



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

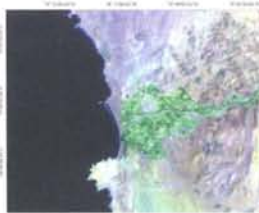
Chimbote



Callao



Huarmey



Cañete



# BAHÍA DE HUARMEY, ÁNCASH, PERÚ. EVALUACIÓN AMBIENTAL EN ABRIL 2003

## HUARMEY BAY, ANCASH, PERÚ. APRIL 2003 ENVIRONMENTAL ASSESSMENT

María Elena Jacinto Noel Domínguez Rita Orozco

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

### RESUMEN

JACINTO ME, DOMÍNGUEZ N, OROZCO R. 2008. Bahía de Huarmey, Áncash, Perú. Evaluación ambiental Abril 2003. 2009. *Inf. Inst. Mar Perú*. 35(1): 59-64.- Los estudios se realizaron del 24 al 26 abril 2003. Se registraron aguas de mezcla y costeras frías (ACF), con temperaturas muy homogéneas que en superficie y fondo variaron entre 15,1 y 16,4 °C. Los valores de oxígeno fueron menores que en la pasada evaluación del 2002, con promedio 2,2 mL/L (máximo 3,14 mg/L) en superficie y de 0,7 mL/L (1,00 mg/L) en fondo. Los sólidos suspendidos totales mostraron un ligero decrecimiento con respecto a prospecciones pasadas pero no superaron los 26 mg/L. El bajo contenido de materia orgánica se manifestó en valores bajos de DBO (< 5,0 mg/L) y sulfuros (<0,7 µg-at H<sub>2</sub>S-S/L) y el contenido de coliformes no superó los límites establecidos para la clase V de la LGA.

PALABRAS CLAVE: Evaluación ambiental, Huarmey, abril 2003. Mar peruano

### ABSTRACT

JACINTO ME, DOMÍNGUEZ N, OROZCO R. 2008. Huarmey Bay, Ancash, Peru. *Environmental Assessment in April 2003. Inf Inst Mar Peru*. 35 (1): 59-64. - The studies were conducted from April 24 to 26, 2003. There were cool coastal waters and cold mixture (CCW), with homogeneous temperatures in surface and bottom ranged from 15.1 to 16.4 °C. Oxygen values were lower than in the last assessment in 2002, with mean 2.2 mL / L (maximum 3.14 mg / L) in surface and 0.7 mL / L (1.00 mg / L) in bottom. The total suspended solids showed a slight decrease compared to past surveys but did not exceed 26 mg / L. The low organic matter content was reflected in low values of BOD (<5.0 mg / L) and sulfide (<0.7 ug-at H<sub>2</sub>S-S / L) and coliform content did not exceed the limits established for Class V of the General Water Law.

KEYWORDS: environmental assessment, Huarmey, April 2003. Peruvian sea

## INTRODUCCIÓN

Las actividades mineras, relacionadas especialmente con las actividades portuarias de embarque de concentrado de minerales, ha motivado la realización de un programa de monitoreo permanente, en la bahía de Huarmey, orientado a un seguimiento especial respecto a las características físicoquímicas y microbiológicas de calidad acuática y del contenido metálico en el ecosistema marino costero. El presente informe corresponde a la evaluación de las características de calidad acuática realizada en otoño, del 24 al 26 abril 2003, en cumplimiento de los objetivos institucionales y los compromisos establecidos por la Comisión Técnica Multisectorial (CTM), creada mediante R.M. N° 149-2001 – PCM.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Muestreo

La evaluación por mar se realizó el 25 de abril, con la embarcación pesquera con motor fuera de borda "El Sembrador". El área evaluada estuvo comprendida entre las coordenadas 10°04'01,4" a 10°05'58,1"S y 78°10'01,9" a 78°11'00,5" W. La carta de posiciones se muestra en la Figura 1.

Se establecieron 9 estaciones de observación y los registros se hicieron en superficie y a 0,5 m del fondo. Para la ubicación de las estaciones se utilizó un navegador GPS Garmin. La colecta de muestras de agua, y la determinación de temperatura, salinidad, oxígeno, pH, DBO<sub>5</sub>, coliformes, sulfuros, aceites y grasa, se realizó de acuerdo a la metodología establecida por el IMARPE.

Para la medición de corrientes marinas en superficie y fondo se utilizó un correntómetro marca AANDERAA modelo RCM9 instrumento 214.

En el muestreo por playas se evaluaron tres estaciones. La estación A (a 500 m de la desembocadura

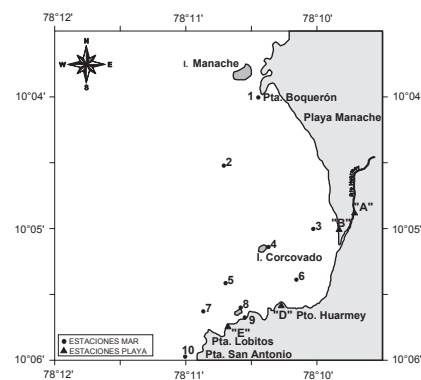


Figura 1. Carta de posiciones. Huarmey 24 - 250403

del río Huarmey); la B (en la parte norte de la zona de mezcla, por la descarga del río); y la estación C (frente a planta pesquera). El punto de muestreo estuvo aproximadamente a 5m de la línea de playa.

Los resultados numéricos obtenidos fueron tratados con el método de interpolación Kriging en el programa Surfer 7.0, para la elaboración de cartas de distribución vertical de los diversos parámetros mencionados.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Parámetros hidrográficos y de circulación.**

En la Tabla 1 se registran los resultados.

Tabla 1. Parámetros hidrográficos y de circulación. Área marino costera de Huarmey. 25 de abril del 2003

Est.	Hora	Longitud	Latitud	Prof. (m)	Temp. (°C)	Salin. (ups)	Veloc. (cm/seg)	Dir (°)
1	9:10	78°10' 28.5"	10°04' 01.4"	0.0	16.20	34.878	6.84	309.00
				8.0	15.40	34.938	3.50	158.00
2	9:54	78°10'43.5"	10°04' 31.5"	0.0	16.30	34.332	9.50	329.00
				20.0	15.30	34.969	4.97	140.00
3	10:47	78°10' 01.9"	10°05' 00.5"	0.0	16.40	34.127	13.49	332.00
				8.0	15.40	34.968	13.10	168.00
4	11:30	78°10' 21.5"	10°05' 09.0"	0.0	15.90	34.946	9.23	341.00
				12.0	15.30	34.973	5.22	242.00
5	13:09	78°10' 09.9"	10°05' 26.1"	0.0	16.20	34.939	6.19	199.00
				6.0	15.40	34.964	21.02	192.00
6	15:29	78°10'44.0"	10°05' 26.6"	0.0	15.90	34.962	4.65	41.00
				17.0	15.20	34.964	3.32	104.00
8	14:45	78°10' 35.0"	10°05' 36.1"	0.0	15.80	34.956		
				6.0	15.30	34.940		
9		78°10' 33.5"	10°05' 40.1"	0.0	15.80	34.957	11.90	306.00
				9.0	15.20	34.968	9.60	164.00
10	16:07	78°11' 00.5"	10°05' 58.1"	0.0	15.50	34.970	3.24	225.00
				23.0	15.10	34.966	17.27	187.00

**Temperatura.-** La temperatura en la superficie del mar (TSM) varió entre 15,5 y 16,4 °C, con la isoterma de 16 °C muy influenciada por la incidencia de viento fuerte sobre la superficie y con dirección nores-este. En general, la TSM se mostró bastante homogénea; las temperaturas más altas se registraron cerca de la costa, influenciadas por la incursión de aguas del río, dentro de la bahía y las más bajas temperaturas, fuera de la bahía, frente Punta San Antonio (Figura 2a). La temperatura de fondo se presentó homogénea (15,1 a 15,4 °C). Las isotermas se mostraron paralelas tomando la forma de la configuración de la costa (Figura 2).

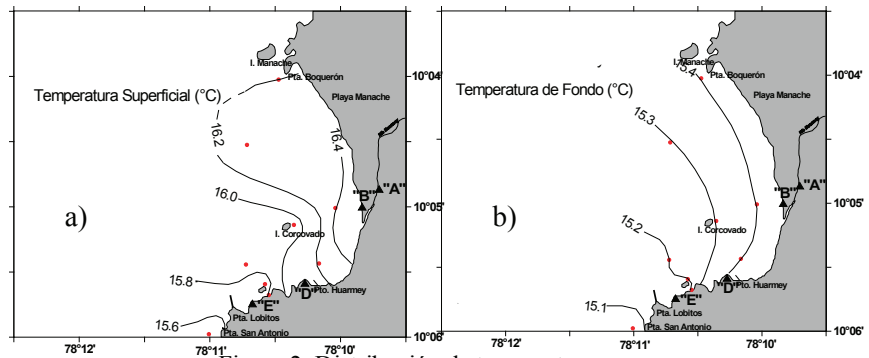


Figura 2. Distribución de temperaturas (°C) en: a) superficie y b) fondo

**Salinidad.-** La salinidad superficial del mar (34,127 a 34,970 ups) fue mayor frente a Punta San Antonio; y menor cerca a la costa, en la desembocadura del río (Figura 3a). Los valores mínimos resultaron de la mezcla con la descarga del río Huarmey. Las masas de agua corresponden a aguas costeras frías (ACF) y a las aguas de mezcla. La salinidad en el fondo fue homogénea (34,938 y 34,973 ups), las masas de agua fueron ACF. La distribución de isohalinas muestra líneas perpendiculares paralelas a la configuración de la costa representando el ingreso de aguas con dirección sureste (Figura 3b).

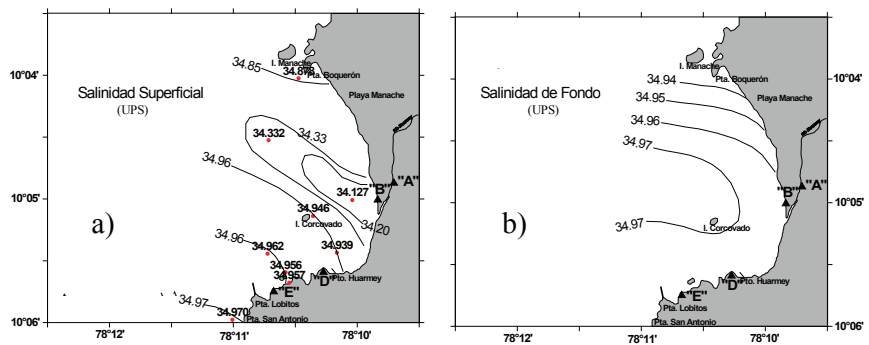


Figura 3. Distribución de Salinidad (UPS) disuelto en: a) superficie y b) fondo

**Circulación.-** La circulación en superficie tuvo velocidad entre 3,24 y 13,49 cm/seg. Las mayores se regis-

traron muy pegadas a la costa, con gran influencia del viento, unidas a la descarga del río Huarmey. La distribución de los flujos en gran parte de la bahía, mostró dirección sur-norte siguiendo la configuración de la costa, pero frente a Puerto Huarmey y Punta Lobitos este flujo se bifurcó ocasionando un

giro y un flujo contrario, producto del choque con la descarga del río y de la fricción con la costa. Este flujo sigue la configuración de la costa frente a Punta San Antonio (Figura 4a). En el fondo, la circulación fue más intensa (21,02 y 3,32 cm/seg). Los flujos tuvieron dirección sur, siguiendo la configuración de la

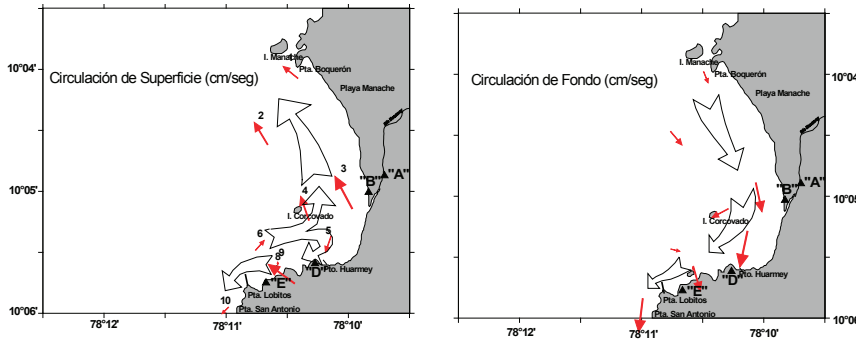


Figura 4. Distribución de circulación marina (m/s) disuelto en: a) superficie y b) fondo

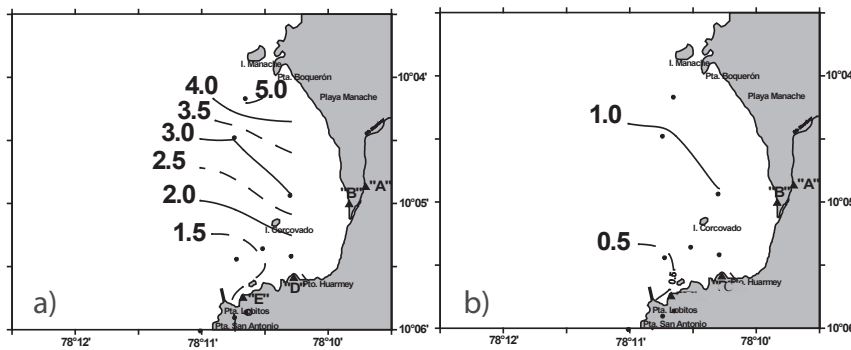


Figura 5. Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L) en: a) superficie y b) fondo

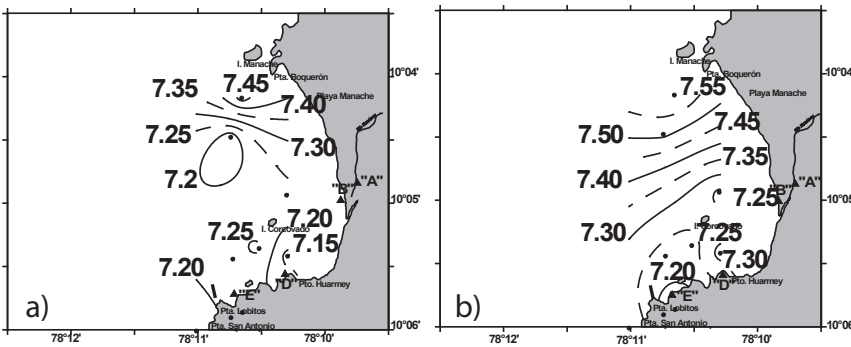


Figura 6. Distribución superficial de potencial de iones hidronio (pH) en: a) superficie y b) fondo.

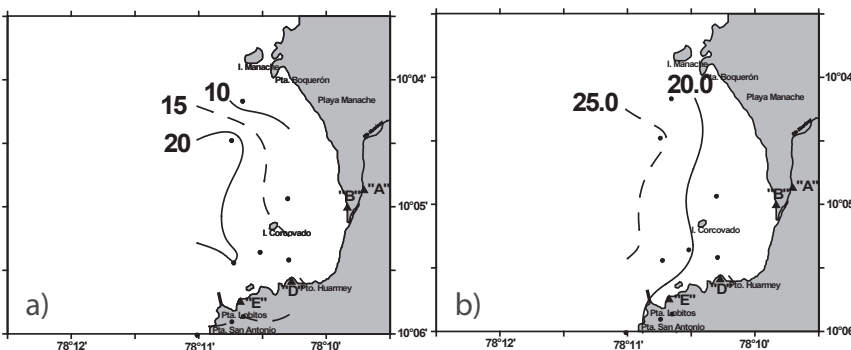


Figura 7. Distribución superficial de sólidos suspendidos totales (SST, mg/L) en: a) superficie y b) fondo.

costa. Los más intensos se hallaron frente a Punta San Antonio y Puerto Huarmey (Figura 4b).

**Parámetros de calidad acuática**

En la Tabla 2, se presentan los parámetros físico-químico y microbiológicos.

**Oxígeno disuelto.-** En superficie varió de 1,06 mL/L (1,51 mg/L, Estación 10) a 4,66 mL/L (6,65 mg/L, estación 1). El valor promedio fue de 2,2 mL/L (3,14 mg/L). Los mayores valores (3,0 – 4,7 mL/L) se registraron en estaciones muy costeras al norte de la bahía, asociados a las mayores temperaturas. En la Figura 5a, se observa una distribución de tendencia creciente hacia el norte.

En el fondo, los valores de oxígeno fueron de 0,39 mL/L (0,56 mg/L, Estación 10) a 1,44 mL/L (2,06 mg/L, Estación 1). El promedio fue de 0,74 mL/L (1,06 mg/L). El mínimo valor estuvo asociado a la baja temperatura y mayor profundidad (23 m) del área evaluada. Predominó una isolínea de 1 mL/L al norte de la desembocadura del río Huarmey (Figura 5b).

El fuerte viento durante el muestreo, no parece haber influido en los niveles de oxígeno disuelto en superficie; el 60% de las estaciones superficiales presentaron un contenido de oxígeno  $\leq 2,0$  mL/L (2,85 mg/L), asociado a la presencia de Aguas Costeras Frías.

En general, los valores promedio en superficie y fondo fueron inferiores a los registrados en el 2000 y 2002 (LMA, 2003) y estuvieron directamente relacionados con la temperatura en dichos períodos, destacando el período cálido de marzo 2002 (JACINTO et al. 2002).

**Potencial de iones Hidronio (pH).**

El pH en superficie varió de 7,13 (Estación 5) a 7,47 (Estación 1), con promedio de 7,24. En fondo, los valores fueron ligeramente superiores con 7,15 (Estación 9) a 7,60 (Estación 1). En ambos niveles el pH mostró una tendencia creciente hacia el norte (Figuras 6a y 6b) y mostró un comportamiento muy similar al del oxígeno. El parámetro de pH es el más estable y generalmente se ha mantenido dentro

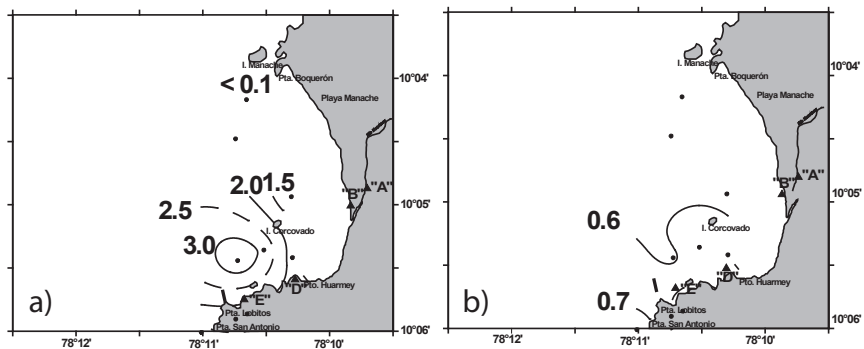


Figura 8.- Distribución de: a) Aceites y grasas (mg/L) en superficie; b) Sulfuros (ug-at H<sub>2</sub>S-S/L) en fondo.

Tabla 2.- Parámetros físico químico y microbiológico de calidad acuática. Area marino costera de Huaramey - 25 de abril del 2003

Est.	Prof. (m)	SST mg/L	Oxigeno mL/L	Sulf. ugatH <sub>2</sub> S-S/L	pH	A y G mg/L	DBO5 mg/L	Coliformes Totales NMP/100 mL	Coliformes Termotolerantes NMP/100 mL
1	0.0	7.0	4.66		7.47	< 1.0	4.82	9,0 x 10	<30
	8.0	21.0	1.44	0.57	7.6				
2	0.0	23.0	3.03		7.17	3.09			
	20.0	26.0	0.89	0.57	7.51				
3	0.0	10.0	2.98		7.24	1.0	1.85	2,3 x 10 <sup>2</sup>	9,0 x 10
	8.0	15.0	0.99	0.59	7.24				
4	0.0	19.5	1.60		7.26	2.9	2.84	1,1 x 10 <sup>2</sup>	7,0 x 10
	12.0	20.6	0.88	0.65	7.23				
5	0.0	17.0	1.56		7.13	1.8	0.93	2,1 x 10 <sup>2</sup>	<30
	6.0	17.0	0.53	0.60	7.32				
6	0.0	20.0	1.08		7.23	3.4	2.22		
	17.0	24.2	0.40	0.59	7.23				
8	0.0		1.46				3.40		
	6.0		0.58	0.62					
9	0.0	15.0	2.06		7.23	1.7		2,3 x 10 <sup>2</sup>	<30
	9.0	14.0	0.54	0.70	7.23				
10	0.0	14.5	1.06		7.15	1.4		4,0 x 10	<30
	23.0	23.0	0.39	0.68	7.3				
sup	min	7.0	1.06		7.13	1.0	0.93	4,0 x 10	< 30
	max	23.0	4.66		7.47	3.4	4.82	2,3 x 10 <sup>2</sup>	9,0 x 10
	prom	15.8	2.17		7.24	2.0	2.63	1,52 x 10 <sup>2</sup>	
fdo	min	14.0	0.39	0.57	7.23				
	max	26.0	1.44	0.70	7.60				
	prom	20.1	0.74	0.62	7.33				

del rango en todas las prospecciones realizadas anteriormente.

**Sólidos Suspendedos Totales (SST).**- En superficie variaron de 7,0 mg/L (Estación 1) a 23,0 mg/L (Estación 2); con promedio 15,8 mg/L. Hacia el exterior de la bahía se observó el predominio de una isolínea de 20 mg/L (Figura 7a). Los valores encontrados en la presente prospección mostraron una ligera disminución con respecto a pasadas evaluaciones.

A nivel fondo, los valores de SST fueron ligeramente mayores con respecto a los de superficie, los cuales variaron de 14,0 mg/L (estación 9) a 26,0mg/L (estación 2) y un valor promedio de 20,1mg/L. El predominio de una isolínea de 20mg/L paralelo a la línea costera se observó a este nivel (Figura 7b).

**Aceites y Grasas (A y G).**- A nivel superficial los valores variaron de 1,0 mg/L (Estación 3) a 3,4 mg/L (Estación 6), con promedio de 2,0 mg/L. Su distribución mostró una tendencia creciente hacia el exterior de la bahía entre Puerto Huaramey y Punta Lobitos, con un núcleo de 3,0 mg/L (Figura 8a). El aporte orgánico de este compuesto estaría asociado a las descargas industriales pesqueras, o por restos oleosos provenientes de las embarcaciones que acoderan o transitan en la zona.

**Sulfuro de Hidrógeno.**- Las concentraciones de sulfuros a nivel de fondo fueron <1,0 ug-at H<sub>2</sub>S-S/L. Los valores variaron de 0,57 ug-

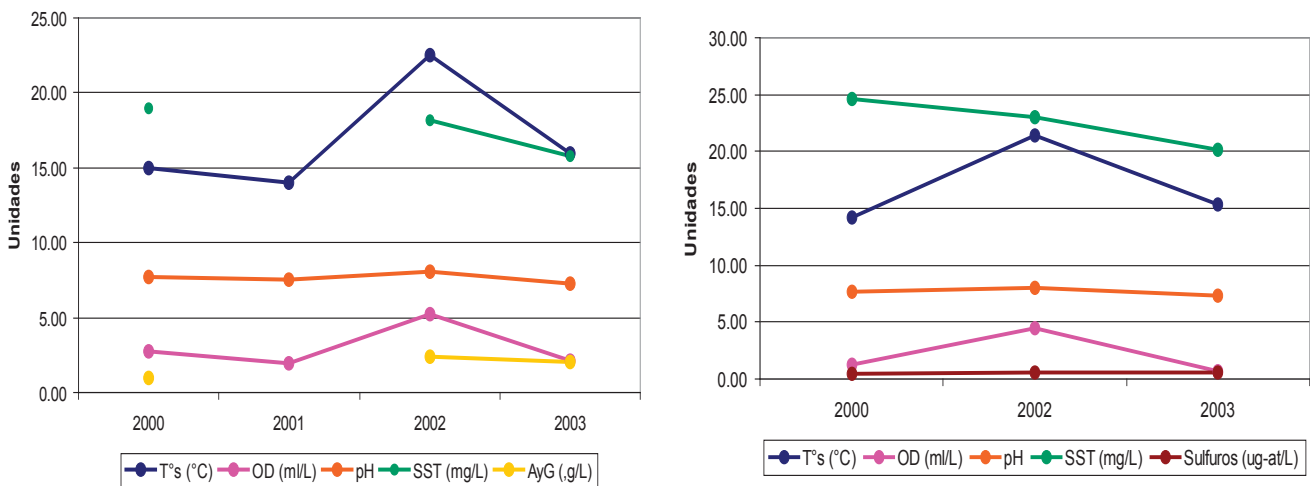


Figura 9.- Promedios temporales de parámetros de calidad acuática. Huaramey 2000-2003: izquierda, superficie ; derecha, fondo.

Tabla 3. Parámetros físico, químicos y microbiológicos de calidad acuática en línea de playa. Huaramey. 24 de abril del 2003

Estac.	Ubicación	T° C	Salin. ups	SST mg/L	Oxígeno ml/L	pH	AyG mg/L	DBO5 mg/L	Coliformes Totales NMP/100 ml	Coliformes Termotolerantes NMP/100 ml
A	Río a unos 500m de desembocadura	26.1		3.5	6.68	7.83	2.3	8.21	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$
B	Zona de mezcla a 300 m al norte de desemb.	21.2	13.838	16.3	5.91	7.56	2.1	3.33	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$
C	A 5m de línea de playa frente a planta pesquera	16.0	34.925	34.3	1.50	7.25	2.1	1.67	$2,4 \times 10^2$	< 30

at/L (Estaciones 1, 2) a  $0,70 \mu\text{g-at/L}$  (Estación 9), con promedio de  $0,62 \mu\text{g-at/L}$  que se distribuyó especialmente en el centro de la bahía (Figura 8b). Los valores mencionados se mantienen dentro del rango hallado en pasadas prospecciones, y semejantes a áreas que no presentan cambios o alteraciones por influencia de carga orgánica significativa de origen antropogénico.

Como se observa en las Figuras 9a y 9b, en general, los niveles de oxígeno disuelto en superficie oscilan entre los  $2,0 \text{ mL/L}$  ( $2,86 \text{ mg/L}$ ) a  $2,7 \text{ mL/L}$  ( $4,90 \text{ mg/L}$ ), es decir se pueden considerar bajos si se compara con los requisitos de calidad establecidos para las clase V (Agua de zona de pesca de mariscos bivalvos), conforme a modificación de la LGA (DS N° 003-2003 S.A.). La excepción fue el año 2002, que correspondió a una estación cálida de verano en que la máxima de temperatura incidió en un incremento de niveles óptimos de oxígeno,

El pH presenta una gran estabilidad y guarda una tendencia similar a la temperatura y oxígeno. El valor promedio de sólidos suspendidos totales muestra una ligera variabilidad, con una tendencia decreciente tanto en superficie y fondo de la columna de agua, el cual podría estar influenciado también por la dinámica y profundidad del área muestreada. Restos grasos siempre están presentes con promedio aproximado de  $2,0 \text{ mg/L}$ ; pero el contenido de sulfuros en fondo se mantienen dentro del rango característico y es inferior a  $1,0 \mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ .

**Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>).**- En superficie presentó va-

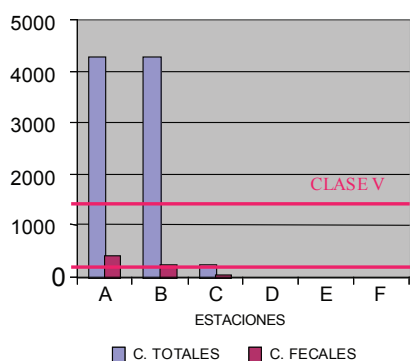


Figura 10. Coliformes totales y termotolerantes en playas.

lores bajos, de  $0,93$  (Estación 5) a  $4,82$  (Estación 1)  $\text{mg/L}$ . Es decir, es decir, la carga orgánica no fue significativa en el consumo del oxígeno existente, por lo que estos valores estuvieron por debajo de las normas establecidas ( $10 \text{ mg/L}$ ), y son similares a los registrados en la evaluación de marzo 2002 (JACINTO et al. 2002).

**Indicadores de contaminación fecal.**- Los coliformes totales presentaron un rango de  $4,0 \times 10^2$  (Estación 10) a  $2,3 \times 10^3 \text{ NMP/100 mL}$  y los coliformes termotolerantes de  $<30$  a  $9,0 \times 10 \text{ NMP/100 mL}$ , en la Estación 3, que se caracterizó por presentar las concentraciones máximas de ambos parámetros. Los indicadores de contaminación fecal, no superaron los límites permisibles para los usos de las clases IV, V y VI establecido en la Ley General de Aguas (LGA), a diferencia de lo observado en marzo del 2002, que superaron los límites permisibles para la clase V.

#### Evaluación por playas

Los resultados de la evaluación a nivel de línea de playas se presentan en la Tabla 3.

Las estaciones A (río Huaramey) y B (zona de mezcla) presentaron la mayor temperatura ( $26,1 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $21,2^\circ\text{C}$ ) y oxígeno ( $6,7 \text{ mL/L}$  y  $5,9 \text{ mL/L}$ ) respectivamente. La estación C, ubicada frente a planta pesquera, se caracterizó por su baja temperatura ( $16,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ), bajo contenido de oxígeno disuelto ( $1,5 \text{ mL/L}$ ), turbidez de sus aguas con alto contenido de sólidos suspendidos ( $34 \text{ mg/L}$ ). La  $\text{DBO}_5$  en el río ( $>8,21 \text{ mg/L}$ ), no superó la norma establecida como límite para las clases IV, V y VI de la LGA ( $10 \text{ mg/L}$ ), pero este valor elevado indica una concentración significativa de materia orgánica, asociada a la elevada carga bacteriológica que contiene el río Huaramey y afecta la calidad del agua de mar en la zona de mezcla.

El rango de los indicadores de coliformes fue  $2,4 \times 10^2$  a  $4,3 \times 10^3 \text{ NMP/100 mL}$ ; y los coliformes termotolerantes  $<30$  a  $4,3 \times 10^3 \text{ NMP/100 mL}$ . Las estaciones A y B sobrepasaron los límites permisibles para la clase V de la LGA, que establece  $1000 \text{ NMP/100 mL}$  para coliformes totales y  $200 \text{ NNMP/100 mL}$  para coliformes termotolerantes (fecales) en aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos (Figura 10).

#### CONCLUSIONES

- La distribución de la temperatura estuvo muy influenciada, en parte, por la incidencia del viento en la superficie y por la descarga del río Huaramey.
- El área evaluada presentó básicamente aguas de mezcla en superficie, pero también se

registró la presencia de aguas costeras frías en el fondo.

- La circulación marina en superficie estuvo muy influenciada por la descarga del río Huarmey. A nivel de fondo en general, la corriente se presentó con dirección sur-norte y con más intensidad que en superficie.
- En general, los parámetros de oxígeno disuelto, pH, SST, DBO y sulfuros se mantuvieron dentro de los rangos característicos de la bahía; sin

embargo, existe un nivel significativo de compuesto graso casi constante, y cuya fuente estaría relacionada con el tráfico y actividades marítimas y pesqueras de la zona.

- A nivel de línea de playas destacaron las elevadas temperaturas asociadas a alto contenido de oxígeno para las estaciones de río y zona de mezcla. Los indicadores de contaminación fecal superaron los límites establecidos, especialmente para la clase V.

## REFERENCIAS

**JACINTO ME, CABELLO R, OROZCO R.** 2002. Estado de la calidad ambiental en el área marino costera de Huarmey, marzo 2002.

**IMARPE.** 2002. Línea de monitoreo ambiental 2002. Base de datos de parámetros físicos y químicos de calidad acuática, 2000 - 2003. Informe interno.

Ley General de Aguas D.S N° 261 - 69 -AP, con modificaciones hasta el año 2003. DS N° 003-2003 - SA