

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA BAHÍA DE JARAMIJÓ - PROVINCIA DE MANABÍ DURANTE EL AÑO 2008

Ana Rodríguez de Morán ⁽¹⁾

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la Bahía de Jaramijó de la provincia de Manabí durante el año 2008, como parte del macro proyecto “Caracterización de la Costa Ecuatoriana” que viene desarrollando el INOCAR, con la finalidad de contribuir en el uso adecuado de los recursos y el medio ambiente.

Se caracteriza y evalúa los resultados obtenidos en el estudio de calidad de agua de la Bahía de Jaramijó, tomando en consideración los promedios y su comportamiento en cada nivel estudiado en las dos épocas del año (húmeda – seca) y en los dos estados de marea (flujo – reflujo) de los diferentes parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Durante el estudio se estableció que, las aguas marino costera de la bahía de Jaramijó, no presentan contaminación de origen orgánica ni peligro significativo al ecosistema ya que sus características químicas y microbiológicas mostraron buena oxigenación lo que está relacionado directamente con las bajas concentraciones de DBO₅, rangos aceptables del pH, casi ausencia de nitrito, valores relativamente bajos de fosfato y nitrato a excepción del silicato que mostró las mayores concentraciones en la época seca lo que probablemente estuvo relacionado con la abundancia de la biomasa celular específicamente de las especies *Coscinodiscus excentricus*.

La carga bacteriana (Coliformes totales y fecales) no reportó problemas de contaminación por microorganismos patógenos, a excepción de un sitio muy puntual donde se registraron concentraciones superiores al nivel permisible establecido en la Legislación Ambiental Ecuatoriana.

A pesar de que se evidencia la presencia de Hidrocarburos Disueltos y Dispersos del petróleo (HDD) en la época seca durante el flujo, tales concentraciones se encuentran muy por debajo del nivel permisible establecido en la Norma UNESCO 1976, no ocasionando problemas de contaminación de este tipo de contaminante.

Palabras Claves: contaminación, concentración, oxígeno, nutrientes

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR.- P.O.Box, 5940, Guayaquil-Ecuador

ABSTRACT

The current research was developed in Bahía of Jaramijo in the province of Manabí during 2008, as part of the major project: “Characterization of the Ecuadorian Coast” that has been developing by INOCAR, in order to contribute to the proper use of resources and the environment.

It characterized and assesses the results obtained in the research of the quality of water of Bahía of Jaramijo, taking into consideration the averages and their behaviour in each level studied in two different season in the year(wet- dry) and in two tide condition(ebb and flow) of the different parameter: physical, chemical and microbiological.

During the research was established that coastal marine waters of Bahía of Jaramijo, not show pollution of organic origin neither significant risk to the ecosystem as their chemical characteristics and microbiological showed good oxygenation that is related directly with low concentration of DBO_5 , acceptable ranks of PH, nearly nitrite absence, relatively low values of phosphate and nitrate except for silicate that showed the highest concentration in dry period which was probably related with the abundance of cellular biomass specifically of the *Coscinodiscus excentricus* species.

Bacterial load (total coliform and faecal) not reported microorganism pathogen contamination problems, except for a very specific site where was registered concentration above the permissible level, established in the Ecuadorian environmental legislation.

Despite it evidence the presence of dissolved and dispersed hydrocarbon from petroleum (HDD) in dry period during the flow, such concentrations are below the permissible level established in UNESCO Standard 1976, causing no pollution problems of this kind of pollutant.

Key Words: Pollution, concentration, oxygen, nutrient.

INTRODUCCIÓN

La franja costera ecuatoriana es una zona de un ancho variable de 20 a 200 Km. y con una longitud de 530 Km, se ubica paralela y muy próxima a la línea de costa. Es un área en la cual se sitúan las más importantes aglomeraciones urbanas del país, siendo sus principales puertos Esmeraldas, Manta, Guayaquil y Puerto Bolívar, en la zona costera se realizan diferentes actividades como pesca comercial e industrial, agricultura, acuicultura, turismo, recreación, distribución de combustibles, explotación de gas, entre otras, algunas de ellas como la pesca se han visto afectadas por la presencia de eventos climáticos tales como El Niño y/o La Niña, donde el problema más grave es el aumento de la temperatura lo cual ha generado una disminución de ciertas especies marinas.

La gran diversidad de recursos existentes a lo largo de la franja costera considerada una zona altamente productiva, la existencia de una gran cantidad de industrias que operan a lo largo de la misma y los muchos asentamientos poblacionales que no cuentan con un buen sistema de evacuación de aguas servidas y que algunas tienen una salida directa al medio marino lo que sobrepasa su capacidad de descarga provocando problemas graves de contaminación deteriorando el ecosistema, es necesario que cada una de ella tengan un plan de manejo ambiental, para el cual deberán contar con información de línea de base ambiental que les ayuden y guíen en el desarrollo de los mismos.

La Bahía de Jaramijó forma parte de esta gran extensión de la franja costera ecuatoriana y dentro de ella se encuentra la población de su mismo nombre, la misma que excede los 10.000 habitantes y sobrepasa los 50.000 con todas las comunidades rurales, su desarrollo poblacional ha permitido que tenga una gran producción pesquera artesanal e industrial, que

en unión a su gran fortaleza turística poseen una base económica sólida que le permite vivir de sus propios recursos. Sus grandes bondades geográficas lo perfilan como polo de desarrollo residencial, turístico e industrial. El Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), con la finalidad de contribuir en el uso adecuado de los recursos y el medio ambiente durante el año 2008 desarrollo el Macro Proyecto **“CARACTERIZACIÓN OCEANOGRÁFICA DE LA COSTA ECUATORIANA”**, el mismo que lleva implícito la componente calidad de agua en la Bahía de Jaramijó - provincia de Manabí.

ANTECEDENTES

En cuanto a la calidad de las aguas en el área de la Bahía Jaramijó estas han sido poco estudiadas.

El Instituto Oceanográfico de la Armada (NOCAR), Dirección General de Intereses Marítimos (DIGEIM), Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil. 1984–1985, participaron en el Programa de Investigación y Vigilancia de la Contaminación Marino por Hidrocarburos del Petróleo en el Pacífico Sudeste, el mismo que emitió un informe técnico sobre el primer monitoreo de hidrocarburos del petróleo entre el Puerto de Manta y Punta Jaramijó, el mismo que menciona que los valores detectados fluctuaron entre 40 y 197.5 ug/l en la parte Sur Oeste del área, por otra parte se apreció que la tendencia del contaminante fue disminuir conforme se aleja de la costa.

INOCAR, en agosto del 2007 realizó el estudio Diagnóstico Ambiental de la Base Naval de Jaramijó, el mismo que emitió un informe sobre la condiciones hidroquímicas de las aguas en el ámbito marino costero de la bahía, el mencionado estudio concluye que no existe ningún tipo de alteración importante a excepción en el área sur frente a la ciudad de Jaramijó se determinó un foco de contaminación

del grupo coliformes que alertan el deterioro de la calidad de las aguas ya que en el mencionado lugar existe de forma permanente un canal de drenaje que estaría asociado con el lavado de las excretas de los asentamiento humanos, de aguas domésticas municipales y además es área de anclaje y achiques de sentina de las embarcaciones menores.

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la bahía Jaramijó desde el faro hasta el norte de la Base Naval, entre las coordenadas ($0^{\circ}55'28''S$, $80^{\circ}39'15''W$) y ($0^{\circ}54'$, $80^{\circ}35'50''W$), las estaciones fueron ubicadas en perfiles perpendiculares a la línea de costa hasta alcanzar el veril de los 10 metros en la parte sur; mientras que en el norte alcanzó hasta los 20 metros. Figura 1.

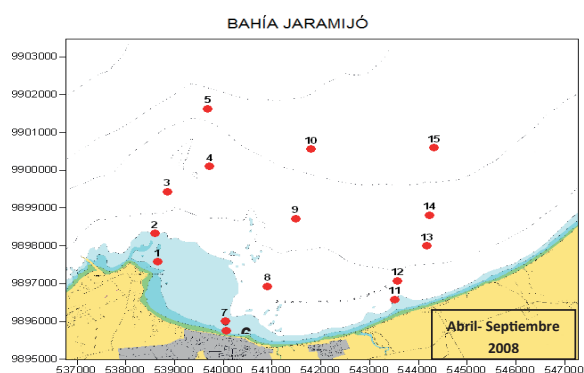


Figura 1. Ubicación del área de estudio

FUENTE DE DATOS

La información utilizada para la presente investigación se origina del Macro Proyecto del INOCAR “CARACTERIZACIÓN OCEANOGRÁFICA DE LA COSTA ECUATORIANA” durante el 2008.

METODOLOGÍA

Considerando el área marino costera frente a la Bahía Jaramijó y su área de influencia para el presente estudio se efectuaron dos campañas, en abril (época húmeda) y septiembre (época seca)

del 2008, en los estados de marea (flujo y reflujo) a 3 niveles de profundidad (0, 10 y 20 metros) en las 15 estaciones preestablecidas. Las muestras de agua fueron recolectadas utilizando botella VAN - DORN de 4 litros de capacidad, de la cual se tomaron alícuotas para la determinación IN-SITU de oxígeno disuelto, así como para las mediciones de temperatura, pH y salinidad, utilizándose potenciómetro y salinómetro marca WTW, los mismos que estuvieron previamente calibrados con soluciones Buffer certificados y Estándar de Cloruro de Sodio 35 ppm respectivamente; mientras que las muestras para los análisis de micronutrientes inorgánicos fueron envasadas en botellas de polietileno previamente tratadas, para los análisis microbiológicos se utilizaron envases de vidrio esterilizados y para el análisis de hidrocarburos del petróleo se usaron botellas de vidrio ámbar de 4 litros previamente tratadas con solventes orgánicos.

Para los análisis de parámetros químicos se aplicaron metodologías descritas en el Standard Methods, 2005, Manual de Análisis de Agua de Mar de Strickland and Parsons y Manual de CARIPOL para la vigilancia de la Contaminación por petróleo 1980.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Características Físico-Químicas y Microbiológicas Época Húmeda / Época Seca.

Los datos obtenidos fueron promediados por cada nivel para establecer una comparación entre la época húmeda (abril/2008) y seca (septiembre/2008), con la finalidad de caracterizar y evaluar la calidad de las aguas que se presentan en la Bahía Jaramijó.

Tomando en consideración la descripción de las masas de agua en la región del frente ecuatorial por Enfield 1976, en Nutrientes en las aguas superficiales y subsuperficiales en el área frente al Ecuador. En las aguas muy superficiales de la bahía en forma general en la época húmeda durante el flujo y reflujo se nota la presencia de Aguas Tropicales Superficiales (ATS) con valores promedios de $26.3^{\circ}C$, acompañados de salinidades de 33.7 UPS; mientras que las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) se evidenciaron

a partir de los 10 metros de profundidad con valores de temperatura comprendidos entre 19.8 – 24.8°C y salinidades con rangos de 34.04 – 34.67 UPS. Fig. 2.

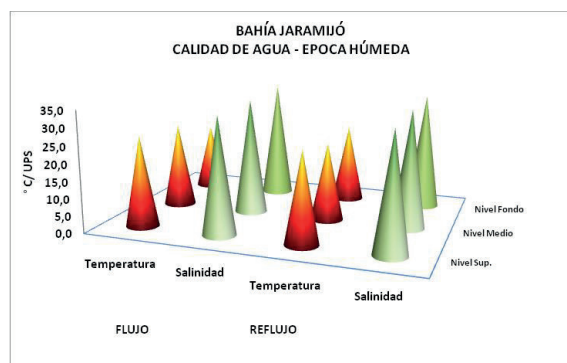


Fig. 2. Promedios de Temperatura/Salinidad Flujo / Reflujo

Durante la época seca en todos los niveles estudiados se mostró la presencia de (ATS) con valores de temperatura y salinidades ligeramente más bajos 25.6 °C y 32.7 UPS que en la época húmeda ubicados en sentido noroeste, los mismos que se van incrementando conforme avanza hacia el sur de la línea costera hasta alcanzar los máximos de 26.2° C y 33.0 UPS respectivamente. Fig. 3.

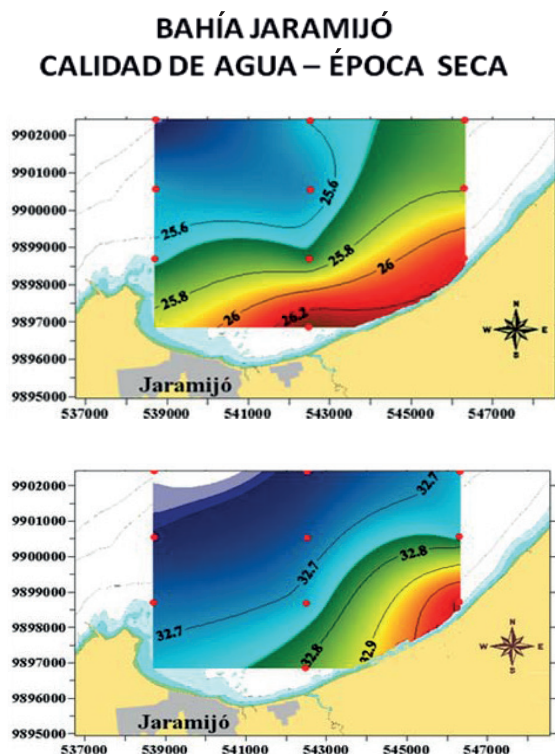


Fig.3. Distribución Superficial de Temperatura y Salinidad °C - UPS

No se observa anomalías en el pH en las aguas superficiales, medias y fondo de la Bahía en los dos estados de marea y en las épocas estudiadas, registrándose valores comprendidos entre 8.2 - 8.4 y promedios de 8.3 UpH para la época húmeda; mientras que para la época seca disminuyeron ligeramente mostrando concentraciones entre 8.16 - 8.32 y promedios de 8,24, los mismos que se encuentran dentro de los rangos permisibles para aguas marinas establecidos en la Legislación Ambiental Ecuatoriana. Tabla 1.

	Época Húmeda		Época Seca	
	pH Flujo	pH Reflujo	pH Flujo	pH Reflujo
Nivel Superficial	8,33	8,33	8,24	8,24
Nivel Medio	8,33	8,30	8,24	8,24
Nivel Fondo	8,30	8,30	8,24	8,33

Tabla 1. Promedios Estacionales del pH

El oxígeno disuelto en toda el área de estudio tanto para la época húmeda como seca registró un buen grado de oxigenación en los diferentes niveles de profundidad estudiados, con variaciones promedios poco significativas comprendidas entre 6.08-6.69 mg/l y 6.50–6.82 en las épocas húmeda y seca respectivamente, valores que se encuentran por encima del nivel máximo permisible (5mg/l) establecido en la Legislación Ambiental Ecuatoriana para aguas naturales. En cuanto a la DBO (5), los valores promedios registrados a nivel superficial fue para la época seca de 0,58mg/l (flujo y reflujo), siendo esta concentración menor a los observados en la época húmeda que se mostraron entre 1,05 y 1,15mg/l (flujo y reflujo) respectivamente, valores relativamente bajos que se correlaciona con la buena oxigenación de sus aguas, permitiendo inferir que no existe contaminación orgánica en toda el área de estudio, como se detalla en la Tabla 2.

Comparando los valores de oxígeno y DBO₅

	Época Húmeda		Época Seca		Época Húmeda		Época Seca	
Profundidad	Oxígeno Disuelto (mg/l)				DBO (mg/l)			
	Flujo	Reflujo	Flujo	Reflujo	Flujo	Reflujo	Flujo	Reflujo
Nivel Superficial.	6,46	6,62	6,82	6,72	1,05	1,15	0,58	0,58
Nivel Medio	6,69	6,69	6,76	6,69	-	-	-	-
Nivel Fondo	6,56	6,08	6,67	6,50	-	-	-	-

Tabla 2. Promedios Estacionales de Oxígeno Disuelto/DBO

obtenidos en la época seca en el año 2007, reportados en el informe final del estudio “Diagnostico Ambiental de la Base Naval de Jaramijó”, con el presente estudio en la misma época se puede observar que los datos obtenidos concuerdan que existió una buena oxigenación de las aguas de la Bahía, registrándose valores que fluctuaron entre 6.32 - 6.78mg/l, y un

promedio de 6.61mg/l, destacándose que los valores más altos se ubicaron al norte del área de estudio y los más bajos en la parte central y ligeramente al sur, acompañados de valores de DBO₅ entre 0.15 -1.5 mg/l y promedio de 0.67 mg/l, el mismo que es ligeramente superior a los detectados en el presente estudio. Fig. 4.

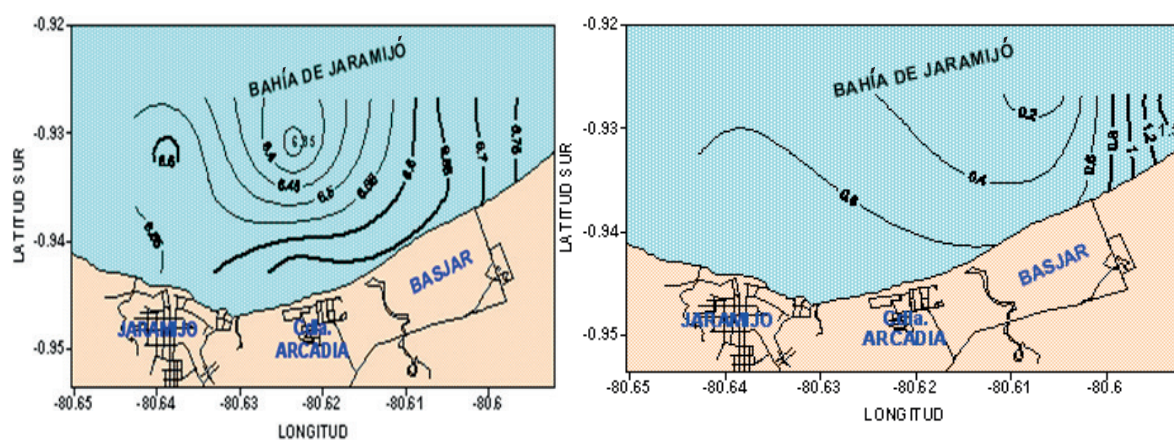


Fig.4. Oxígeno disuelto / DBO5 superficial (mg/l) bahía Jaramijó. Agosto 2007

En términos generales no se encontró un gradiente de concentración de nutrientes entre las aguas superficiales, medias y de fondo estudiadas en las dos épocas del año, ya que fue notoria desde la casi ausencia del ion nitrito en las dos épocas de estudio que se manifestó con concentraciones bajas entre 0.02 - 0.4 ugat/l con el máximo ubicado en aguas de fondo en la época húmeda, seguida de los promedios de fosfatos que fueron relativamente bajos 0.1- 0.8 ugat/l, valores congruentes con la naturaleza de las aguas estudiadas; a continuación los

promedios para los nitratos durante las dos épocas estudiadas registraron valores entre 0.2 – 2.0 ugat/l con el mínimo y máximo ubicados en la época húmeda; el ion silicato según sus promedios presentaron las mayores concentraciones entre 4.2 - 6.6 ugat/l en la época húmeda con el mínimo en reflujo a nivel medio; en comparación con la época seca que se incrementaron con valores que fluctuaron entre 6.8 – 17.05 ugat/l con el máximo ubicado en reflujo en aguas de fondo, lo que probablemente estaría relacionado con la abundancia de la

biomasa celular específicamente de las especies *Coscinodiscus excentricus* cuya caparazón grande es de estructura de Silicio, reportada por E. Galancañay et al., 2008. Fig. 5.

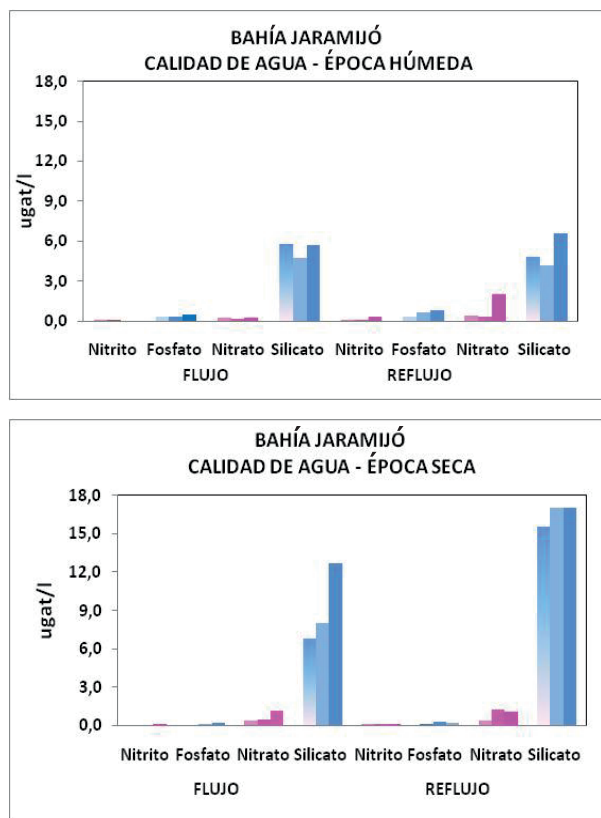


Fig. 5. Promedios de Nutrientes Flujo /Reflujo

En las aguas superficiales de la Bahía para las dos épocas del año se encontraron concentraciones < a 3.5 ug/l de hidrocarburos del petróleo disueltos y dispersos (HDD), los mismos que se encuentran muy por debajo de 10 ug/l límite permisible según criterios de UNESCO (1976), como máximo para aguas superficiales no contaminadas.

En particular para la época húmeda, su distribución es un tanto irregular en los dos estados de marea con los menores valores comprendidos entre 0.02 - 0.069 ug/l y un promedio de 0.025 y 0.027 ug/l para el reflujo y flujo respectivamente, similar comportamiento se observa en la época seca que a pesar de mantenerse con los menores valores en el reflujo se incrementan levemente alcanzando una concentración de 0.85 ug/l y su promedio igual a la época húmeda; mientras que

en flujo sus valores se incrementan en toda el área de estudio hasta alcanzar su máximo 3,165 ug/l ubicado al sureste (estación 14) del área de estudio. Fig. 6.

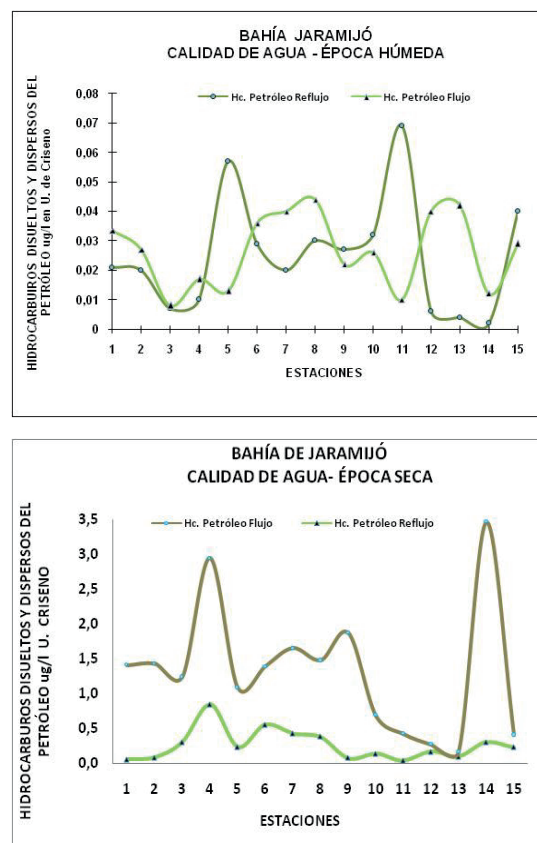


Fig. 6. Distribución superficial de HDD Flujo /Reflujo

En general se nota la ausencia de coliformes totales y fecales en casi toda el área de estudio excepto en algunas estaciones de los perfiles 1 y 2 ubicadas cerca de la línea de costa que durante las dos épocas del año sus concentraciones fluctúan 3 - 150 UFC/100ml, valores que no presentan un peligro significativo al ecosistema, por encontrarse debajo del nivel permisible establecido en la legislación ambiental ecuatoriana, diferente comportamiento se aprecia en un sitio muy puntual estación 6, donde se presenta la mayor carga bacteriana 440 - 200 UFC/100ml, lo cual es probablemente provocado por las descargas de aguas servidas que la población vierte al entorno, valores que están muy por encima del límite máximo permisible (200 NMP/100ml) establecidos en la norma indicada anteriormente. Tabla. 3.

ESTACIÓN Nº	ÉPOCA HÚMEDA				ÉPOCA SECA			
	COLIFORMES FLUJO	TOTALES REFLUJO	COLIFORMES FLUJO	FECALES REFLUJO	COLIFORMES FLUJO	TOTALES REFLUJO	COLIFORMES FLUJO	FECALES REFLUJO
	UFC/100ml				UFC/100ml			
1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	10	30	Ausencia	Ausencia
2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	40	90	Ausencia	Ausencia
3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	3	Ausencia	Ausencia	Ausencia
4	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
5	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
6	96	62	78	34	440	200	20	10
7	42	10	22	6	24	150	Ausencia	4
8	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
9	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
10	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
11	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
12	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
13	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
14	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
15	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

**Tabla.3. Parámetros Microbiológicos Superficiales
Flujo/Reflujo**

Según el informe final del estudio “ Diagnóstico Ambiental de la Base Naval de Jaramijó “ 2007, reportó que en el ámbito marino costero de la bahía durante la época seca los valores en forma general no rebasan el nivel máximo permitido, mostrando concentraciones entre 0 – 72 UFC/100ml, los mismos que son menores a los obtenidos en el presente estudio.

CONCLUSIONES

Los valores registrados de temperatura y salinidad en la época húmeda (abril/2008) y época seca (agosto/2008) evidencian la presencia de Aguas Tropicales Superficiales (ATS) y Aguas Ecuatoriales Superficial respectivamente (AES).

Las aguas marino costeras de la Bahía de Jaramijó mostraron de manera general buen grado de oxigenación, lo que se correlaciona con los valores bajos de DBO₅, lo cual es congruente con la naturaleza de sus aguas permitiendo inferir que no existe contaminación orgánica en toda el área de estudio, así mismo el pH se manifiesta con valores dentro de los rangos aceptables, por lo que se encuentran dentro de los niveles permisibles de acuerdo a la legislación ambiental

ecuatoriana aplicado para aguas marinas lo cual crea un ambiente saludable para el desarrollo de las especies marinas.

El contenido de nutrientes de las aguas marino costeras de la Bahía no mostró un gradiente de concentración entre las profundidades estudiadas, notándose la casi ausencia del ion nitrito, valores relativamente bajo de fosfato y nitrato; mientras que el silicato registro las mayores concentraciones en la época seca con el máximo en reflujo lo que probablemente esté relacionado con la abundancia de la biomasa celular específicamente de las especies *Coscinodiscus excentricus* cuya estructura es de Silicio.

Las aguas superficiales de manera general tanto para la época seca y húmeda no reportan un grado de contaminación fecal en el área de estudio. A pesar de que la población bacteriana presente se radica en algunas de las estaciones que se encuentran cerca de la línea de costa sin embargo los valores reportados no presentan un peligro significativo al ecosistema por encontrarse por debajo del nivel permisible establecido en la Legislación Ambiental Ecuatoriana, excepto en un sitio puntual donde

la carga bacteriana alcanza valores por encima del nivel indicando anteriormente.

Se evidencia presencia de Hidrocarburos del petróleo (HDD) en el área de estudio, sobre todo en la época seca; sin embargo, las concentraciones encontradas no evidencian problemas de contaminación por este tipo de contaminante, ya que las concentraciones se ubican muy por debajo del nivel permisible establecidos en la Norma UNESCO 1976.

AGRADECIMIENTO

La autora deja constancia de su agradecimiento al señor Director del INOCAR y al señor Jefe del departamento de Ciencias del Mar, por el apoyo brindado para la ejecución de las investigaciones y la utilización de la información para la realización de este artículo.

A la señorita Ana Belén Morán R. por la traducción del resumen.

BIBLIOGRAFÍA

Gualancañay, E., M.E. Tapia, C. Naranjo, M. Cruz y F. Villamar. 2010 - 2011. Caracterización Biológica de la Bahía Jaramijó en la Costa Ecuatoriana, 2008. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol.16 (1). 33- 52.

INOCAR, 2007. Informe Final del estudio “ Diagnostico Ambiental de la Base Naval de Jaramijo”.

INOCAR, DIGEIM, ESPOL y Facultad de Ciencias Químicas, 1985. Informe Técnico del Programa de Investigación y Vigilancia de la Contaminación

IOCARIBE, 1980. Manual de CARIPOL para la vigilancia de la Contaminación por petróleo.

J.D.H. Strikland and T. R. Parsons, 1972. A Practical Handbook of Sea Water Analysis.

Ministerio del Ambiente, 2003. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria actualizada a junio del 2008. Corporación de Estudios y Publicaciones.

Okuda, T., M.Valencia y R.Trejos. 1983. Nutrientes en las aguas superficiales y subsuperficiales en el Área Frente al Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol.2 (1). 31 - 51.

UNESCO. 1976, 1984. Guía de Procedimientos Operacionales para el Proyecto Experimental de Vigilancia de la Contaminación del mar como parte de IGOSS, Manuales y Guías N° 7,13 COI/OMN.