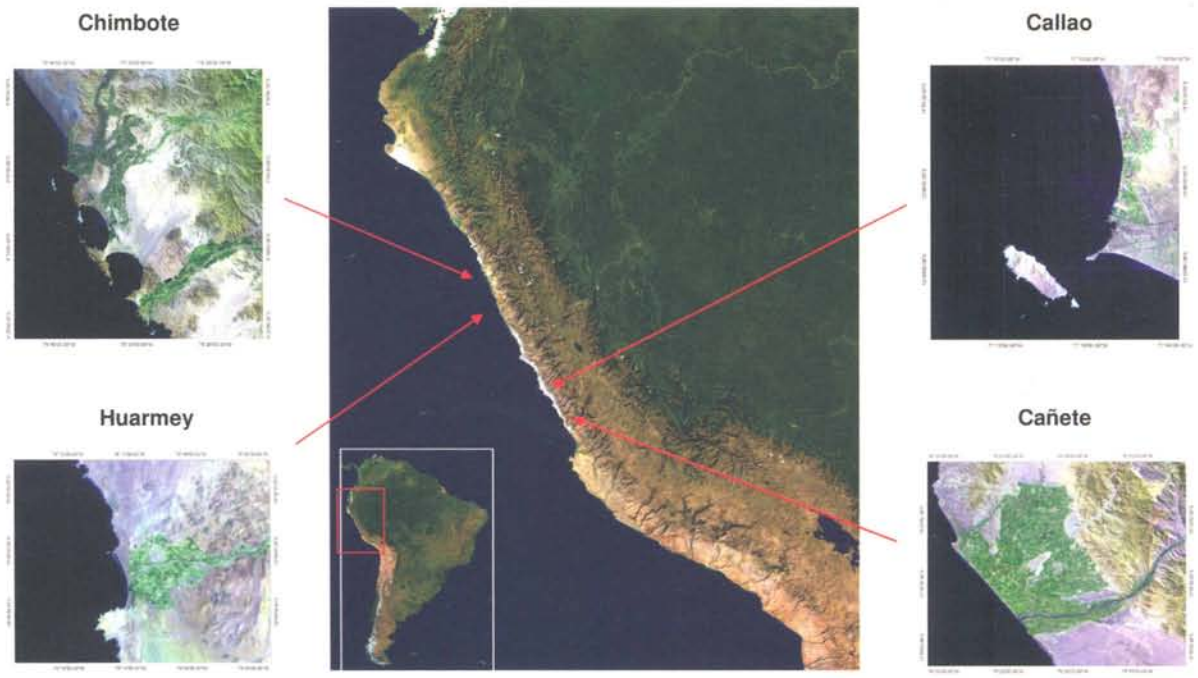
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378 - 7702
Volumen 35 Número 1

Evaluación ambiental en zonas marino costeras del Perú. 2002, 2003 y 2004



Enero –Marzo 2008

Callao, Perú

BAHÍAS EL FERROL Y COISHCO, CHIMBOTE, PERÚ: EVALUACIÓN AMBIENTAL EN ABRIL Y JULIO 2002

EL FERROL AND COISHCO BAYS, CHIMBOTE, PERU: APRIL AND JULY 2002 ENVIRONMENTAL ASSESSMENT

Guadalupe Sánchez Rivas, Edgardo Enríquez Travezaño, Víctor García Nolazco

Unidad de Monitoreo y Gestión Marino Costera. DIAGCAC. IMARPE. gsanchez@imarpe.gob.pe

RESUMEN

Sánchez G, Enríquez E, García V. 2008. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote, Perú. Evaluación ambiental en abril y julio 2002. Inf. Inst. Mar Perú. 35(1):7-26.- Este trabajo fue parte de la Red del Monitoreo Ambiental, del Plan Operativo Institucional 2002 del IMARPE. En la primera parte (26 – 30 abril) se fijaron 16 estaciones por mar, y en la segunda (24 - 27 julio), 19; en ambos casos hubo 12 estaciones por playa, una en el río Santa y otra en el río Lacramarca. Se evaluó la calidad del ambiente marino y la contaminación de origen terrestre. En la bahía El Ferrol las aguas servidas son vertidas por cuatro cámaras de bombeo en la zona norte, y al sur desemboca el río Lacramarca. La bahía Coishco recibe aguas de escorrentía agrícola y doméstica que, con las del río Santa, forman aguas de mezcla con salinidad propia. La temperatura correspondió a la zona y estación del año. El oxígeno disuelto fue bajo en julio, con anoxia frente a las plantas pesqueras en El Ferrol e hipoxia en Coishco. Los altos niveles de silicatos y fosfatos en Coishco recibieron influencia del río Santa. Los sólidos suspendidos totales (SST) y los sulfuros de hidrógeno, se mantuvieron dentro de los límites permisibles de la Ley General de Aguas. Los aceites y grasas alcanzaron niveles altos, al sureste de El Ferrol. Los coliformes termotolerantes fueron elevados en la zona central de Coishco; y en El Ferrol en julio, sobrepasaron la LGA para las clases IV, V y VI. Las trazas de Cd, Pb y Zn, alcanzaron la concentración promedio más baja de los dos últimos años. Los hidrocarburos en sedimentos fueron bajos. La calidad de agua del río Santa, en la cuenca inferior, mostró importantes aportes de silicatos y nitratos, y contaminación por coliformes termotolerantes principalmente en abril, y la DBO_5 se mantuvo dentro de los niveles permisibles.
Palabras clave: bahía Coishco, bahía El Ferrol, Chimbote, mar peruano, calidad del agua, contaminación.

ABSTRACT

Sánchez G, Enríquez E, García V. 2008. El Ferrol and Coishco bays Chimbote, Peru: April and July 2002 environmental assessment. Inf Inst Mar Peru. 35 (1): 7-26.- This work was into the Network of Environmental Monitoring, Institutional Operational Plan 2002 IMARPE. In the first period (April 26-30) 16 sea sample points, and in the second one (July 24-27), 19 points were fixed; in both cases, 12 beach sample stations, one in Lacramarca river and other in Santa river, were set. Indicators of the marine environment and of the pollution from land were evaluated. In El Ferrol Bay the sewage are discharged through four pumping chambers in the north, and in the south, the Lacramarca river flows into the sea. The Coishco bay receives agricultural and domestic runoff, forming water mixes with the Santa river, with a typical salinity. The temperature corresponded to the área and season studied. Dissolved oxygen levels were low in July, with anoxia off fish factories in El Ferrol Bay, and hypoxia in some áreas into Coishco bay. Silicates and phosphates were high, mainly due to the influence of Santa river to Coishco. The total suspended solids (TSS) were within the permissible limits of the Peruvian General Waters Law. The Hydrogen sulfide concentrations were low. Oils and fats reached significant levels in some points of El Ferrol Bay southeast. In Coishco bay, the values of thermotolerant coliforms were high mainly in the central área; in El Ferrol bay, in July, those values exceeded the LGA for IV, V and VI classes. The Cd, Pb and Zn, trace metals had the lowest average concentration in the last two years. Hydrocarbon concentrations in sediments were generally low. The water quality of Santa river, at the end of the lower basin showed high concentrations of silicate and nitrate inputs; besides mainly thermo tolerant coliform contamination, mainly in April, and BO_5D within the permissible levels.
Keywords: Coishco Bay, El Ferrol Bay, Chimbote, Peruvian sea, water quality, pollution

INTRODUCCIÓN

La Ecorregión del Mar Frío o de la Corriente Peruana (Brack 1986) incluye el Gran Ecosistema de la Corriente de Humboldt, en el Pacífico oriental sudamericano, desde aproximadamente los 5°S hasta la región central de Chile, y se considera una de las áreas de mayor productividad marina en nuestro planeta. En el Perú, la zona marina frente a Chimbote se estima como de especial importancia (Guillén et al. 1977), no solo ecológica sino también socio-económica, que ha permitido gran desarrollo de la pesca y de la industria pesquera, con unas 21 fábricas operativas instaladas en la bahía El Ferrol, además de otras plantas industriales, que ha ocasionado el crecimiento desordenado de la ciudad, con inadecuada gestión de los residuos líquidos y sólidos, causando

un grave y permanente deterioro del ecosistema marino costero en esta bahía.

El IMARPE, desde 1992, realiza investigaciones sobre la calidad del ambiente marino. En la etapa inicial, los monitoreos locales no fueron sistemáticos. En el año 2002 se realizaron dos monitoreos, en las bahías El Ferrol y Coishco, uno en abril y otro en julio, en coordinación con la sede IMARPE Chimbote. También se discute algunos aspectos del monitoreo efectuado en junio por requerimiento del Ministerio de Pesquería y en apoyo de la Comisión Técnica de Alto Nivel creada para la Recuperación de la bahía El Ferrol.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestreo de campo.- En el 2002, un monitoreo se llevó a cabo del 26 al 30 de abril y otro, del 24 al 27 de julio, en las bahías Coishco y El Ferrol (9°00'9,3" a 9°09'29,9"S). Además, se efectuó un muestreo de las aguas de los ríos Santa y Lacramarca, en estaciones ubicadas cerca a la desembocadura. En abril se contó con la colaboración de la Capitanía de Puerto de Chimbote. Así se obtuvo la participación de la lancha patrullera río Lurín en el monitoreo de la bahía El Ferrol, y la coordinación con una empresa pesquera para utilizar la panga Deborah en la bahía Coishco. En julio trabajó la LIC Imarpe V y se muestreó en 19 estaciones, tres más que en abril 2002 (Figura 1). Por playas se mantuvo las estaciones ya seleccionadas.

Muestreo por mar.- Se empleó un posicionador GPS Garmin. Se registró la temperatura en superficie y fondo, en las estaciones con profundidades >12 m se efectuaron en superficie, medio y fondo. Se tomaron muestras de agua superficial y subsuperficial. Se efectuaron análisis de salinidad, oxígeno, pH, nutrientes, sólidos suspendidos, aceites y grasas, sulfuros de hidrógeno, DBO_5 y coliformes; y en estaciones pre establecidas se tomaron muestras para análisis de hidrocarburos de petróleo y trazas de metales.

La recolección de sedimentos se efectuó con una draga tipo Van Veen de 0,05 m^2 de área de mordida, a profundidades entre 7 a 19 m. Se colectó la muestra de los primeros 3 cm del sustrato, para efectuar análisis de trazas de metales e hidrocarburos de petróleo.

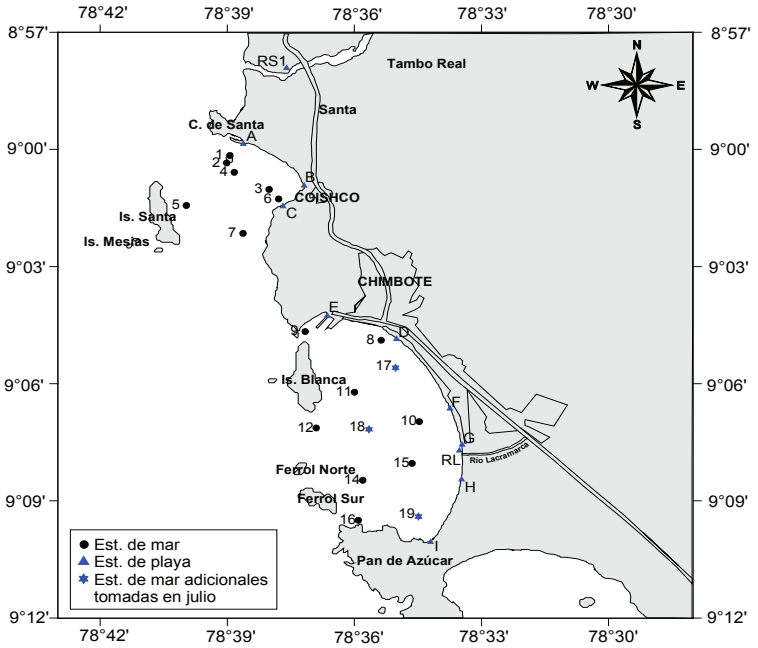


Figura 1.- Estaciones de muestreo para evaluación de la calidad del ambiente marino. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Abril y julio 2002.

Muestreo por litoral costero y ribera de ríos.- Se seleccionaron 9 estaciones de línea de litoral costero, 3 en Coishco y 6 en El Ferrol y se tomaron muestras de agua de mar. En julio, en El Ferrol, se colectaron peces y mariscos, para los análisis de trazas de metales.

Análisis de laboratorio.- Los análisis físico-químicos se efectuaron siguiendo la metodología aplicada por los laboratorios analíticos del IMARPE.

RESULTADOS

Fuentes de contaminación marina de origen terrestre

Aguas residuales de la industria pesquera.- Constituyen las principales fuentes de ingreso de materia orgánica (MO) en la bahía El Ferrol. El problema se deriva del mal manejo de los residuos líquidos (Figura 2). El vertimiento de grandes volúmenes de MO ocurre en cortos periodos de tiempo y afecta principalmente el área de mar frente a "27 de octubre" (donde se concentran el 85% de las fábricas) y hacia el norte hasta "Miramar". Actualmente la materia orgánica proviene de una sola etapa del proceso de producción de harina y aceite de pescado; sin embargo, muchas plantas pesqueras proceden a instalar las llamadas "bombas ecológicas" que emplean en el bombeo la relación 1:1 de agua vs. pescado. Esta agua después de ser empleada regresa a la bahía cargada de escamas, sangre, mucus y restos de pescado.

En la bahía de Coishco, existen seis fábricas pesqueras con una capacidad de 487 t/h (Mipe 2001), que igualmente descargan hacia el mar el agua de bombeo y otros residuos líquidos provenientes del proceso de reducción de harina.

Aguas residuales de la industria siderúrgica.- Las aguas residuales de Siderperú también son factores directos de contaminación en la bahía El Ferrol. Contienen óxidos, aceites, grasas, detergentes, aguas muy ácidas y metales pesados (Cu, Pb, Cd, Zn). Cuadros y Gonzales (en Conam 2000) informaron que dicho desagüe aporta 700 $m^3.h^{-1}$ equivalente a 194 $L.seg^{-1}$.

Según informe de Siderperu (Conam 2000) se estima que el volumen promedio de descarga del

Figura 2.- Pozas de decantación de efluentes pesqueros, donde recuperan principalmente aceites y grasas. Abril 2002.

Figura 5.- Aguas de escorrentía en la bahía de Coishco, donde descarga al mar. Abril 2002

Figura 3.- Vista de la descarga de efluentes. A) de la Siderúrgica. B) en el extremo norte de la zona litoral de El Ferrol. Abril 2002

Figura 4.- Zona del litoral donde descargan aguas residuales municipales al mar. Abril 2002

colector principal es de aproximadamente 20.000 $m^3.año^{-1}$, y las aguas que llegan a las playas de Chimbote contienen excedentes del agua depurada de los circuitos Spray Pond, del tratamiento de los lodos del clasificador del alto horno y de las aguas del escoriado que contienen sales magnésicas y cálcicas (Figura 3).

Aguas residuales municipales.- El sistema de alcantarillado de Chimbote es administrado por Seda Chimbote, que controla las cinco cámaras de bombeo de las aguas servidas, cuatro ubicadas en la zona norte "San Pedro", "Palacios", "Ica" y "Trapecio" y una en la zona sur "Villa María", las cuatro primeras se encuentran en mal estado y la de Villa María bombea aguas servidas a la laguna de oxidación del mismo nombre. Existe otra laguna de estabilización al oeste de Villa María denominada "Las Gaviotas", donde las aguas reciben tratamiento primario y secundario y el efluente se infiltra al suelo sin llegar al mar, formando pantanos. Según Seda Chimbote, al año 2000 había 13 emisores de aguas domésticas descargando en la bahía El Ferrol (Figura 4).

Al mar de Coishco llegan escorrentías agrícolas y en mezcla con aguas domésticas, en varios puntos de la playa de arena (Figura 5), por lo cual, la zona intermáreal y submáreal superior, presentan restos sólidos de origen agrícola. En verano, es muy evidente la influencia del río Santa, que se puede apreciar por la coloración marrón en la parte interna de la bahía.

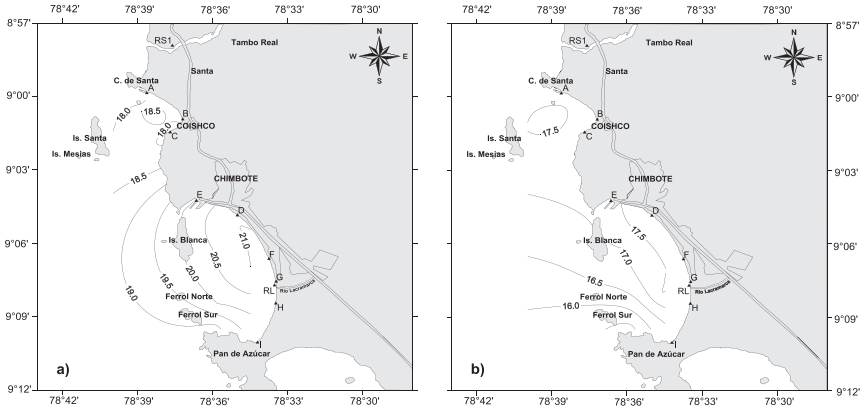


Figura 6.- Distribución de la temperatura del mar (°C): a) Nivel superficial, b) sobre el fondo. Bahías El Ferrol y Coishco. Abril 2002

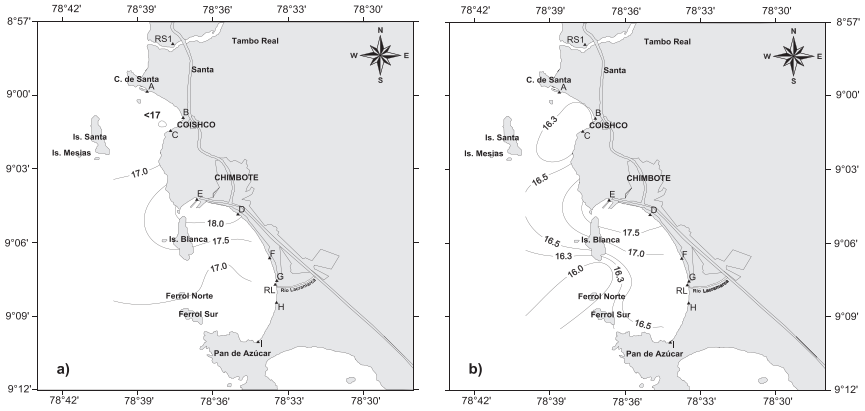


Figura 7.- Distribución de la temperatura del mar (°C): a) Nivel superficial, b) sobre el fondo. Bahías El Ferrol y Coishco. Julio 2002

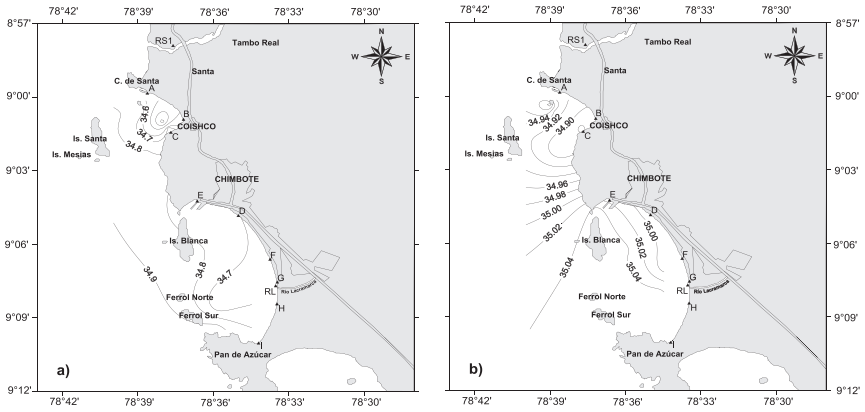


Figura 8.- Distribución de la salinidad del mar (ups): a) Nivel superficial, b) sobre el fondo. Bahías El Ferrol y Coishco. Abril 2002

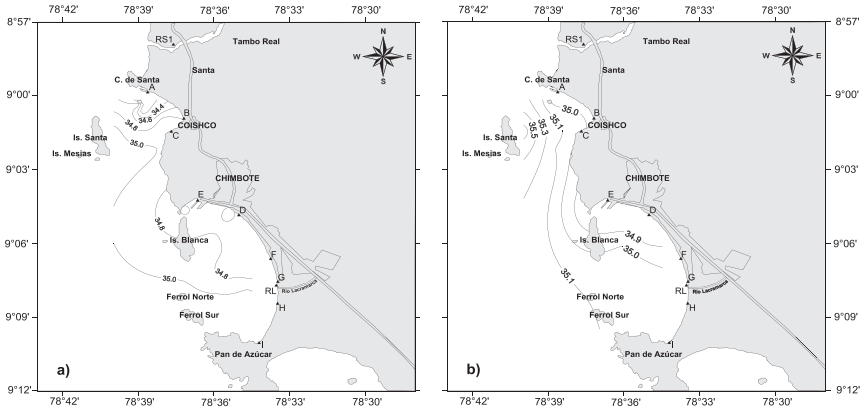


Figura 9.- Distribución de la salinidad del mar (ups): a) Nivel superficial, b) sobre el fondo. Bahías El Ferrol y Coishco. Julio 2002

Otras actividades que originan residuos.- En la parte baja de la cuenca del río Santa se desarrolla ganadería y agricultura, principalmente algodonero y maíz. Estas actividades dan lugar a desechos sólidos y líquidos; estos últimos son descargados a través de drenes que van indirectamente al mar, a través del río, o en forma directa y semicontinua.

La cuenca del río Santa posee yacimientos metálicos y no metálicos, constituidos principalmente por las formaciones de areniscas, pizarras, cuarcitas y calizas intuidas por el batolito, donde existen yacimientos de plomo, plata, zinc; también en el lecho del río Chuquicara existen lavaderos de oro. A fines de 1998 entró en operación la mina Pierina de la Compañía Barrick Misquichilca, que viene procesando oro y plata a tajo abierto, que ha efectuado la presentación de Estudios de Impacto Ambiental y Planes de Manejo Ambiental, con la finalidad de minimizar los impactos de esta actividad.

Características físicas y químicas del agua de mar en las bahías de Coishco y El Ferrol

En el 2002 se trabajó en dos oportunidades: a inicios de otoño (26-30 abril) y en el invierno (24-31 julio 2002) y sus resultados se anotan por separado. En la Figura 1 se representan las estaciones de observación; en Coishco fueron siete en mar y tres en playa (A, B, C); en El Ferrol, 19 estaciones en mar y 6 en playa (D, E, F, G, H, I). Se estableció una estación en la desembocadura del río Santa (RS1) y otra en el río Lacramarca (RL1). En la Tabla 1 se reúnen las características físicas de las bahías, en superficie y subsuperficie o cerca al fondo. En la Tabla 2 se describen las estaciones de playa. En la Tabla 3 se anotan las características químicas, en superficie y subsuperficie o cerca al fondo.

Temperatura (°C).- En abril, la bahía de Coishco tuvo temperaturas más bajas y más homogéneas (18 – 18,5 °C) que en El Ferrol, donde la mayor temperatura fue superficial (21 °C), cerca de la línea costera, y en el centro de la bahía (20,5 °C). En

julio las temperaturas fueron menores y con poca diferencia en ambas profundidades (Figuras 6 y 7).

Salinidad (ups).- A nivel superficial, en abril y julio, se presentaron aguas de mezcla de Aguas Costeras Frías (ACF) con aguas de los ríos Santa para Coishco y Lacramarca en El Ferrol, así como de las acequias y aguas residuales domésticas en ambas bahías. En abril, el 94% correspondió a aguas mixohalinas (35,048 a 33,901 ups); en julio sólo el 47% tuvo salinidad propia de agua de mezcla y en la zona muy costera. Hacia afuera, las concentraciones de sales se normalizaron alcanzando 34,975 ups (abril) y 35,066 ups (julio) en la misma Estación 16, por el ingreso de ACF en el extremo sur de la bahía El Ferrol (Figuras 8 y 9).

Sobre el fondo, en abril y julio, la salinidad se presentó en concentraciones propias de las ACF.

Oxígeno disuelto (OD).- A nivel superficial, en abril, los valores estuvieron dentro de los límites permisibles, en Coishco (5,02 a 3,65 mL/L) y en El Ferrol (3,21 a 1,06 mL/L); en julio hubo anoxia frente a la zona industrial pesquera de El Ferrol e hipoxia en Coishco (Figuras 10 y 11).

A nivel del fondo, se presentaron ambientes hipóxicos especialmente en El Ferrol. Esta tendencia fue más evidente en julio que en abril, por la actividad pesquera industrial todavía activa en el mes de julio.

Nutrientes

Fosfatos.- Los datos se presentan en la Tabla 3.**-** A nivel superficial.- En abril: Coishco, 18,64 a 2,44 ug-at/L, promedio 6,61; en El Ferrol, 22,66 a 1,67 ug-at/L, promedio 5,49 ug-at/L. En julio: Coishco: 8,17 a 3,30 ug-at/L promedio 5,51; El Ferrol 18,12 a 2,06. Las Figuras 12 y 13 muestran que las mayores concentraciones se registraron en la costa norte y centro de la bahía El Ferrol.

A nivel subsuperficial.- En abril: Coishco, los fosfatos siguieron la misma tendencia que a nivel superficial y con gran influencia del río Santa, con excepción de la Estación 5 (17,88 ug-at/L) probable-

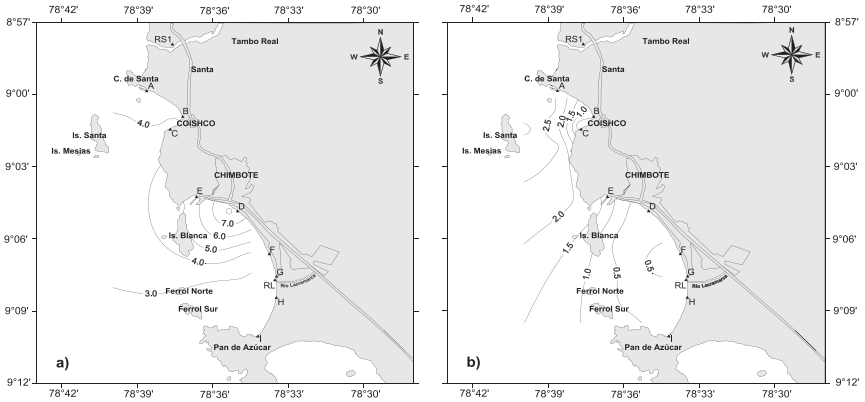


Figura 10.- Distribución del oxígeno disuelto (mL/L): a) Nivel superficial, b) sobre el fondo. Bahías El Ferrol y Coishco. Abril 2002.

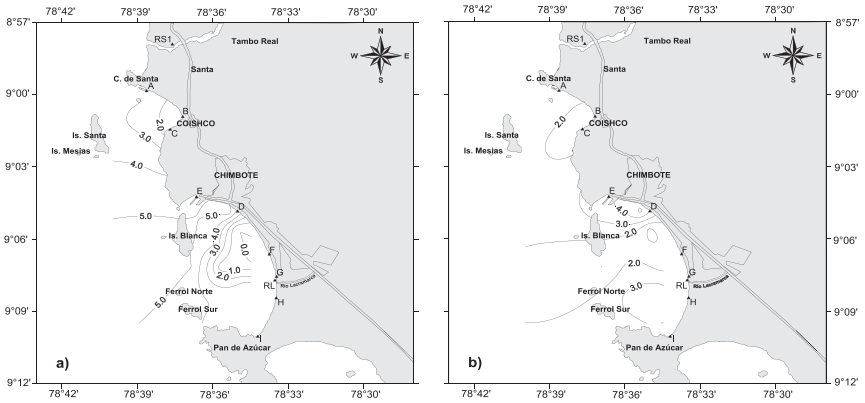


Figura 11.- Distribución del oxígeno disuelto (mL/L): a) nivel superficial, b) sobre el fondo. Bahías El Ferrol y Coishco. Julio 2002

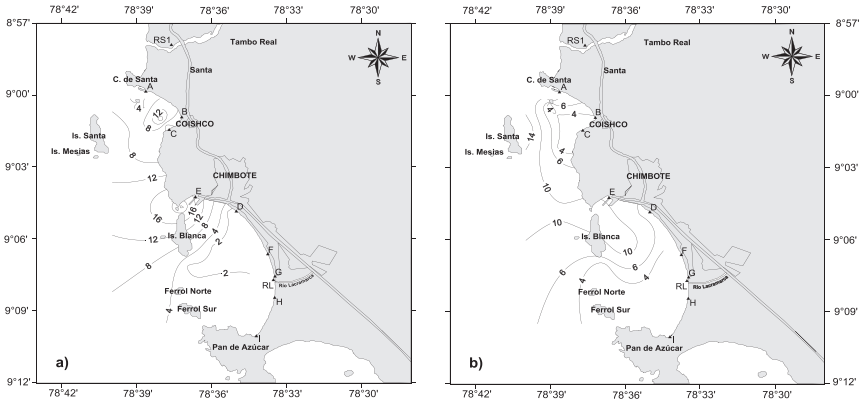


Figura 12. Distribución de los fosfatos (ug-at/L): a) a nivel superficial; b) a nivel de fondo. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Abril 2002

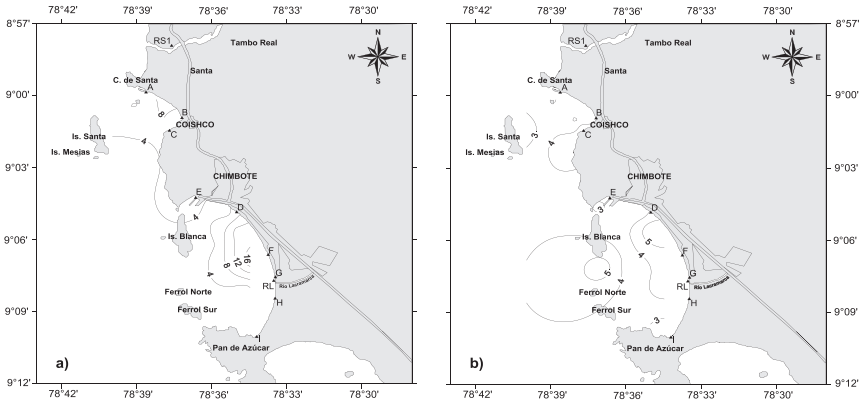


Figura 13.- Distribución de los fosfatos (ug-at/L): a) nivel superficial; b) nivel de fondo. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Julio 2002

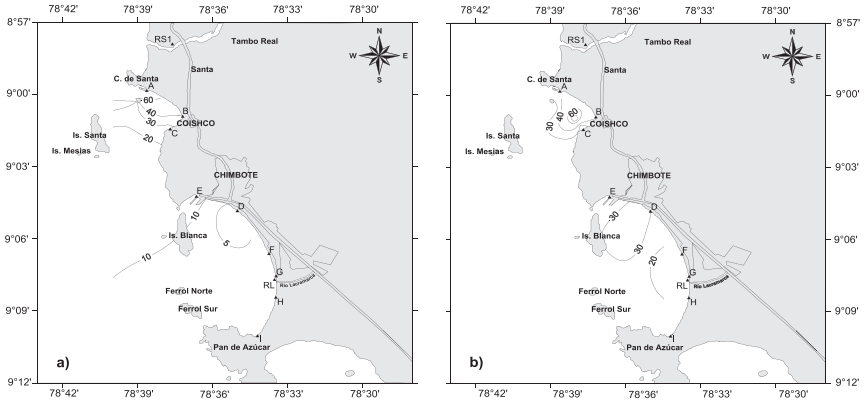


Figura 14.- Distribución de los silicatos (ug-at/L): a) nivel superficial; b) nivel de fondo. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Abril 2002

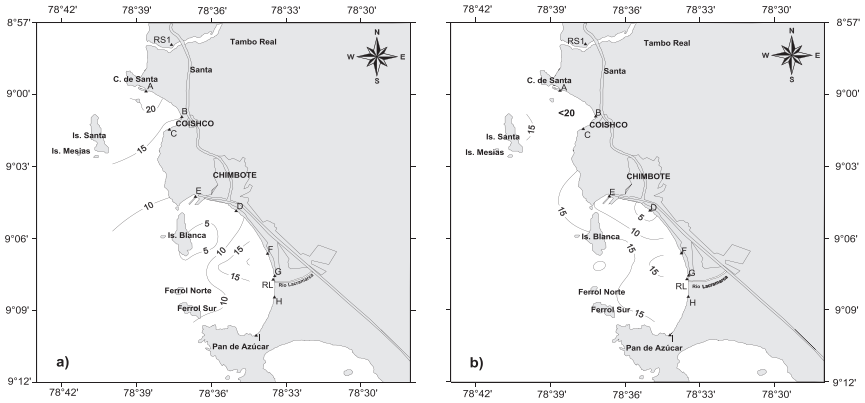


Figura 15.- Distribución de los silicatos (ug-at/L): a) nivel superficial; b) nivel de fondo. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Julio 2002

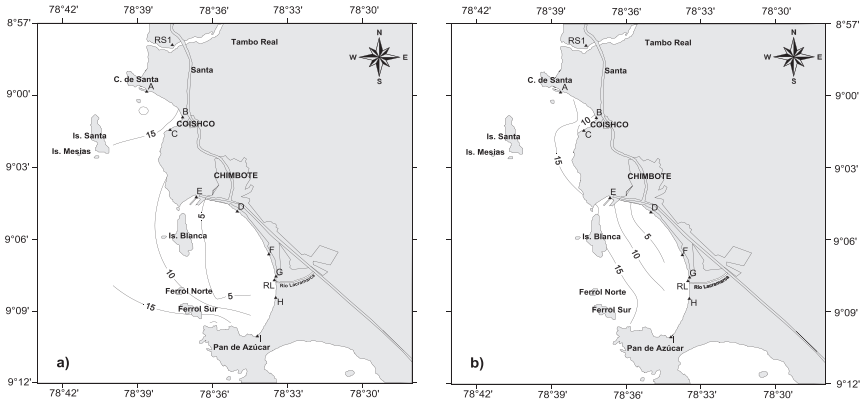


Figura 16.- Distribución de los nitratos (ug-at/L): a) nivel superficial; b) nivel de fondo. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Abril 2002

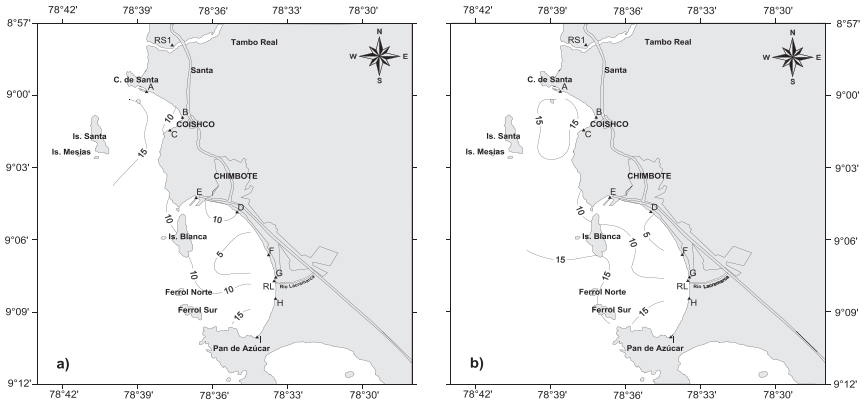


Figura 17.- Distribución de los nitratos (ug-at/L): a) nivel superficial; b) nivel de fondo. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Julio 2002

mente por aguas de surgencia; en El Ferrol, los fosfatos estuvieron altos fuera de la línea costera, provenientes de aguas de afloramiento costero (Figuras 12 y 13). En julio: en ambas bahías, los valores estuvieron dentro de lo esperado para la época del año.

Silicatos.- Los datos se presentan en la Tabla 3.- A nivel superficial: En abril: en Coishco, 76,64 a 16,98 ug-at/L, promedio 34,63 ug-at/L; El Ferrol presentó un rango de 13,98 a 2,27 ug-at/L, promedio 7,33 ug-at/L, la mayor concentración en la Estación 9, en la bocana del extremo norte de la bahía. En julio los silicatos presentaron valores a nivel superficial muy similares tanto en Coishco como El Ferrol, con promedio de 13,98 y 9,32 ug-at/L respectivamente (Figuras 14 y 15).

A nivel subsuperficial: En abril, en Coishco y El Ferrol, tuvieron la misma tendencia superficial, apreciándose aguas de surgencia y de mezcla (Figura 14b). En julio, los silicatos tuvieron valores más bajos, con menos influencia de las aguas continentales, especialmente en la bahía El Ferrol (Figura 15b).

Nitratos.- Los datos se presentan en la Tabla 3.- A nivel superficial: En abril: en Coishco (Figura 16a), los nitratos (19,93 a 13,01 ug-at/L, promedio 16,17) provenientes de agua de surgencia por el extremo sur e influenciados por las aguas del río Santa, crearon un remolino en la parte central de la pequeña bahía. En El Ferrol, los nitratos (19,93 a 0,95 ug-at/L, un promedio 5,22 ug-at/L) indicaron un ingreso de aguas de afloramiento por el extremo sur de la bahía, la bocana entre la península y la isla Ferrol Sur. En julio (Figura 17a), los nitratos en Coishco (promedio 13,98 ug-at/L) y en El Ferrol (9,32 ug-at/L) tuvieron valores mayores afuera de las bahías.

A nivel subsuperficial la tendencia fue semejante a nivel de superficie, con isolíneas de 5 ug-at/L muy cerca de la línea costera e isolíneas de 15 hacia afuera (Figuras 16b y 17b). En abril, en Coishco (16,59 a 7,78 ug-at/L, promedio 14,57) el valor más alto se obtuvo en la estación más al norte, influenciada por material orgánico de origen terrígeno. En

la bahía El Ferrol (17,25 a 1,52, promedio 12,94 ug-at/L) el valor más alto ocurrió de la Estación 12, en la bocana principal de la bahía y probablemente influenciada por aguas de afloramiento costero. En julio: Coishco (15,97 a 12,47 ug-at/L, promedio 10,96) y para El Ferrol (18,92 a 3,00 ug-at/L, promedio 10,96).

Nitritos.- Los datos se presentan en la Tabla 3.- A nivel superficial: En abril: en Coishco los nitritos reflejaron la interferencia de material terrígeno aportado por el río Santa (Figura 18a) (1,67 a 0,48 ug-at/L, promedio 1,15); en El Ferrol de 1,13 a 0,63 ug-at/L, promedio de 0,84 ug-at/L. En julio los valores fueron más altos (Figura 19a), tanto en Coishco (2,30 a 0,96 ug-at/L, promedio de 2,07 ug-at/L), como en El Ferrol, (2,30 a 0,56 ug-at/L, promedio de 1,14 ug-at/L).

A nivel subsuperficial, los nitritos en ambas bahías presentaron concentraciones muy similares en los meses de abril y julio (Figuras 18b y 19b); en Coishco en ambos meses fueron de 1,73 a 0,98 ug-at/L. En El Ferrol, en abril llegaron a 2,32 a 0,86 ug-at/L, promedio 1,40 ug-at/L; en julio, de 1,80 a 0,59 ug-at/L, promedio 0,93 ug-at/L.

Sólidos suspendidos totales (SST).- Los datos se anotan en la Tabla 4. A nivel superficial, para Coishco en abril y julio se registró de 29,83 a 22,40 mg/L, promedio 27,08. En El Ferrol los valores fueron 34,18 a 2,25 mg/L, promedio 15,32. En las Figuras 20a y 21a, se aprecia la distribución de las isolíneas de SST que van de mayores concentraciones localizadas en las zonas costeras, hacia menores concentraciones fuera de las bahías.

A nivel subsuperficial, en abril: para Coishco, en la Figuras 20b y 21b se muestran las isolíneas con las concentraciones mayores, con isolíneas >40 mg/L; en El Ferrol las isolíneas presentan una distribución concéntrica al norte y afuera de la bahía, con mayor valor en las estaciones costeras. En julio, siguió la misma tendencia pero las isolíneas con valores más altos se presentaron al sur y fuera de la línea costera.

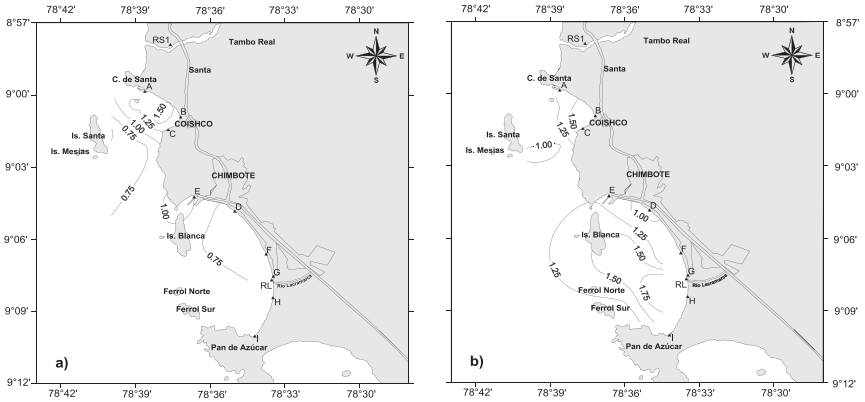


Figura 18.- Distribución de los nitritos (ug-at/L): a) nivel superficial; b) nivel de fondo. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Abril 2002

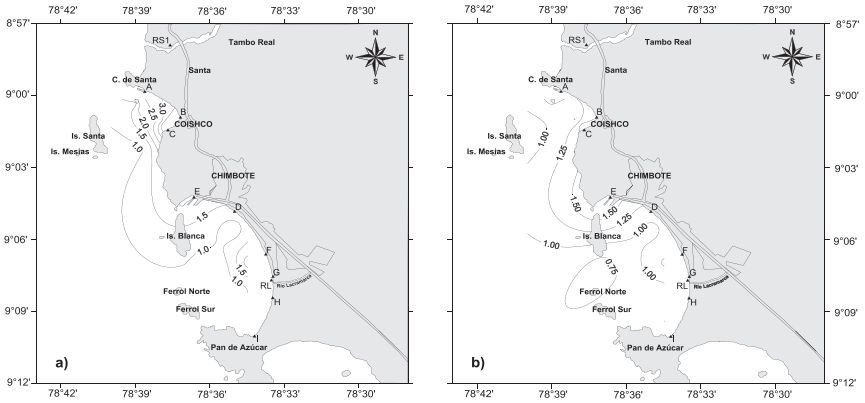


Figura 19.- Distribución de los nitritos (ug-at/L): a) nivel superficial; b) nivel de fondo. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Julio 2002

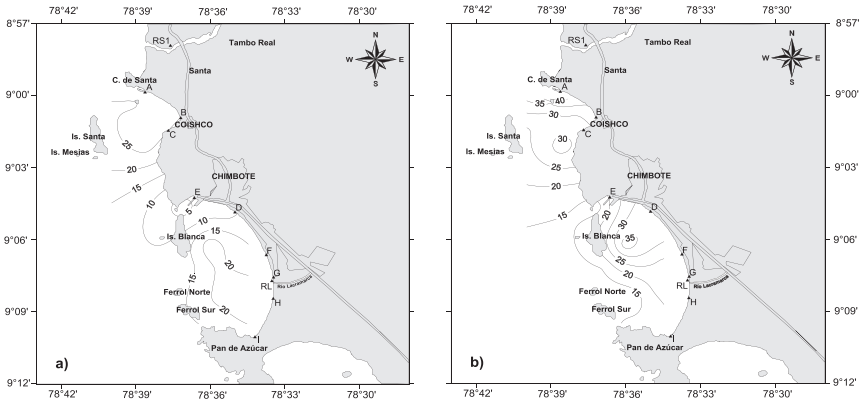


Figura 20.- Distribución de los sólidos suspendidos totales (SST, mg/L): a) nivel superficial; b) nivel de fondo. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Abril 2002

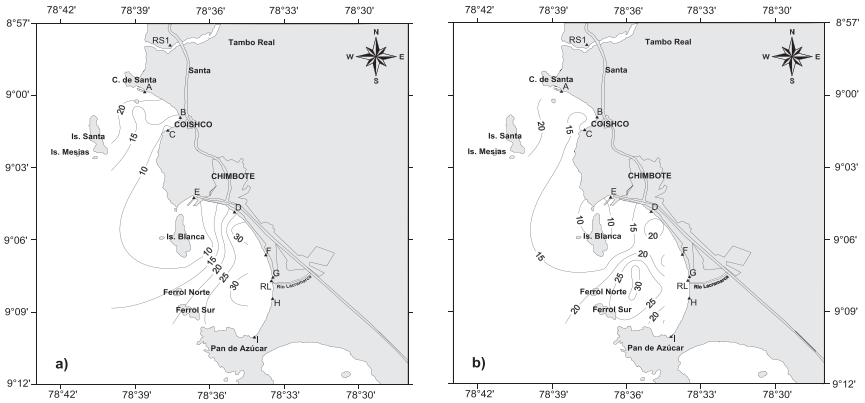


Figura 21.- Distribución de los sólidos suspendidos totales (SST, mg/L): a) nivel superficial; b) nivel de fondo. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Abril 2002

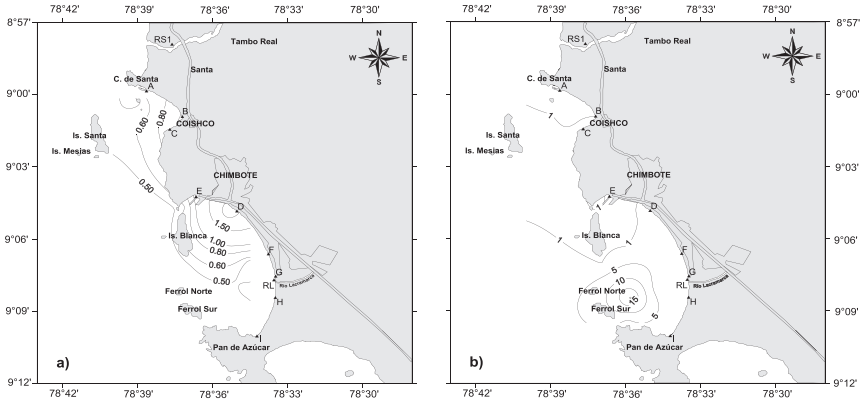


Figura 22.- Distribución de: a) sulfuros a nivel de fondo (ug-at H2S-S.L-1); b) aceites y grasas a nivel superficial (mg/L). Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Abril 2002

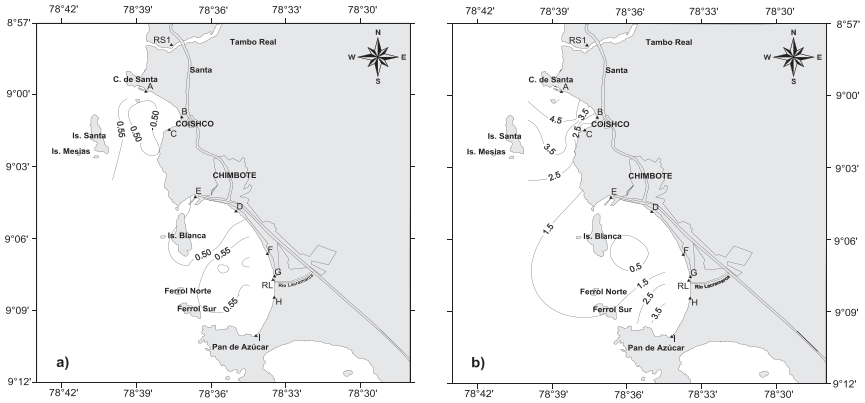


Figura 23.- Distribución de: a) sulfuros a nivel de fondo (ug-at H2S-S.L-1); b) aceites y grasas a nivel superficial (mg/L). Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. Julio 2002

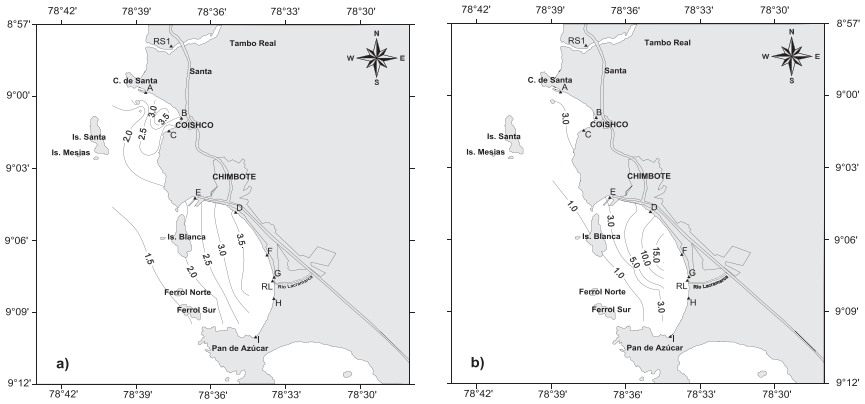


Figura 24.- Distribución de la demanda bioquímica de oxígeno 5 (mg/L) a nivel superficial. a) abril 2002; b) julio 2002. Bahías El Ferrol y Coishco. Chimbote.

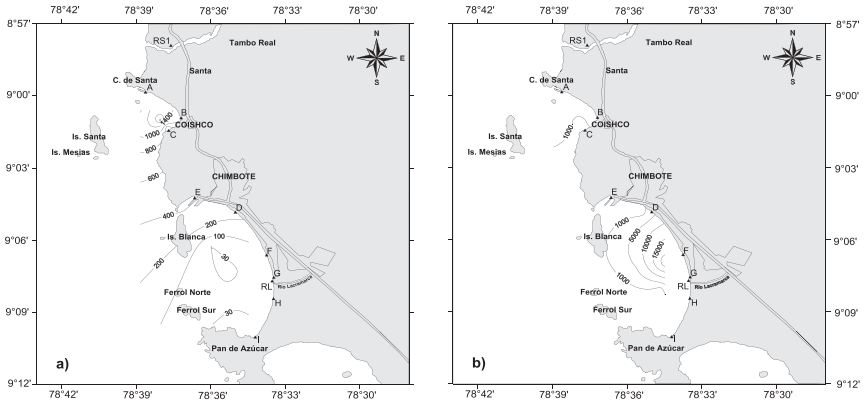


Figura 25.- Distribución de coliformes totales a nivel superficial (NMP/ 100 mL); a) abril 2002; y b) julio 2002. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote

Sulfuro de Hidrógeno.- Los datos se tomaron principalmente a nivel subsuperficial (Tabla 4). En abril (Figura 22a) el rango mayor (0,39 a 2,22 ug-at H_2S-S/L) fue en El Ferrol; el último valor se encontró frente a la zona de descarga de las aguas residuales domésticas e industriales de Chimbote. Las isolíneas se presentaron en forma paralela, hacia el noroeste de la bahía El Ferrol, y son menores conforme se alejan de la costa. En julio (Figura 23a) se registró una distribución más homogénea y las concentraciones estuvieron por debajo de 1,0 (0,43 a 0,61 ug-at H_2S-S/L).

Aceites y grasas.- La evaluación fue a nivel superficial (Tabla 4, y Figura 23b). Bahía El Ferrol: en abril (0,65 a 20,78 mg/L) (Figura 22b), el valor más alto correspondió afuera y al suroeste de la bahía, probablemente estas sustancias fueron arrastradas por los vientos y corrientes marinas; la carencia de información del flujo y su velocidad no permitieron determinar si había una orientación para dispersarse desde la línea costera. En julio (0,31 a 4,19 mg/L) (Figura 23b), la mayor concentración se presentó al sur de la bahía; tampoco se tuvo información de las corrientes marinas para un mejor entendimiento de su posible dispersión.

En Coishco, en abril (0,5 a 1,70 mg/L); en julio (0,80 a 5,66 mg/L); para ambos, el promedio fue 1,08 y 3,56 mg/L; y los máximos valores se presentaron al noroeste de la bahía.

Demanda bioquímica de oxígeno ($DB0_5$).- La evaluación se realizó en superficie (Tabla 4, Figura 24). En abril, estos valores fueron bajos y no sobrepasaron los límites permitidos fijados por la Ley General de Aguas (10 mg/L). En julio fueron ligeramente más altos en ambas bahías, y en dos estaciones estuvieron por encima de lo permisible: una frente a las plantas industriales pesqueras (20,15 mg/L); y la otra, frente a la ciudad de Chimbote (12,20 mg/L). En la bahía El Ferrol, la DBO_5 mostró concentraciones más altas en la zona central, que disminuyeron hacia afuera.

Indicadores de contaminación microbiológica.- La evaluación se

realizó en superficie. Los Coliformes Totales, en abril (Tabla 4, Figura 25 a): en El Ferrol alcanzaron el rango <30 a 4,3x10^2 NMP/100 mL. En Coishco, los valores fueron más altos: 7,5x10^2 a 2,1x10^3 NMP/100 mL. En julio, se pudo apreciar en El Ferrol la mayor concentración cercana a la zona costera.

Los Coliformes Termotolerantes, en abril (Tabla 4, Figura 26a), en El Ferrol, fluctuaron entre <30 a 2,3x10^2 NMP/100 mL; en Coishco, entre 4,3x10^2 y 7,5x10^2 NMP/100 mL; en julio (Figura 26b), las mayores concentraciones ocurrieron en la parte central de la línea costera de Coishco, que sobrepasaron el límite permisible establecido en LGA para la clase V: Aguas de Preservación de Fauna Acuática. Los valores variaron de <30 a 4,6x10^3 NMP/100 mL (Tabla 4). Estos valores sobrepasaron los límites permisibles (LP) para las clases IV, V y VI de la Ley General de Aguas.

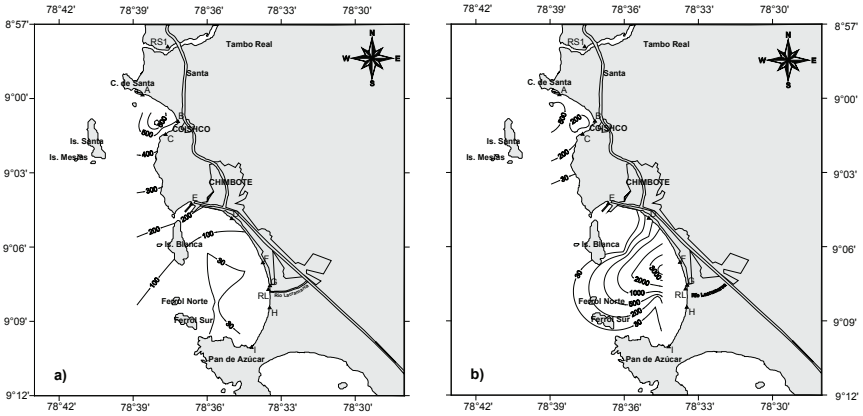


Figura 26.- Distribución de coliformes termotolerantes a nivel superficial (NMP/ 100 mL); a) abril 2002; y b) julio 2002. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote.

Zona de playas. Indicadores de calidad del agua de mar

Nutrientes.- Los datos obtenidos a nivel de playas se muestran en la Tabla 3.

Los **fosfatos,** en abril, en Coishco presentaron un promedio de 3,38 ug-at/L; en julio, alcanzó 5,59 ug-at/L. En El Ferrol, en abril el promedio fue 7,64 ug-at/L; y 4,53 ug-at/L en julio.

Los **silicatos** a nivel de playas fueron muy altos en Coishco, por influencia del río Santa, además de los efluentes industriales y domésticos, en abril (58,90 ug-at/L) y en julio (41,98 ug-at/L). La bahía El Ferrol, recibe la influencia fue del río Lacramarca, en abril (29,55 ug-at/L), y en julio (31,90 ug-at/L).

Los **nitratos** presentaron en Coishco valores altos, tanto en abril (23,4 ug-at/L) como en julio (28,51 ug-at/L). En El Ferrol se obtuvo promedios más bajos tanto en abril (9,82 ug-at/L) como en julio (16,34 ug-at/L); en la zona de influencia del río Lacramarca presentó el valor más alto en abril (16,19 ug-at/L); y en julio alcanzó 22,62 ug-at/L en la del muelle Gildemeister.

En los **nitritos** las concentraciones obtenidas en abril, en Coishco y El Ferrol, dieron promedios muy similares 1,93 y 1,95 ug-at/L; igualmente se presentó en julio, Coishco (1,80 ug-at/L) y El Ferrol (2,43 ug-at/L), por influencia de la actividad industrial pesquera.

La DBO$_5$ por playas, en abril los valores fueron mayores en bahía El Ferrol (2,6 a 28,50 mg/L), con el máximo valor en la estación F (frente a la zona industrial pesquera) y en la Estación G (zona de influencia del río Lacramarca) donde también se obtuvo un valor ligeramente por encima de lo permisible con 14,00 mg/L.

En julio, los valores de DBO$_5$ por playas fueron bajos, variaron en El Ferrol (1,76 a 6,60 mg/L) y en Coishco fueron menores a 5,35 mg/L. Todos estos valores estuvieron debajo de los LMP fijados por la LGA.

Coliformes totales y termotolerantes.- En ambas bahías, sobrepasaron los límites permisibles fijados por la LGA para la clase IV, V y VI.

En la zona de Coishco fue muy alta tanto los coliformes totales (4,3x10^2 a 2,3x10^4 NMP/100 mL), como los coliformes termotolerantes (2,3x10^2 a 2,3x10^4 MP/100 mL). Los mayores valores se registraron en las estaciones B, cerca de las descargas de las acequias agrícolas y de aguas residuales domésticas (Tabla 3).

En la bahía El Ferrol, fueron también muy altos tanto los coliformes totales (4,0x10 a 2,3x10^4 NMP/100 mL), como los termotolerantes (<30 a 2,3x10^4 NMP/100 mL). Los mayores valores de termotolerantes se detectaron en la estación E donde se encuentran descargas de aguas residuales municipales.

Trazas de metales en sedimentos

En abril, en diferentes sustratos marinos y en áreas con estaciones seleccionadas, se evaluaron niveles de trazas de cadmio, plomo, cinc y cobre (Tabla 5, Figura 27).

Cadmio total: la mayor contaminación (5,22 mg/g) se detectó en la estación 10, frente a las plantas pesqueras, a una profundidad de 8,5 m. El valor más bajo (1,58 mg/g), en la estación 8 al suroeste del muelle Minerales. El promedio fue 2,67 mg/g. En la presente evaluación la distribución espacial de cadmio se concentró en la zona costera frente a las plantas pesqueras, con un gradiente de concentración más baja hacia el oeste.

Plomo total: el mayor valor (1,18 mg/g) se detectó en la estación 15, al suroeste de las plantas pesqueras, a una profundidad de 9,5 m. El menor valor (0,09 mg/g), en la estación 14, a 2,5 mn de la línea de la costa. El promedio fue 0,49 mg/g. En la presente evaluación la distribución espacial de plomo se concentró al suroeste de las plantas pesqueras.

Cobre total: la mayor concentración (23,44 mg/g) se detectó en la estación 10, a 1,0 mn de las plantas pesqueras, a 8,5 m de profundidad. El menor valor (17,61 mg/g), en la estación 8, al sureste

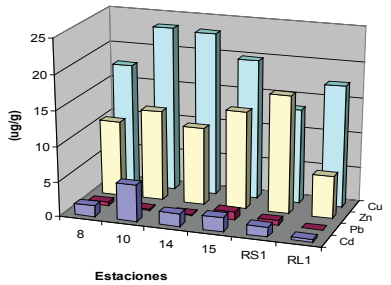


Figura 27.- Trazas de metales en sedimentos de la bahía El Ferrol, del río Santa (RS1)y del río Lacramarca(RL1). Chimbote. Abril 2002

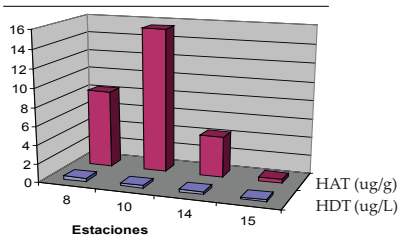


Figura 28.- Hidrocarburos de petróleo aromáticos totales (HAT) e hidrocarburos disueltos totales (HDT). Bahía El Ferrol, Chimbote. Abril 2002

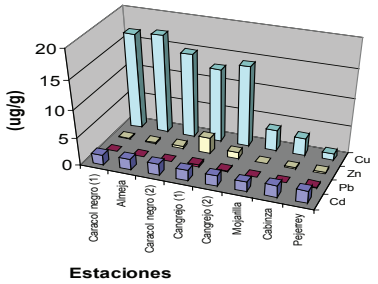


Figura 29.- Concentración de trazas de metales en organismos marinos capturados en la bahía El Ferrol, Chimbote. Agosto 2002

del muelle Minerales; el valor medio fue 21,01 mg/g. En la presente evaluación, la distribución espacial de cobre fue relativamente homogénea en toda la bahía.

Cinc total: sus niveles variaron entre 10,76 a 13,93 mg/g, el mayor se detectó en la estación 15 a una profundidad de 9,5 m (promedio del área 12,14 mg/g); esta concentración es inferior al rango establecido de 30,2 a 135,0 mg/g para el golfo de Nicoya. El menor valor (10,76 mg/g) se registró en la estación 8, al sureste del muelle Minerales.

La distribución espacial de cinc mostró el gradiente de disminución en sentido noroeste con respecto a las plantas pesqueras. La concentración promedio anual de cinc registrada en el 2000 fue de 217,37 mg/g; en el 2002 se ha registrado una disminución a 13,07 mg/g.

Niveles de hidrocarburos de petróleo en sedimentos.- En la Tabla 5 y la Figura 28 se dan los valores de las concentraciones de hidrocarburos disueltos en agua (HDT) y los de hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos (HAT), en estaciones seleccionadas considerando las actividades que se desarrollan en las mismas áreas o en áreas contiguas a las estaciones.

Los valores de HDT fueron bastante bajos en las cuatro estaciones (de 0,19 a 0,29 ug/L y promedio 0,38 ug/L); sin embargo, en el sustrato marino las concentraciones variaron de 0,40 a 15,44 ug/g con un promedio de 7,14 ug/g, el valor más alto se encontró frente a la zona industrial pesquera, con intenso tráfico de las embarcaciones pesqueras (bolicheras).

Trazas de metales en organismos.- En julio del 2002 se obtuvieron muestras de diferentes grupos taxonómicos y niveles tróficos, siendo esto último un aspecto importantísimo para que el organismo tenga mayor o menor posibilidades de ingesta de metales trazas.

En la Tabla 6 y la Figura 29, se presentan los resultados de los análisis realizados en tres grupos taxonómicos: Moluscos (el caracol *Stramonita (Thais) chocolata* colectado en dos lugares de la bahía El Ferrol y la almeja *Gari solida*, de Coishco), Crustáceos (el cangrejo *Platyxanthus orbignyi*, de dos puntos diferentes), y peces (mojarrilla, *Stellifer minor*; cabinza, *Isacia conceptionis;* pejerrey *Odonthestes regia regia*).

Características hidrográficas e hidrológicas del río Santa

La cuenca del río Santa se encuentra ubicada en la parte norte-central del Perú y conforma uno de los principales valles longitudinales en la vertiente occidental del Perú, con un área de 14.954 km^2, comprende sectores de la costa y sierra de los departamentos de La Libertad y Áncash. De oeste a este, se pueden diferenciar tres macrounidades geomorfológicas:

- Pampas costaneras
- Flanco occidental de los Andes
- Altiplano

En ellas existen diversos climas, como el clima húmedo y con precipitaciones casi nulas, entre las playas costeras y la costa 500 msnm. Se ha establecido que la superficie de la cuenca colectora húmeda es de 12.412 km^2, es decir, que el 83% del área de su cuenca contribuye sensiblemente al escurrimiento superficial.

De acuerdo a los estudios de la Onern (1972) y mediante el sistema de clasificación de zonas de vida en el mundo de Holdridge, en el ámbito comprendido entre la desembocadura del río Santa y sus límites en las cumbres de la cordillera, se han identificado 14 zonas de vida. El río Santa es uno de los más caudalosos de la costa y en magnitud de cuenca sólo es superado por la del río Chira, en la Región Piura en el norte. Desde el punto de vista hidrológico, la cuenca del río Santa es la más importante de la costa del Perú, por tener el río un caudal de agua importante durante todo el año (Tabla 7). En la época de precipitaciones, éste aumenta hasta 20 veces el caudal que lleva en la época de sequía.

El relieve general de la cuenca es muy accidentado, y, al igual que los demás ríos de la costa, tiene una hoya hidrográfica alargada, de fondo profundo con fuertes pendientes y de relieve escarpado y abrupto, cortada por profundas quebradas y estrechas gargantas.

En época de sequía, el agua proviene especialmente de la fusión de los glaciares que, debido a su gran extensión, aporta volúmenes muy considerables de agua, capaces de generar energía en importantes centrales hidroeléctricas y de irrigar extensas zonas agrícolas, especialmente en la costa.

El módulo promedio anual descargado por el río Santa durante el periodo de 1932-1998 en la estación Puente Carretera es de 142,73 m^3/s; la máxima descarga registrada ha sido de 1500 m^3/s y ocurrió el 20 de febrero de 1932; la mínima ha sido de 21,20 m^3/seg registrado el 12 de julio de 1968.

El comportamiento estacional del río Santa empieza con periodo de avenidas, como promedio en la primera quincena del mes de diciembre, con la presencia de los primeros repuntes notables y termina generalmente en mayo, al presentarse el último pico del hidrograma que antecede a la curva de agotamiento el río.

En la Tabla 7, se aprecia el caudal de descarga del río Santa entre los años 1976 a 1996; se han señalado los años El Niño, en los cuales el caudal se incrementa significativamente, por las intensas precipitaciones en la zona de los Andes peruanos, produciendo en muchos de los casos desbordes de sus aguas sobre poblados cercanos a su cauce, así como inundación de zonas agrícolas o ganaderas.

Características hidrográficas e hidrológicas del río Lacramarca

El río Lacramarca tiene su origen en la parte occidental de la Cordillera Negra, de la cual se ha originado la formación de dos quebradas en la parte alta, conocidas como quebradas de Santa Ana y Coles, denominándose río o quebrada Lacramarca a partir de su confluencia. Las descargas del río se deben a las precipitaciones pluviales que ocurren por encima de los 2000 msnm.

Presenta un desarrollo de cuenca aproximado de 854 km^2, y una longitud máxima de recorrido de 63 km desde sus nacientes, con una pendiente promedio del 7%. Los estudios de ONERN, 1972 y posteriormente de INRENA, han dado a conocer características de la cuenca del río Lacramarca, que a continuación se detallan:

- La superficie de la cuenca colectora húmeda es de 163 km^2, es decir, que sólo el 19% del área de la cuenca contribuye sensiblemente al escurrimiento superficial.
- Es un río de régimen muy irregular, que generalmente lleva agua solo cada cinco años aproximadamente y lo hace con características de torrente y por un periodo muy corto.

Durante El Niño 1997–98, el río salió de su cauce, inundó la zona industrial de 27 de Octubre, sus sedimentos se incorporaron en el extremo sur de la bahía El Ferrol y también a la cuenca vecina del río Santa y cuyos vestigios son fácilmente reconocibles. En la parte final del valle, presenta un pequeño cono de deyección, cuyo frente oceánico tiene aproximadamente 8 km de longitud.

El río presenta en su cuenca baja salinidades de 0,7 a 5,8 mmohs/cm a 25 °C; de salinidad moderada y pH de 6,98 a 7,0 (Onern 1971). El origen de la elevada salinidad de estas aguas se debe al lavado del material aluvial del río Lacramarca por el riego de aproximadamente 2600 ha.

Algunos indicadores de calidad del agua de los ríos Santa y Lacramarca

En esta evaluación 2002, no sólo se ha considerado el agua de mar sino también las aguas continentales de los ríos Lacramarca y Santa; para ello se han seleccionado las estaciones RL-1 y RS-1 situadas cerca de la descarga del río al mar. En la Tabla 2 se dan las coordenadas geográficas, así como las observaciones realizadas en abril, cuando los ríos presentaban una coloración marrón oscuro por el acarreo de sedimentos y restos de origen vegetal.

Las características químicas evaluadas en abril y julio 2002 (Tabla 3) señalaron una buena oxigenación y nutrientes con valores altos principalmente silicatos (62,74 y 89,70 ug-at/L) y nitratos (52,58 y 55,30 ug-at/L). Cabe resaltar que los coliformes termotolerantes en la estación RS1 del río Santa y RL1 del río Lacramarca sobrepasaron los límites permisibles fijados por la LGA para la clases I, III, IV (Aguas de zonas recreativas de contacto primario) y V (Aguas de zona de pesca de mariscos bivalvos). Situación similar se presentó en la evaluación de julio. La DBO_5, en ambas oportunidades, estuvo dentro de lo permisible.

Alteración física y destrucción del hábitat en la zona costera

Además de los ecosistemas marinos, en las zonas costeras existen ecosistemas frágiles, como son los humedales y manglares, que en la actualidad están amenazados por las diversas actividades humanas. La destrucción o alteración de estos ecosistemas origina desequilibrios, no sólo a nivel local sino también a nivel global.

En la zona costera de Chimbote se ubican los humedales de Villa María, entre los distritos de Chimbote y Nuevo Chimbote, cuenca baja del río Lacramarca y abarca unas 150 ha. Se han formado por las filtraciones provenientes del río Lacramarca y riegos agrícolas que se almacenan en las depresiones del terreno y forman las lagunas debido a su escaso drenaje. Son parte del corredor migratorio que siguen numerosas especies de aves a lo largo de la región Neotropical, en búsqueda de espacios temporales para pasar su etapa no reproductiva. Albergan una gran cantidad de recursos naturales (numerosas especies de aves, peces y crustáceos, así como de flora terrestre y acuática, como guineas y carrizos).

Loayza (2000) en su diagnóstico ha registrado siete especies de flora (las principales son *Tessaria integrifola, Scirpus olnegri, Distichlis spicata)*, 13 especies de aves (*Bulbucus ibis ibis, Charadrius* sp., *Larus modestus, Larus dominicanus, Larus pipixcan, Crotophaga salcirostris,* etc.), 4 especies de peces (ej. *Aequidens rivulatus, Lebiasina bimaculata*), 1 especie de crustáceo (camarón de río) y 1 especie de lagartija.

El valor de estos ecosistemas, aparte de los conocidos para las especies de flora y fauna, está referido a su utilidad en la educación ambiental, en el estudio de las interrelaciones entre los diferentes componentes de los ecosistemas, en la formación de una identidad local y además representa un recurso con potencial ecoturístico y, por lo tanto, económico.

La problemática de los humedales de Villa María, es la que en-

frentan los ecosistemas frágiles de la mayoría de las zonas costeras del Perú. Se conoce (Loayza 2000) que este humedal ha perdido hasta 900 ha, desde los años 40, debido a la desecación de las lagunas para posibilitar el desarrollo urbano. Sumado a esto, presentan alta contaminación por arrojo de basura, descomposición de desechos orgánicos y descarga de aguas negras.

DISCUSIÓN

El área de mar y la zona costera de Chimbote, considerada como de grave contaminación por aguas residuales domésticas e industriales, ha sido monitoreada el año 2002 como parte de la Red de Monitoreo Ambiental, mediante la cual se da a conocer las variaciones de su ambiente acuático utilizando indicadores de la calidad de agua de mar en las bahías Coishco y El Ferrol.

La TSM durante mayo y julio ha presentado registros dentro de lo esperado para la estación del año, con temperaturas decrecientes hacia fuera de la bahía, siendo las más altas en la zona de playa.

La SSM, en ambas bahías, presentó las características de aguas de mezcla, principalmente en la zona central, con bajo contenido de sales (<34 ups) ya señalado por Sánchez et al. (1994), Jacinto et al. (1997) y Guzmán et al. (1997), debido a los vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales; pero también se debe a las descargas del río Lacramarca en El Ferrol y el río Santa en Coishco, siendo más notable este último que ha determinado que esta pequeña bahía presente aguas de mezcla en toda el área evaluada.

El oxígeno disuelto (OD) a nivel superficial, estuvo dentro de lo permisible según la LGA en las dos evaluaciones efectuadas. Durante la época de pesca en julio, se detectó anoxia en dos estaciones ubicadas, una al frente, y la otra al norte de la zona industrial pesquera. Esta situación fue similar a la encontrada en abril 1996 por Jacinto et al. (1997), cuando a nivel superficial, también se presentaron varias áreas anóxicas e hipóxicas en la bahía El Ferrol. A nivel subsuperficial se apreció la misma tendencia de los últimos años, donde se registraron áreas, por lo general, hipóxicas e inclusive anóxicas.

Los nutrientes a nivel superficial.- Los fosfatos presentaron sus más altas concentraciones en la zona de mezcla de las descargas de los efluentes pesqueros, principalmente en julio; igual resultado obtuvieron Jacinto et al. (1997) en abril 1996, y fueron más altos a lo reportado por Guzmán et al. (1997) en julio 1996. Los silicatos y los nitratos se presentaron altos en abril en la bahía Coishco por influencia del aporte del río Santa; es importante señalar que recién en el año 2002 se ha incorporado el monitoreo de esta zona marino costera de Chimbote. La bahía El Ferrol responde al proceso de afloramiento costero de la zona.

Los **sólidos suspendidos totales** en ambas evaluaciones no superaron los límites permisibles vigentes (100 mg/L) según la Ley General de Aguas en su clasificación para aguas marítimas de los usos IV y V.

Los **sulfuros de hidrógeno**, que reflejan una alteración del agua de mar por materia orgánica, alcanzaron valores >1,0 ug-at H_2S-S/L en abril, frente a la zona de descarga de aguas residuales. Esta situación no se presentó en julio, cuyos valores fueron muy bajos.

Las trazas de **aceites y grasas** se percibe que son dispersadas desde el centro de la bahía El Ferrol hacia el sur, por acción de los vientos y corrientes marinas.

La **contaminación por coliformes termotolerantes** se mantiene constante en la bahía El Ferrol, y sobrepasa los límites permisibles que señala la LGA. En la bahía de Coishco se hallaron valores altos principalmente en la zona central, por las descargas agrícolas unidas a aguas residuales domésticas, que así acumulan niveles que constituyen mucho riesgo para la salud humana, la fauna y la flora que todavía se encuentra en la zona intermáreal.

La presencia de **trazas de metales en sedimentos** ha sido evaluada en los últimos años. Las mayores concentraciones promedio se registraron en el 2000 con cadmio 5,86 mg/g y cobre 121,52 mg/g. Las más bajas durante el 2002, con cadmio 3,17 mg/g, plomo 3,17 mg/g y cobre 27,09 mg/g. Por lo general, las mayores concentraciones se encontraron en el norte y centro de la bahía.

CONCLUSIONES

- Las aguas residuales domésticas y de la industria pesquera son las principales fuentes de contaminación de materia orgánica a las bahías de Coishco y El Ferrol, siendo más impactante en esta última, por tratarse de una bahía semicerrada.
- Otra fuente de contaminación proviene de la planta siderúrgica, localizada al extremo norte de la bahía El Ferrol, que vierte en forma puntual una serie de residuos químicos.
- El ambiente marino en las bahías Coishco y El Ferrol, mostró la temperatura en niveles esperados para la zona y estación del año; la salinidad presentó valores de aguas mixohalinas por influencia de los ríos Santa y Lacramarca, principalmente en el mes de abril, así como de las acequias y escorrentías agrícolas en el caso de Coishco.
- Los niveles de oxígeno disuelto en abril estuvieron dentro de los límites permisibles, pero en julio se presentó anoxia frente a la zona industrial pesquera en la bahía El Ferrol; y en Coishco se presentó hipoxia en forma muy puntual
- Los nutrientes en la bahía de Coishco presentaron valores altos en silicatos y fosfatos por influencia del aporte del río Santa especialmente en el mes de abril. En la bahía El Ferrol se presentaron principalmente aguas de surgencia y mezcla; en julio se evidenció menor influencia de las aguas continentales.
- Los valores de SST, en ambas bahías, durante abril y julio estuvieron bajos y dentro de los

Tabla 1.- Parámetros físicos de las bahías El Ferrol y Coishco, río Santa (RS) y río Lacramarca (RL), Chimbote. 29 al 30 de abril y 24 al 27 de julio de 2002

Bahía	Estación	Posición		Prof.	ABRIL Temp.	Sal.	Transp.	Tipo De	JULIO Temp.	Sal.	Transp.
		Latitud	Longitud	(m)	(°C)	ups	(m)	Sedimento	(°C)	ups	(m)
COISHCO	1	09°00'09.3"	78°38'56.3"	0	17,7	34,686	1,30	Arena fina	16,5	33,985	1,00
				6	17,2	34,944			16,4	35,000	
	2	09°00'20.8"	78°39'00.9"	0	18,0	34,753	1,50	Arena fina	16,5	34,765	2,40
				8	17,5	35,013			16,4	35,031	
	3	09°01'01.5"	78°38'00.8"	0	18,8	33,901	0,80	---	16,5	34,930	1,30
				13	17,3	34,896			16,1	35,050	
	4	09°00'35.2"	78°38'50.1"	0	18,5	34,770	1,20	---	16,6	34,027	2,00
				11	17,8	34,939			16,4	35,038	
	5	09°01'26.1"	78°39'58.0"	0	18,0	34,809	5,00	Arena gruesa	16,8	35,078	3,50
				13	17,5	34,927			16,5	35,800	
	6	09°01'16.1"	78°37'47.3"	0	17,5	34,752	---	Roca	16,5	34,993	1,30
				9	17,2	34,876			16,1	35,046	
	7	09°02'09.0"	78°38'37.7"	0	18,0	34,798	3,00	Roca	16,5	35,019	3,00
				15	17,3	34,882			16,0	35,070	
EL FERROL	8	09°04'53.2"	78°35'22.1"	0	21,0	34,715	2,00	Fango Arenoso	18,3	34,836	1,50
				4	17,9	35,000			18,0	34,864	
	9	09°04'39.8"	78°37'09.6"	0	20,0	34,750	2,00	---	18,2	34,559	1,50
				3	17,1	35,048			18,0	34,744	
	10	09°06'58.3"	78°34'28.0"	0	21,0	34,685	---	Fango Arenoso	17,3	34,622	0,30
				4	17,5	34,989			16,8	34,998	
	11	09°06'13.1"	78°35'59.9"	0	20,5	34,788	3,00	---	17,3	34,883	1,40
				8	17,0	35,044			17,1	35,020	
	12	09°07'08.0"	78°36'54.1"	0	20,0	34,850	3,50	---	17,2	34,971	2,30
				22	16,8	35,044			15,6	35,053	
	14	09°08'28.4"	78°35'48.2"	0	20,0	34,618	3,00	Fango	17,0	35,092	2,60
				11	16,2	35,056			16,7	35,071	
	15	09°08"02.4"	78°34'38.3"	0	20,5	34,668	---	Fango	16,8	35,067	3,70
				6	17,5	35,048			16,6	35,069	
	16	09°09'29.9"	78°35'54.5"	0	18,8	34,975	3,50	---	16,6	35,066	3,90
				8	15,3	35,048			16,4	35,064	
	17	09°05'35.5"	78°35'01.7"	0	---	---	---	---	17,6	34,668	1,10
				4	---	---	---	---	17,4	34,818	
	18	09°07'10.1"	78°35'39.4"	0	---	---	---	---	16,8	34,719	1,20
				8	---	---	---	---	16,6	35,071	
	19	09°09'24.1"	78°34'29.3"	0	---	---	---	---	16,6	35,056	4,20
				4	---	---	---	---	16,5	35,076	
Estaciones de playa y curso inferior de la cuenca baja los ríos Santa y Lacramarca											
COISHCO	A	08°59'50.5"	78°38'37.3"	0	18,0	34,144	---	---	17,5	34,976	---
	B	09°00'54.7"	78°37'11.2"	0	21,0	21,208	---	---	16,8	33,198	---
	C	09°01'26.4"	78°37'41.2"	0	20,0	33,297	---	---	18,1	23,638	---
EL FERROL	D	09°04'50.2"	78°35'00.3"	0	23,0	30,660	---	---	19,1	31,734	---
	E	09°04'14.5"	78°36'38.4"	0	21,8	33,574	---	---	18,5	33,790	---
	F	09°06'37.1"	78°33'44.6"	0	22,0	34,440	---	---	18,1	34,403	---
	G	09°07'32.8"	78°33'27.4"	0	21,9	34,492	---	---	17,7	31,672	---
	H	09°08'26.2"	78°33'28.1"	0	19,3	33,658	---	---	18,0	34,751	---
	I	09°10'02.1"	78°34'12.1"	0	19,5	35,030	---	---	16,9	34,999	---
RIOS	RS1	08°57'54.0"	78°37'36.0"	0	22,5	---	---	---	19,5	---	---
	RL	09°07'41.9"	78°33'31.3"	0	27,0	---	---	---	21,4	---	---

Tabla 2.- Descripción de las estaciones de playa de las bahías El Ferrol y Coishco.
26 al 30 de abril y 30 al 31 de julio 2002

Bahía	Estación	Localidad	Fecha	Posición Geográfica		Hora		Observaciones
				Latitud S	Longitud W	Inicio	Fin	
COISHCO	A	Coishco	26-abr-02	08°59'50.5"	78°38'37.3"	11:08	11:26	Arena gruesa, restos vegetales (tallos, ramas), bolsas y frascos plásticos, restos de animales. Presencia de gaviotas (*Larus pipixcan*) y garzas blancas
			30-jul-02	08°59'50.9"	78°38'35.9"	8:40	9:04	Restos de vegetales, plásticos, fuerte pendiente de playa.
	B	Coishco (playa)	26-abr-02	09°00'54.7"	78°37'11.2"	13:16	13:28	Arena gruesa, a 50 m escorrentía agrícola y doméstica Presencia de gaviotas y pelícanos, restos vegetales
			30-jul-02	09°00'59.1"	78°37'29.9"	10:19	10:31	Presencia de descarga de aguas residuales domésticas e industriales.
	C	Coishco (playa)	26-abr-02	09°01'26.4"	78°37'41.2"	13:55	14:05	Playa de canto rodado, agua limpia, extremo de la bahía al lado de planta pesquera.
			30-jul-02	09°01'26.2"	78°38'00.2"	11:08	11:35	Agua de mar de color verde, presencia de bandadas de gaviotas *Larus* sp.
EL FERROL	D	Muelle de Minerales (playa)	26-abr-02	09°04'50.2"	78°35'00.3"	16:22	16:32	Presencia de desechos sólidos, restos de animales, desechos industriales. Presencia de gallinazos en la descarga del efluente de la siderúrgica.
			31-jul-02	09°04'21.8"	78°36'48.6"	17:28	18:11	Restos de algas marinas, conchuelas, plásticos, agua de mar color marrón con tonalidad rojiza, colector de la siderúrgica.
	E	Santo Domingo	26-abr-02	09°04'14.3"	78°36'38.4"	17:00	17:18	Enrocado hacia el mar donde descarga las aguas residuales domésticas de la ciudad, tuberías de fábricas pesqueras abandonadas.
			31-jul-02	09°04'55.1"	78°35'07.3"	16:37	16:53	Tuberías de chatas abandonadas, restos de basura, color del agua de mar grisáceo, tubería de desagües industriales.
	F	Dep. Combustible	26-abr-02	09°06'37.1"	78°33'44.6"	17:35	17:46	Zona de playa donde se encuentran las pozas de tratamiento de aguas residuales de la actividad de las plantas pesqueras
			31-jul-02	09°06'30.0"	78°33'56.6"	15:52	15:57	Restos orgánicos, colectores de basura, agua de mar de color plomizo fuerte olor a ácido sulfhídrico.
	G	Plantas Pesquera	26-abr-02	09°07'32.8"	78°33'27.4"	17:55	18:10	Las muestras se colectaron en el Muelle de una Planta Industrial pesquera, color del mar verde oscuro-marrón.
			31-jul-02	09°07'41.6"	78°33'34.6"	16:00	16:09	Presencia de conchuelas, vegetales, gaviotas género *Larus* sp., agua de mar de color verde claro blanquecino.
	H	Zona 27 de Octubre	28-abr-02	09°08'26.2"	78°33'28.1"	13:03	13:08	A 350 m del caño del río Lacramarca, en su margen derecha el presentó color marrón rojizo y a partir de su margen izquierda coloración verde claro. Abundantes gaviotas del género *Larus*.
			31-jul-02	09°08'20.2"	78°33'30.0"	14:34	14:42	Presencia de aves volando, restos de vegetales, aguas de mar de color verde blanquizco.
	I	Lancom	28-abr-02	09°10'02.1"	78°34'12.1"	12:00	12:13	Playa de arena limpia, presencia del crustáceo *Callianasa islagrande*, que es extraído por los pescadores artesanales como camada de pesca.
			31-jul-02	09°10'05.5"	78°34'19.6"	12:37	13:08	Playa limpia, botes artesanales faenando en el extremo sur de la bahía.
RIOS	RS-1	Río Santa	26-abr-02	08°57'54.0"	78°37'36.0"	12:15	12:34	Coloración del río marrón oscuro, en su ribera pastean ganado vacuno y aves de corral. Se observan letrinas en su ribera.
			30-jul-02	08°57'55.8"	78°37'18.8"	9:40	9:56	
	RL-1	Río Lacramarca	28-abr-02	09°07'41.9"	78°33'31.3"	12:50	13:08	Coloración del río marrón oscuro, pastoreo de ganado vacuno y aves de corral. Se observan letrinas en su ribera.
			31-jul-02	09°07'41.8"	78°33'31.2"	15:28	15:35	Color del agua marrón claro, abundante caudal, aguas arrastrando restos de vegetales, zona cubierta de arbustos.

Tabla 3.- Variables químicas de las bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote.
Del 29 al 30 de abril y del 24 al 27 de julio de 2002

			ABRIL					JULIO				
Bahía	Estación	PROF. (m)	OXIG. (mL/L)	Fosfatos ug-at/L	Silicatos ug-at/L	Nitratos ug-at/L	Nitritos ug-at/L	OXIG. (mL/L)	Fosfatos ug-at/L	Silicatos ug-at/L	Nitratos ug-at/L	Nitritos ug-at/L
COISHCO	1	0	5,02	2,58	76,64	16,47	1,19	3,15	6,84	21,52	12,36	2,30
		6	2,67	13,05	32,42	16,59	1,21	2,61	4,06	16,07	14,83	1,34
	2	0	4,25	4,21	25,97	16,04	1,44	3,18	3,44	18,43	16,66	1,25
		8	2,56	2,77	20,43	15,21	1,25	2,55	3,92	17,89	15,53	1,27
	3	0	4,49	18,64	37,68	17,41	1,67	1,92	8,17	19,25	13,64	2,53
		13	1,32	2,96	80,27	16,45	1,65	1,64	2,82	16,43	15,74	0,98
	4	0	4,42	2,44	36,32	19,93	1,25	2,40	6,36	19,98	15,52	2,17
		11	2,68	3,87	23,52	15,33	1,15	2,61	3,97	17,89	15,97	1,13
	5	0	3,72	11,57	19,25	15,86	0,48	3,21	4,25	18,52	17,18	0,98
		13	2,44	17,88	30,05	16,03	1,05	2,56	2,39	13,71	13,64	0,82
	6	0	3,27	2,82	29,60	14,47	1,34	1,06	6,21	13,26	7,38	4,31
		9	0,19	2,68	26,88	7,78	1,73	1,30	4,21	18,43	12,47	1,61
	7	0	3,65	4,02	16,98	13,01	0,71	3,58	3,30	15,07	15,15	0,96
		15	2,60	3,44	24,24	14,61	0,98	1,68	4,64	19,52	16,45	1,19
EL FERROL	8	0	8,20	1,86	2,27	0,95	0,63	5,49	2,77	6,72	12,11	1,25
		4	0,19	5,54	31,78	1,52	0,86	5,15	3,39	3,72	7,02	1,17
	9	0	4,93	22,66	13,98	7,73	1,13	4,71	5,59	9,26	8,34	2,01
		3	1,81	11,62	24,79	15,39	1,27	3,57	2,87	9,53	7,00	1,80
	10	0	3,06	1,67	5,72	1,49	0,67	0,00	18,12	20,97	1,00	2,30
		4	0,85	2,49	12,80	5,03	1,13	1,31	4,49	16,62	5,93	1,30
	11	0	5,55	2,15	6,08	4,43	0,67	4,20	2,92	2,45	7,87	1,05
		8	0,15	13,58	38,23	11,23	1,69	1,50	3,63	15,98	13,34	0,96
	12	0	3,67	1,72	8,72	7,08	0,94	5,14	2,49	5,27	10,61	0,98
		22	0,80	2,53	24,61	17,25	1,57	0,97	5,64	20,61	16,14	0,59
	14	0	2,27	3,63	8,99	4,47	0,96	3,89	3,15	7,81	11,10	0,96
		11	0,33	3,20	28,78	16,13	1,34	3,38	3,39	11,53	12,39	0,96
	15	0	2,94	2,63	5,99	3,42	0,79	4,02	2,06	12,26	12,45	0,90
		6	0,24	2,96	18,52	10,48	2,32	3,28	4,54	13,98	12,96	0,90
	16	0	2,81	2,10	6,90	19,93	0,90	3,68	3,01	11,89	13,30	0,98
		8	0,66	3,25	29,33	15,12	1,00	2,72	3,30	18,25	14,62	0,90
	17	0	---	---	---	---	---	0,00	12,95	8,90	5,87	0,69
		4	---	---	---	---	---	0,82	5,93	5,81	3,00	0,90
	18	0	---	---	---	---	---	0,49	6,12	16,07	3,10	0,56
		8	---	---	---	---	---	2,46	3,15	14,71	9,26	0,94
	19	0	---	---	---	---	---	3,46	2,29	13,53	16,73	0,96
		4	---	---	---	---	---	3,01	2,82	14,35	18,92	1,00
Estaciones de playa y curso inferior de la cuenca baja de los ríos Santa y Lacramarca												
COISHCO	A	0	5,55	2,72	39,68	18,75	1,80	5,44	3,15	12,53	18,25	1,21
	B	0	5,61	5,07	100,42	34,35	1,71	4,83	5,40	31,69	23,01	2,07
	C	0	3,76	2,34	36,59	17,07	2,28	5,82	8,22	81,72	44,27	2,11
EL FERROL	D	0	4,87	4,02	48,76	16,82	2,86	5,06	4,11	24,24	19,68	2,61
	E	0	4,15	4,40	14,71	9,66	1,42	4,33	4,83	55,84	22,62	3,89
	F	0	3,28	24,43	11,17	0,85	2,07	4,78	5,74	22,61	11,48	2,13
	G	0	3,27	3,25	26,42	16,19	0,96	5,01	4,45	47,58	20,70	2,70
	H	0	2,93	4,68	48,94	7,20	1,07	5,03	3,63	15,25	9,89	1,71
	I	0	5,17	5,07	29,33	8,17	3,32	3,95	4,40	25,88	13,67	1,57
RIOS	RS1	0	5,96	---	---	---	---	5,99	1,29	122,40	21,93	0,40
	RL1	0	5,40	14,35	62,74	52,58	1,50	5,53	3,87	89,70	55,30	0,54

RS: Río Santa
RL: Río Lacramarca

Tabla 4.- Variables de Calidad Ambiental de las bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote. 29-30 abril y 24-27 julio 2002

Bahía	Estación	PROF. (m)	ABRIL Col. Totales NMP.100 mL^{-1}	ABRIL Col. Termotolerantes NMP.100 mL^{-1}	ABRIL DBO_5 mg.L^{-1}	ABRIL SST mg.L^{-1}	ABRIL Grasas mg.L^{-1}	ABRIL Sulfuros ug-at H_2S-S.L^{-1}	JULIO Col. Totales NMP.100 mL^{-1}	JULIO Col. Termotolerantes NMP.100 mL^{-1}	JULIO DBO_5 mg.L^{-1}	JULIO SST mg.L^{-1}	JULIO Grasas mg.L^{-1}	JULIO Sulfuros ug-at H_2S-S.L^{-1}
COISHCO	1	0			2,55	29,20	1,70	0,53	4.3×10^3	4.3×10^2	3,16	23,50	5,66	
		6				47,60	---	0,56				20,59		0,55
	2	0			2,55	22,40	1,30	0,61				16,02		
		8				34,40	---	0,68				16,18		0,51
	3	0	2.1×10^3	7.5×10^2	4,50	27,15	1,19	---	4.3×10^2	30	3,78	18,93	4,55	
		13				28,00	---	---				13,86		0,54
	4	0	9.3×10^2	4.3×10^2	1,30	29,83	1,11	---	4.3×10^3	9.3×10^2	2,10	12,87		
		11				31,20	---	0,48				16,42		0,40
	5	0			1,60	24,40	0,50	---				23,53	2,80	
		13				24,40	---	0,59				24,28		0,60
	6	0	7.5×10^2	4.3×10^2	2,10	---	0,80	---	9.3×10^2	2.3×10^2	4,45	9,09	0,80	
		9				---	---	0,94				15,35		0,53
	7	0			2,70	26,80	1,00	---				11,28	3,98	
		15				32,40	---	0,63				15,35		0,49
EL FERROL	8	0			3,45	7,95	1,10	---	90	40	5,37	18,75	0,80	
		4				32,90	---	2,22				16,90		0,43
	9	0	4.3×10^2	2.3×10^2	1,80	2,25	1,10	---				5,53	0,90	
		3				12,75	---	0,55				8,46		0,52
	10	0	4.0×10	<30	3,60	15,48	3,33	---	2.3×10^4	4.6×10^3	20,15	27,61	0,81	
		4				23,60	---	0,44				12,62		0,61
	11	0	<30	<30		23,57	0,65	---	<30	<30	4,80	7,30	0,40	
		8				37,96	---	0,92				10,50		0,46
	12	0				12,42	1,16	---				10,10		
		22				15,59	---	0,49				13,92		0,50
	14	0	4.0×10	<30	1,95	20,78	20,78	---				27,41		
		11				10,74	---	0,46				30,50		0,57
	15	0	4.0×10	4.0×10	3,67	24,81	1,50	---	40	<30	3,14	34,18	2,80	
		6				22,29	---	0,52				26,04		0,54
	16	0	<30	<30	1,70	15,32	3,33	0,46				26,01	1,95	
		8				16,26	---	0,39				24,23		0,54
	17	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9.3×10^3	4.6×10^2	12,20	32,50	0,81	
		4										22,88		0,52
	18	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.6×10^3	2.1×10^3	3,12	20,10	0,31	
		8										31,94		0,61
	19	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	40	<30	3,10	25,39	4,38	
		4										14,56		0,54
Estaciones de playa y curso inferior de la cuenca baja de los ríos Santa y Lacramarca														
COISHCO	A	0	4.3×10^2	2.3×10^2	2,10	21,31	1,70	0,67	<30	<30	2,45	12,59	2,95	0,64
	B	0	2.3×10^4	2.3×10^4	2,10	127,96	2,60	1,68	2.1×10^2	1.5×10^2	1,40	12,40	1,40	0,44
	C	0	7.5×10^2	3.9×10^2	2,60	32,87	3,10	0,48	2.3×10^5	4.3×10^3	5,35	76,11	0,91	0,85
EL FERROL	D	0	4.3×10^2	4.3×10^2	2,85	22,29	2,80	0,63	2.1×10^3	9.3×10^2	2,04	40,26	0,30	1,20
	E	0	2.3×10^4	2.3×10^4	8,00	39,10	1,40	0,92	4.3×10^4	7.5×10^3	4,18	31,16	0,80	0,48
	F	0	9.3×10^3	1.5×10^3	28,50	133,33	5,00	1,58	2.3×10^5	2.3×10^5	6,60	25,62	0,90	0,61
	G	0	7.0×10	7.0×10	14,00	24,54	1,00	0,70	9.3×10^3	4.3×10^2	4,08	25,71	0,41	0,46
	H	0	4.3×10^3	9.3×10^2	2,60	98,19	2,40	0,50	2.3×10^3	4.0×10	2,10	19,29	0,70	0,54
	I	0	4.0×10	<30	ND	56,12	1,70	1,05	9.0×10	<30	1,76	26,67	0,54	0,65
RIOS	RS1	0	2.3×10^4	9.3×10^3	3,40	---	---	0,90	2.3×10^3	2.3×10^3	2,37	35,29		0,61
	RL1	0	2.3×10^4	4.3×10^3	6,00	---	---	---	2.3×10^5	1.5×10^3	2,86	105,77		0,60

RS: Río Santa
RL: Río Lacramarca
ND: No Data

Tabla 5.- Valores de trazas de metales e hidrocarburos de petróleo en sedimentos de la bahía El Ferrol y los ríos Santa y Lacramarca, Chimbote. Abril 2002.

Estación	Posición Geográfica		Prof.	Trazas de metales en sedimentos				Hidrocarburos de Petróleo	
	LS	LW	(m)	Cd (ug/g)	Pb (ug/g)	Cu (ug/g)	Zn (ug/g)	HDT (ug/L)	HAT (ug/g)
8	09°04'53.2"	78°35'22.1"	7,50	1,58	0,48	17,61	10,76	0,38	8,32
10	09°06'58.3"	78°34'28.0"	8,50	5,22	0,19	23,44	12,84	0,29	15,44
14	09°08'28.4"	78°35'48.2"	13,50	1,85	0,09	23,15	11,01	0,30	4,38
15	09°08"02.4"	78°34'38.3"	9,50	2,03	1,18	19,85	13,93	0,19	0,40
		Valor Promedio	9,75	2,67	0,49	21,01	12,14	0,29	7,14
		Valor mínimo	7,50	1,58	0,09	17,61	10,76	0,19	0,40
		Valor máximo	13,50	5,22	1,18	23,44	13,93	0,38	15,44
RS1				1,39	0,63	13,46	16,74		
RL1				0,41	ND	17,38	6,01		

HDT = Hidrocarburos totales disueltos en agua
HAT = Hidrocarburos aromáticos totales en sedimentos

Tabla 6.- Concentración de trazas de metales en organismos marinos capturados en la bahía El Ferrol, Chimbote. 5 al 6 agosto 2002

Especie	Nombre Común	N° de Ejemp.	Lugar de Captura	Longitud Rango (mm)	Parte del Cuerpo Analizado	Metales Trazas Analizadas			
						Cd (ug/g)	Pb (ug/g)	Cu (ug/g)	Zn (ug/g)
Thais chocolata	Caracol negro (1)	20	El Perro	36,8 - 49,4	Cuerpo eviscerado	1,77	ND	16,83	0,16
Gari solida	Almeja	3	Coishco	68,2 - 79,5	Cuerpo eviscerado	1,99	ND	17,28	0,18
Thais chocolata	Caracol negro (2)	15	Isla Blanca	45,5 - 66,2	Cuerpo eviscerado	2,06	ND	14,81	0,45
Platyxantus orbignyi	Cangrejo (1)	5	Hueco de la Vela	47,9 - 66,6	Quelas	1,91	0,33	12,93	2,86
Platyxantus orbignyi	Cangrejo (2)	4	Isla Blanca	63,8 - 69,6	Quelas	1,91	0,21	14,24	1,06
Stellifer minor	Mojarilla	5		115,0 - 135,0	Tejido muscular	1,79	ND	3,73	0,05
Isacia conceptionis	Cabinza	3		145,0 - 150,0	Tejido muscular	2,15	ND	3,17	0,15
Odonthestes regia regia	Pejerrey	6		135,0 - 150,0	Tejido muscular	2,21	0,17	1,21	0,35

Tabla 7.- Volumen (m^3/s) del caudal del río Santa durante veinte años (1976-1996)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1976*	253,73	304,99	547,32	-1,00	76,64	84,00	48,43	43,71	46,24	68,22	75,53	85,92	146,79
1977	157,02	394,43	292,83	186,95	94,11	69,30	50,40	53,68	56,30	67,52	109,49	124,02	138,00
1978	111,80	193,03	152,44	129,69	-1,00	62,94	48,74	45,58	83,55	64,78	93,34	109,23	97,74
1979	137,63	226,81	386,26	198,35	98,44	61,63	50,42	49,47	57,74	67,44	96,07	104,39	127,80
1980	121,16	135,14	121,55	121,55	66,28	58,88	47,91	51,33	65,29	104,03	133,29	223,80	104,20
1981	153,70	329,05	158,02	158,02	79,46	62,54	54,30	45,51	42,10	80,51	151,19	173,94	138,37
1982*	156,31	282,69	187,79	187,79	89,79	61,21	48,01	43,36	46,44	101,86	160,10	221,07	131,60
1983*	266,27	157,27	269,53	269,53	144,60	94,05	73,74	65,95	65,33	77,55	93,72	161,63	147,33
1984	145,13	555,28	308,16	308,16	174,53	97,59	65,09	48,67	49,69	102,27	79,35	140,71	192,74
1985	132,15	144,01	212,81	212,81	104,67	63,81	52,82	51,44	73,23	72,07	81,08	111,85	107,57
1986*	212,93	200,57	308,02	308,02	126,57	68,50	56,86	55,38	55,62	70,63	98,82	154,03	136,03
1987*	332,90	309,74	163,30	163,30	108,66	66,68	59,19	54,73	60,79	73,70	110,70	169,02	145,40
1988	289,55	347,65	269,48	269,48	123,15	68,33	55,02	52,02	56,47	73,44	85,64	103,35	144,73
1989	201,36	363,14	324,71	324,71	85,96	60,97	46,54	42,62	45,57	93,04	86,22	66,00	148,08
1990	125,20	121,12	97,81	97,81	49,16	48,10	39,72	38,83	37,12	84,52	105,16	99,29	79,72
1991*	116,44	141,78	132,62	132,62	86,37	46,98	36,84	36,90	37,13	53,09	58,04	78,56	97,58
1992*	105,89	86,77	127,01	127,01	66,33	44,17	35,88	37,20	40,40	63,88	63,91	64,44	72,89
1993*	101,48	320,68	-1,00	-1,00	-1,00	60,27	54,26	50,44	65,39	99,85	209,22	896,00	215,71
1994*	376,37	522,91	202,11	202,11	66,93	39,27	32,14	29,70	28,60	31,11	48,13	69,11	149,46
1995	148,13	154,87	275,45	275,45	88,81	57,03	47,76	51,27	51,04	56,80	102,54	143,50	118,95
1996	243,98	244,73	315,14	315,14	60,50	38,31	30,52	29,54	30,32	-1,00	-1,00	-1,00	156,58
Valores Promedio de Veinte años													
	185,20	263,65	285,57	189,83	85,19	62,60	49,27	46,54	52,13	71,73	97,17	157,09	133,20

* Años con presencia de eventos El Niño

Fuente: Consorcio COLPEX. Balance hidrológico del Río Santa 1997

límites permisibles de la LGA. Igualmente los sulfuros de hidrógeno presentaron concentraciones bajas en la mayoría de las estaciones. Los aceites y grasas se presentaron en forma puntual, con valores significativos al sureste de la bahía El Ferrol.

- La DBO_5 se presentó con valores ligeramente altos en julio en ambas bahías; con los mayores niveles frente a las plantas pesqueras y a la zona de descarga de aguas residuales domésticas. En abril los valores de la DBO_5 estuvieron dentro de lo permisible según la LGA.
- En la bahía de Coishco existieron elevados valores de coliformes termotolerantes, principalmente en la zona central bahía. En El Ferrol los valores de coliformes termotolerantes sobrepasaron la LGA para las clases IV, V y VI.
- Las trazas de cadmio, plomo y cinc en las evaluaciones de abril y julio 2002, se han presentado como las más bajas concentraciones promedio de los últimos dos años.
- Las hidrocarburos en sedimentos, en general, fueron bajos; pero ligeramente elevados en zonas donde la actividad de cabotaje es alta.
- El río Santa, en su extremo de la cuenca baja, mostró altos niveles de silicatos y nitratos, aportes que se reflejan en la zona costera; la contaminación por coliformes termotolerantes principalmente en el mes de abril y la DBO_5 se halló dentro de los niveles permisibles en los dos meses evaluados.
- No se detectó bioacumulación en trazas de metales de cadmio, cinc y plomo en tejido blando de almeja, pique o señorita y caracol negro, a niveles de riesgo para el desarrollo óptimo de estas especies o que ponga en riesgo el ecosistema marino a la salud humana. Las mayores concentraciones de cobre se detectaron en el "pique o señorita" y en "caracol negro", inclusive superando la concentración máxima permisible de 10 mg/g (FAO 1983).

RECOMENDACIÓN

Es necesario la aplicación de un programa adecuado de ordenamiento territorial de la zona de Chimbote, para obtener las condiciones que permitan el uso positivo del espacio geográfico y se den las medidas de saneamiento ambiental en las bahías de Coishco y El Ferrol, para evitar el riesgo a la salud humana y dar protección a los ecosistemas marino costeros.

Agradecimientos.- Se deja expreso agradecimiento al Dr. Álvaro Tresierra, al Blgo. Pedro Berrú, y a los técnicos de la Sede IMARPE Chimbote, por el apoyo constante durante los muestreos efectuados en el año 2002, que hizo posible el inicio de la implementación del monitoreo por el Laboratorio Ambiental de Chimbote como parte de la Red de Monitoreo del Ambiente Marino a lo largo de la costa. A la bióloga Carmen Ruiz, al ingeniero Jesús Ledesma y a los técnicos Carlos Robles y Martín Campos por el apoyo en los análisis microbiológicos y físico químicos.

Referencias

American Public Association (APHA). 1992. Methods for examination of water and wastewater. 19th. New York.

Brack A. 1986. Ecología de un país complejo. En Manfer – Juan Mejía Baca (Eds.): Gran Geografía del Perú, Vol. 2: 175 – 314.

Carrit D, Carpenter J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining disolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. 24: 286-318.

CONAM. 2000. Diagnóstico ambiental y propuestas técnicas para la recuperación de la Bahía El Ferrol. Consejo Nacional del Ambiente. 1ra. Edición. 160 pp.

CONSORCIO COLPEX. 1997. Balance Hidrológico del río Santa.

FAO 1983. Compilation of legal for hazardous substances in fish and fisher products. October 1983.

Guillén O, Calienes R, De Rondán R. 1977. Medio ambiente y producción primaria frente al área Pimentel – Chimbote. Bol. Inst. Mar Perú 3(4): 107-159.

Guzmán M, Morón O, Villanueva P, Flores G. 1997. Evaluación de la calidad del ambiente marino de la bahía de Ferrol, Chimbote. 26 a 29 julio 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 66: 3 – 26.

Grassoff K. 1976. Methods of seawater Análisis. Verlag CEIME. New York.

International Standard. 1983. Water quality determination of biochemical oxygen demand after day (BO_5D). Dilution and seeding method. ISO 5815. International Standard. 12 pp.

Jacinto ME, Cabello R, Guzmán M, Morón O, Villanueva P, Córdova J. 1994. Evaluación de la contaminación marina en la bahía Ferrol, Chimbote, 14 – 18 Julio 1994. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 48: 21–52.

Jacinto ME, Guzmán M, Morón O, Delgado E, Córdova J. 1997. Evaluación de la calidad del medio marino en la bahía de Ferrol, Chimbote. Octubre 1995. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 49: 3–30.

Jacinto ME, Chávez J, Morón O, Sánchez S, Córdova J. 1997. Evaluación de la calidad del medio marino en la bahía de Ferrol, Chimbote (17 – 19 abril 1996). Inf. Prog. Inst. Mar Perú 69: 15–46.

Loayza R. 2000. Diagnóstico de los humedales de Villa María. Natura. Chimbote.

ONERN, 1972. Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa, cuencas de los ríos Santa, Lacramarca, Nepeña. Dpto. Ancash – La Libertad. ONERN, 3 vol.

Orozco R, Castillo S, Enríquez E, Fernández E, Morón O, Córdova J. 1997. Evaluación de la contaminación y calidad microbiológica del agua de mar en las bahías de Ferrol y Samanco, 12 – 15 febrero 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 56: 3–25.

Sánchez G, Morón O, Li G, Orozco R. 1994. Evaluación de efectos de la contaminación en comunidades marinas en las bahías El Ferrol y Samanco. Informe Ejecutivo, IMARPE. 18 pp.

Strickland J, Parsons T. 1968. Manual of Sea Water Analysis. Fish. Res. Bd. Canadá. 125: 3–203.