



informe progresivo

nº
118

Abril
2000

Calidad del ambiente marino costero en las áreas de Ilo e Ite, noviembre 1997

Rita J. Cabello T.

María E. Jacinto T.

Octavio Morón

Patricia Villanueva 3

DGIO-16

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

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)

Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito, Callao.

Apartado 22, Callao, Perú.

Tel. 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

© 2000. Instituto del Mar del Perú

Esquina Gamarra y General Valle

Apartado Postal 22

Callao, PERU

Teléfono 429-7630 / 420-2000

Fax (511) 465-6023

E-mail: imarpe+@imarpe.gob.pe

Hecho el depósito de ley. Nº 2000-3463

*Reservados todos los derechos de reproducción total
o parcial, la fotomecánica y los de traducción.*

Impresión: Gráfica Técnica SRL.

Calle Los Talladores 184, Urb. El Artesano - Ate

Teléfono: 436-3140 / 437-5842

Tiraje: 300 ejemplares

CALIDAD ACUÁTICA DEL AMBIENTE MARINO COSTERO EN LAS ÁREAS DE ILO E ITE, NOVIEMBRE 1997

Rita J. Cabello T.
Área de Evaluación de la Contaminación
Marina. DMPAM. DGIO. IMARPE

María E. Jacinto T.
Dirección de Monitoreo y Protección del
Ambiente Marino. DGIO. IMARPE

Octavio Morón
Dirección de Oceanografía Física y Pronósticos
Oceanográficos. DGIO. IMARPE

Patricia Villanueva
Área de Fitoplancton y Producción
Primaria. DOB. DGIO. IMARPE

CONTENIDO

Resumen	3
1. Introducción	4
2. Material y métodos	4
2.1 Muestreo	4
2.2 Métodos	6
3. Área de Ilo	7
3.1 Resultados y discusión de la evaluación por mar	7
3.1.1 Parámetros hidrográficos y de circulación marina	7
3.1.2 Parámetros físicos y químicos de calidad acuática	10
3.1.3 Composición y distribución del plancton	15
3.2 Resultados de la evaluación en zona de playas	17
4. Área de Ite	19
4.1 Resultados y discusión de la evaluación por mar	19
4.1.1 Parámetros hidrográficos y de circulación marina	19
4.1.2 Parámetros físicos y químicos de calidad acuática	22
4.1.3 Composición y distribución del plancton	26
4.2 Resultados de la evaluación en zona de playas	29
5. Conclusiones	29
6. Referencias	31

RESUMEN

Se presentan los resultados analíticos obtenidos en la evaluación de calidad acuática del ambiente marino costero, en las áreas de Ilo e Ite en el período noviembre 1997, realizado dentro del Programa de Monitoreo que IMARPE viene ejecutando en áreas costeras seleccionadas. El objetivo principal ha sido determinar el estado de calidad acuática influenciada por el evento El Niño 1997-98, que manifestó elevadas temperaturas ($>15\text{ }^{\circ}\text{C}$) y salinidades ($>35,3$ ups), características de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) atraídas hacia la costa por intensos flujos de circulación. Se produjo un desarrollo planctónico pobre (máximo en Ite: $1,57\text{ mL/m}^3$) con presencia de especies fitoplanctónicas cosmopolitas, termófilas y “pastoreo” por el zooplancton predominante en este período.

En general los parámetros de calidad se ajustaron a los límites establecidos por la Ley General de Aguas (1969), Clases IV, V y VI (1970). Los sulfuros se mantuvieron estables relacionados con valores bajos de DBO_5 (máximo: 3,53 mg/L, Ilo) y DQO (máximo: 43,6 mg/L, Ite) detectados en zonas de playa. Las playas exentas de desechos domésticos se hallaron impactadas por la presencia de relaves y descarga de aguas residuales de procesos mineros; se observaron coloraciones metálicas en las aguas, terrenos y peñascos de las zonas intermareales, debido a la adsorción metálica e intemperización.

1. INTRODUCCION

El IMARPE viene desarrollando un Programa de Monitoreo del Estado de la Calidad del Medio Marino en áreas seleccionadas del litoral peruano, en las que ha incluido las áreas de Ilo e Ite, las cuales fueron evaluadas por primera vez en marzo de 1996. Los resultados obtenidos en la determinación de los parámetros físico-químicos de calidad (oxígeno disuelto, pH, sólidos, sulfuros y sólidos suspendidos totales, etc.) indicaron valores apropiados para la vida acuática. Sin embargo, las playas se mostraron afectadas por el impacto de los relaves mineros, que cambiaron el aspecto físico de las zonas comprometidas y contaminadas por metales pesados, concentraciones altas de cobre y hierro hallados en sedimento y organismos marinos.

Una segunda evaluación sobre la calidad de las aguas señaló así mismo condiciones aceptables de calidad; sin embargo, la persistencia de una contaminación por metales pesados que deterioran las playas, sobre todo en Ite, indican una contaminación de tipo crónico (JACINTO *et al.* 1997).

El objetivo del presente estudio, dentro del Programa de Monitoreo, es evaluar el estado de calidad de las aguas en las áreas mencionadas en relación a la variabilidad estacional, destacando en esta oportunidad la influencia del evento El Niño 1997-98.

2. MATERIAL Y METODOS

2.1 Muestreo

El área costera evaluada en Ilo estuvo comprendida por las coordenadas:

- Por el norte, estaciones de mar: N° 1 ($17^{\circ}28'42''\text{S}$ y $71^{\circ}24'42''\text{W}$); N° 8 ($17^{\circ}36'55''\text{S}$ y $71^{\circ}21'54''\text{W}$); N° 2 ($17^{\circ}27'48''\text{S}$ y $71^{\circ}23'12''\text{W}$); y playa I-1.

- Por el oeste, estaciones de mar: N° 3 ($17^{\circ}30'42''\text{S}$ y $71^{\circ}22'36''\text{W}$), N° 5 ($17^{\circ}34'24''\text{S}$ y $71^{\circ}23'06''\text{W}$), N° 7 ($17^{\circ}36'30''\text{S}$ y $71^{\circ}23'18''\text{W}$), N° 9 ($17^{\circ}39'06''\text{S}$ y $71^{\circ}23'00''\text{W}$), N° 10 ($17^{\circ}04'48''\text{S}$ y $71^{\circ}23'12''\text{W}$).

- Por el sur, estación de mar N° 11 ($17^{\circ}42'06''\text{S}$ y $71^{\circ}23'12''\text{W}$) y playa I-8.

- Por el este, definida por la línea costera.

El área costera de Ite estuvo limitada por las siguientes coordenadas:

- Por el norte, estaciones de mar N° 25 ($17^{\circ}51'48''S$ y $71^{\circ}06'06''W$), y playa I-10 .

- Por el oeste, estaciones de mar N° 24 ($17^{\circ}54'06''S$ y $71^{\circ}06'06''W$), N° 22 ($17^{\circ}55'36''S$ y $71^{\circ}03'00''W$), N° 21 ($17^{\circ}56'06''S$ y $71^{\circ}01'54''W$), N° 18 ($17^{\circ}58'30''S$ y $70^{\circ}56'48''W$), N° 15 ($18^{\circ}02'06''S$ y $70^{\circ}54'00''W$).

- Por el sur, estación de mar N° 14 ($18^{\circ}04'36''S$ y $70^{\circ}50'12''W$), N° 13 ($18^{\circ}03'00''S$ y $70^{\circ}48'54''$), y playa I-17.

- Por el este, definida por la línea costera.

La evaluación se realizó del 20 al 25 de noviembre de 1997.

Las figuras 1a y 1b muestran las cartas de posición de la evaluación en las áreas de Ilo e Ite, respectivamente.

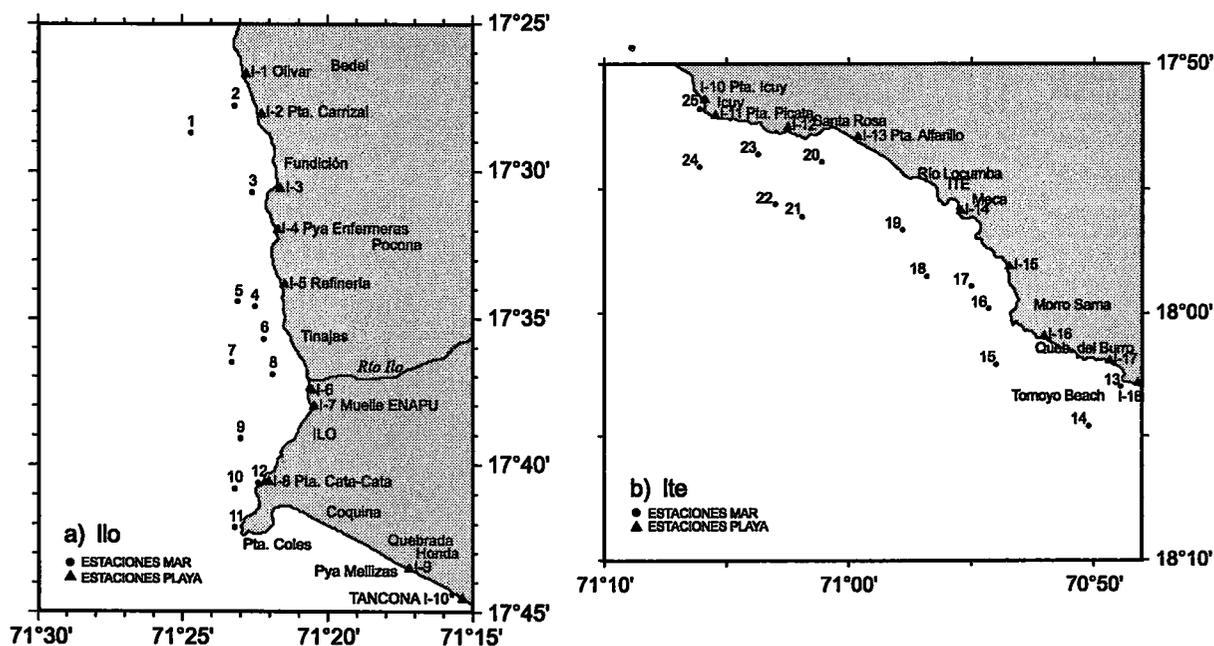


FIGURA 1. Carta de posiciones de la evaluación del estado de calidad acuática del ambiente marino costero en las áreas de: a) Ilo y b) Ite, del 20 - 25 de noviembre de 1997.

En Ilo se realizaron 12 estaciones a nivel de mar y 10 estaciones por playas.

En la bahía de Ite fueron 13 estaciones por mar y 9 por playas.

Muestreo en mar

El muestreo por mar se inició en Ite del 20 al 22 de noviembre y se continuó en Ilo del 24 al 25 de noviembre. Las muestras de agua fueron colectadas a dos niveles: superficial y a 0,5 m del

fondo marino. En dichas muestras se determinaron los siguientes parámetros de calidad: temperatura, pH, oxígeno disuelto, sulfuros, sólidos suspendidos totales, salinidad, grasas y aceites, nutrientes, DBO₅, DQO, así como otros parámetros importantes complementarios, como la determinación de la comunidad fitoplanctónica, los volúmenes de plancton en superficie, composición especiológica del fitoplancton y la presencia de indicadores biológicos de masas de agua. También se colectaron muestras de agua para análisis de contaminantes químicos como metales traza e hidrocarburos de petróleo.

Muestreo en playas

La colecta de muestras por playas se realizó a nivel superficial y se determinaron los mismos parámetros que en las muestras por mar.

Se inició en las playas de Ilo del 20 al 22 de noviembre, abarcó la zona comprendida desde el Primer Olivar en Pocona (zona norte) hasta las playas de Tancona hacia el sur.

En Ite se continuó del 22 al 25 de noviembre, el recorrido se inició por el norte desde Punta Icu y hasta la playa Tomoyo Beach al sur; en ambas bahías se siguió la trayectoria de la línea costera.

2.2 Métodos

Las determinaciones físicas y químicas corresponden a los siguientes métodos:

- Método titulométrico de WINKLER modificado por CARPENTER. (1966), para el análisis de oxígeno.
- Método APHA-AWWA-WPCF 209-D (1980), para la determinación de sólidos suspendidos totales.
- Método potenciométrico por medio del HANNA HI 9023 C para la determinación del pH.
- Método gravimétrico (Environment Water Resources Service 1976) para la determinación de grasas y aceites disueltos en agua de mar.
- Método colorimétrico de FONSELIUS, para la determinación de sulfuro de hidrógeno, 1962.
- Método 507 APHA-AWWA -WPCF (1980), de cinco días de incubación ; para la determinación de demanda bioquímica de oxígeno.
- Método titulométrico de la APHA-AWWA-WPCF 1971 modificado, con digestión en dicromato de potasio por Environmental Laboratory British Columbia Water Resources Service (Método N° 116010, 1160501, 1160601) 1976, para la determinación demanda química de oxígeno.
- Empleo del equipo Kahlisco R-10, para la determinación de salinidad.
- Empleo de correntómetros a la deriva tanto a nivel superficial como a 0,5 m del fondo marino para la determinación de corrientes marinas.

- Método de volúmenes de plancton por centrifugación (mL/m³). Para la determinación de organismos fitoplanctónicos se emplearon los trabajos de HUSTED (1930), CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), SCHILLER (1971 A Y B), SUNDSTROM (1986), BALECH (1988) y CARMELO (1966).

3. AREA DE ILO

3.1 Resultados y discusión de la evaluación por mar

3.1.1 Parámetros hidrográficos y de circulación marina

La tabla 1 muestra los resultados hidrográficos y de circulación marina en la bahía de Ilo.

Tabla 1. Resultados hidrográficos y de circulación marina.
Bahía de Ilo (24 - 25 noviembre 1997).

Est N°	Posiciones		Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. (ups)	Corrientes Dirección
	Latitud	Longitud				
01	17°28'42"	71°24'42"	0,0	19,6	35,430	80
			95,0	16,0	35,360	150
02	17°27'48"	71°23'12"	0,0	18,5	35,396	80
			57,0	16,4	35,413	165
03	17°30'42"	71°22'36"	0,0	19,1	35,419	355
			52,0	16,4	35,422	160
04	17°34'34"	71°22'30"	0,0	19,9	35,436	50
			70,0	16,1	35,438	130
05	17°34'24"	71°23'06"	0,0	20,4	35,403	50
			84,0	15,9	35,325	180
06	17°35'42"	71°22'12"	0,0	20,0	35,366	50
			47,0	16,2	35,327	195
07	17°36'30"	71°23'18"	0,0	19,1	35,371	250
			89,0	16,1	35,375	180
08	17°36'55"	71°21'54"	0,0	19,6	35,368	80
			33,0	16,4	35,329	200
09	17°39'06"	71°23'00"	0,0	19,0	35,333	100
			84,0	16,0	35,377	195
10	17°04'48"	71°23'12"	0,0	19,0	35,453	315
			75,0	16,1	35,380	240
11	17°42'06"	71°23'12"	0,0	19,5	35,444	305
			30,0	16,2	35,338	265
12	17°40'36"	71°22'24"	0,0	18,6	35,383	45
			13,0	18,2	35,384	75
Superficie	Mín.			18,5	35,333	
	Máx.			20,4	35,453	
	Prom.			19,4	35,400	
Fondo	Mín.		13,0	15,9	35,325	
	Máx.		95,0	18,2	35,438	
	Prom.			16,3	35,372	

Temperatura

La temperatura a nivel superficial en el área comprendida entre Punta Coles y al norte de Fundición presentó un rango de 18,5 °C (estación 2) a 20,4 °C (estación 5). Un pequeño bolsón con valores mayores de 20 °C se ubicó entre Pocona y Tinajas, mientras que valores menores de 19,0 °C se presentaron al norte de Fundición y alrededor de Ilo (fig. 2a).

A 0,5 m del fondo marino las temperaturas variaron entre 15,9 °C (estación 5) y 18,2 °C (estación 12), predominando valores muy homogéneos entre 16,0 - 16,5 °C al norte de Ilo, solamente en un punto próximo a Punta Coles se obtuvo 18,2 °C (fig. 2b).

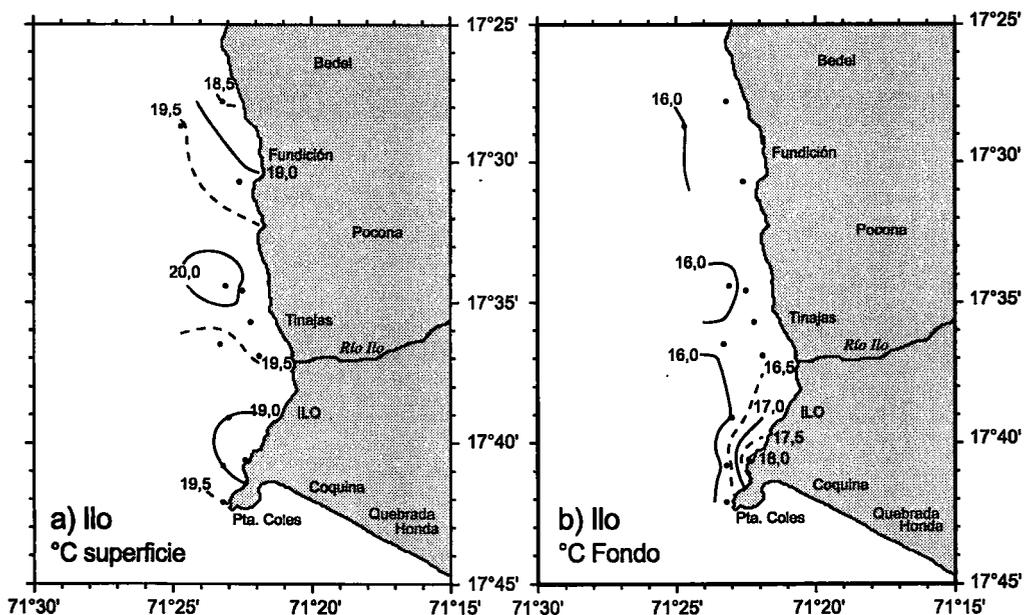


FIGURA 2. Distribución de temperatura (°C) en: a) Superficie y b) Fondo. Bahía de Ilo, 24 - 25 de noviembre de 1997.

Salinidad

Tanto en superficie como en el fondo se presentaron altas concentraciones de salinidad, valores de 35,32 a 35,45 ups (figs. 3a y 3b) que identificaron Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), no se evidenció influencia de descargas de río Ilo u otros.

Circulación marina

La circulación superficial estuvo influenciada principalmente por las corrientes de marea, las que presentaron flujos hacia la costa y mar afuera contribuyendo a que las ASS (oceánicas) se ubicaran en toda el área evaluada (fig. 4a).

Cerca al fondo la circulación presentó una tendencia hacia el sur mostrando cierto paralelismo a la línea costera, sólo en Punta Coles los flujos experimentaron una desviación hacia el oeste por la convergencia con la saliente de la línea costera (fig. 4b).

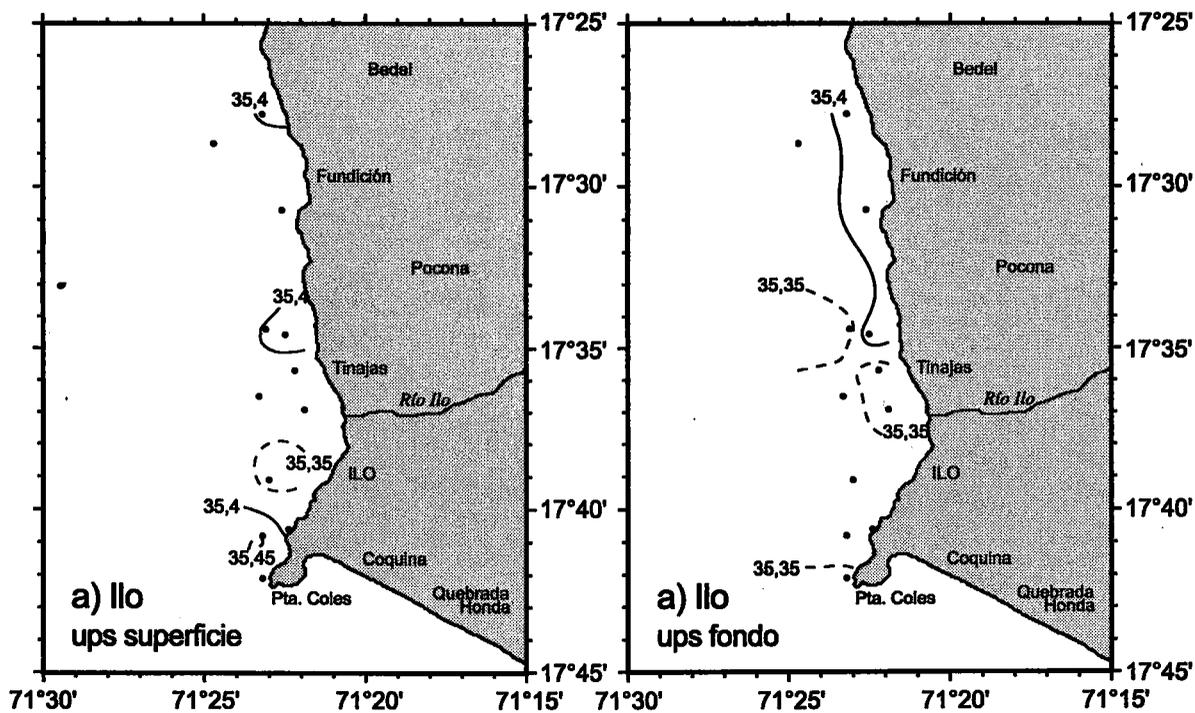


FIGURA 3. Distribución de salinidad (ups) en: a) Superficie y b) Fondo. Bahía de Ilo, 24 - 25 de noviembre de 1997.

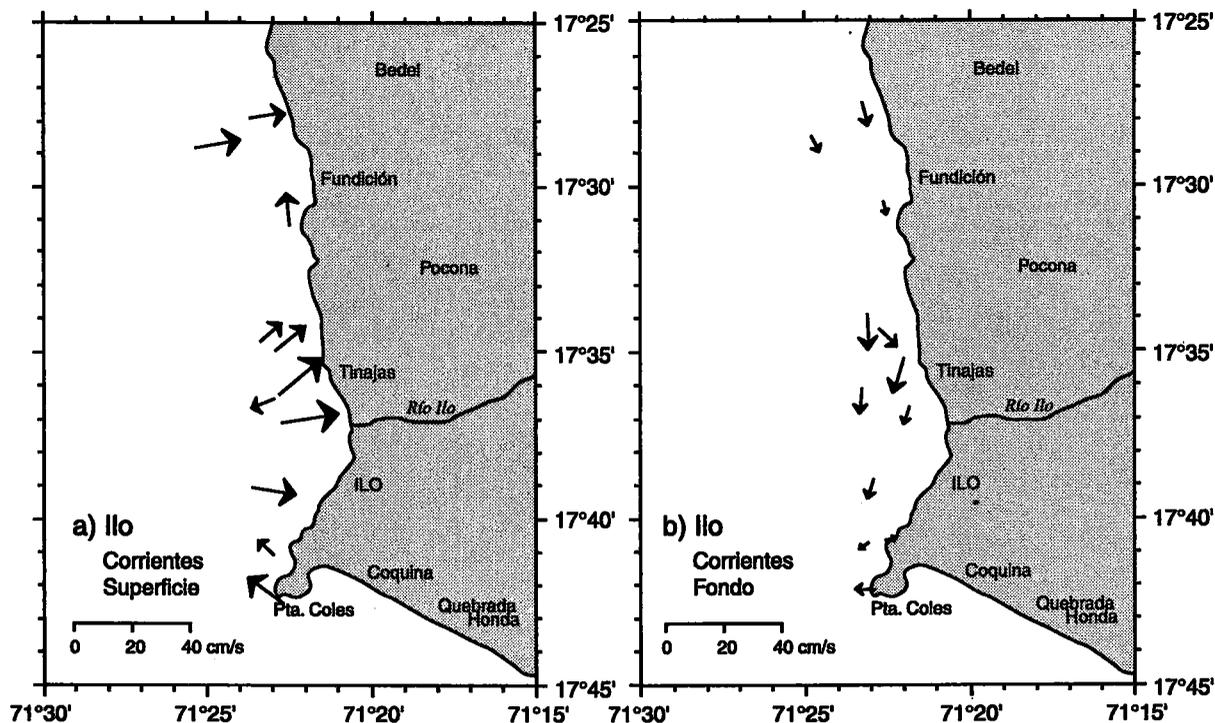


FIGURA 4. Distribución de corrientes marinas (cm/seg) en: a) Superficie y b) Fondo. Bahía de Ilo, 24 - 25 de noviembre de 1997.

3.1.2 Parámetros físicos y químicos de calidad acuática

La tabla 2 presenta los resultados de los parámetros físicos y químicos obtenidos en la bahía de Ilo.

Tabla 2. Parámetros físico químicos de calidad acuática.
Bahía de Ilo (24 - 25 noviembre 1997).

EST N°	POSICION		Transp. (m)	Prof. (m)	Nivel Muestreo (m)	Oxig. (mL/L)	Sulfuros ug-at H ₂ S-S/L	pH	SST (mg/L)	Grasa (mg/L)
	LATITUD	LONGITUD								
1	17°28'42"	71°24'42"	4,0	96,00	0,00	6,08	0,70	8,12	14,40	
					95,0	1,12	0,77	7,68	30,40	
2	17°27'48"	71°23'12"	5,5	58,00	0,00	2,05	0,73	8,05	14,40	
					57,0	1,51	0,73	7,79	12,80	
3	17°30'42"	71°22'36"	4,0	53,00	0,00	5,74	0,85	8,08	47,20	0,60
					52,0	1,48	0,87	7,76	46,40	
4	17°34'34"	71°22'30"	—	71,00	0,00	5,75	1,17	8,10	42,40	
					70,0	1,08	0,72	7,78	44,00	
5	17°34'24"	71°23'06"	3,5	85,00	0,00	6,22	1,03	8,07	44,40	0,80
					84,0	1,06	0,92	7,74	49,60	
6	17°35'42"	71°22'12"	3,0	48,00	0,00	6,18	0,93	8,14	43,20	
					47,0	0,52	0,73	7,79	27,20	
7	17°36'30"	71°23'18"	4,5	90,00	0,00	5,35	0,74	8,07	60,80	
					89,0	1,06	0,83	7,79	45,20	
8	17°36'55"	71°21'54"	3,0	34,00	0,00	5,78	0,89	8,07	50,40	1,40
					33,0	1,56	0,85	7,77	55,20	
9	17°39'06"	71°23'00"	4,0	85,00	0,00	5,63	1,23	8,14	18,40	
					84,0	1,17	0,77	7,79	14,40	
10	17°04'48"	71°23'12"	4,0	76,00	0,00	5,38	0,84	8,12	10,80	
					75,0	1,28	0,88	7,78	13,20	
11	17°42'06"	71°23'12"	4,0	31,00	0,00	2,02	0,83	8,04	46,80	
					30,0	0,47	0,77	7,80	42,40	
12	17°40'36"	71°22'24"	5,5	14,00	0,00	1,44	0,81	7,96	37,60	0,90
					13,00	1,15	0,80	7,91	32,00	
Superficie						1,44	0,70	7,96	10,80	0,60
						6,22	1,23	8,14	60,80	1,40
						4,80	0,90	8,08	35,90	0,93
Fondo						13,00	0,47	7,68	12,80	
						95,00	1,56	0,92	7,91	55,20
							1,12	0,80	7,78	34,40

SST = Sólidos Suspendidos Totales.

Oxígeno disuelto

El contenido de oxígeno disuelto a nivel superficial estuvo entre 1,44 (estación 12 frente a ex pesquera) y 6,22 mL/L (estación 5, refinería) con un promedio de 4,80 mL/L. El 75% de valores superó los 2,1 mL/L (equivalentes a > 3,0 mg/L, límites de la Clase IV de La Ley General de Aguas, 1969).

En la fig. 5a se observa en la bahía una tendencia creciente de concentraciones desde el sur (Punta Coles; 2,0 mL/L) hacia el noroeste. La presencia de una isolínea de 6,0 mL/L dominó desde Tinajas hacia el norte de la zona evaluada.

Este rango de concentraciones altas fue similar al obtenido en agosto 1996 (3,9-6,09 mL/L), sin embargo en aquel período sólo el 8,3% de valores superó los 5,0 mL/L mientras que en esta

oportunidad lo hicieron 75% (cuyo promedio fue 5,79 mL/L) observándose así un mayor dominio espacial de altas concentraciones. Estos valores estuvieron asociados a temperaturas altas correspondientes al ingreso de aguas oceánicas como características del evento El Niño 1997-98. La tendencia creciente hacia el nor-oeste fue similar a lo presentado en marzo 1996 (2,32 – 5,62 mL/L)*.

A nivel de fondo los valores variaron de 0,47 a 1,56 mL/L, el menor se localizó en la estación 11 (Punta Coles) y el mayor en la estación 8 (próximo a desembocadura del río Ilo) respectivamente. Estas concentraciones se hallaron en profundidades entre 13 y 95 m las cuales caracterizan la batimetría de estas áreas costeras evaluadas (de mayor profundidad). De acuerdo a la fig. 5b se aprecia una tendencia creciente desde Punta Coles (0,5 mL/L) hacia el río Ilo donde se apreció una isolínea de 1,5 mL/L. Frente a Tinajas se ubicó el menor valor (1,0 mL/L) con una tendencia creciente hacia el norte de la bahía.

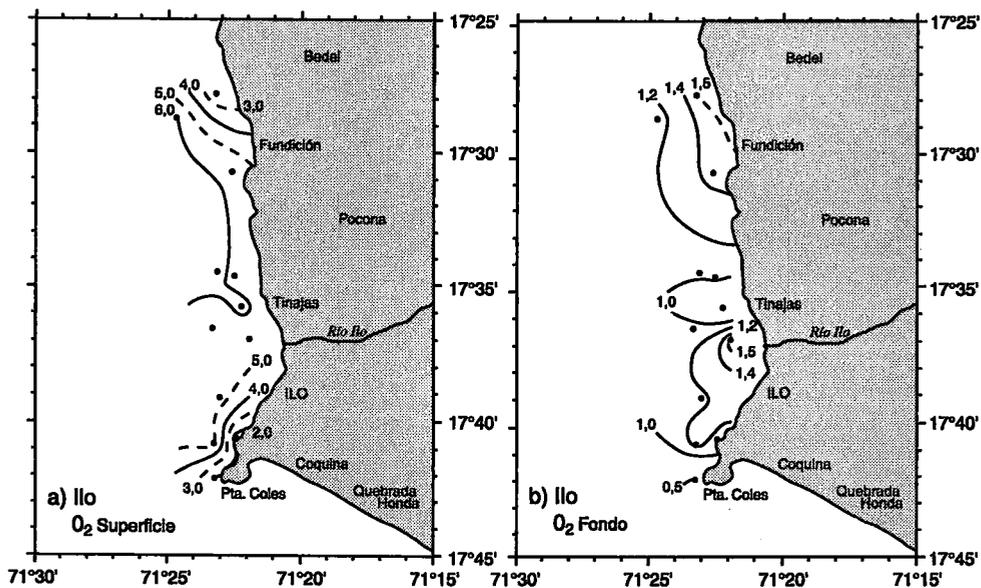


FIGURA 5. Distribución de oxígeno (mL/L) en: a) Superficie y b) Fondo. Bahía de Ilo, 24 - 25 de noviembre de 1997.

Se ha producido una disminución de concentraciones respecto a agosto 1996 (0,14 a 3,75 mL/L) pero un incremento en relación al mes de marzo 1996 (0,15 a 0,76 mL/L)*, períodos de marcada variabilidad estacional (fig. 18a). Los mayores valores se presentaron próximos a la línea costera; conforme se ha informado en evaluaciones anteriores.

En consecuencia, a nivel superficial se ha observado una asociación entre altos valores de temperatura y oxígeno disuelto, similares características se presentaron en el ecosistema marino costero del Callao durante El Niño 1982-1983 y recientemente en Paita (JACINTO *et al.* 1997) y Talara (CABELLO *et al.* 1999) abril 1997.

La disminución en el contenido de oxígeno a medio metro del fondo estuvo asociado, principalmente con la profundidad del lecho marino (alcanza los 90 m) respecto a la costa peruana, circulando flujos con menores tenores de oxígeno disuelto y con temperaturas menores a las de

* Base de datos, Área de Evaluación de la Contaminación Marina, IMARPE.

superficie. En este nivel se recibe además el material orgánico (detritus, conformado en su mayoría por zooplancton entre otros) de la zona eufótica, unido a los procesos de remoción a través de la columna de agua, produciéndose una serie de reacciones de óxido reducción y procesos bioquímicos. Sin embargo, el proceso de degradación de la carga orgánica natural no demanda un consumo total del oxígeno de fondo, situación que es reflejada en las bajas concentraciones de sulfuro detectadas a este nivel .

Sulfuros (H_2S-S^-)

Los valores de sulfuro variaron entre 0,70 (estación 1) y 1,23 $\mu\text{g-at } H_2S-S/L$ (estación 9) con un promedio de 0,90 $\mu\text{g-at } H_2S-S/L$. Aunque estos valores superaron los límites de calidad ($< 0,0669 \mu\text{g-at } H_2S-S/L$ equivalente a $< 0,002 \text{ mg/L}$) que establece la Clase IV de la Ley General de Aguas (1969); sin embargo, de acuerdo a la data histórica registrada por la institución desde 1985 en las costas del Perú, estos valores no son representativos y más bien corresponden a zonas costeras con carga orgánica que no representa un problema significativo en el medio marino acuoso.

Según la figura 6a, las mayores concentraciones se localizaron entre Pocona –Tinajas y al sur del río Ilo con isolíneas de 1,0 a 1,2 $\mu\text{g-at } H_2S-S/L$ observándose en general una tendencia creciente de norte a sur. Estos valores fueron similares a los desarrollados en agosto 1996 (0,72 – 1,37 $\mu\text{g-at } H_2S-S/L$) y marzo 1996 (0,73 a 1,10 $\mu\text{g-at } H_2S-S/L$) como muestra la figura 18b. En marzo se presentó una distribución similar de tendencia decreciente al alejarse de la costa entre Pocona y el río Ilo (GUZMÁN *et al.* 1997b).

A nivel de fondo los sulfuros variaron entre 0,72 (estación 4) y 0,92 $\mu\text{g-at } H_2S-S/L$ (estación 5). Se desarrolló una distribución similar a la de superficie; una isolínea de 0,85 $\mu\text{g-at } H_2S-S/L$ dominó el área evaluada (fig. 6b).

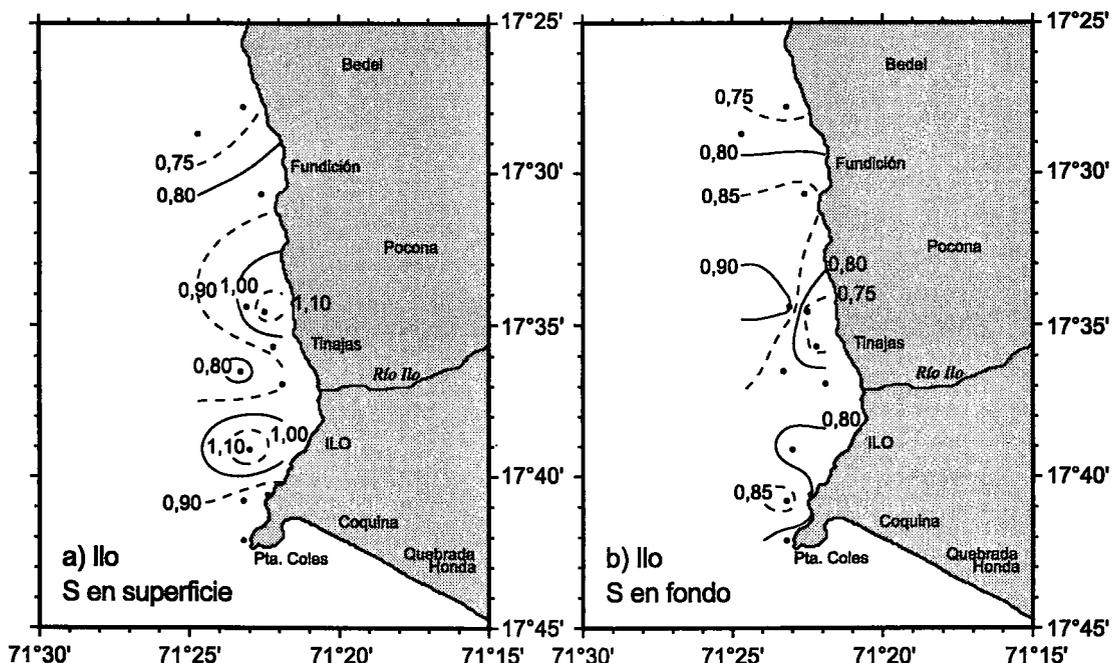


FIGURA 6. Distribución de sulfuros ($\mu\text{g-at } H_2S-S/L$) en: a) Superficie y b) Fondo. Bahía de Ilo, 24 - 25 de noviembre de 1997.

En general los sulfuros permanecieron discretamente estables respecto a marzo y agosto 1996 sobre todo a nivel de fondo ($0,53-1,14 \text{ ug-at H}_2\text{S-S/L}$)* y fueron comparables con otras áreas de baja carga orgánica.

Potencial de iones hidronio (pH)

Los valores de pH en superficie variaron entre 7,96 y 8,14. El menor valor se localizó en la estación 12 (frente a desembocadura del río Ilo) y el mayor en las estaciones 6 y 9 (frente a Tinajas/desembocadura río Ilo). La distribución espacial fue homogénea en toda el área con isolíneas de 8,1 (fig. 8a), potenciales menores ($<8,1$) se localizaron en la zona norte de la bahía.

Los valores experimentaron un ligero incremento respecto a marzo 1996 (7,75 a 8,02)* y agosto 1996 (7,70- 8,20); los potenciales en el presente estudio fueron mayores, debido a que el 92% de estos superaron un pH de 8,0 determinando una distribución uniforme (con isolíneas de 8,1), mientras que el mes de agosto 96 presentó sólo 15,0% de valores en estas condiciones indicando una distribución más variada.

En fondo el rango fue de 7,68 a 7,91 en la estación 1 (en la zona central frente al Olivar) y la estación 12 (frente a expesquera, próxima a Punta Coles).

La figura 7b presenta en general una tendencia creciente desde la zona noroeste (isolínea: 7,7) hacia Punta Coles (isolínea: 7,80). Las concentraciones fueron discretamente superiores a las halladas en agosto (7,6 – 7,81) y marzo 1996 (7,66 – 7,75)* y se relacionaron con los valores bajos de oxígeno.

En general los potenciales de iones hidronio en los dos niveles se ajustaron a los requisitos de calidad de la Clase IV (6,0 – 8,5) de la Ley General de Aguas (Reglamento 1969).

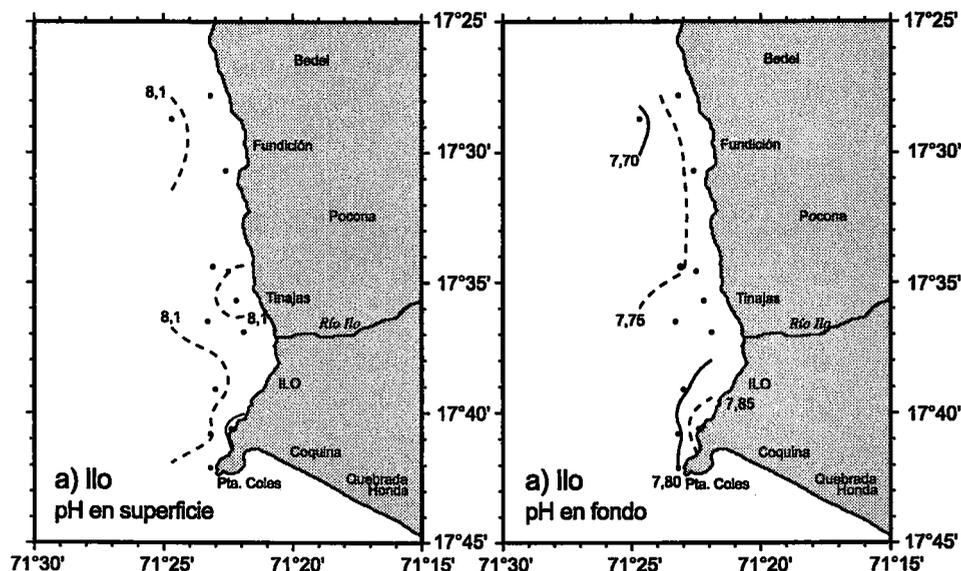


FIGURA 7. Distribución del potencial de iones hidronio (pH) en: a) Superficie y b) Fondo. Bahía de Ilo, 24 - 25 de noviembre de 1997.

* Base de datos, Área de Evaluación de la Contaminación Marina, IMARPE.

Sólidos suspendidos totales (SST)

Los sólidos suspendidos totales a nivel superficial variaron entre 10,8 mg/L (estación 10, frente a compañía pesquera) y 60,8 mg/L (estación 7 al sur oeste de la desembocadura del río Ilo); el promedio general fue 35,9 mg/L.

Estos valores fueron superiores a los presentados en marzo (2,80 – 16,80 mg/L) y agosto 1996 (11,2 – 24,0 mg/L). Las características de distribución en este período fueron similares a las halladas en agosto 1996, las mayores concentraciones se localizaron próximos a la línea costera siempre entre Tinajas y el río Ilo (fig. 8a).

A nivel de fondo los valores estuvieron entre 12,8 y 55,2 mg/L. El mínimo se localizó en la estación 2 (frente al primer Olivar de Pocona) y el máximo en la estación 8 (próximo desembocadura del río Ilo) respectivamente. El promedio general fue 34,40 mg/L.

La distribución espacial fue similar a la desarrollada en superficie, los mayores valores se localizaron entre río Ilo y Tinajas (isolínea de 50 mg/L) (fig. 8b).

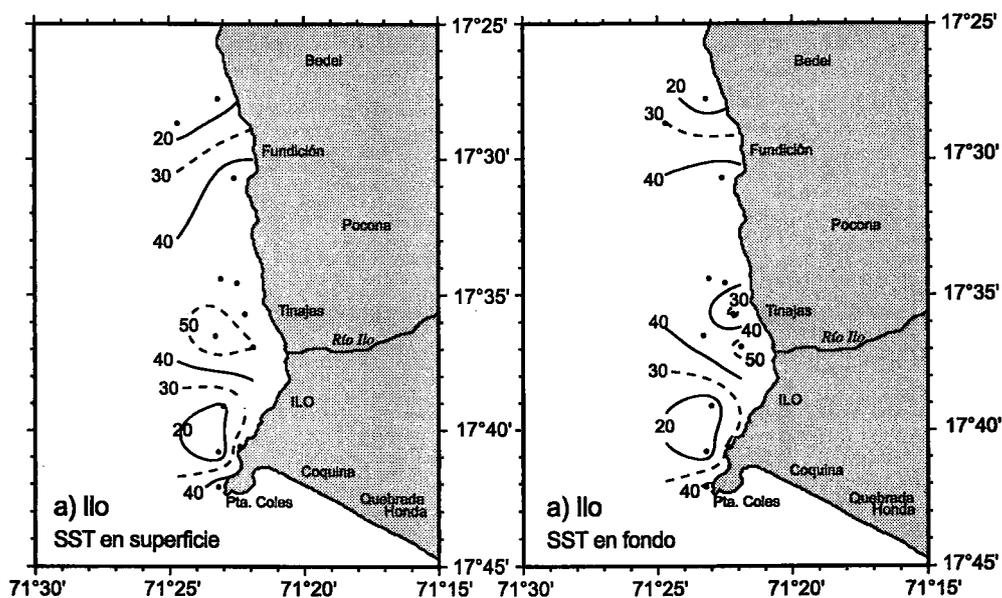


FIGURA 8. Distribución de sólidos suspendidos totales (SST, mg/L) en: a) Superficie y b) Fondo. Bahía de Ilo, 24 - 25 de noviembre de 1997.

Los resultados obtenidos superaron los hallados en evaluaciones anteriores: marzo (7,20 – 26,4 mg/L) y agosto 1996 (10,0- 28,4 mg/L)*, pero se mantuvieron dentro de los límites de calidad acuática vigentes (<100 mg/L). Este incremento en las concentraciones guardó relación con la presencia de detritus y restos orgánicos unidos a los procesos de remoción en la columna de agua de gran profundidad en relación al fondo costero peruano. Esta situación favorecería el consumo de oxígeno en este nivel. Sin embargo la carga orgánica presente no tuvo mayor significación frente a las detectadas en áreas de intensa actividad industrial, como Pisco y Ferrol (Chimbote).

* Base de datos, Área de Evaluación de la Contaminación Marina, IMARPE.

Las tendencias tanto a nivel superficial como en fondo presentaron características muy similares.

Aceites y grasas

La determinación de aceites y grasas en superficie presentó un rango de 0,6 a 1,4 mg/L correspondiendo el mayor valor a la estación 8 (próximo a la desembocadura del río Ilo) con la presencia de partículas blanquecinas observadas en pequeñas cantidades. Estos valores son inferiores a los hallados en marzo (0,20 – 2,75 mg/L) y agosto (0,72 – 4,60 mg/L) de 1996* y a otras áreas con una mayor actividad industrial como Pisco (mayo 1996*) con un máximo de 3,5 mg/L durante el período industrial pesquero (GUZMÁN *et al.* 1997).

En general los parámetros de calidad como sólidos suspendidos totales, pH, oxígeno se ajustaron a los límites establecidos por la Ley General de Aguas para la Clase IV y V. Las concentraciones de sulfuros en fondo reflejan una carga orgánica no representativa en relación a áreas con actividades antrópicas más intensas y a períodos con mayor productividad planctónica y biogénica. Factores geomorfológicos (áreas abiertas), así como una mayor intensidad de flujos de circulación y profundidades que alcanzan los 95 m entre otros factores favorecen que los parámetros de calidad acuática se mantengan dentro de los requerimientos legales vigentes.

3.1.3 Composición y distribución del plancton

Los resultados se presentan en la tabla 3.

Los volúmenes de plancton estuvieron entre 0,03 (estación 1) y 0,81 mL/m³ (estación 3), entre San José - Fundición (2,5 mn) y en la estación costera de Fundición, respectivamente (fig. 9), obteniéndose un promedio de 0,33 mL/m³.

La presencia de restos y detritus en toda el área fue notoria, alcanzando su máximo en Punta Coles, situación similar desarrollada en Ite. El grupo predominante fue el zooplancton, entre los que destacaron por su mayor abundancia y frecuencia copépodos y sus estadios larvarios.

La poca representatividad del fitoplancton estuvo dada principalmente por el mayor número de especies de dinoflagelados que de diatomeas, destacando especies termófilas y cosmopolitas, alcanzando su mayor frecuencia (100%) *Ceratium candelabrum*, *C. dens*, *C. furca*, *Protoperidinium depressum* y *Pyrocystis noctiluca* (tabla 3).

La mayor concentración de plancton (0,81 mL/m³) detectado en la estación 3 destacó por el zooplancton presente que estuvo asociado a dinoflagelados termófilos, cosmopolitas y a diatomeas centrales.

El dinoflagelado *Protoperidinium obtusum*, indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), fue muy escaso y estuvo junto a especies termófilas dentro de las 2,0 mn de Ilo, asociado a una TSM de 19 °C; en tanto que *Ceratium praelongum*, indicador de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) fue encontrado también al lado de especies termófilas dentro de las 3,0 mn del río Ilo.

* Base de datos, Área de Evaluación de la Contaminación Marina, IMARPE.

Tabla 3. Análisis cualitativo de plancton superficial.
Bahía de Ilo (24 - 25 noviembre 1997).

ESTACION N°	1	3	4	7	8	9	11
TSM (°C)	19,6	19,1	19,9	19,1	19,6	19,0	19,5
VOLUMEN (mL/m ³)	0,03	0,80	0,32	0,32	0,34	0,38	0,21
DIATOMEAS							
<i>Achnanthes longipes</i>	0	0	0	0	1	0	0
<i>Actinoptychus undulatus</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Coscinodiscus centralis</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Coscinodiscus curvatus</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	0	0	1	0	1	0	0
<i>Planktoniella sol</i>	0	0	0	0	1	0	0
<i>Rhizosolenia robusta</i>	1	0	1	1	1	1	0
<i>Rhizosolenia temperei</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Thalassionema bacillaris</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	0	0	1	0	0	0
DINOFLAGELADOS							
<i>Ceratium azoricum</i>	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ceratium buceros</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium candelabrum</i>	0	1	1	1	1	1	0
<i>Ceratium dens</i>	0	0	1	1	1	1	1
<i>Ceratium furca</i>	1	1	1	0	1	1	1
<i>Ceratium gibberum</i> v. <i>dispar</i>	0	0	0	0	0	1	0
<i>Ceratium gibberum</i> v. <i>subaequale</i>	0	1	1	1	0	0	1
<i>Ceratium hexacanthum</i> v. <i>contortum</i>	0	0	1	1	0	1	1
<i>Ceratium horridum</i>	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ceratium lunula</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ceratium massiliense</i>	0	0	1	1	0	0	0
<i>Ceratium praelongum</i> (ASS)	0	0	0	1	0	0	0
<i>Ceratium ranipes</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Ceratium tripos</i>	0	1	1	0	0	0	1
<i>Ceratium vultur</i>	0	1	1	1	0	0	0
<i>Dinophysis tripos</i>	1	1	1	0	1	1	0
<i>Diplopelta steinii</i>	0	1	1	1	1	1	0
<i>Dissodium asymmetricum</i>	0	1	1	0	1	1	0
<i>Goniodoma polyedricum</i>	0	1	0	1	0	0	0
<i>Protoperdinium conicum</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Protoperdinium depressum</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Protoperdinium obtusum</i> (ACF)	0	0	0	0	0	1	0
<i>Protoperdinium oceanicum</i>	0	0	0	0	1	0	0
<i>Protoperdinium peruvianum</i>	0	0	0	1	1	0	0
<i>Pyrocystis fusiformis</i>	1	0	0	0	1	1	0
<i>Pyrocystis noctiluca</i>	1	1	2	1	1	1	1
SILICOFLAGELADOS							
<i>Dictyocha speculum</i>	0	0	0	0	0	0	0
OTROS							
Apendicularias	1	0	1	1	1	1	1
Brachyura	1	0	0	1	1	0	0
Cirripedos	0	0	0	0	1	0	0
Copépodos	2	4	2	2	3	2	2
Doliolos	0	0	0	1	0	0	0
Foraminíferos	0	0	1	1	1	1	1
Gasteropodos	0	0	0	1	0	0	0
Huevos de peces	0	1	1	1	0	0	1
Huevos (otros)	3	2	3	3	2	4	3
Larvas de <i>Emerita analoga</i>	0	0	0	1	0	0	0
Nauplios (cirripedos)	0	0	0	0	0	0	1
Nauplios (copépodos)	2	3	3	3	4	3	3
Nemátodos	0	0	0	0	0	0	1
Pellets	1	0	1	0	1	0	0
Poliquetos	0	0	1	0	1	0	0
Radiolarios	1	0	0	0	1	1	0
RESTOS Y DETRITUS (+)	2	2	3	2	2	2	3

Ausente:0

ACF = Aguas Costeras Frías

Presente:1

ASS = Aguas Subtropicales Superficiales

Poco abundante:2

Abundante:3

Muy abundante: 4

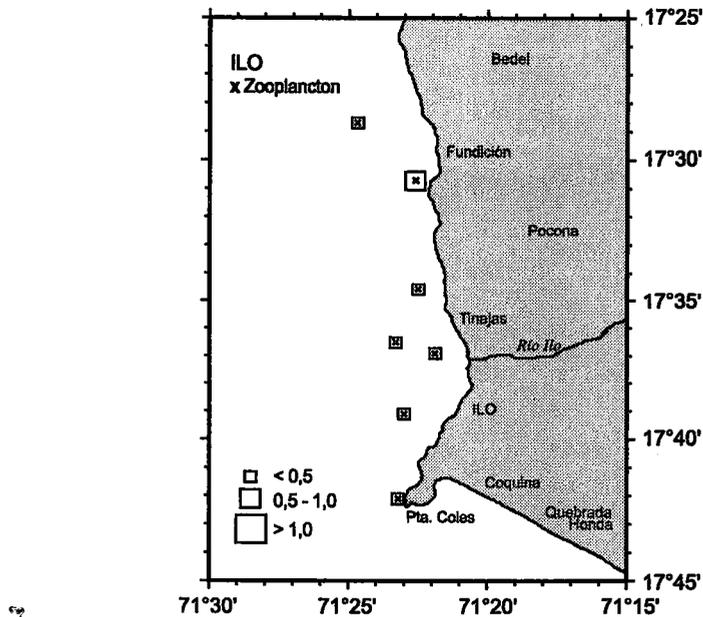


FIGURA 9. Volúmenes de plancton en superficie (mL/m^3). Bahía de Ilo, 24 - 25 de noviembre de 1997.

Se conoce que los volúmenes promedio de plancton en períodos normales son mayores a $3,0 \text{ mL}/\text{m}^3$ dentro de las 60 millas, los cuales disminuyen cuando se producen alteraciones como El Niño (ROJAS DE MENDIOLA *et al.* 1985).

DELGADO (1995) determinó para el invierno de 1995 un valor menor a $1,0 \text{ mL}/\text{m}^3$ al igual que SÁNCHEZ (1996b) para el verano de 1996, promedio que siguió bajando en setiembre-octubre de 1997 (CHANG Y DELGADO 1998), aunque este valor fue superado ligeramente para noviembre llegando a $0,33 \text{ mL}/\text{m}^3$, lo cual indicaría que las anomalías oceanográficas que se vienen presentando por el evento EN no permiten el buen desarrollo del plancton en la zona o quizás también podría ser consecuencia del pastoreo realizado por el zooplancton que viene siendo el grupo predominante desde finales de setiembre de 1997.

Si bien se conoce que el área evaluada es una zona costera, la comunidad fitoplanctónica para primavera de 1997 se encuentra en etapas avanzadas de la sucesión fitoplanctónica, es decir se ha observado una disminución o poca representatividad de diatomeas neríticas, siendo reemplazadas por dinoflagelados termófilos y cosmopolitas, debido al acercamiento de aguas oceánicas lo que aumenta la riqueza de especies de dinoflagelados.

3.2 Resultados de la evaluación en zona de playas

Los resultados se presentan en la tabla 4 y la carta de posiciones en la fig. 1a.

La temperatura presentó valores de $17,4 \text{ }^\circ\text{C}$ a $18,6 \text{ }^\circ\text{C}$ localizándose el mínimo en la estación del Muelle de ENAPU (I-7) y el máximo en la playa Mellizas; estos valores fueron altos para el período. Este incremento de temperaturas habría ocasionado la mortandad de la "múnida" (*Peuroncodes monodon*), especie ambientada en el área evaluada a temperaturas de 15 a $16 \text{ }^\circ\text{C}$ proveniente de aguas sub-antárticas cuya varazón fue observada durante el recorrido realizado.

Tabla 4. Evaluación del muestro por playas. Bahía Ilo (20 - 22 de noviembre de 1997).

Estación Fecha	Punto Muestreo	Temp. (°C)	Oxig. (mL/L)	Sulfuros ($\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$)	pH	DQO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	SST (mg/L)	ST (mg/L)	Grasa (mg/L)	Observaciones
I-1 "1er Olivar" 11/20/97	A 5m línea playa	18,0	5,74	0,98	8,04	—	—	19,6	37741	—	Estado mar : cero, color : verde pacaes, buzos en fauna. Playa rocosa de aspecto negruzco . Restos de valvas. Presencia de algas en las rocas. Playa limpia. Algunas embarcaciones
I-2 "Pta. Carrizal" 11/20/97	A 5m línea playa	18,2	5,87	0,96	8,02	—	2,28	14,8	39830	—	Estado mar : 01, color: verde pacaes. Playa de aspecto límpido pero con una franja costera de 10 m de ancho aproximadamente de relave minero negruzco muy fino por procesos de intemperización.
I-3 "Fundición" 11/20/97	A 5m línea playa	17,8	2,99	0,93	8,00	18,60	—	24,0	39762	—	Estado mar : 01, color: verde pacaes. Playa rocosa. Algas en rocas, embarcaciones.
I-4 "Playa Enfermeras" 11/20/97	A 5m línea de playa	17,8	5,20	0,84	7,93	—	—	29,6	38630	—	Estado mar : 01, color verde pacaes presencia de una franja verde esmeralda. Zona rocosa con coloraciones pardo rojizas. Algas en rocas tipo cochallullo.
I-5 "Refinería" 11/20/97	A 5m línea playa	17,9	4,74	0,54	8,08	14,50	2,17	31,2	38876	—	Estado mar : 01, color verde pacaes, aspecto límpido. Playa rocosa oscura. Presencia de dos efluentes en plena descarga color blanco. A 20 m dos canales de 1m de ancho aprox.
I-6 Río Ilo 11/21/97	A 5m línea de playa	17,9	5,64	0,88	7,91	9,30	3,53	67,6	38344	1,00	Estado mar : 01, color verde pacaes. La desembocadura ha desviado su curso en forma paralela a la línea costera. Poco caudal, en playa carrizos abandonados.
I-7 Muelle ENAPU 11/21/97	Extremo muelle	17,4	3,27	0,85	7,86	—	—	20,4	40406	0,50	Estado mar : 00, color verde pacaes. Presencia de bolicheras.
I-8 "Pta Cata Cata" 11/21/97	A 5m línea playa	17,8	5,57	0,99	8,01	—	—	21,1	39794	—	Estado mar : 01, color verde pacaes. Playa rocosa. Restos de conchuelas.
I-9 "Pya Las Mellizas" 11/22/97	A 5m línea playa	18,6	5,54	0,81	8,09	—	—	31,1	37180	—	Estado mar : 01, color verde pacaes. Playa arenosa. Gaviotas.
I-10* "TANCONA" 11/22/97	A 5m línea playa	18,5	5,90	0,59	8,13	—	—	24,4	34926	—	Estado mar : 01, color verde pacaes. Playa rocosa. Choritos en rocas, gaviotas sobrevolando la zona. Algunos pescadores. Playa limpia.
Superficie	Min	17,4	2,99	0,54	7,86	9,30	2,17	14,80	34926	0,50	
	Max	18,6	5,90	0,99	8,13	18,60	3,53	67,60	40406	1,00	
	Prom	18,0	5,05	0,84	8,01	14,13	2,66	28,38	38549	0,75	

DQO = Demanda Química de Oxígeno.

DBO₅ = Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Las elevadas concentraciones de oxígeno disuelto en playas (2,99 a 5,90 mL/L) con 90% de valores mayores de 3,0 mL/L, se explican en una mayor interacción entre la capa superficial acuosa y el aire del medio a través del fuerte oleaje observado en la zona favoreciendo el proceso de disolución sumado al ingreso de aguas ricas en oxígeno hacia nuestras costas como una característica de El Niño 1997-98.

Los sólidos suspendidos se encontraron en un rango de 14,8 y 67,6 mg/L en Punta Carrizal (I-2) y río Ilo (I-6) respectivamente y los valores de pH (7,86 a 8,13) mantuvieron características normales para la vida acuática.

Análisis de aceites y grasas determinaron valores que no superaron 1,0 mg/L (I-6; desembocadura del río Ilo) asociados a una baja demanda bioquímica de oxígeno (2,17 – 3,53 mg/L).

Las aguas adyacentes a las playas rocoso pedregosas de Ilo presentaron aspecto límpido, de color verde paca en general y verde esmeralda frente a la zona de fundición con olas agitadas que alcanzaron alturas de 1,0 a 1,5 m. (con abundante espuma de color cremoso). Análisis de demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) determinó que las aguas adyacentes en playas presentaron un rango de 2,17 a 3,53 mg/L, asociado a una baja demanda química de oxígeno (DQO) con valores de 9,3 a 18,60 mg/L, indicando bajo contenido de carga orgánica.

En general los parámetros físicos y químicos de calidad acuática estuvieron dentro de los límites de calidad de aguas vigentes a nivel nacional.

4. AREA DE ITE

4.1 Resultados y discusión de la evaluación por mar

4.1.1 Parámetros hidrográficos y de circulación marina

Los resultados hidrográficos y de circulación se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Recursos hidrográficos y de circulación marina.
Áreas de Ite (20 - 22 de noviembre de 1997).

Est. N°	Posiciones		Prof. (m)	Temp. (°C)	Sal. S (ups)	Corrientes Dirección
	Latitud	Longitud				
13	18°03'00"	70°48'54"	0,0	18,8	35,303	310
			29,0	15,4	35,336	300
14	18°04'36"	70°50'12"	0,0	19,4	35,420	330
			79,0	15,0	35,341	270
15	18°02'06"	70°54'00"	0,0	19,5	35,425	290
			77,0	15,2	35,339	250
16	17°59'48"	70°54'18"	0,0	18,9	35,348	240
			44,0	16,1	35,384	160
17	17°58'54"	70°55'00"	0,0	18,6	35,350	250
			34,0	16,1	35,314	70
18	17°58'30"	70°56'48"	0,0	19,0	35,397	210
			36,0	15,8	35,326	90
19	17°56'37"	70°57'48"	0,0	19,1	35,355	220
			20,0	16,2	35,319	330
20	17°53'54"	71°01'06"	0,0	19,3	35,364	235
			14,0	16,6	35,326	30
21	17°56'06"	71°01'54"	0,0	19,7	35,360	250
			38,0	15,5	35,323	225
22	17°55'36"	71°03'00"	0,0	19,9	35,402	250
			43,0	15,5	35,323	225
23	17°53'36"	71°03'42"	0,0	19,3	35,366	5
			26,0	16,8	35,369	130
24	17°54'06"	71°06'06"	0,0	19,8	35,410	40
			57,0	15,2	35,374	80
25	17°51'48"	71°06'06"	0,0	18,9	35,412	340
			25,0	16,7	35,370	170
Superficie			Mfn.	18,6	35,303	
			Máx.	19,9	35,425	
			Prom.	19,2	35,378	
Fondo			Mfn.	14,0	35,314	
			Máx.	79,0	35,384	
			Prom.	15,9	35,342	

Temperatura

En la bahía de Ite se registraron temperaturas superficiales entre 18,6 °C (estación 17) y 19,9 °C (estación 22); el área más fría se ubicó entre Ite y Morro Sama, zona comúnmente fría por efectos del afloramiento costero, mientras que las temperaturas relativamente cálidas se ubicaron fuera de las 2,0 mn siguiendo la línea costera (fig. 10a).

A 0,5 m del fondo marino la temperatura varió de 15,0 °C (estación 14) a 16,8 °C (estación 23); la mayor frialdad de las aguas tuvo relación con las mayores profundidades y mayor distancia de la costa, mientras que las más cálidas (>16,5 °C) se ubicaron entre Icuy y Río Locumba, hasta aproximadamente 1,0 mn de la costa (fig. 10b).

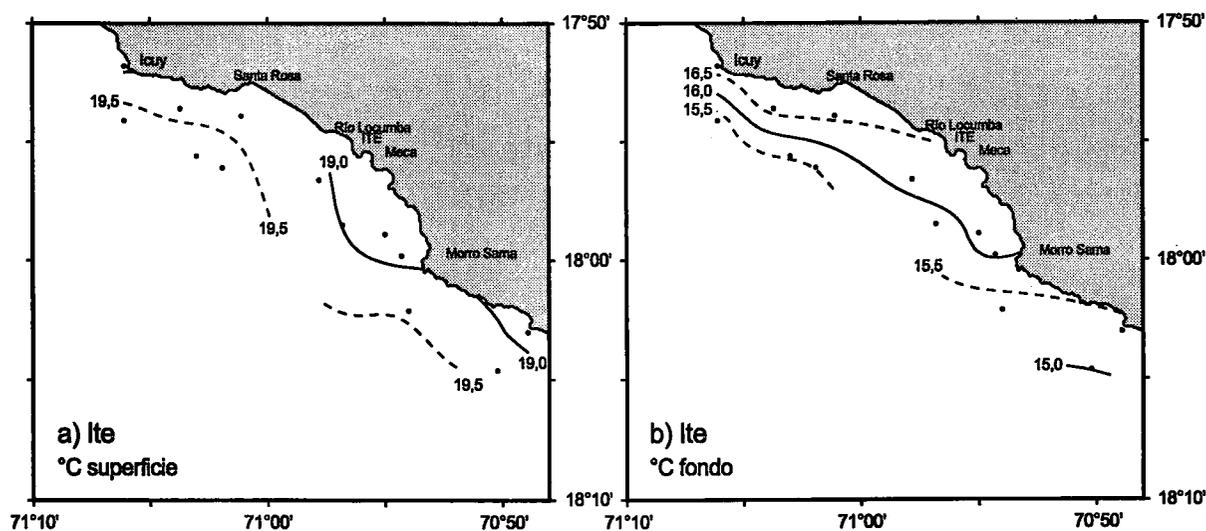


FIGURA 10. Distribución de temperatura (°C) en: a) Superficie y b) Fondo. Área de Ite, 20 - 22 de noviembre de 1997.

Salinidad

Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) cubrieron toda el área en estudio, tal como aconteció al norte de Ilo en este período.

Los valores en general, tanto a nivel superficial como en fondo, superaron las 35,3 ups (35,30 a 35,42 ups y 35,31 a 35,37 ups respectivamente).

Las mayores concentraciones en superficie (>35,4 ups) se ubicaron alejadas de la línea costera (fig. 11a). A 0,5 m del fondo entre Santa Rosa y Morro Sama se presentaron las menores concentraciones (< 35,35 ups) (fig. 11b).

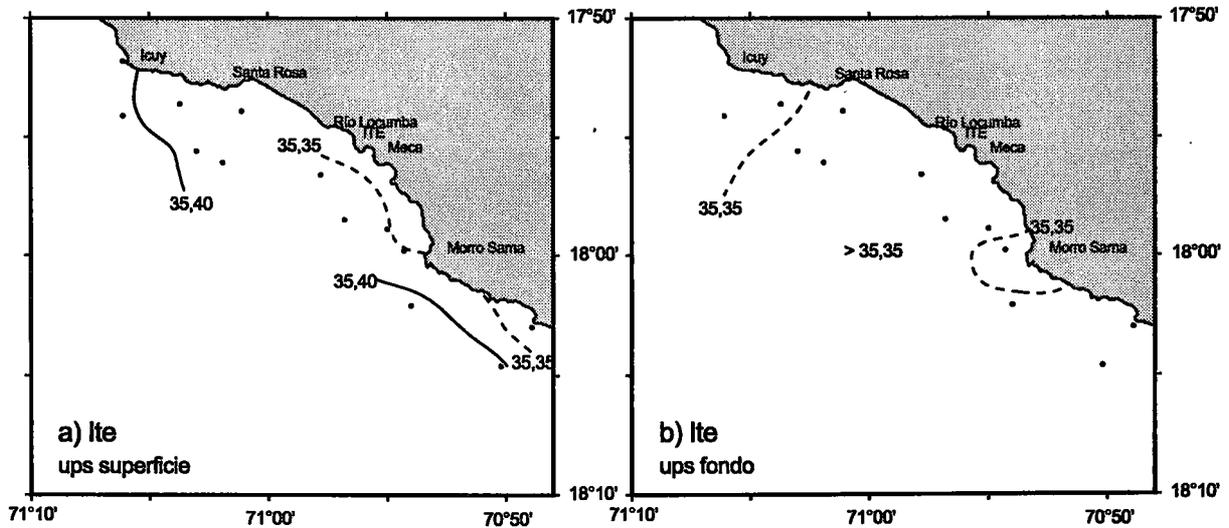


FIGURA 11. Distribución de salinidad (ups) en: a) Superficie y b) Fondo. Área de Ite, 20 - 22 de noviembre de 1997.

Circulación marina

La circulación en superficie, al sur de Morro Sama presentó flujos hacia el noroeste, mientras que alrededor de la bahía (norte de Morro Sama) se registraron flujos hacia el suroeste, lo que tendría relación con el traslado de las aguas de afloramiento hacia el oeste (fig. 12a).

Próximos al fondo se presentaron flujos débiles bastante variables que al parecer dieron lugar a la formación de 2 remolinos en sentido horario, frente a Santa Rosa y a Morro Sama respectivamente; lo que alimentaría el débil afloramiento que se presentó en la bahía (fig. 12b).

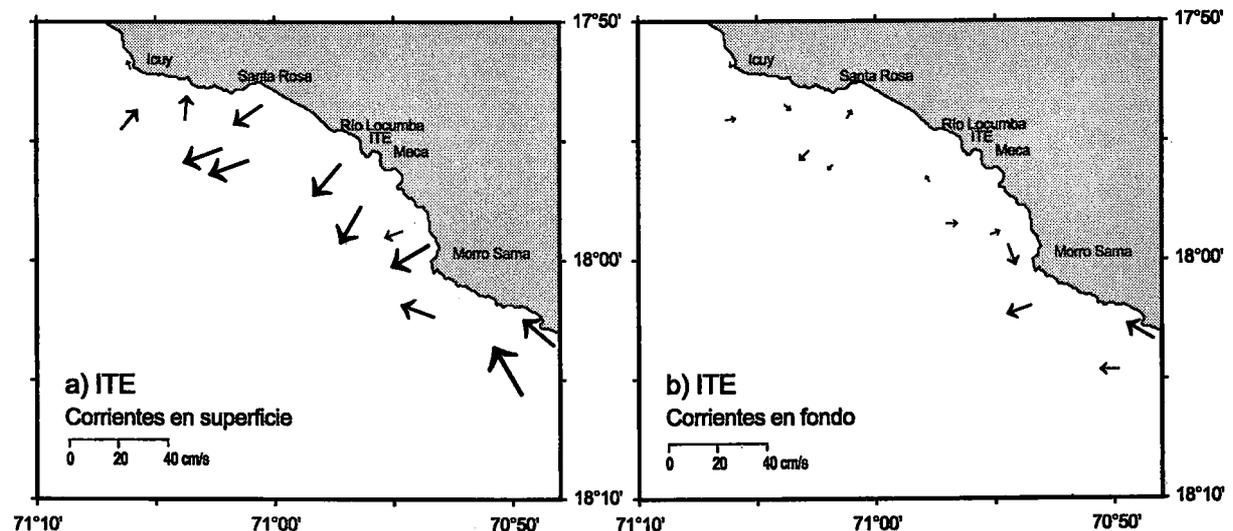


FIGURA 12. Distribución de corrientes marinas (cm/s) en: a) Superficie y b) Fondo. Área de Ite, 20 - 22 de noviembre de 1997.

4.1.2 Parámetros físicos y químicos de calidad acuática

En la tabla 6, se presentan los resultados de los parámetros físicos y químicos de calidad acuática en dos niveles.

Tabla 6. Parámetros físico químicos de calidad acuática.
Área de Ite (20 - 22 de noviembre de 1997).

Est. N°	Posición		Transp. (m)	Prof. (m)	Nivel Muestreo (m)	Oxfg. (mL/L)	Sulfuros ug-at H ₂ S-S/L	pH	SST (mg/L)	Grasa (mg/L)
	Latitud	Longitud								
13	18°03'00"	70°48'54"	4,0	30,0	0,0	5,38	0,84	8,09	26,40	
14	18°04'36"	70°50'12"	4,0	80,0	29,0	1,07	0,58	7,91	19,20	
					0,0	6,17	0,76	8,15	7,20	
15	18°02'06"	70°54'00"	3,5	78,0	79,0	0,96	0,53	7,75	15,60	
					0,0	6,17	0,89	8,17	13,10	
16	17°59'48"	70°54'18"	4,0	45,0	77,0	1,23	0,57	7,79	9,60	
					0,0	4,72	0,81	8,09	10,00	
17	17°58'54"	70°55'00"	4,0	35,0	44,0	0,77	0,68	7,86	30,60	
					0,0	5,25	1,00	8,12	13,60	
18	17°58'30"	70°56'48"	6,0	37,0	34,0	1,95	0,70	7,87	26,80	
					0,0	5,70	0,77	8,18	23,20	0,80
19	17°56'37"	70°57'48"	3,0	21,0	36,0	1,65	0,79	7,84	25,60	
					0,0	6,01	0,64	8,15	16,40	0,70
20	17°53'54"	71°01'06"	2,5	15,0	20,0	2,65	0,87	7,86	18,00	
					0,0	6,00	0,77	8,16	10,40	
21	17°56'06"	71°01'54"	4,0	39,0	14,0	2,37	0,69	7,88	24,80	
					0,0	6,04	0,91	8,20	14,40	
22	17°55'36"	71°03'00"	2,8	44,0	38,0	1,46	0,95	7,81	30,80	
					0,0	6,26	0,88	8,23	28,60	1,00
23	17°53'36"	71°03'42"	2,0	27,0	43,0	0,59	0,81	7,80	49,60	
					0,0	6,65	0,85	8,22	20,80	1,40
24	17°54'06"	71°06'06"	3,5	58,0	26,0	1,01	0,81	7,92	34,40	
					0,0	6,73	0,79	8,21	28,00	0,20
25	17°51'48"	71°06'06"	2,8	26,0	57,0	0,86	0,80	7,77	39,20	
					0,0	2,03	1,44	8,19	18,00	
					25,0	0,98	0,80	7,92	36,00	
Superficie						2,03	0,64	8,09	7,20	0,20
						6,73	1,44	8,23	28,60	1,40
						5,62	0,87	8,17	17,70	0,82
Fondo					14,0	0,59	0,53	7,75	9,60	
					79,0	2,65	0,95	7,92	49,60	
					1,35	0,74	7,84	27,71		

SST = Sólidos Suspendidos Totales.

Oxígeno disuelto

El rango de oxígeno disuelto a nivel superficial varió entre 2,03 y 6,73 mL/L en las estaciones 25 y 24 (frente a Punta Picata) respectivamente. En general los valores (92%) superaron los límites de calidad (2,1 mL/L ó 3,0 mg/L) de la Clase IV (1970). Se aprecian mayores valores al alejarse de la línea costera con isolíneas de 5 – 6,5 mL/L siguiendo la orientación de los flujos de circulación que mayormente se alejan de la línea de playas (fig. 13a).

Estos resultados superaron los de marzo (3,35 – 5,7 mL/L) y agosto 1996* (1,6 – 5,55 mL/L); incluso a los hallados en Ilo en este trabajo (1,44 a 6,22 mL/L). En Ite se observó un 68% de valores mayores a 6,0 mL/L; pero en Ilo, sólo un 25% (tabla 6). Estas concentraciones altas

* Base de datos, Área de Evaluación de la Contaminación Marina, IMARPE.

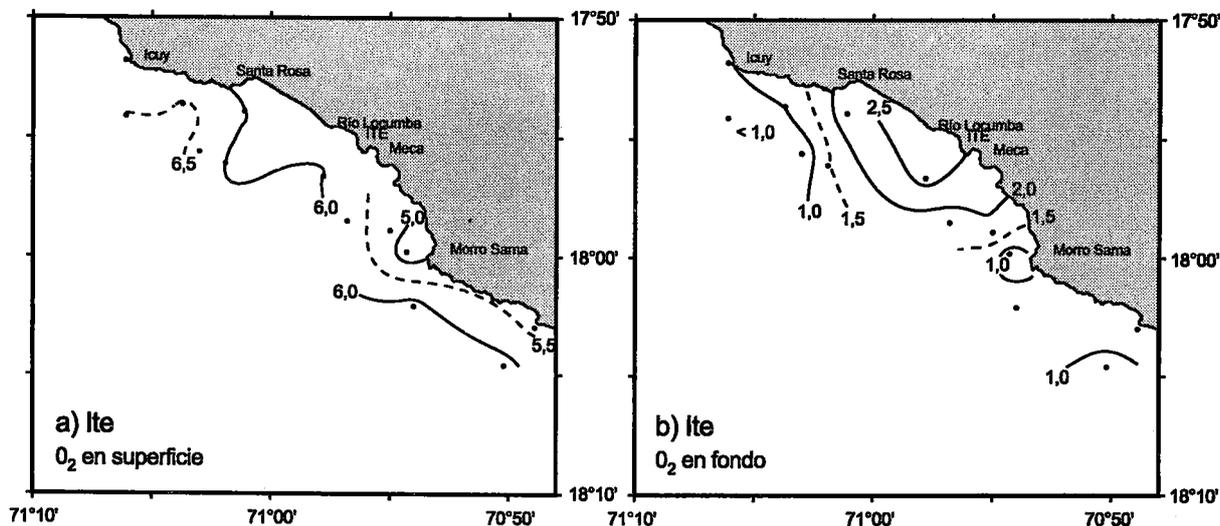


FIGURA 13. Distribución de oxígeno (mL/L) en: a) Superficie y b) Fondo. Área de Ite, 20 - 22 de noviembre de 1997.

estuvieron asociadas a dos aspectos: el primero, al ingreso de flujos “calientes” ricos en oxígeno, propios del evento manifestado por una mayor comunidad zooplanctónica indicadora en la que destacaron especies de aguas oceánicas que explican este comportamiento. El segundo aspecto, referido a las mayores intensidades (velocidades) registradas en esta área, a diferencia de Ilo, que facilitan una mayor interacción aire-atmósfera para la disolución del oxígeno atmosférico.

En fondo los valores variaron entre 0,59 mL/L (a una profundidad de 44 m) y 2,65 mL/L (a una profundidad de 21 m) en las estaciones 22 (Santa Rosa) y 19 (Meca) respectivamente. La fig. 13b muestra en general una tendencia decreciente de concentraciones al alejarse de la costa especialmente desde el norte hasta el Morro Sama. Al sur del Morro se presentaron isolíneas de 1,0 mL/L. Aunque la presencia de detritus y restos orgánicos debajo de la capa pelagial contribuyen al consumo de oxígeno en fondo; es característico en estas grandes profundidades costeras una circulación de flujos con menores tenores de oxígeno.

El contenido de oxígeno a nivel de fondo, presentó menores concentraciones respecto a marzo 1996 (0,16 – 2,92 mL/L) y agosto 1996 (0,14 – 4,13 mL/L)* (fig.19a), pero fue superior al rango informado en Ilo (0,47 –1,06 mL/L) para este mismo período.

En general, se mantiene en esta zona la relación de alto contenido de oxígeno - temperatura.

Sulfuros (H_2S-S^-)

A nivel superficial las concentraciones de sulfuros en agua variaron entre 0,64 y 1,44 ug-at H_2S-S/L . El menor valor se localizó en la estación 19 (Meca) y el mayor en la estación 25 (Ica). Se obtuvo un promedio general de 0,87 ug-at H_2S-S/L . La fig. 14a, presenta isolíneas de 0,80 y 0,85 ug-at H_2S-S/L en los extremos norte y sur de la bahía. Concentraciones variadas entre 0,65 y 0,9 ug-at H_2S-S/L se localizaron en la franja central entre río Locumba y Morro Sama.

* Base de datos, Área de Evaluación de la Contaminación Marina, IMARPE.

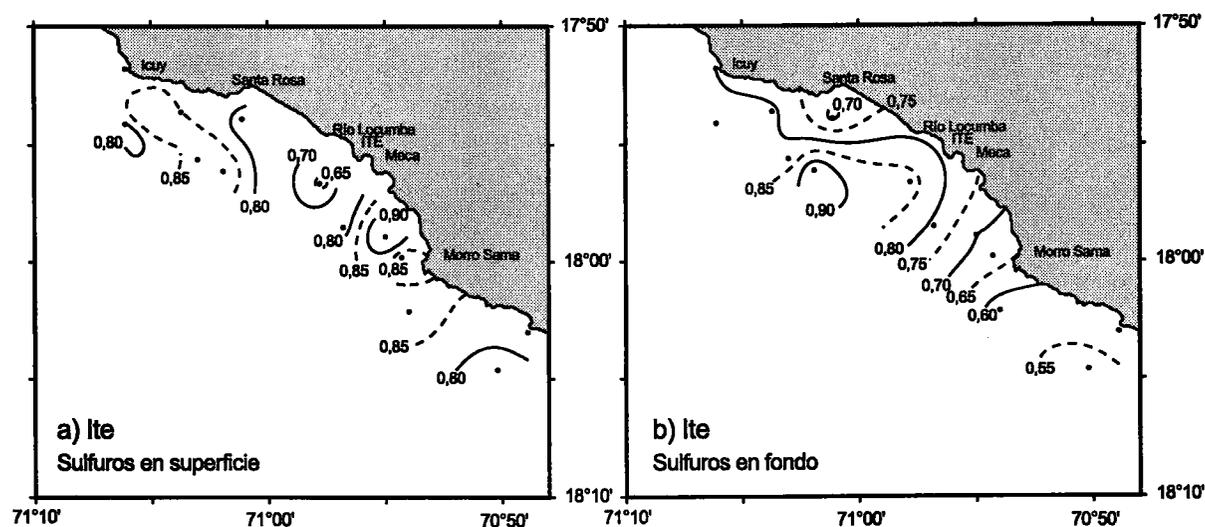


FIGURA 14. Distribución de sulfuros (ug-at H_2S -S/L) en: a) Superficie y b) Fondo. Área de Ite, 20 - 22 de noviembre de 1997.

Las concentraciones de sulfuros en fondo estuvieron entre 0,53 y 0,95 ug-at H_2S -S/L en la estación 14 (frente a la Quebrada del Burro) y la estación 21 (frente al río Locumba) respectivamente, con un promedio general de 0,74 ug-at H_2S -S/L.

Las isolíneas de distribución fueron crecientes de sur a nor-oeste (0,55 – 0,90 ug-at H_2S -S/L). Destacó una isolínea dominante de 0,8 ug-at H_2S -S/L (fig. 14b).

Las tendencias de distribución entre sulfuros y oxígeno en fondo fueron opuestas, reflejando una relación inversa entre ambos parámetros, que indica un aumento de sulfuros en función del consumo de oxígeno.

Los resultados fueron similares respecto a marzo (0,58 - 1,08 ug-at H_2S -S/L) y agosto 1996 (0,6 a 1,19 ug-at H_2S -S/L)* (fig. 19b). En los dos últimos períodos evaluados, los mayores valores se localizaron en las proximidades del río Locumba con proyección mar afuera. En general estos valores no fueron significativos respecto a áreas con una mayor intensidad de actividad industrial.

Potencial de iones hidronio (pH)

Los valores de pH en superficie estuvieron entre 8,09 y 8,23; los valores extremos se localizaron en las estaciones 13 y 16 y la estación 22, respectivamente. El promedio general fue 8,17. Se presentó una tendencia creciente de valores al alejarse de la línea de costa, las isolíneas siguieron la configuración costera. Los valores detectados indicaron una mayor alcalinidad (> pH) a diferencia de agosto 1996 (7,73 – 7,95) (fig. 15a).

En fondo el rango estuvo entre 7,75 y 7,92; el mínimo se localizó en la estación 14 y el máximo en las estaciones 23 y 25, el promedio general fue 7,84. La distribución espacial fue opuesta a

* Base de datos, Área de Evaluación de la Contaminación Marina, IMARPE.

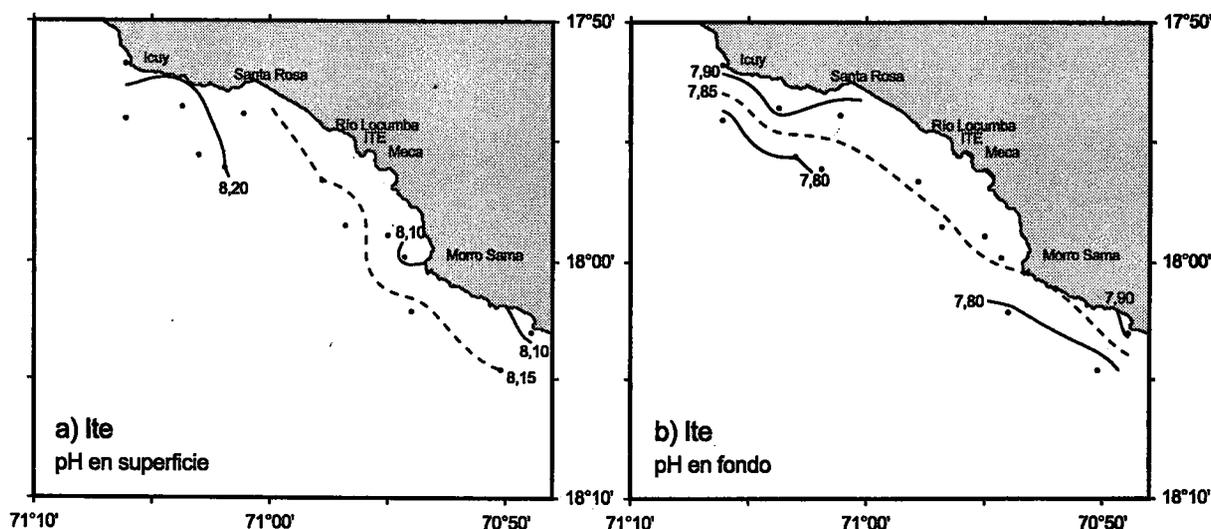


FIGURA 15. Distribución del potencial de iones hidronio (pH) en: a) Superficie y b) Fondo. Área de Ite, 20 - 22 de noviembre de 1997.

la desarrollada en superficie, los potenciales disminuyeron al alejarse de la línea costera (fig. 15b). Estos valores superaron los potenciales presentados en marzo (7,69-7,88) y agosto 1996 (7,65 - 7,79)*. Este incremento de pH respecto a evaluaciones pasadas estuvo asociado al incremento de temperatura y oxígeno, propio de El Niño 1997-98.

Sólidos suspendidos totales (SST)

Los resultados de sólidos suspendidos totales en superficie presentaron valores de 7,2 a 28,6 mg/L. El menor valor se localizó en la estación 14 (frente a Quebrada del Burro) y el mayor en la estación 22 (al oeste de Ite), con un promedio de 17,7 mg/L. El mínimo estuvo asociado con una transparencia de 4,0 m mientras que el máximo presentó una mayor turbidez (transparencia de 2,8 m).

Se produjo una tendencia creciente mar afuera, que dominó la zona comprendida entre las playas de Icu y Morro Sama con isolíneas de 15 a 25 mg/L. Al sur del Morro las mayores concentraciones se aproximaron a la costa (10,0 a 25,0 mg/L) (fig. 16a). Estos valores fueron menores a los presentados en marzo (7,50 - 33,2 mg/L) y agosto 1996* (10,4 - 35,2 mg/L). Las dos últimas evaluaciones coincidieron en presentar en la zona norte mayores concentraciones de sólidos suspendidos (entre Santa Rosa y el río Locumba), mientras que en marzo valores altos se localizaron frente al río Locumba.

A nivel de fondo el rango varió de 9,6 a 49,60 mg/L. Estos valores extremos correspondieron a las estaciones 15 (al norte de morro Sama) y 22 (próximo a Icu y), respectivamente, con un promedio general de 27,71 mg/L. Los mayores valores se localizaron en la zona norte (20,0 - 45,0 mg/L) (fig. 16b). En esta oportunidad los resultados fueron similares a los hallados en agosto 1996 (14,4 a 33,3 mg/L); pero inferiores a marzo 1996* (6,0- 54,0 mg/L) e inclusive menores a los presentados en Ilo, noviembre 1997.

* Base de datos, Área de Evaluación de la Contaminación Marina, IMARPE.

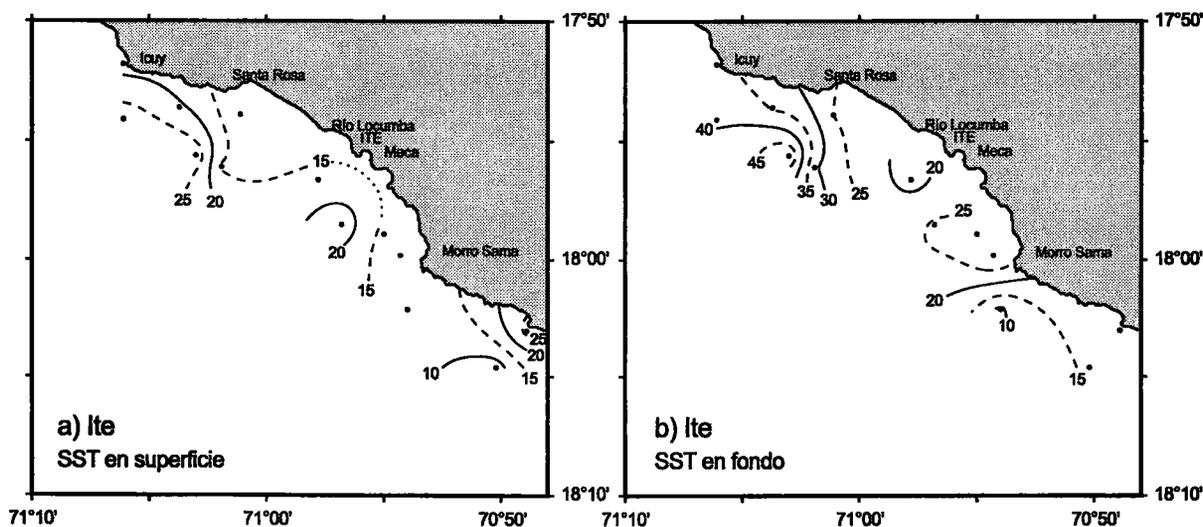


FIGURA 16. Distribución de sólidos suspendidos totales (SST) (mg/L) en: a) Superficie y b) Fondo. Área de Ite, 20 - 22 de noviembre de 1997.

Los resultados se ajustaron a los límites de calidad acuática vigentes ($< 100\text{mg/L}$) actuales.

Aceites y grasas

Los aceites y grasas disueltos en la capa superficial variaron entre $0,2 - 1,4\text{ mg/L}$ localizándose el máximo valor en la estación 23 (Playas de Santa Rosa). Estos valores son obtenidos normalmente en áreas con baja carga orgánica.

Los resultados de la presente evaluación se ajustaron a los requerimientos de los límites de la Ley General de Aguas (Reglamento 1969), Clase IV, V y VI (1970); excepto por el contenido de grasas el cual es $0,0\text{ mg/L}$ en la Clase IV y no debe ser percibido en la Clase V; sin embargo los valores detectados corresponden a zonas con problemas no significativos de materia orgánica en agua marina (de acuerdo a la base de datos Área de Evaluación de la Contaminación Marina). La temperatura presentó anomalías positivas, alterando el normal desarrollo de la vida acuática propia de la zona, por el evento El Niño 1997-98.

4.1.3 Composición y distribución del plancton

Los volúmenes de plancton alcanzaron un mínimo de $0,18$ (estación 22) y un máximo de $1,57\text{ mL/m}^3$ (estación 16), obteniéndose como promedio un valor de $0,62\text{ mL/m}^3$.

Durante el análisis de las muestras se pudo observar la presencia de restos y detritus en toda el área, siendo muy abundante en la estación 13 (al sur del morro Sama).

Tabla 7. Análisis cualitativo de plancton superficial.
Área de Ite (20 - 22 de noviembre de 1997).

ESTACION N°	13	15	16	18	19	22	24	25
TSM (°C)	18,8	19,5	18,9	19,0	19,1	19,9	19,8	18,9
VOLUMEN (mL/m ³)	0,50	0,54	1,57	0,63	0,48	0,18	0,48	1,06
DIATOMEAS								
<i>Chaetoceros affinis</i>	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Chaetoceros lorentzianus</i>	2	1	1	1	1	1	0	0
<i>Coscinodiscus centralis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>Detonula pumila</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Dirylum brightwellii</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lauderia annulata</i>	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Planktoniella sol</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Rhizosolenia robusta</i>	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Stephanopyxis turris</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Thalassiosira</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0
DINOFLAGELADOS								
<i>Ceratium azoricum</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Ceratium buceros</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ceratium candelabrum</i>	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Ceratium dens</i>	1	1	2	1	1	1	0	1
<i>Ceratium furca</i>	1	1	1	1	1	2	1	1
<i>Ceratium fusus</i>	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>Ceratium gibberum</i> v. <i>dispar</i>	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Ceratium gibberum</i> v. <i>subaequale</i>	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Ceratium hexacanthum</i> v. <i>contortum</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Ceratium lunula</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ceratium pentagonum</i>	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ceratium ranipes</i>	0	1	1	1	1	0	0	0
<i>Ceratium trichoceros</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Ceratium vultur</i>	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Dinophysis acuminata</i>	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Dinophysis caudata</i>	1	1	1	0	0	1	0	0
<i>Dinophysis ovum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Dinophysis tripos</i>	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>Diplopelta steinii</i>	1	1	0	1	1	1	0	0
<i>Dissodinium asymmetricum</i>	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>Gonyaulax polygramma</i>	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Protoperidinium brochi</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Protoperidinium conicum</i>	1	1	1	1	0	1	0	0
<i>Protoperidinium depressum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Protoperidinium divergens</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Protoperidinium leonis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium oblongum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium obtusum</i> (ACF)	1	0	1	0	0	1	0	0
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium peruvianum</i>	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>Protoperidinium subinermis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pyrocystis noctiluca</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
SILICOFLAGELADOS								
<i>Dictyocha fibula</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
OTROS								
Apendicularias	1	1	1	1	1	1	1	1
Brachyura	0	0	0	1	0	0	0	0
Briozoarios	1	0	0	0	0	0	0	0
Cladóceros	0	0	0	1	0	0	0	0
Copépodos	3	4	4	4	1	2	3	4
Eufausidos	0	0	0	1	0	0	0	0
Foraminíferos	1	1	0	1	0	0	0	0
Huevos de peces	1	1	1	1	1	0	0	1
Huevos (otros)	1	3	1	2	2	3	4	2
Larvas de peces	0	0	0	1	0	1	0	0
Nauplios (cirrípodos)	1	0	0	0	0	0	0	0
Nauplios (copépodos)	4	4	3	1	3	3	2	3
Pellets	0	0	1	0	0	0	1	1
Poliquetos	1	0	0	0	0	0	0	0
Radiolarios	0	1	0	0	1	1	1	0
RESTOS Y DETRITUS (+)	4	2	2	2	3	3	2	2
LEYENDA								
Ausente:0								
Presente:1								
Poco abundante:2								
Abundante:3								
Muy abundante:4								

La comunidad planctónica estuvo representada en su mayoría por el grupo del zooplancton, con mayor abundancia y frecuencia de copépodos, huevos y estadios larvarios de copépodos; con menor abundancia se presentaron apendicularias y radiolarios.

El fitoplancton fue pobre como en Ilo, destacando el mayor número de especies de dinoflagelados siendo más frecuentes las cosmopolitas. Las diatomeas más comunes fueron *Chaetoceros affinis*, *Ch. lorenzianus* y *Coscinodiscus perforatus* (tabla 7). Se apreciaron dos zonas con los máximos volúmenes (fig. 17). Frente a Morro Sama, junto al zooplancton, se hallaron las diatomeas ya mencionadas y entre los dinoflagelados destacó *Ceratium dens* al lado de otras especies cosmopolitas y termófilas. Frente a Punta Picata (Icuy) apenas se hizo presente *Coscinodiscus perforatus* junto a los dinoflagelados *Ceratium buceros*, *C. dens*, *C. furca*, *C. lunula*, *C. gibberum* y *Protoperidinium divergens*. Especies termófilas no fueron tan frecuentes, pero destacaron *Ceratium gibberum* v. *subaequale*, *C. ranipes* y *Diplopelta steinii*.

Protoperidinium obtusum indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), estuvo asociado a especies termófilas frente al Morro Sama, observándosele en proceso de enquistamiento a 2,6 mn de Santa Rosa.

Se tiene conocimiento, por estudios previos realizados en Ite, que en el verano e invierno de 1996 (SÁNCHEZ 1996 a y b) los promedios fueron muy variables, alcanzando el mínimo en agosto (0,94 mL/m³), observándose para el presente estudio un valor menor, lo cual se debería a las mismas causas que en Ilo. *Protoperidinium obtusum* (ACF) no fue determinado en el verano de 1996 (SÁNCHEZ 1996a) observándosele en las estaciones costeras en el invierno de ese año. En 1997, con El Niño 1997-98, este organismo se ha visto restringido a pequeñas zonas o en algunos casos a su total desaparición como consecuencia del incremento de las temperaturas, tal como se pudo comprobar en esta evaluación.

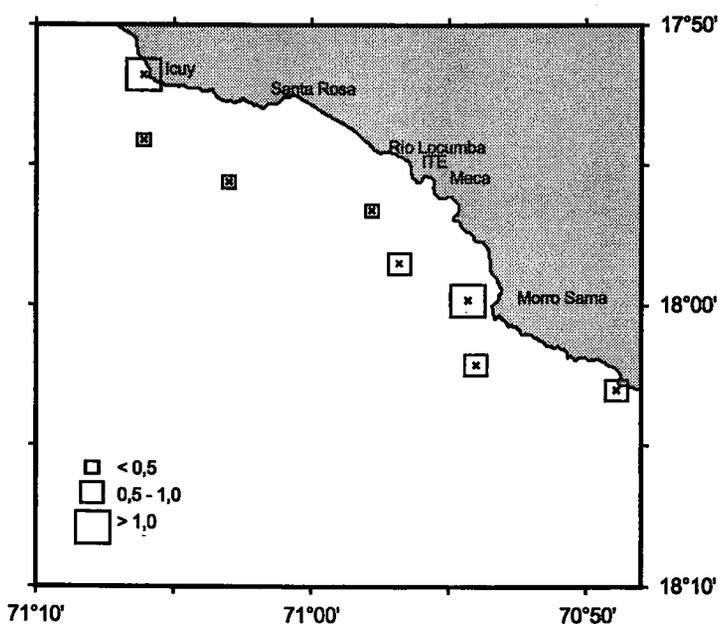


FIGURA 17. Volúmenes de plancton en superficie (mL/m³).
Área de Ite, 20 - 22 de noviembre de 1997.

4.2 Resultados de la evaluación en zona de playas

Los resultados se presentan en la tabla 8 y la carta de posiciones es mostrada en la figura 1b. Las playas de Ite, de grano arenoso cubierta de rocas a lo largo del litoral, al igual que Ilo, presentaron un aspecto límpido, sin embargo la presencia de los relaves de la compañía minera depositados a lo largo de las playas, comprendidas a partir de Punta Alfarillo desde hace muchos años, y que se extienden aproximadamente 15 km hacia el sur hasta Meca, vienen deteriorando el ecosistema costero, mostrando coloraciones muy variadas como pardo, rojizo, verde, amarillo y otros que señalan contenidos metálicos que impactan el área circundante.

El fuerte oleaje unido a altas temperaturas registradas, diferentes de los patrones normales para la presente fecha, provocan mayor disolución de oxígeno atmosférico en las aguas costeras.

La temperatura presentó un intervalo de 18,8 °C (Icuy: I-10 y Punta Picata: I-11) a 20,7 °C (playa Tomoyo Beach) con una anomalía positiva de 1,1 a 4,4 °C por encima del promedio normal (16,3 °C). Estos valores fueron superiores a los presentados en agosto 1996 (15,0-16,6 °C).

El rango de oxígeno disuelto a nivel de playas estuvo entre 5,48 (playa Picata I-11) y 6,33 mL/L (playa Meca: I-14) respectivamente; similares a los presentados en agosto 1996 (5,8 –6,4 mL/L).

Los sulfuros en superficie variaron entre 0,39 y 1,14 ug-at H₂S-S/L, ubicándose el máximo en la playa Meca donde se observaron distintas coloraciones en las rocas (tabla 8).

Los sólidos suspendidos totales tuvieron un rango de 12,3 a 50,0 mg/L, valores inferiores a los presentados anteriormente, especialmente próximos a los depósitos de relaves mineros de la zona norte de Ite.

El pH varió entre 7,94 y 8,27 localizados en Punta Alfarillo y Meca respectivamente cercanos a agosto 1996 (7,90 – 8,14).

El resultado analítico de aceites y grasas obtenido no superó los 1,2 mg/L, este valor se localizó en la estación I-15 (al norte del Morro Sama). Estos bajos valores se encontraron asociados con concentraciones bajas de DBO₅ (1,84 y 2,99 mg/L) y DQO (18,60 y 43,6 mg/L) manifestándose una baja carga orgánica en la bahía.

Estos valores son aceptados por La Ley General de Aguas para la Clase IV, V y VI.

5. CONCLUSIONES

1. Las áreas costeras de Ilo e Ite presentaron las mismas características térmicas y halinas altas que caracterizaron Aguas Subtropicales Superficiales las cuales ingresaron a nuestras costas y estuvieron asociadas a altos valores de oxígeno disuelto y pH. Los valores relativamente más bajos de salinidad se relacionaron con un restringido afloramiento especialmente localizado en el área de Ite.

2. En general, los parámetros físicos y químicos de calidad acuática se ajustaron a los requisitos de la Ley General de Aguas (Reglamento 1969), Clases IV, V y VI (1970).

Tabla 8. Evaluación del muestreo por playas. Área de Ite (22 - 25 de noviembre de 1997).

Estación Fecha	Punto Muestreo	Temp. (°C)	Oxígen. (mL/L)(ug-at H ₂ S-S/L)	Sulfuros	pH	DQO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	SST (mg/L)	ST (mg/L)	Grasa (mg/L)	Observaciones
I-10 "Pta. Icuay" 11/22/97	A 5m línea playa	18,8	5,53	0,99	8,17	18,60	1,93	12,3	38844	—	Estado mar : 01, color verde pacaie playa arenosa con piedras a lo largo del litoral. Troncos delgados arrojados en playa. Pequeña varazón de "munida" en una franja angosta de 1 km de largo y 8 cm de ancho, posiblemente por efectos de la temperatura.
I-11 "Pta Picata" 11/22/97	A 5m línea playa	18,8	5,48	0,66	8,15	37,20	1,84	40,8	39588	—	Estado mar : 01, color verde pacaie playa rocosa.
I-12 "Santa Rosa" 11/24/97	A 5m línea de playa	19,2	5,97	0,39	8,12	—	—	50,0	40422	0,90	Estado mar : 02, color verde pacaie agitado, playa rocosa. Choritos pequeños en rocas.
I-13 "Pta Alfarillo" 11/24/97	A 5m línea de playa	19,8	5,89	0,99	7,94	—	—	36,8	39528	—	Estado mar : 01, color verde pacaie, presencia de escoria de relave minero con una extensión de 15 km residuos finos distintas coloraciones que indican la presencia de metales.
I-14 MECA 11/24/97	A 5m línea de playa	20,6	6,33	1,14	8,27	—	—	28,8	40728	—	Estado mar : 01, color verde grama, cacerío abandonado playa arenosa - rocosa, de distintas tonalidades por la presencia de metales.
I-15 Norte Morro Sama 11/24/97	A 5m línea playa	19,5	5,88	0,78	8,12	29,10	2,99	31,2	40218	1,20	Estado mar : 01, color verde pacaie. Playa rocosa limpia
I-16 "Pta San Pablo" 11/24/97	A 5m línea playa	19,4	5,59	0,73	8,07	43,60	2,28	30,4	39682	—	Estado mar : 01, color verde pacaie, playa pedregosa - rocosa limpia
I-17 Qba De Burro 11/25/97	A 5m línea playa	19,2	5,93	0,70	8,14	—	—	26,0	40068	—	Estado mar : 01, color verde pacaie, playa rocosa limpia a 50 m de línea de playa gaviotas alimentándose de peces.
I-18 "Tomoyo Beach" 11/25/97	A 5m línea playa	20,7	5,92	0,68	8,20	—	—	20,4	39951	—	Estado mar : 02, color verde pacaie, playa rocosa presencia de arañas y choritos.
Superficie	Min	18,80	5,48	0,39	7,94	18,60	1,84	12,30	38844	0,90	
	Max	20,70	6,33	1,14	8,27	43,60	2,99	50,00	40728	1,20	
	Prom	19,56	5,84	0,78	8,13	32,13	2,26	30,74	39892	1,05	

DQO = Demanda Química de Oxígeno.

DBO₅ = Demanda Bioquímica de Oxígeno.

SST = Sólidos Suspendedos Totales.

3. Altos valores térmicos estuvieron asociados con una comunidad planctónica pobre conformada por predominio del zooplancton (copépodos y estadíos larvarios), presencia del indicador biológico *Ceratium praelongum* de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), especies termófilas y cosmopolitas, y escasez en la presencia de *Protoberidinium obtusum*. Estos indicaron una manifestación característica del evento El Niño 1997-98.

4. Los intensos procesos de circulación así como la geomorfología abierta favorecieron la conservación de la calidad de los parámetros físico-químicos. Los valores pobres de oxígeno en fondo en ambas áreas costeras estuvieron asociados a sus profundidades y a la carga orgánica presente en el medio.

5. Las playas se mostraron en general exentas de desechos sólidos, con un oleaje de características turbulentas que favoreció una mayor interacción agua-atmósfera permitiendo una mayor disolución del oxígeno atmosférico.

6. Los relaves mineros aún presentes expuestos en playas vienen impactando las zonas involucradas, esto se manifiesta en las distintas coloraciones de suelos y en las aguas debido a la adsorción metálica y a procesos de óxido-reducción producidos a través del tiempo.

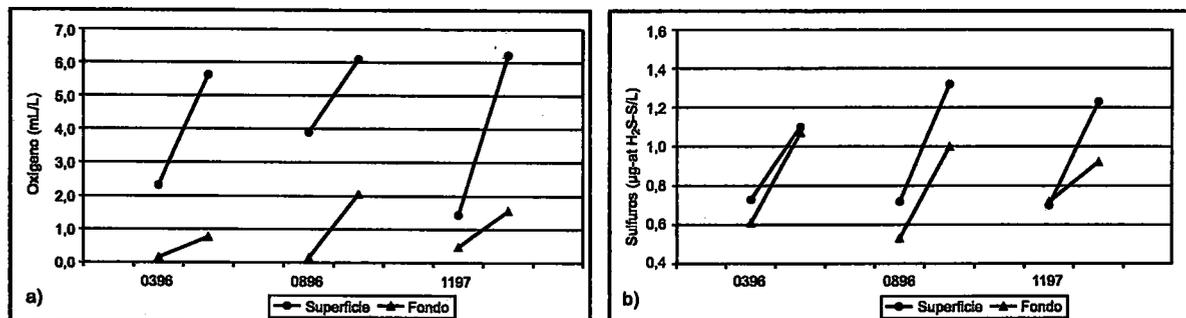


FIGURA 18. Rangos de parámetros químicos en la bahía de Ilo durante 1996 - 1997.

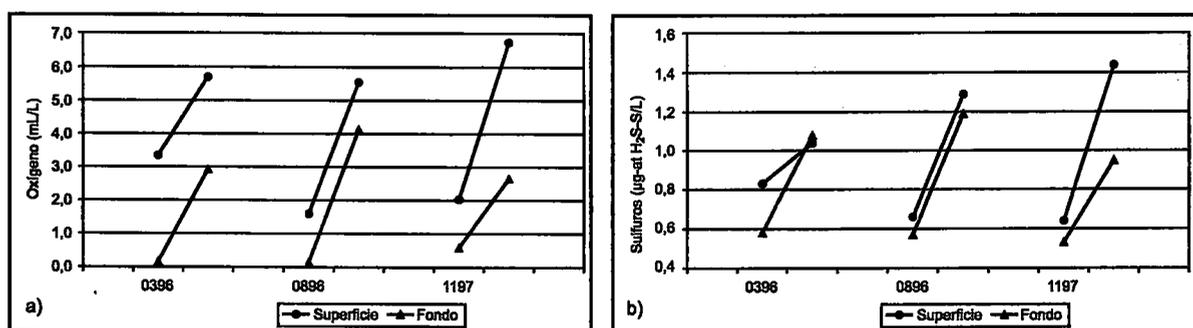


FIGURA 19. Rangos de parámetros químicos en el área de Ite durante 1996 - 1997.

6 Referencias

- ARNTZ, W. y E. FAHRBACH. 1996. El Niño. Experimento climático de la naturaleza. Causas físicas y efectos biológicos.
- BALECH, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Public. Espec. Inst. español de Oceanog. España. 310 pp.
- CARMELO, R. 1996. Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. 585 pp.
- CABELLO, R., M. E. JACINTO, O. MORÓN y F. CHANG. 1999. Evaluación de la calidad del medio marino costero en la bahía de Talara y aguas adyacentes. 15-17 abril 1997. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 106. 24 pp.
- CHANG, F. y E. DELGADO. 1998. El fitoplancton superficial durante la prospección de biodiversidad de peces e invertebrados en las playas alrededor de Punta Picata, Punta Ite y Morro Sama - Ilo 9709 -10. Informe Interno del Area de Fitoplancton y Producción Primaria. IMARPE.
- CUPP, E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 5:1-237.
- DELGADO, E. 1995. Informe del Fitoplancton superficial durante la evaluación del medio ambiente marino en Ilo (10 setiembre 1995). Informe interno del Area de Fitoplancton y Producción Primaria.
- ENVIRONMENTAL LABORATORY, WATER RESOURCES SERVICE, DEPARTMENT OF ENVIRONMENT. 1976. A laboratory manual for the chemical analysis of waters, wastewaters sediments and biological tissues. Second edition. Vancouver, B.C.
- HENDEY, I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British Coastal waters. Part V. Bacillariophyceae (Diatoms). Her Majesty's Stationery Office, London: 317 pp.
- HUSTED, F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands Osterreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. En: L. RABENHORST (ed.). Kryptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich der Schweiz 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Jonhson rep. Goop, New York: 920pp.
- IMARPE. AREA DE EVALUACION DE LA CONTAMINACION MARINA. 1994-1997. Base de datos de parámetros físicos y químicos de calidad acuática.
- GUZMÁN, M., J. CHÁVEZ, O. MORÓN, S. SÁNCHEZ y G. FLORES. 1997a. Evaluación de la calidad del ambiente marino en la bahía de Pisco-Paracas, 22 a 24 mayo 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú. 54.

- GUZMÁN, M., J. CHÁVEZ, O. MORÓN, S. SÁNCHEZ y J. CÓRDOVA. 1997b. Evaluación de la contaminación marina y la calidad ambiental en las bahías de Ilo, Ite y Mollendo (15-2 marzo 1996). Informe Interno. Area de Evaluación de la Contaminación Marina. IMARPE.
- GRASSOFF, K. 1976. Methods of seawater Analysis. Verlag Chemie. New York.
- JACINTO, M., R. CABELLO, M. GUZMÁN, P. VILLANUEVA y J. CÓRDOVA. 1996. Evaluación de la calidad del medio marino en la bahía de Ferrol, Chimbote. Julio 1994. Inf. Prog. Inst. Mar Perú. 48.
- JACINTO, M., O. MORÓN, S. SÁNCHEZ y J. CÓRDOVA. 1997. Evaluación del estado de la calidad del medio marino en las bahías de Mollendo, Ilo e Ite (14 -28 Agosto 1996). Inf. Inst. Mar Perú 136.
- JACINTO, M., R. CABELLO, O. MORÓN y F. CHANG. 1998. Evaluación del estado de la calidad del medio marino en la bahía de Paita. Informe Interno. Area de Contaminación Marina. IMARPE.
- LEY GENERAL DE AGUAS. 1969. Reglamento 17752. Clases IV, V (1970) para cuerpos marinos.
- ROJAS DE MENDIOLA, B., O. GÓMEZ, y N. OCHOA. 1985. Efectos del Fenómeno El Niño sobre el fitoplancton. En: Bol. Vol. Ext. El Niño su impacto en la fauna marina. 33-40.
- SÁNCHEZ, S. 1996 a. Características del fitoplancton en la evaluación de efectos de la contaminación y la calidad del medio marino en las bahías de Ilo, Ite y Mollendo (15-20 marzo 1996). Informe interno del Area de Fitoplancton y Producción Primaria. IMARPE.
- Sánchez, S. 1996 b. Características del fitoplancton en la evaluación de efectos de la contaminación y la calidad del medio marino en las bahías de Ilo, Ite y Mollendo (16-25 agosto 1996). Informe interno del Área de Fitoplancton y Producción Primaria. IMARPE.
- SCHILLER, J. 1971 A. Dinoflagellate (Peridinae) in monographischer Behandlung. 2 Teil. En: L. RABENHORST (ed.). Kriptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. Reprint by Jonhson Rep. Corp. New York, Vol 10 Section 3, arte 2: 589pp.
- SOURNIA, A. 1967. Le genre *Ceratium* (Peridinien Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une revisión mondiale. Vie et Milieu. 18 (2A-A): 375-580pp.
- STANDARD METHODS. 1980. For the examination of water and wastewater. 15th edition. APHA-AWWA-WPCF.
- SUNDSTROM, B. 1986. The marine diatom genus *Rhizosolenia*. A new approach to the taxonomy. Lund, Sweden: 196 pp.