informe progresivo

nº 148

Julio 2001

Condiciones ambientales y biológico-pesqueras en la bahía de Huarmey, diciembre 2000

María E. Jacinto, Carlos M. Salazar, Iván Velazco, Luis Pizarro 3

Publicación periódica mensual de distribución nacional. Contiene información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos sobre temas marítimos. EL INFORME PROGRESIVO tiene numeración consecutiva. Deberá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ (IMARPE)

Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito, Callao.
Apartado 22, Callao, Perú.
Telf. 429-7630 / 420-2000 Fax: 465-6023
Email: imarpe@imarpe.gob.pe

Asesora científica
Dra. Norma Chirichigno Fonseca

Editor científico
Dr. Pedro G. Aguilar Fernández

© 2001, Instituto del Mar del Perú
Esquina Gamarra y General Valle
Apartado Postal 22
Callao, PERÚ
Teléfono 429-7630 / 420-2000
Fax(511) 465-6023
E-mail:imarpe@imarpe.gob.pe

Hecho el depósito de Ley No 2002-512
Reservados todos los derechos de reproducción total o parcial, la fotomecánica y los de traducción.

Impresión: Fimart S.A.C.
Av. Del Río 111 - Pueblo Libre
Teléfono: 424-0662
Tiraje: 300 ejemplares
Terminado de imprimir: mayo 2002

La información estadística, los mapas, figuras, términos y designaciones empleados en la presentación de este documento son referenciales, no tienen valor oficial y son de completa responsabilidad de cada autor.

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES Y BIOLÓGICO-PESQUERAS EN LA BAHÍA DE HUARMEY DICIEMBRE 2000

María E. Jacinto
Unidad de Monitoreo y Gestión del Ambiente Marino Costero. DIAGCyAC. IMARPE

Carlos M. Salazar *Iván Velazco*
Dirección de Investigaciones en Pesca y Desarrollo Tecnológico IMARPE

Luis Pizarro
Dirección de Investigaciones en Oceanografía IMARPE

CONTENIDO

Resumen 3
1. Introducción 4
2. Material y métodos 4
   2.1 Muestreo 4
   2.2 Métodos 5
   2.3 Descripción del área evaluada 7
3. Resultados 8
   3.1 Parámetros hidrográficos y de circulación 8
   3.2 Parámetros de calidad acuática 10
   3.3 Metales pesados 14
   3.4 Muestreo por playas 15
   3.5 Rastreo acuático 16
   3.6 Observaciones submarinas 17
   3.7 Operaciones de pesca 20
   3.8 Comunidad biológica 20
4. Discusión 21
5. Conclusiones 23
6. Agradecimiento 24
7. Referencias 24
8. Anexo. Personal científico participante 24

RESUMEN

La evaluación realizada en la bahía de Huarmey el 16 y 17 de diciembre 2000, tuvo como objetivo continuar con el monitoreo ambiental y prospección biológico-pesquera iniciados en mayo, y realizar un análisis comparativo del mismo. En general, las características ambientales se ajustaron a los requisitos de calidad acuática según la Ley General de Aguas. Las condiciones ambientales fueron similares a las registradas en mayo pasado. Se mantuvieron las condiciones frías (anomalía térmica de –3,0 °C) por la presencia de aguas afloradas con bajo contenido de oxígeno (promedio superficial de 2,7 mL/L y 0,9 mL/L en fondo), factores que influyen en la concentración y distribución de los recursos de la zona, que en esta oportunidad se replegaron a la costa, pero sin diferenciarse significativamente con relación a mayo en cuanto a su concentración. Observaciones submarinas que acompañan al presente informe permiten visualizar un ecosistema variado en un fondo rocoso que no muestra alteraciones.

1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento de los objetivos institucionales, el Instituto del Mar del Perú ejecuta investigaciones de las condiciones ambientales y de los recursos hidrobiológicos que sustentan las pesquerías industriales y artesanales de nuestro país, de manera que su interrelación permita proporcionar las bases científicas para la explotación óptima y sustentable de sus recursos pesqueros. Estos estudios ambientales contribuyen a prever los impactos que sobre el ecosistema marino, pueda ejercer el desarrollo de cualquier actividad ubicada en la franja costera.

A fin de continuar el monitoreo en la bahía de Huarmey que se ejecutó en los días 13-14 de mayo 2000 (otoño), en esta oportunidad se presentan los resultados obtenidos durante la prospección del 16 –17 de diciembre 2000 (primavera), a fin de comparar los resultados. Se amplió el área de estudio y el número de estaciones con respecto a la evaluación pasada. La prospección biológico-pesquera, a través del rastreo hidroacústico y faenas de pesca en la bahía de Huarmey y Puerto Grande se ejecutó el 17 de diciembre y estuvo orientada a determinar los niveles de abundancia, distribución y concentración de los recursos.

En general, las condiciones ambientales en la prospección de diciembre no se diferenciaron significativamente de las de mayo pasado, con excepción del contenido de sólidos suspendidos totales (<25 mg/L). Se mantuvieron las condiciones frías con una temperatura promedio de 15 °C y 14 °C en superficie y fondo respectivamente, asociados a valores de oxígeno promedio de 2,7 mL/L y ligeramente inferiores a los requisitos de calidad acuática de la Ley General de Aguas; no se detectaron niveles de contaminación microbiana de origen fecal. El contenido metálico en sedimentos, indicó concentraciones bajas en comparación a otras áreas costeras con problemas de contaminación.

Se observó que, a diferencia de mayo, la distribución de los recursos estuvo replegada a la costa, pero sin variar demasiado en cuanto a su concentración; así mismo la diversidad de especies fue menor pero, de acuerdo a las observaciones submarinas, se presentaron mayores cantidades de especies como la pintadilla y cabinza.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Muestreo

El monitoreo ambiental y prospección biológico-pesquera se realizó a bordo de la embarcación IMARPE VIII cuyas características técnicas se especifican a continuación:

Eslora	:	11,00 m
Manga	:	5,20 m
Punta	:	1,65 m
Capacidad de bodega	:	8,00 t
Potencia	:	130 hp
Velocidad	:	7 nudos
Ecosonda	:	Furuno FCV 663 de 50 y 200 kHz.
Navegador por satélite	:	GPS Raytheon 398

El área de estudio abarcó entre 10°03'54,6"S y 10°05'47,8" S; desde 7,5 m de profundidad (est.1) a 65,0 m (est. 8). Se realizaron 9 estaciones por mar (superficie y fondo) y 5 por playa. La estación más distante a la costa (E-8) fue considerada como blanco (Fig. 1).

Las muestras de agua en superficie, se obtuvieron a través de un balde; las de fondo con una botella Niskin de 5 L de capacidad. La profundidad del muestreo varió de 6,0 a 40,0 m. Las muestras colectadas fueron preservadas y destinadas a la determinación de parámetros hidrográficos y de calidad acuática: temperatura, salinidad, oxígeno, sólidos suspendidos, DBO_5, pH, microbiología, sulfuros, aceites y grasa.

Se colectaron sedimentos a través de una draga van Veen de 0,05 m^2 para el análisis de trazas de metales e hidrocarburos de petróleo, y la evaluación de las comunidades macrozobénticas de fondo blando.

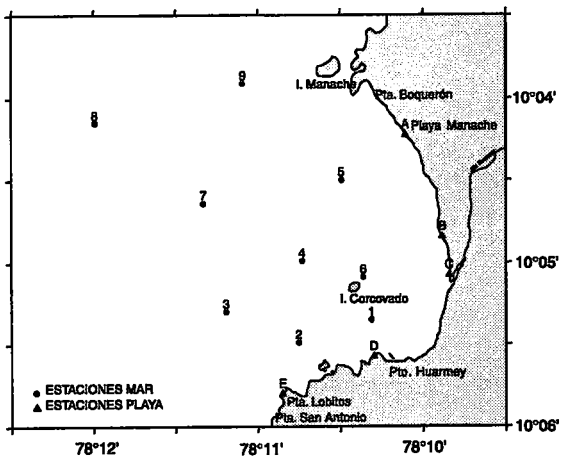

FIGURA 1. Carta de posiciones.

Para el rastreo hidroacústico se utilizó una ecosonda Furuno FVC 663 de 50 y 220 kHz. En forma simultánea se efectuaron operaciones de pesca utilizando trampas tipo cangrejeras, unidas por reinales a la línea madre de 50 metros de largo, en la cual se colocaron 10 trampas (Fig. 2). Cada trampa estuvo provista con carnada en putrefacción, para posibles capturas de organismos vivientes (cangrejos, caracoles, peces, etc.). Así mismo se emplearon redes de enmalle multipaneles superficiales con tamaños de malla de 30, 50, 55, 60, 70 mm y de fondo (65, 70, 85, 90, 110 mm) (Figs. 3 y 4).

Hubo observaciones submarinas de los ecosistemas marinos propios de áreas rocosas y poco profundas (pequeños peces, moluscos, crustáceos) de tipos de fondo, y del comportamiento del arte de pesca y la influencia de las corrientes marinas en la estabilidad de las redes de enmalle de superficie y de fondo de las trampas.

Se realizaron filmaciones submarinas a fin de colectar evidencia gráfica de las características de fondo, las comunidades y recursos existentes que permita visualizar y comparar en el futuro posibles impactos como consecuencia del desarrollo de actividades minero industriales y de otro tipo en la zona de estudio.

2.2 Métodos

Las determinaciones físicas y químicas de los parámetros de calidad y circulación se basaron en los siguientes métodos:

- Método titulométrico WINKLER modificado por CARPENTER en 1966 para la determinación de oxígeno.

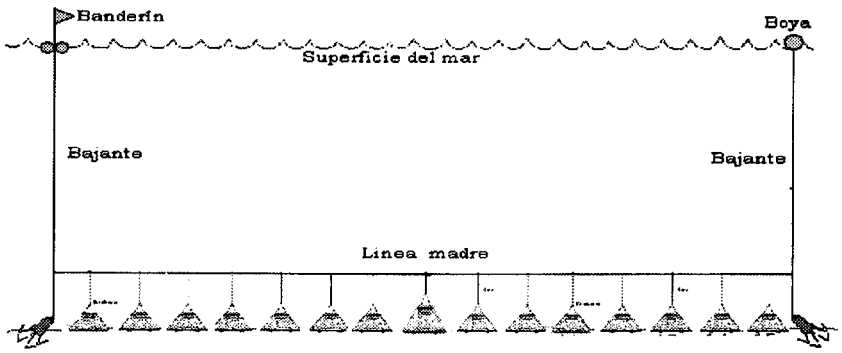

FIGURA 2. Disposición de nasas en lecho marino.

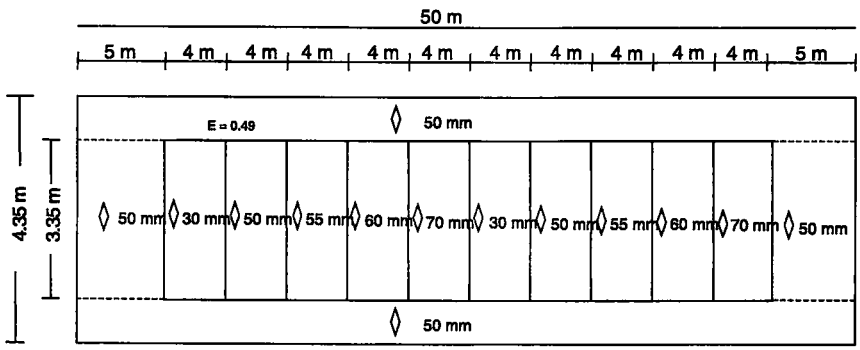

FIGURA 3. Red de enmalle multipanel de superficie.

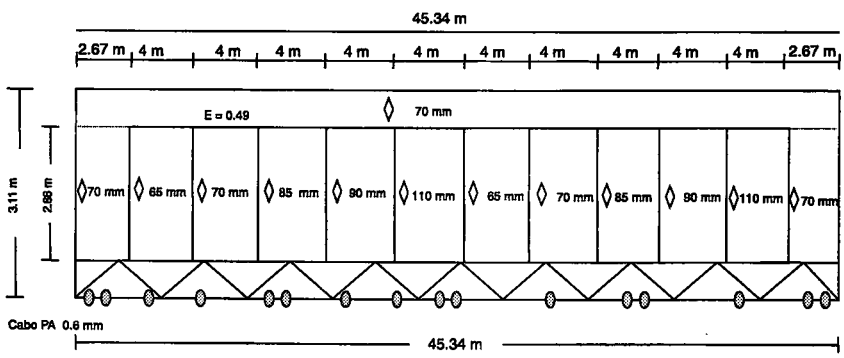

FIGURA 4. Red de enmalle multipanel de fondo.

- Método gravimétrico 209-D, APHA-AWWA-WPCF para la determinación de sólidos suspendidos totales (Standard Methods 1980).
- Método colorimétrico de FONSELIUS para la determinación de sulfuro de hidrógeno (GRASSHOFF 1976).
- Método potenciométrico por medio del HANNA HI 9023 C para la determinación del pH (potencial de iones hidronio).
- Método gravimétrico para la determinación de grasa (Environment Water Resources Service, 1976).

- Método de los Tubos Múltiples (Número más probable) del Standard Methods for Examination (1995) para la determinación de los análisis microbiológicos.
- Método descrito por ISO 5815 (1983) para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)
- Método modificado de EGGIMAN y BETZER (1976) y JOHNSON y MAXWELL (1981) para el tratamiento químico de sedimentos digestión ácida por Microondas MSP-1000 CEM), previamente liofilizados. Las lecturas analíticas para la determinación de metales se realizaron en el espectrofotómetro de Absorción Atómica modelo 6701F-Shimadzu con sistema automatizado en horno de grafito y flama.
- Método de conductividad, empleando un equipo portasal Guildline para la determinación de salinidad.
- La determinación de la dirección e intensidad de las corrientes marinas se realizó con un correntómetro electrónico Andera RCM-9 Serie 217, con registros a intervalos de un minuto; con un promedio de 5' por nivel de profundidad.

2.3 Descripción del área evaluada

Geográficamente, el área de estudio está delimitada al norte por isla Manache, y al sur próximo a Punta Lobitos. Al centro de la bahía, se ubica el islote Corcovado. La línea costera es de forma irregular y con frente de costa rocosa, bordean el litoral playas de arena. La costa adyacente es eriaza. Las actividades costeras de la población se centran en la agricultura, pesquería y minería.

A lo largo del litoral se han ubicado tres plantas industriales pesqueras; la existencia de caletas concentran núcleos de pescadores artesanales. El incremento de las actividades mineras se relaciona principalmente con la construcción de una infraestructura portuaria del proyecto Antamina, en puerto Grande (Fig. 5), destinado para el transporte y embarque de los concentrados de minerales que se producirán.

El río Huarmey, de poco caudal observado en la presente prospección, favorece una pequeña actividad agrícola. El río al descargar al mar forma una angosta laguna detrás de la playa.

FIGURA 5. Infraestructura portuaria del Proyecto Antamina, Puerto Grande.

3. RESULTADOS

3.1 Parámetros hidrográficos y de circulación

En la Tabla 1 se presentan los datos de temperatura, salinidad y de circulación obtenidos en cada una de las estaciones evaluadas.

Tabla 1. Parámetros hidrográficos y de circulación marina. Área costera de Huarmey, 16-17 de diciembre del 2000.

Est.	Latitud S	Longitud W	Prof(m)	Prof. Muestreo (m)	Temp (°C)	Salinidad (ups)	Dirección (°)	Velocidad (cm/s)
1	10°05'21,0"	78°10'18,6"	7,5	0,0	15,0	35,040	38	3,6
				6,0	14,5	35,044	183	4,7
2	10°05'29,4"	78°10'45,0"	20,0	0,0	14,6	35,061	15	15,6
				19,0	14,0	35,065	27	5,0
3	10°05'18,0"	78°11'11,4"	37,0	0,0	15,1	35,055	4	16,0
				36,0	14,0	35,058	234	5,3
4	10°04'59,4"	78°10'43,8"	22,0	0,0	15,0	35,079	368	14,6
				21,0	14,1	35,135	53	4,2
5	10°04' 30,0"	78°10'29,4"	13,0	0,0	16,2	34,802	319	11,0
				12,0	14,6	34,994	319	4,8
6	10°05'05,4"	78°10'21,6"	9,5	0,0	15,1	35,058	349	8,3
				8,0	14,6	35,128	94	5,7
7	10°04'38,4"	78°11'19,8"	48,0	0,0	14,5	35,009	317	15,6
				40,0	13,9	35,055	279	3,6
8	10°04'09,0"	78°11'59,4"	65,0	0,0	15,0	35,041	12	16,3
				40,0	13,9	35,074	182	17,0
9	10°03'54,6"	78°11'05,4"	50,0	0,0	14,5	35,046	357	17,0
				40,0	13,8	35,068	196	7,5
		Promedio			15,0	35,021	197,67	13,1
	Superficie	Mín.			14,5	34,802	4,00	3,6
		Máx.			16,2	35,079	368,00	17,0
	Promedio				14,2	35,069	174,11	6,4
	Fondo	Mín.	7,5		13,8	34,994	27,0	3,6
		Máx.	65,0		14,6	35,135	319,00	17,0

3.1.1 Temperatura

En la capa superficial se registraron 14,5 °C a 16,2 °C, con promedio 15 °C. Las menores temperaturas se registraron al norte de Isla Corcovado, formando un núcleo de 14 °C y al sur oeste de la bahía un pequeño núcleo de 16 °C (Fig. 6a). En el nivel próximo al fondo se registraron temperaturas ligeramente más elevadas cercanas a la costa, con valores >14,5 °C; hacia el oeste se registraron valores <14 °C (este comportamiento estaría relacionado con las isobatas de profundidad). Las temperaturas más elevadas se registraron en las zonas más someras (Fig. 6b). El rango en general, varió de 13,8 °C a 14,6 °C, con promedio de 14,2 °C.

Con respecto a mayo, las temperaturas promedio en ambos niveles mostraron un decrecimiento de aproximadamente 1 °C, especialmente a nivel de fondo.

Se determinó anomalía térmica de -3,0 °C en el Cuadrado Marsden de un Grado por Lado 343-08, con respecto al Promedio Patrón del mes de diciembre (Fig. 7).

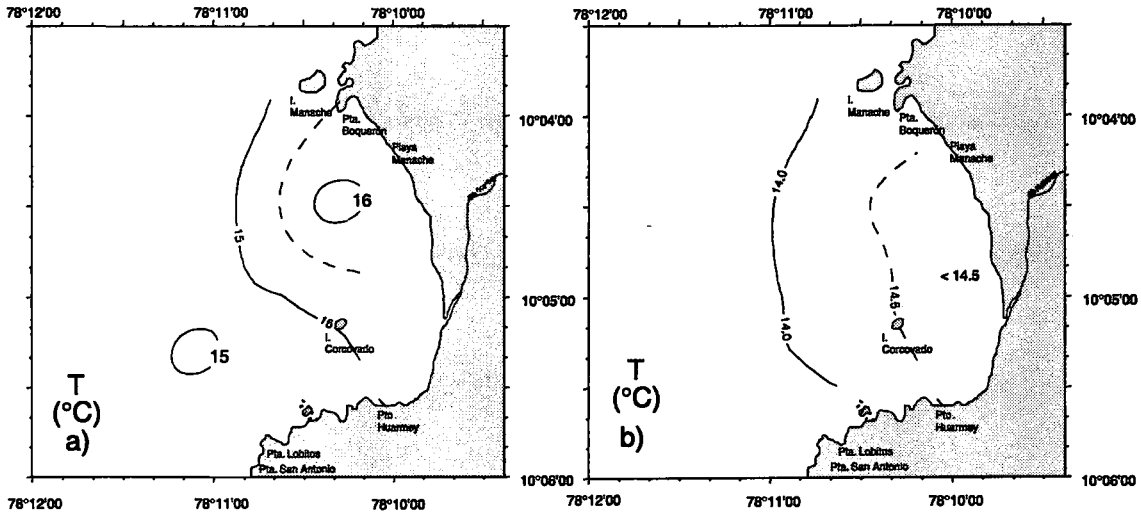

FIGURA 6. Distribución de temperatura (°C) en: a) superficie y b) fondo.

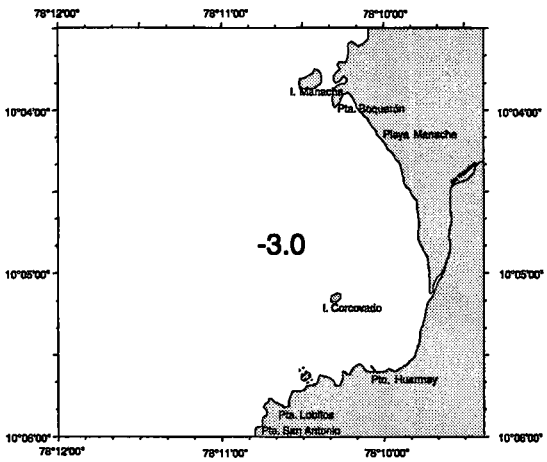

FIGURA 7. Anomalías térmicas frente a Huarmey.

3.1.2 Salinidad (ups)

La concentración halina fluctuó en superficie entre 34,8 a 35,16 y en fondo de 34,99 a 35,13 ups, correspondiéndole características propias de Aguas Costeras Frías (ACF), con presencia de aguas de mezcla, principalmente en la capa superficial con núcleo de 34,85 ups al norte de Isla Corcovado (Fig. 8a). Estas aguas estarían influenciadas por la descarga del río Huarmey.

En el fondo la concentración de salinidad fue más estable, guardando un comportamiento similar a la distribución superficial (Fig. 8b).

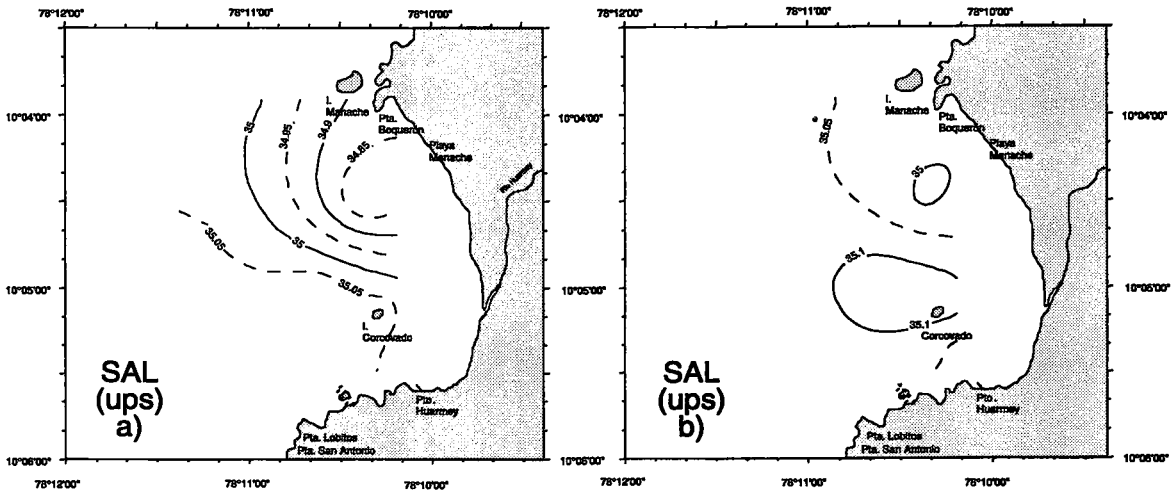

FIGURA 8. Distribución de salinidad (ups) en: a) Superficie, b) Fondo.

3.1.3 Circulación marina (cm/s)

A un metro de la superficie se registraron intensidades de corrientes de 3,6 a 17 cm/s, y un promedio de 13,1 cm/s, con proyección hacia el nor-noroeste, siguiendo el perfil de costa (Fig. 9a). Los flujos más intensos se registraron mar afuera. Dentro de la bahía la circulación fue menos intensa con una proyección hacia el nor-noroeste.

En la capa subsuperficial se definen flujos que ingresan al interior de la bahía, para dividirse en dos ramales; uno hacia el norte y el otro en forma de contracorriente hacia el sur de la bahía (Fig. 9b). Las intensidades variaron de 3,6 a 17 cm/s, con promedio de 5,6 cm/s La mayor intensidad se registró en la estación 8 (40 m).

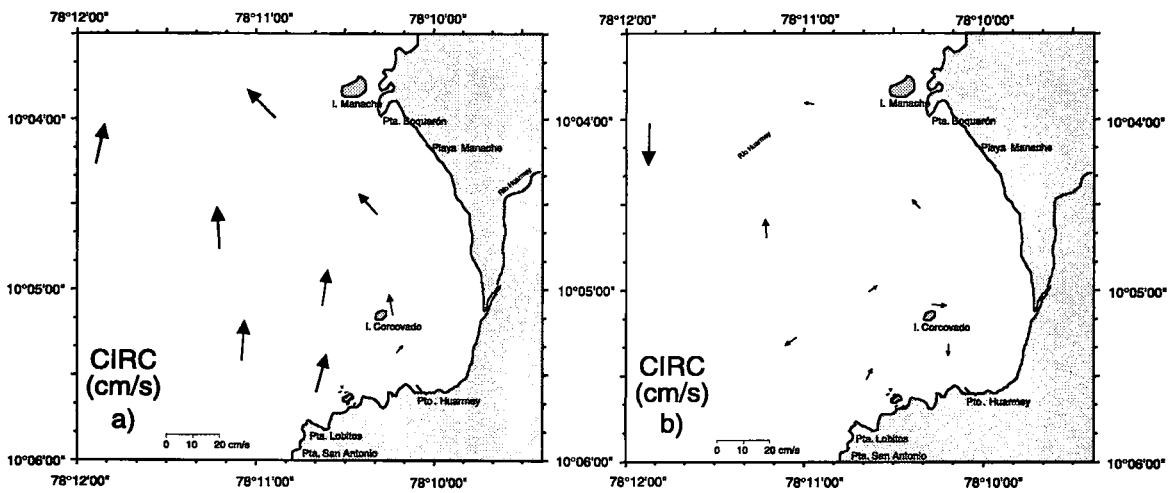

FIGURA 9. Circulación marina en: a) Superficie, b) Fondo.

3.2. Parámetros de calidad acuática

En la Tabla 2 se presentan los resultados analíticos de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de calidad acuática correspondiente a cada una de las estaciones evaluadas.

3.2.1 Oxígeno

Las concentraciones en superficie variaron entre 2,1 a 4,0 mL/L, con una concentración promedio de 2,70 mL/L (3,86 mg/L). La mayor concentración se halló en la estación 5, ubicada al norte de la bahía y asociada a la mayor temperatura (16,2 °C). Como puede apreciarse, la distribución superficial (Fig. 10a) dentro de la bahía, muestra una tendencia decreciente al alejarse de la costa, similar comportamiento al de la temperatura. Las concentraciones en general, experimentaron un ligero incremento con respecto al mes de mayo.

En fondo, los valores fluctuaron entre 0,22 (estación 9) a 2,0 mL/L (estación 6), concentraciones asociadas a la profundidad y temperatura. El promedio en el área evaluada fue de 0,90 mL/L. Las menores concentraciones (<0,5 mL/L) correspondieron a profundidades ≥

Tabla 2. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos en agua de mar. Área costera de Huarmey, 16-17 de diciembre del 2000.

Est.	Latitud S	Longitud W	Transp. (m)	Prof. Muestreo (m)	Oxígeno (mL/L)	pH	DBO5 (mg/L)	Sulfuros (ug-at-H_2S-S/L)	SST* (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	Grasa (mg/L)
1	10°05'21,0"	78°10'18,6"	1,5	0,0	2,80	7,56	1,88		12,50	30	0,20
				6,0	1,56	7,56	2,28	0,53	26,67		
2	10°05'29,4"	78°10'45,0"	5,0	0,0	2,40	7,61	1,71		11,30	30	
				19,0	0,72	7,57	2,06	0,42	30,17		
3	10°05'18,0"	78°11'11,4"	5,0	0,0	3,3	7,74	2,51		19,42	30	
				36,0	0,46	7,63	1,50	0,51	22,22		
4	10°04'59,4"	78°10'43,8"	5,0	0,0	2,12	7,70	3,75		25,21	30	1,80
				21,0	0,61	7,64	1,71	0,70	36,28		
5	10°04' 30,0"	78°10'29,4"	2,5	0,0	3,98	7,81	2,42		14,10	30	2,70
				12,0	1,94	7,74	2,08	0,52	16,74		
6	10°05'05,4"	78°10'21,6"	2,5	0,0	2,37	7,73	2,06		13,98	30	1,30
				8,0	2,00	7,75	2,91	0,35	20,26		
7	10°04'38,4"	78°11'19,8"	---	0,0	2,17	7,75	1,52		16,60	43	0,10
				40,0	0,49	7,75	1,93	0,34	20,77		
8	10°04'09,0"	78°11'59,4"	---	0,0	2,91	7,78	1,44		39,59	30	0,10
				40,0	0,46	----	--	0,34	---		
9	10°03'54,6"	78°11'05,4"	3,5	0,0	2,24	7,76	1,48		17,65	---	---
				40,0	0,22	7,71		0,33	24,17		
		Promedio			2,70	7,72	2,09	----	18,93		1,03
	Superficie	Mín.			2,12	7,56	1,44	---	11,30	30	0,10
		Máx.			3,98	7,81	3,75	---	39,59	4.3 x 10	2,70
		Promedio			0,94	7,67	2,07	0,45	24,66	---	---
	Fondo	Mín.			0,22	7,56	1,50	0,33	16,74	---	---
		Máx.			2,00	7,75	2,91	0,70	36,28	---	---

* SST: sólidos suspendidos totales

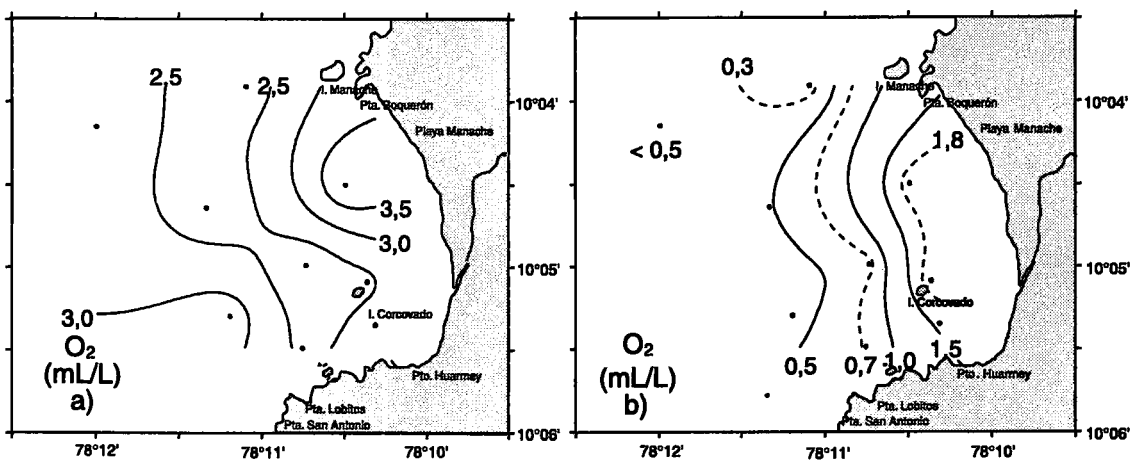

FIGURA 10. Distribución de oxígeno disuelto en: a) Superficie, b) Fondo.

30 m y temperaturas <14°C. Se mantiene la misma tendencia decreciente al alejarse de la línea costera observada en superficie (Fig. 10b).

Las concentraciones de oxígeno a nivel superficial fueron ligeramente inferiores a los requisitos de calidad acuática : Clases V (zona de pesca de mariscos bivalvos) y VI (zona de preservación de la fauna acuática) de la Ley General de Aguas.

3.2.2 Potencial de iones hidronio (pH)

Los valores en superficie y fondo fueron muy homogéneos, con valores promedio de 7,72 y de 7,67 respectivamente; su distribución superficial mantiene tendencias crecientes conforme se distancia de la línea de costa (Fig. 11a), y hacia el norte de la bahía, a nivel de fondo (Fig. 11b). El máximo valor superficial estuvo directamente relacionado con las máximas de temperatura y oxígeno, conforme a lo registrado en la estación 5. Estos valores estuvieron muy próximos a lo hallado en mayo 2000, especialmente a nivel superficial.

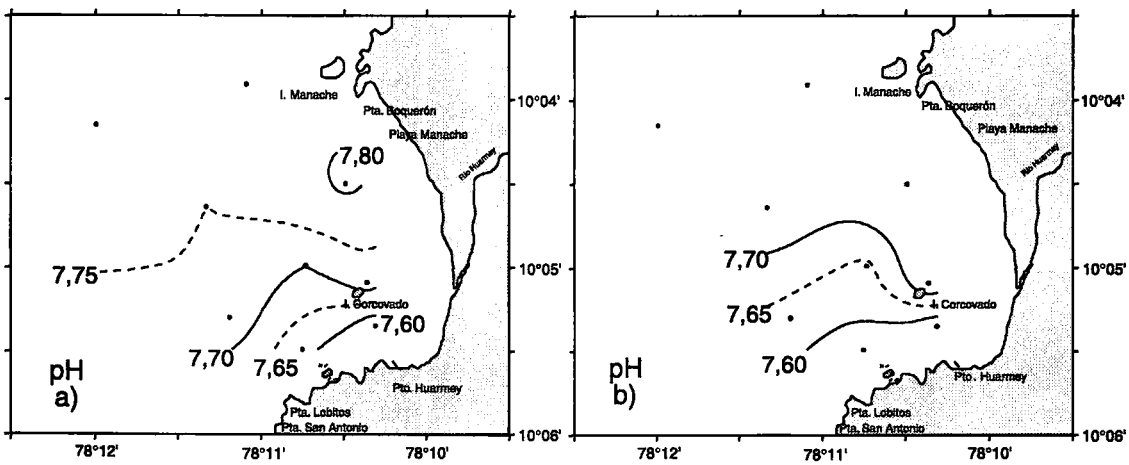

FIGURA 11. Distribución del potencial de iones hidronio en: a) Superficie, b) Fondo.

3.2.3 Sólidos suspendidos totales

Las concentraciones en general mostraron notable disminución, comparadas con mayo; sus valores promedio fueron de 18,9 mg/L en superficie (11,30 – 39,6) y de 24,7 mg/L en fondo (16,8 – 36,3); las mayores concentraciones correspondieron a las estaciones 8 (superficie) y 4 (fondo). Dichas concentraciones están dentro de los rangos hallados en otras áreas costeras con influencia mínima de carga orgánica adicional proveniente de fuente de origen terrestre. Se observa una tendencia decreciente hacia la línea de costa (Fig. 12a), contraria

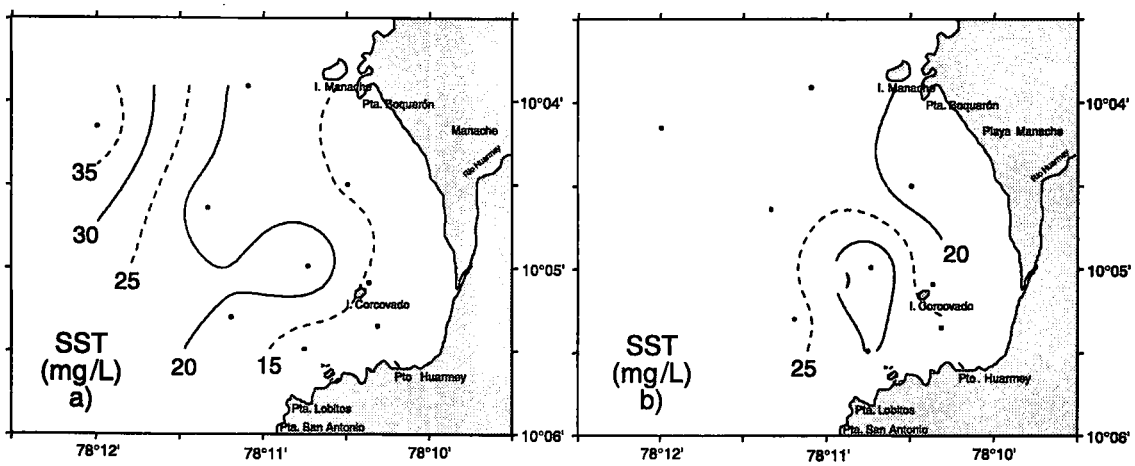

FIGURA 12. Distribución de sólidos suspendidos totales en: a) Superficie, b) Fondo.

a la distribución de oxígeno. A nivel de fondo, la presencia de un núcleo al centro de la bahía (Fig. 12b) estuvo relacionada a una mayor permanencia del material en suspensión debido a la menor intensidad de flujos (≤ 5,0 cm/s) registrados en las estaciones circundantes (1, 2 y 4).

3.2.4 *Sulfuro de Hidrógeno*

Los valores a nivel de fondo variaron entre 0,33 (estación 9) a 0,70 µg-at/L (estación 4). Su distribución en el área evaluada mostró una focalización en el centro de la bahía (Fig. 13), cuyas máximas concentraciones estuvieron asociadas a la mayor presencia de material orgánico en suspensión. Los valores fueron bajos y comparables con otras áreas costeras, sin influencia de contaminación por carga orgánica adicional. Así mismo, los valores hallados son muy similares a mayo 2000.

3.2.5 Aceites y grasas

La selección de este parámetro a nivel superficial, se determinó en estaciones donde se sospechaba visualmente de su presencia. Las concentraciones fluctuaron entre 0,10 a 2,70 mg/L, con un valor promedio de 1,0 mg/L. Los mayores valores se hallaron al norte y centro de la bahía, distribuyéndose en forma decreciente al alejarse de la línea costera (Fig. 14).

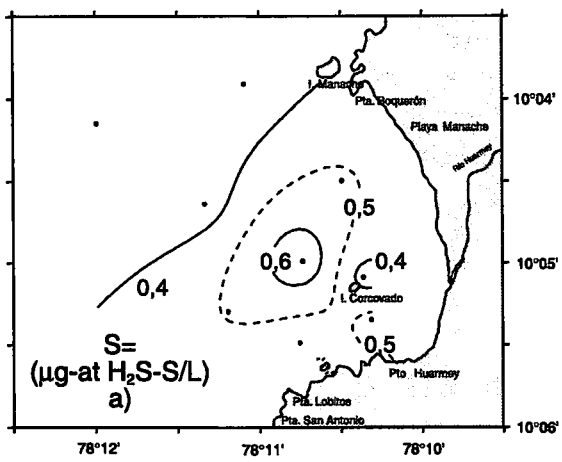

FIGURA 13. Distribución de sulfuros en fondo.

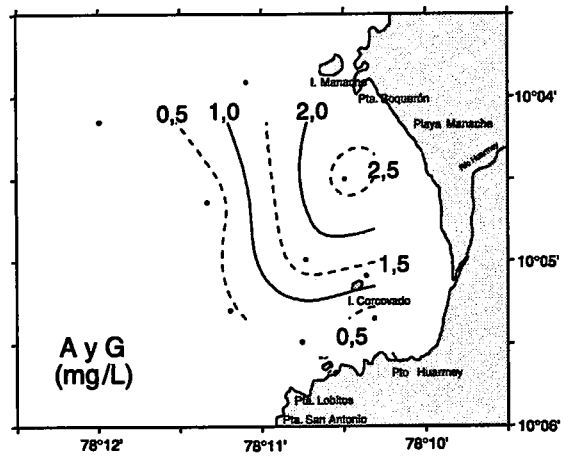

FIGURA 14. Distribución de aceites y grasas en superficie.

3.2.6 Demanda bioquímica de Oxígeno

Los valores superficiales variaron entre 1,44 mg/L (estación 8) a 3,75 mg/L (estación 4) y de 1,5 a 2,91 mg/L en fondo (Figs. 15a y 15b). En general, los valores fueron homogéneos y mostraron a nivel superficial un ligero incremento con respecto a la pasada evaluación. Los promedios en superficie y fondo fueron de 2,0 mg/L. Ninguno de los valores sobrepasó los límites fijados por la LGA.

Un núcleo de 3,0 mg/L al centro de la bahía guarda relación con la distribución de la materia orgánica en suspensión.

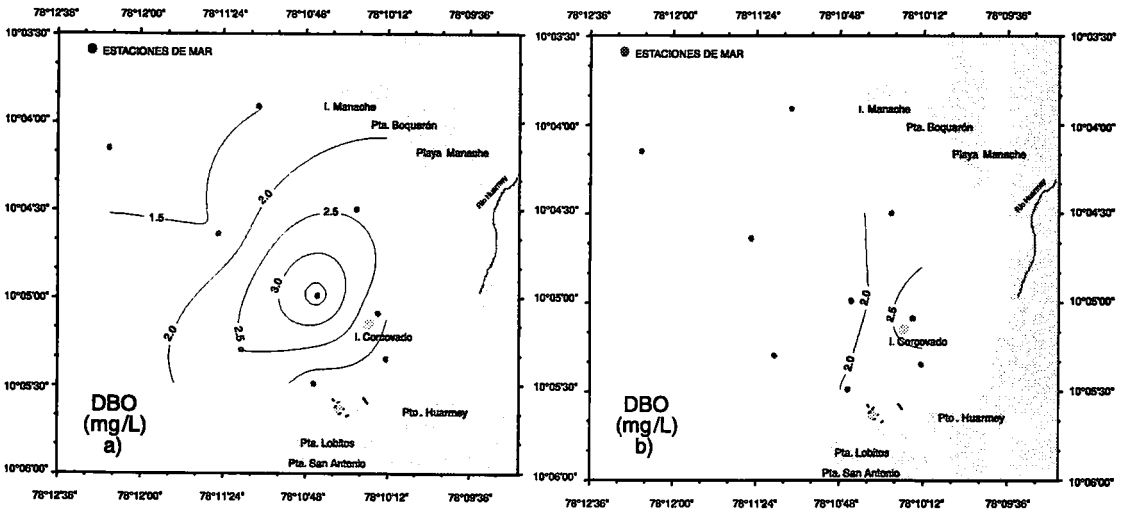

FIGURA 15. Demanda bioquímica de Oxígeno en: a) Superficie y b) Fondo.

3.2.7 Coliformes termotolerantes

En casi toda la bahía el valor de coliformes termotolerantes en superficie fue mínimo (30 NMP/100 mL), con una ligera excepción en la estación 7 (43 NMP/100 mL). En general los valores fueron bajos y no indicaron contaminación microbiológica fecal. Como se muestra los valores fueron muy homogéneos (Fig. 16).

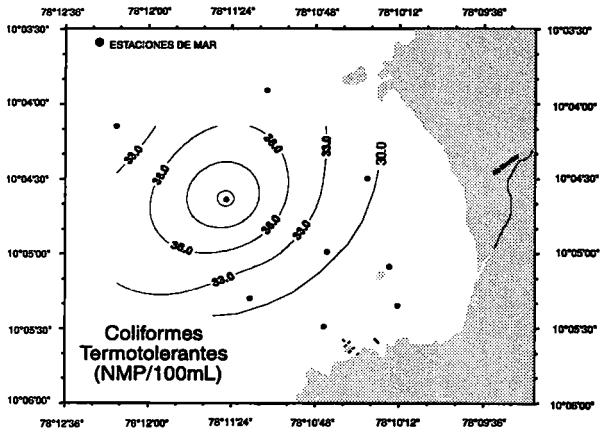

FIGURA 16. Coliformes termotolerantes en agua de mar.

3.3 Metales pesados

En la Tabla 3 se presentan las concentraciones de elementos metálicos hallados en los sedimentos del área costera evaluada.

Tabla 3. Metales pesados en sedimiento superficial. Área de Huarmey, 16-17 de diciembre del 2000.

Est.	Latitud S	Longitud W	Prof (m)	Cobre (µg/g)*	Cadmio (µg/g)*	Plomo (µg/g)*	Zinc (ug/g)*
1	10°05'21,0"	78°10'18,6"	7,5	19,16	0,36	7,78	27,52
2	10°05'29,4"	78°10'45,0"	20,0	21,21	1,02	7,81	41,12
4	10°04'59,4"	78°10'43,8"	22,0	18,86	0,88	7,18	38,09
5	10°04' 30,0"	78°10'29,4"	13,0	24,13	0,84	11,79	54,95
6	10°05'05,4"	78°10'21,6"	9,5	16,88	0,39	6,55	29,13
7	10°04'38,4"	78°11'19,8"	48,0	17,78	1,51	8,08	38,59
		Promedio		20,01	0,70	8,22	38,16
		Mín.		16,68	0,36	6,55	27,52
		Máx.		24,13	1,51	11,79	54,95

* Expresado en muestra liofilizada.

En general, las concentraciones de metales pesados en sedimentos del área evaluada mostraron concentraciones muy homogéneas, especialmente en el contenido de cobre, cadmio y plomo. Conforme a la metodología, el sedimento analizado correspondió a muestras tamizadas en malla de 100 de la serie de W.S. TYLER (1967) (equivalente a <149 micras); por lo tanto y conforme a la clasificación equivalente de la ASTM 1966, el sedimento estuvo conformado por granos de arena fina, muy fina, limo y arcilla.

Las concentraciones de cobre varían entre 16,7 (estación 6) a 24,1 µg/g (estación 5), con un promedio en el área de 20 µg/g, una distribución de tipo creciente se observó hacia el norte (Fig. 17a). El cadmio presentó concentraciones bajas (≤1,0 µg/g), con un valor promedio para el área evaluada de 0,70 µg/g. Se observa una distribución creciente al distanciarse de la línea de costa (Fig. 17b).

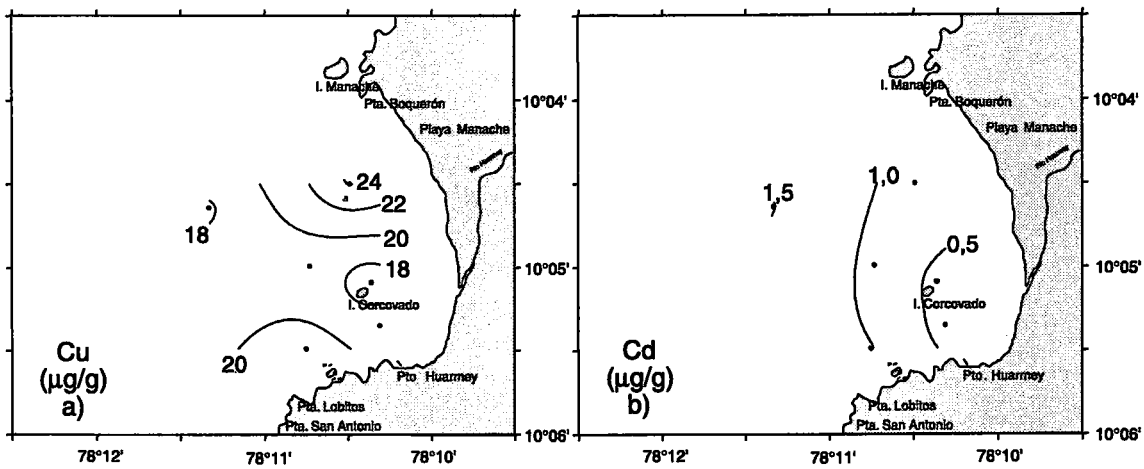

FIGURA 17. Distribución de metales pesados en sedimiento superficial: a) Cobre y b) Cadmio.

Para el caso de plomo y zinc, los valores fluctuaron entre 6,5 (estación 6) a 11,8 µg/g (estación 5) y de 27,5 (estación 1) a 54,9 µg/g (estación 5) respectivamente. Ambos elementos mostraron una distribución creciente hacia el norte de la bahía similar a lo observado en el cobre (Fig. 18). En general, los elementos mencionados presentaron un comportamiento similar de distribución, con excepción del cadmio. Al comparar el contenido metálico con sedimentos de bahías próximas (Huacho, Carquín, Chancay) se observa que los valores son similares para el caso de cadmio e inferiores con relación al cobre, plomo y zinc (Fig. 19). Así mismo son muy inferiores con respecto a sedimentos de bahías como Ferrol-Chimbote, Pisco, Callao, áreas costeras con serios problemas de contaminación, relacionados principalmente con el mayor contenido de materia orgánica.

Los estudios realizados por VELAZCO (1994, 1999) han determinado rangos para dichas bahías que fluctuaron entre 2 – 26% de MOT (materia orgánica total); las mayores concentraciones estuvieron asociados a los sedimentos más finos.

3.4 Muestreo por playas

Una descripción detallada de los resultados de la evaluación por playas se presenta en la Tabla 4. El recorrido por playas permitió observar que, en general, éstas se observan limpias y el mar

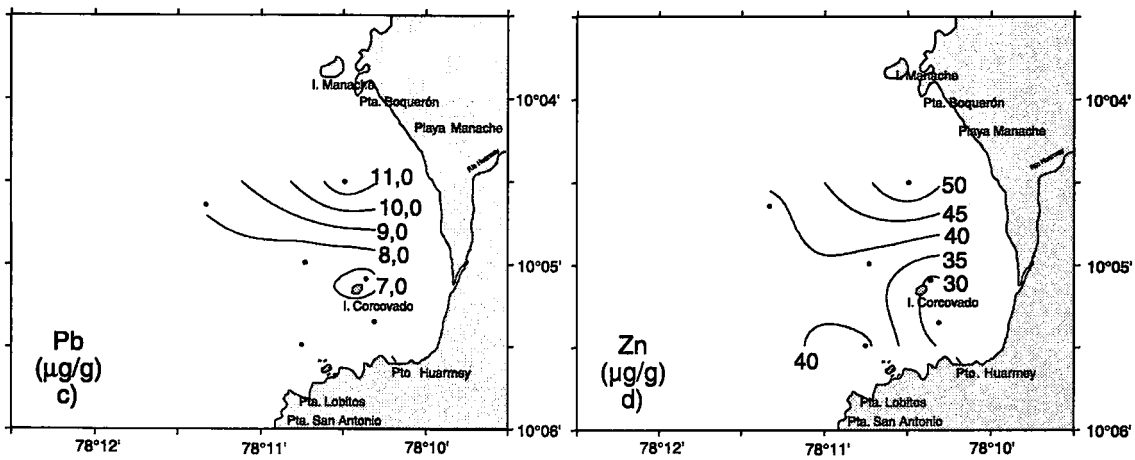

FIGURA 18. Distribución de metales pesados en sedimento superficial: a) Plomo y b) Zinc.

adyacente presentó también aspecto límpido. No se identificó, con excepción del río Huaura, fuente contaminante de origen terrestre. Durante las fechas de monitoreo no se observaron descargas de origen industrial. Dificultades para acceder a algunas playas fueron la topografía del terreno y limitaciones de infraestructura vial.

En general, al norte de la bahía las playas presentaron condiciones óptimas de oxígeno (>5,0 mL/L) asociadas a temperaturas de 17 °C. Asimismo, el contenido de sólidos suspendidos, DBO_5 y pH fueron bajos y estuvieron dentro de los requisitos de calidad acuática para la clase IV (zonas recreativas) y V (zona de mariscos) de la Ley General de Aguas. El río Huaura (estación C-1) se caracterizó por presentar el mayor contenido de coliformes termotolerantes y DBO_5.

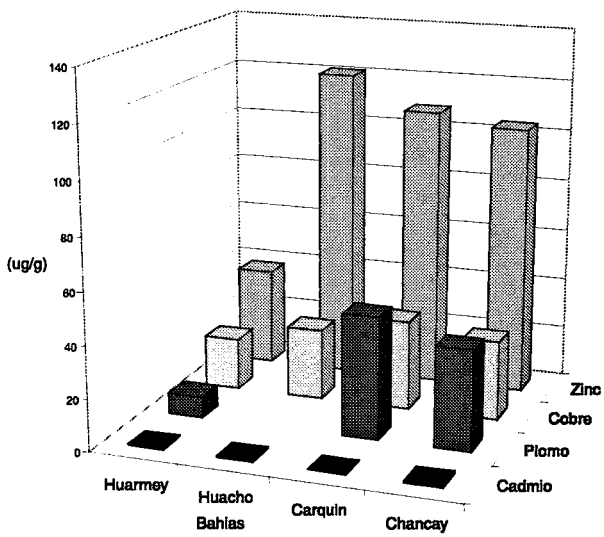

FIGURA 19. Concentraciones promedio de metales pesados en sedimento de diferentes bahías, 1998-2000.

El menor contenido de oxígeno (<3,0 mL/L) registrado en las estaciones (D, E) al sur de la bahía, estuvieron asociados a una menor temperatura (≤15 °C) y un incremento en el contenido de sólidos suspendidos.

3.5. Rastreo acústico

Se realizó un rastreo acústico sistemático paralelo hasta las 2 mn de distancia a la costa, llegando al norte hasta Playa Tuquillo; también se rastreó por los alrededores de la isla Corcovado y al sur por Playa Grande. Los transectos fueron establecidos de acuerdo al área a evaluar y las condiciones de la embarcación. Asimismo se hizo uso de índices de captura de las operaciones, pesca de comprobación para complementar la carta de distribución de recursos.

Tabla 4. Parámetros de calidad acuática y observaciones en zona de playas. Área de Huarmey, 16-17 de diciembre del 2000.

Est.	Ubicación	Temp (°C)	pH	Oxígeno (mL/L)	SST* (mg/L)	Grasa (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	DBO_5 (mg/L)	Observaciones
A	Al norte de playa Manache	---	7,83	5,35	11,57	---	30	2,45	Mar color azul verdoso, aspecto limpio. Estado de mar:01. Playa arenosa limpia.
B	Al sur de playa Manache	17,0	7,80	5,24	21,10	---	30	1,90	Situación similar a estación "A".
C	Al norte (aproxim.100 m) de desembocadura río Huarmey	17,0	---	5,83	---	---	4,3x10	1,10	Mar adyacente ligeramente turbio. Playa con abundantes restos de ramas, troncos provenientes del río.
C - 1	Río Huarmey	---	8,71	4,74	17,59	---	$> 2,3x10^3$	15,64	Río de escaso caudal; se observan pocos desechos sólidos en su ribera.
D	Extremo muelle pesquero	15,3	7,63	2,14	50,82	0,40	4,3x10	---	Mar ligeramente turbio. Aspecto limpio. Estado de mar 01.
E	Frente a Punta Lobitos (aproxim. a 100 m de línea de playa)	14,7	7,78	2,73	25,00	0,20	30	---	Mar de color azul verdoso, aspecto limpio. Estado de mar: 01.

* Expresado en muestra liofilizada.

Los ecotrazos de recursos costeros se presentaron dispersos en la zona estudiada; las mejores concentraciones se localizaron en la franja costera a 0,2 mn de distancia a la costa frente a Puerto Grande con trazos de cardúmenes densos pero muy pequeños, especialmente en lugares con fondos accidentados y rocosos. (Figs. 20, 21, 22).

La presencia escasa de recursos en el área estudiada estaría influenciada por la interrelación con las condiciones ambientales (temperatura, oxígeno) (Fig. 23).

3.6 Observaciones submarinas

Se realizaron observaciones y tomas submarinas en Puerto Grande y e Isla Corcovado a profundidades que variaron de 8 a 15 m. Con visibilidad de 1, 0 m y temperatura de 15,6 °C. El fondo marino estuvo caracterizado por fondo de tipo rocoso y pequeñas áreas de fondos con cascajos (restos de conchuelas y pequeñas rocas). Se observó presencia de pequeños cardúmenes de pintadilla (*Cheilodactylus variegatus*) y cabinza (*Isacia conceptionis*) nadando entre las rocas y presencia de trambollo (*Labriosomus philippii*) entre los peces, así mismo se observaron erizos (*Loxechinus albus*), anémonas (*Phyllactis concinnata*), caracoles (*Nassarius gayi*), jaivas (*Cancer portieri*) y estrellas de mar (*Stichaster striatus*) entre los invertebrados, los cuales viven en un ecosistema bastante variado. No se observaron detritos en cantidades significativas salvo la presencia normal de conchuela. Se pudo observar a pescadores realizando faenas de pesca cercanas al puerto (Fig. 24).

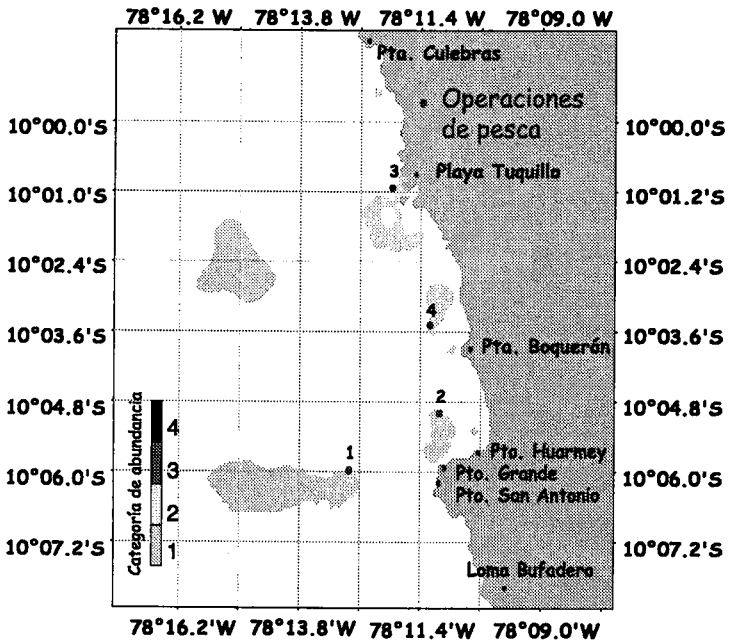

FIGURA 20. Distribución de recursos costeros. Prospección biológico-pesquera, Huarmey, mayo 2000.

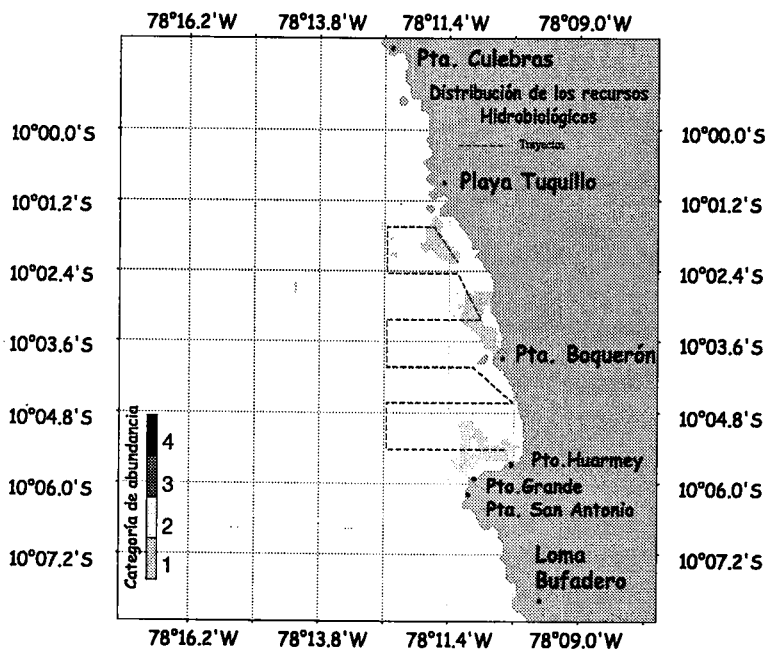

FIGURA 21. Distribución de recursos costeros. Prospección biológico-pesquera, Huarmey, diciembre 2000.

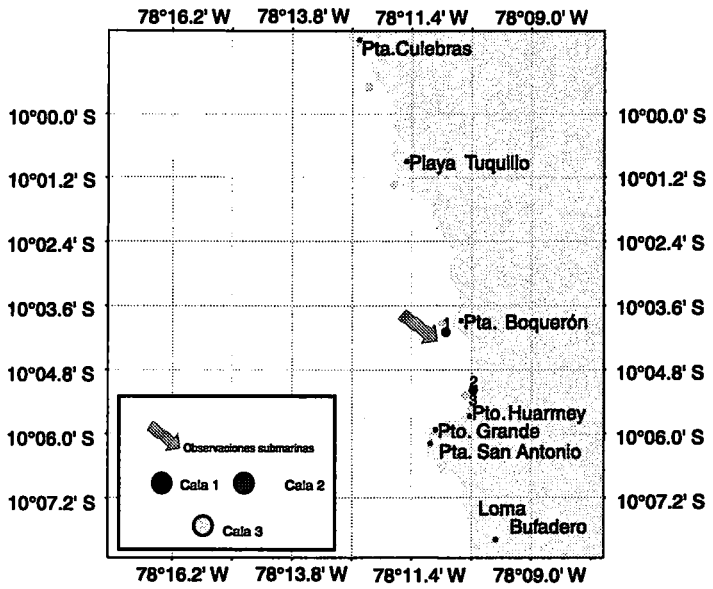

FIGURA 22. Distribución de lances de comprobación.
Bahía de Huarmey, diciembre 2000.

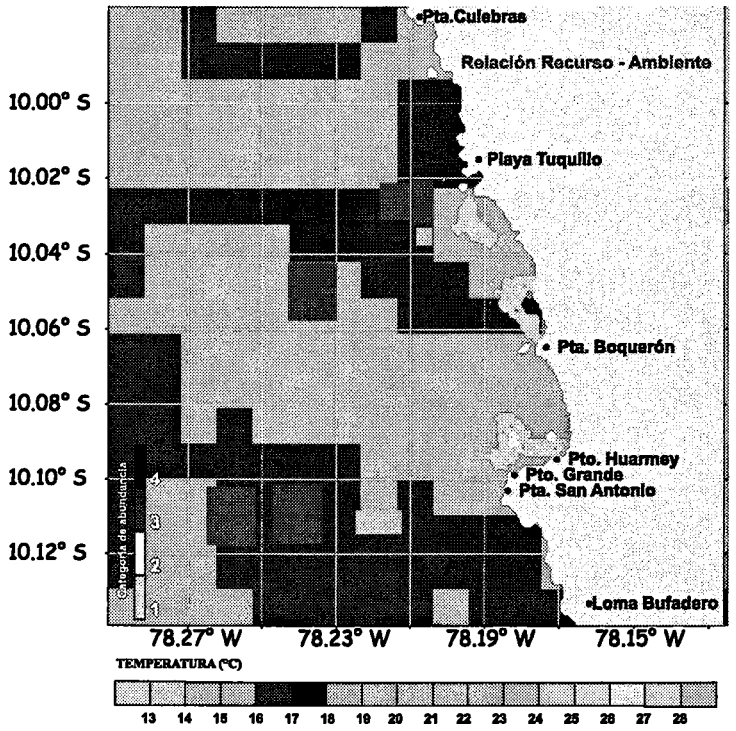

FIGURA 23. Relación recurso-ambiente.

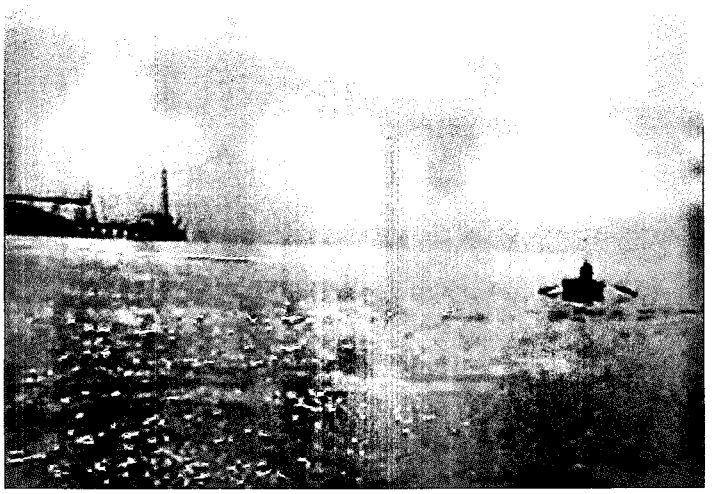

FIGURA 24. Pescadores trabajando frente a Puerto Grande, con redes de enmalle liseras.

3.7 Operaciones de pesca

Se realizaron tres lances de comprobación con las redes de enmalle multipaneles superficiales, redes de enmalle de multipaneles de fondo y nasas tipo cangrejeras. La captura se compuso de las siguientes especies: cabinza (*Isacia conceptionis*) con un 98,76%, merluza (*Merluccius gayi peruanus*) con 1,24%, y presencia de otras especies como pintadilla (*Cheilodactylus variegatus*), pequeños moluscos como pulpo (*Octopus* sp.) y crustáceos como la jaiva (*Cancer portieri*). Se realizó una operación de captura con nasas del tipo cangrejeras, frente a Punta Boquerón a una profundidad de 15 m utilizando como carnada pescado en estado de descomposición. Ello dio como resultado la presencia de jaiva.

El buceo permitió la colección de los siguientes invertebrados: "caracol negro" (*Tegula curyomphalus*), "caracolito" *(Nassarius gayi, Nassarius wilsoni),* "ermitaño" *(Pagurus* sp.), erizo común (*Loxechinus albus*) y jaiva *(Cancer porteri).*

3.8 Comunidad biológica

PECES	
Pintadilla	*Cheilodactylus variegatus*
Cabinza	*Iscacia conceptionis*
Trambollo	*Labrisomus philippi*
Merluza	*Merluccius gayi peruanus*
CRUSTÁCEOS	
Cangrejo "Jaiva"	*Cancer porteri*
"Ermitaño"	*Pagurus* sp.
MOLUSCOS	
Caracol negro	*Tegula euryomphalus*
Carocolito	*Nassarius gayi*
Pulpo	*Octopus* sp.

4. DISCUSIÓN

La configuración de la costa, que la delimita semiprotegiéndola, puede influir en la menor intensidad de flujos registrados al interior de la bahía, así como en la proyección de los mismos hacia el nor-noroeste, los cuales siguieron el perfil de la costa. Al respecto, ZUTA *et al.* (1984), mencionan que diversas operaciones mostraron que la CSM (corriente submarina) es un fenómeno prominente del margen continental a lo largo de toda la costa peruana.

Las masas de agua caracterizadas como Aguas Costeras Frías mostraron bajas temperaturas con una anomalía de –3,0 °C con respecto al patrón de diciembre. Valores de temperatura más altos cerca de la costa, disminuyendo hacia el oeste, estarían relacionados con las isobatas de profundidad del área evaluada. Asimismo, el decrecimiento de la temperatura promedio a nivel de fondo con respecto a mayo se explicaría, porque en esta oportunidad el 55% de las estaciones muestreadas tuvieron una profundidad >20 m (en mayo, profundidad máxima 15 m).

La distribución y abundancia de los recursos vivos marinos, dependen en gran parte de las condiciones físicas y químicas del mar, siendo particularmente importantes la temperatura, salinidad y oxígeno (ZUTA *et al.* 1984).

Las condiciones de enfriamiento mencionadas, asociadas a la presencia de aguas afloradas explicarían la escasez de recursos en el área estudiada, tal como se observó en la pasada prospección de mayo 2000.

Los valores de oxígeno a nivel superficial si bien experimentaron un incremento, este no fue muy significativo con relación a mayo 2000 (TAM *et al.* 2000). A nivel de fondo, las menores concentraciones (<0,5 mL/L) estuvieron asociadas a profundidades mayores de 30 m, en contraste a la máxima profundidad de 15 m (mayo 2000). También la temperatura (<14°C) registrada a dichas profundidades ha influido en la solubilidad del oxígeno. Los niveles de oxígeno presentados por aguas afloradas características de las Aguas Costeras Frías, se consideran bajos, si se comparan con los valores mínimos (2 mL/L) registrados por ZUTA y GUILLÉN (1970) en áreas de afloramiento.

Las concentraciones de sólidos suspendidos estuvieron dentro de los rangos característicos de áreas costeras sin problemas de contaminación. Las mayores concentraciones se observaron a nivel de fondo y en estaciones con más intensidades de flujo. A diferencia de mayo, donde las concentraciones fueron muy elevadas (promedios de 98 mg/L en superficie y 90 mg/L en fondo) en toda el área evaluada, lo cual podría explicarse por un incremento del material inorgánico en suspensión como consecuencia de la turbulencia provocada por el efecto de las corrientes, al impulsar las partículas de fondo hacia la superficie. La falta de información sobre corrientes en la evaluación pasada limita esta afirmación.

Estos niveles de materia orgánica en suspensión, determinados a través del DBO_5 y SST, no han demandado un mayor consumo de oxígeno en su proceso de degradación y, por ende, los procesos de óxido-reducción han sido de menor intensidad; esto se refleja en la menor formación de gases tóxicos, como el sulfuro de hidrógeno. Las concentraciones de este gas que

ha mantenido sus niveles durante las dos prospecciones, pueden considerarse mínimas y comparables a áreas costeras sin problemas de contaminación de tipo orgánico.

Las concentraciones de grasa también mostraron una reducción con relación a la evaluación de mayo 2000. Las mayores concentraciones halladas en estaciones costeras ubicadas al centro y norte de la bahía, fueron favorecidas por la corriente, las cuales pueden ser de origen industrial o proveniente de las embarcaciones que circundan la zona. Estas concentraciones coincidieron con la presencia de pequeñas películas de grasa observadas. En las estaciones alejadas de la costa, las concentraciones fueron mínimas.

En general, las concentraciones halladas para cobre, cadmio, plomo y zinc pueden tomarse como una información básica referencial, representativa del contenido metálico en la zona de estudio, y están asociadas a la composición mineralógica y textural del sedimento. La distribución de los elementos metálicos, con excepción del cadmio, presentó comportamiento similar y esto estaría relacionado con las diferentes fracciones de los sedimentos, los cuales tienen diversas movilidades en el ambiente marino; de allí que la distribución de metales puede variar para los diferentes elementos (KRUMGALZ *et al.* 1992).

Otro factor a considerar en la distribución y concentración de los elementos metálicos es el contenido de materia orgánica (GUTIÉRREZ *et al.* 1994).

El rango de contenido metálico, especialmente para el cadmio y cobre son comparables a lo registrado en otras bahías próximas como Chancay, Huacho, Carquín (AECM 1998); esto podría estar asociado, o tener cierta similitud con las características geomorfológicas y probablemente mineralógicas, entre otros. Sus concentraciones, si se compara con bahías contaminadas, descartan la influencia significativa de aguas residuales domésticas e industriales que son consideradas como fuentes principales del ingreso de metales al medio marino (GUTIÉRREZ *et al.* 1994).

Bahías contaminadas como Ferrol destacaron por su alto contenido de cobre (15,0 – 96,0 µg/g), cadmio (2,0 – 17,0 µg/g) (JACINTO *et al.* 1996); Pisco (AECM 1998), con concentraciones de zinc (148 – 254 µg/g); y Callao destacó por su elevado contenido en plomo (78 – 526 µg/g) según GUZMÁN (1996). Bahías que también se caracterizan por un elevado contenido de materia orgánica son Callao (7 – 11 % MOT), Ferrol (6 – 13 % MOT) y Pisco (2 – 26 % MOT) (VELAZCO 1994, 1999).

Las especies desembarcadas en Puerto Grande entre los meses de marzo a mayo del 2000 fueron: cabinza, cabrilla, cachema, cherlo, chita, cojinoba, congrio, corvina, guitarra, jurel, lenguado, lisa, lorna, loro, machete, mismis, ojo de uva, palmera, pámpano, peje de gallo, pintadilla, sardina, tollo, trambollo, etc. (Fuente: Laboratorio de Huacho). Durante el 17 de diciembre del año en curso se pudo observar que la flota pesquera artesanal que operaba en Puerto Grande estaba basada principalmente en el uso de redes de cortina correspondiendo sus desembarques a especies como lisa (*Mugil cephalus*) y cabinza (*Isacia conceptionis*).

La distribución de recursos se presentó muy replegada a la costa, en comparación con mayo del 2000, sin variar mucho en cuanto a concentraciones. La mayor concentración estuvo

ubicada frente a Puerto Grande, precisamente en el área donde trabajaban algunas embarcaciones cortineras de la zona.

La temperatura superficial del mar frente a Puerto Grande mostró valores que variaron entre 15,6 y 15,9 ° C. Los especímenes de peces capturados fueron juveniles, siendo la moda de 17 cm de longitud total, esto debido a que las áreas costeras normalmente se constituyen como las zonas más apropiadas para el hábitat de estos ejemplares.

Las observaciones y video submarino muestran una mayor presencia de recursos en el área, principalmente representados por pequeños cardúmenes de pintadillas, especies de alta movilidad y velocidad comparadas con peces frailes observados en mayo en la misma zona, también se pudo observar mayor presencia de recursos invertebrados representados principalmente por erizos, estrellas de mar y anémonas.

Al igual que en mayo, no se observaron restos de rocas fragmentadas ni presencia de material detrítico en exceso, solamente la presencia de valvas y conchuelas fragmentadas que representaban zonas de fondo diferentes en un sustrato netamente rocoso. La zona de playa no presentó varazón de especies de ningún tipo y por el contrario se puede observar presencia de arañas de mar, anémonas, estrellas y erizos.

5. CONCLUSIONES

1. Masas de Aguas Costeras Frías caracterizadas en la presente prospección, con una acentuada anomalía térmica, explicarían la permanencia de condiciones de enfriamiento, con relación a la pasada evaluación (mayo 2000).
2. En general, los parámetros se ajustaron a los requisitos de calidad acuática, para las clases V y VI de la Ley General de Aguas. Sin embargo, los niveles de oxígeno se consideran bajos, por efecto de la presencia de agua afloradas.
3. Con excepción de los máximos contenidos de aceites y grasas, de carácter puntual, se puede afirmar que los parámetros de calidad acuática no indicaron problemas de contaminación.
4. La información referencial del contenido metálico en sedimentos no indicó concentraciones de contaminación, si se compara con otras áreas costeras con serios problemas de contaminación (Ferrol, Callao, Pisco).
5. Las condiciones ambientales (temperatura, salinidad y oxígeno), especialmente las condiciones de enfriamiento estarían asociadas con la escasez y dispersión de los recursos en el área. Las mejores concentraciones se hallaron en la franja costera (0,2 mn) frente a Puerto Grande, conforme a los ecotrazos obtenidos.
6. Las observaciones y video submarinas permitieron visualizar una mayor variedad de recursos, representados principalmente por peces pequeños (pintadilla, cabinza) e invertebrados.
7. En la captura total, la cabinza fue la especie más importante (98,76%), con presencia de merluza (1,24%), pintadilla y moluscos como pulpo.
8. Observaciones submarinas permitieron visualizar una mayor presencia de recurso (peces e invertebrados) en la zona costera, en comparación a la última prospección realizada en mayo del 2000. Asimismo, de la inspección realizada se concluye que no se habrían

producido alteraciones en el sustrato rocoso y tampoco se evidenció la existencia de detritos o materia orgánica en general de origen reciente.

9. La estación tomada como blanco o referencial, que fue la más distante de la costa, en general, presentó parámetros con valores similares registrados en las otras estaciones, destacando su menor contenido en DBO_5 y aceites y grasas. Esta característica estaría asociada al alejamiento de la influencia de las actividades antrópicas terrestres, además de la mayor intensidad de flujos y batimetrías registradas.

6. Agradecimiento

Un especial agradecimiento al Sr. DONATO UECHI, por su importantísima colaboración que permitió culminar el presente informe.

7. Referencias

CASTILLO, S. 2000. Informe de resultados microbiológicos y Demanda Bioquímica de Oxígeno en la zona de Huarmey. Inf. Interno Área de Evaluación de Impacto Ecológico. Inst. Mar del Perú.

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN DE LA MARINA. 1981. Ministerio de Marina. Derrotero de la costa del Perú. Vol. 1.

GUZMÁN, M. 1996. Trazas de metales en sedimentos superficiales en la bahía del Callao – Ventanilla durante 1994. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 37:3-20.

GUTIÉRREZ, A., G. FLORES, V. ORTEGA y J. VILLAESCUSA. 1994. Metales pesados en sedimentos de la Costa Fronteriza Baja California (México)- California (EUA). Ciencias Marinas (1994), 20 (1): 105-124.

IMARPE, ÁREA DE EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MARINA. 1998. Base de datos de parámetros físicos y químicos de calidad acuática, metales, a lo largo de la costa peruana, 1994-1998.

JACINTO, M. E., R. CABELLO, M. GUZMÁN, O. MORÓN, P. VILLANUEVA y J. CÓRDOVA. 1996. Evaluación de la contaminación marina en la bahía Ferrol – Chimbote. 14-18 julio 1994. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 48: 21-56.

KRUMGALZS, B., G. FSHTEIN y A. COHEN. 1992. Grain size effect on anthropogenic trace metal and organic matter distribution in marine sediments. The Science of the total environment, 116 (1992) 15 –30.

TAM, J., F. GANOZA y R. OROZCO. 2000. Prospección biológico-pesquera y evaluación de la calidad del ambiente marino en la zona de Huarmey. Informe interno IMARPE.

VELAZCO, F. 1999. Informe del estudio sedimentológico. Proyecto "Análisis comparativo del contenido de Hidrocarburos de petróleo en especies comerciales y sedimentos correspondientes a las Bahías de Ferrol y Samanco 9811". Informe interno. Área de Geología Marina. Inst. Mar Perú.

VELAZCO, F. 1999. Informe del estudio sedimentológico. Proyecto " Evaluación ambiental del ecosistema marino y costero de Pisco – Paracas". Informe interno. Área de Bentos y Sedimentología. Inst. Mar Perú.

VELAZCO, F. 1994. Característica de los sedimentos superficiales del fondo marino en el área de Callao y Ventanilla. Inf. Interno. Área de Bentos y Sedimentología. IMARPE.

ZUTA, S., I. TSUKAYAMA y R. VILLANUEVA. 1984. El ambiente marino y las fluctuaciones de las principales poblaciones pelágicas de la costa peruana. South East Pacific – Pacífico Sud Oriental.

ZUTA, S. y O. GUILLÉN. 1970. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. Departamento de Oceanografía. Instituto del Mar del Perú. Bol. Inst. Mar Perú 2(5): 157-324.

8. Anexo. Personal científico participante

TRABAJO DE CAMPO

DIRECCIÓN DE PESCA: Ing. Carlos Martín Salazar Céspedes, Ing. Iván Velazco Castillo, Bach. Edgar Castilla López, Bach. César Matos Mandujano, Bach. Israel Montoya Manrique.

DIRECCIÓN DE MONITOREO: Qca. María E. Jacinto, Bach. Claria Fierro Huatuco, Tco. Martín Campos.

TRABAJO ANALÍTICO : Ing. Manuel Guzmán, Ing. Rita Cabello, Blga. Rita Orozco, Blga. Sonia Castillo, Tco. Donato Uechi, Tco. Juan Santos.

ELABORACIÓN DE INFORMES

COMPONENTE PESCA: Ing. Carlos Martín Salazar Céspedes, Ing. Iván Velazco Castillo.

COMPONENTE FÍSICA: Ing. Luis Pizarro, Tco. Martín Campos.

COMPONENTE QUÍMICA: Qca. María E. Jacinto.

COMPONENTE MICROBIOLÓGICA: Blga. Sonia Castillo.

APOYO EN PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN: Tco. Donato Uechi.

INFORME FINAL (ANÁLISIS E INTEGRACIÓN): Qca. María E. Jacinto.