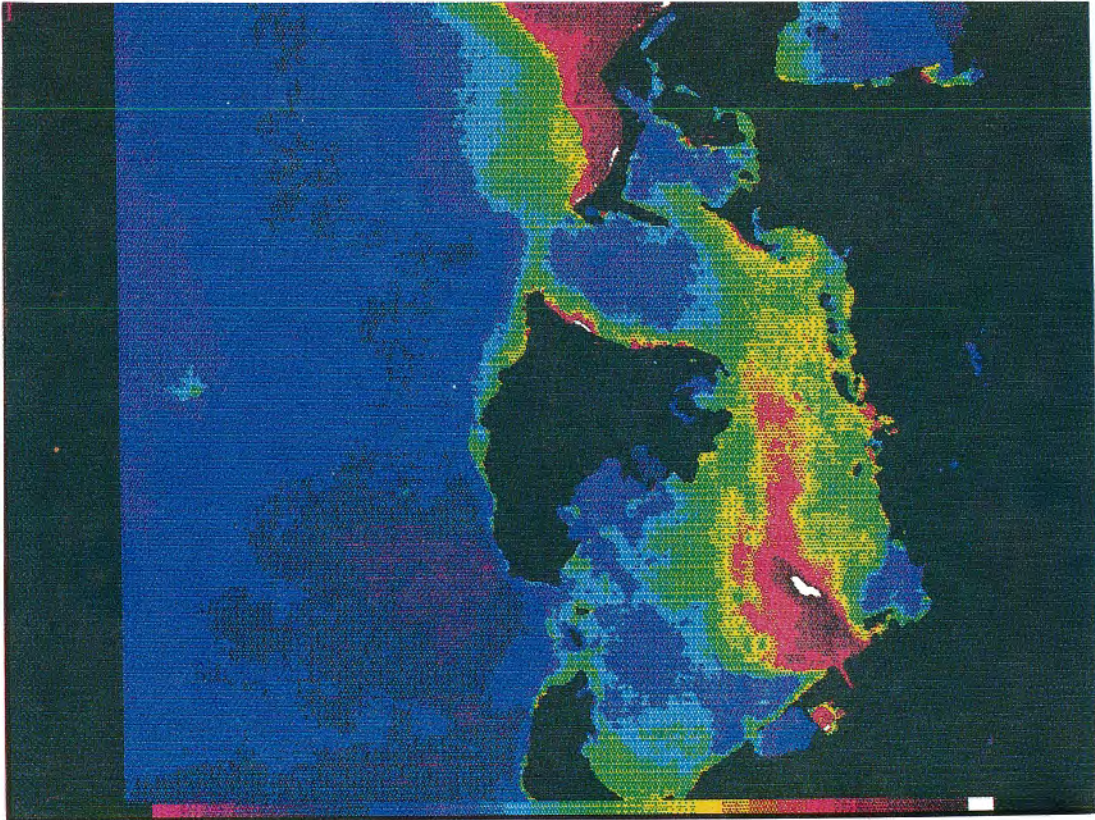


FOTO B: SISTEMA ANALISIS DE IMAGENES DE SATELITE
IMAGEN: SPOT. MARZO 27/86
AREA: BAHIA DE CARTAGENA
ESTUDIO: SOLIDOS EN SUSPENSION

- SE OBSERVA UNA GRAN CONCENTRACION DE SOLIDOS EN TRES AREAS:
- 1 AL NORTE PRODUCTO DE LA DERIVA LITORAL Y LA EROSION
 - 2 LA PLUMA DEL CANAL DEL DIQUE QUE SE EXTIENDE HASTA LA ISLA DE MANZANILLO
 - 3 DE MENOR GRADO EN EL NORTE DE T. BOMBA PRODUCTO DEL OLEAJE.

BIBLIOGRAFIA

- GARAY J.A. Jurado E.A. 1981. Contribución al Estudio Oceanográfico Químico de la Bahía de Cartagena. Tesis de grado. Universidad Nacional Bogotá.
- GUILLEN O. Rondan R.I. 1972. Análisis químico y de productividad en el agua de mar. IMARPE, Lima.
- AQUINO R. 1977. Análisis Químico de Agua de Mar por Instrumentación. Proyecto Multinacional de Ciencia del Mar. OEA, IMARPE, Callao, Perú.
- IVANOFF A. 1977. Introducción al'Ocenographie. Libraire Vuibert Paris.
- KLINGEBIEL A., Vernet G. 1976. Marine Geologie Research on the Colombian Caribbean Shelf. Symposium CICAR II, Caracas, Venezuela, p 393-398.
- LARRAS J. 1971 Estuaires, lagunes et delta. Edition Eyrolles Paris.
- LECLER J. P. 1972 Playas de Cartagena. Estudio en Modelo Reducido. Rapport LCHE- LEH. Bogotá, 57p.