



informe progresivo

nº
123

Junio
2000

Características hidroquímicas en la bahía de Paracas, Pisco, a fines de la primavera 1999

Juana Solís A.

Juan Inca M. 3

DGIO-55

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.

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

© 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. N° 2000-3468

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

CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS EN LA BAHIA DE PARACAS, PISCO A FINES DE LA PRIMAVERA 1999

Juana Solís A.

Juan Inca M.

Area de Geología Marina
DOQ. DGIO. IMARPE

CONTENIDO

Resumen	3
1. Introducción	4
2. Material y métodos	4
3. Resultados	5
4. Discusión	19
5. Conclusiones	19
6. Referencias	19

RESUMEN

SOLÍS, J. Y J. INCA. 2000. Características hidroquímicas en la bahía de Paracas, Pisco, a fines de la primavera 1999. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* 155.

Se da a conocer la variabilidad de los nutrientes en agua de mar, observada en la Bahía de Paracas, Pisco, en los días 2, 5 y 9 de diciembre de 1999.

Los valores promedio ug-at/L se tomaron en superficie y en fondo, alcanzando respectivamente, en fosfatos 4,88 y 4,03; silicatos 28,21 y 26,13; nitratos 0,49 y 0,34; nitritos 1,30 y 1,01. Los fosfatos y silicatos se han visto incrementados, no ocurriendo lo mismo con los nitratos y nitritos.

La variabilidad significativa en la concentración de nutrientes estaría relacionada a la contaminación de origen antropogénico existente en la zona, y a la degradación de la materia orgánica que ocurre en las aguas residuales de la actividad industrial pesquera y doméstica, originando bajos valores de oxígeno y el proceso de desnitrificación.

PALABRAS CLAVE: nutrientes, contaminación, desnitrificación, bahía de Paracas, mar peruano.

ABSTRACT

SOLIS, J. and J. INCA. 2000. Hydrochemical characteristics in Paracas Bay, Pisco, Peru, during the end of Spring 1999. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* 155.

The variability of nutrients in sea water observed in Paracas Bay, Pisco, is presented. The study was carried out at the days 2, 5 and 9 December 1999.

The average values ug-at/L were determined in surface and bottom water. They reached, respectively: 4,88 and 4,03 in phosphates; 28,21 and 26,13 in silicates; 0,49 and 0,34 in nitrates; 1,30 and 1,01 in nitrites. Phosphates and silicates increased, but nitrates and nitrites did not. The concentration may be related to antropogenic pollution of the area and degradation of organic matter existing in fishery industry and household wastewater. This situation produces low oxygen values and denitrification.

KEY WORDS: nutrients, contamination, denitrification, Paracas Bay, Peruvian sea.

1. INTRODUCCION

La bahía de Paracas por ser una bahía cerrada, con una moderada actividad dinámica en el litoral costero, y léntica en la parte central de la misma, muestra características que acondicionan la lenta recuperación de sus propiedades hidroquímicas, las que se han visto alteradas por la contaminación, originada principalmente por la entrada al mar de nutrientes provenientes de fuentes terrestres, como son los desechos de origen industrial y doméstico.

El objetivo de este trabajo fue realizar el seguimiento de las variaciones, que ocurren en la concentración de los nutrientes, en el espacio y en el tiempo, durante los días 2, 5 y 9 de diciembre de 1999, como parte del Programa del Seguimiento de la Calidad Ambiental en la Bahía de Paracas.

2. MATERIAL Y METODOS

El muestreo se realizó durante los días 2, 5 y 9 de diciembre 1999, en un área comprendida entre los 13°46'03" a 13°49'30" S y 76°14'42" a 76°17'12" W, dentro de las 2,0 millas náuticas. La carta de posiciones se muestra en la Fig. 1.

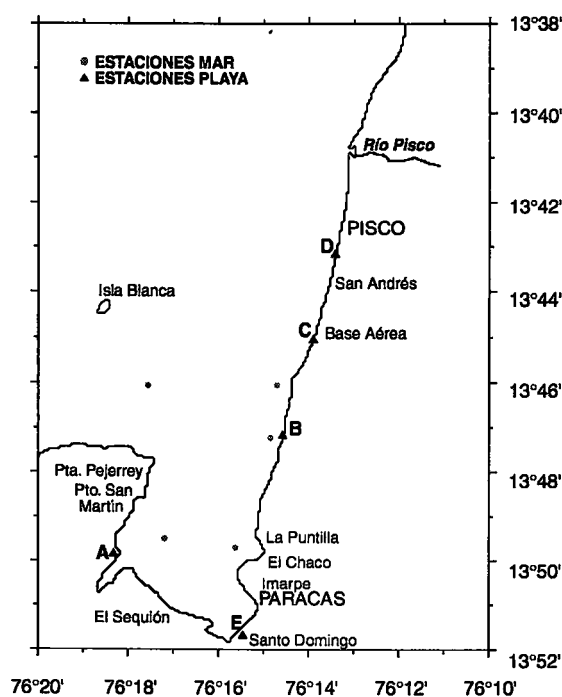


FIGURA 1. Carta de posiciones del monitoreo ambiental en la Bahía de Paracas, Pisco. Diciembre 1999.

Se analizaron 49 muestras de agua para determinar nutrientes, 28 correspondieron al monitoreo por mar, y 21 a muestras de agua de playas. Se trabajó en el laboratorio de la sede central del IMARPE, según el método colorimétrico de STRICKLAND y PARSONS (1968).

3. RESULTADOS

Nutrientes en el agua de mar a nivel de superficie y de fondo

En las tablas 1, 2 y 3 se anotan los resultados de los análisis de nutrientes en las muestras de agua de mar colectadas a nivel de superficie y de fondo. Los nutrientes tuvieron variaciones significativas en la distribución de sus concentraciones a nivel de superficie de mar, debido a la variabilidad de procedimiento y descarga de aguas residuales, procedentes de la industria pesquera.

Fosfatos

A nivel de superficie: El día 2 de diciembre, los fosfatos alcanzaron valores de 1,51 a 2,93 ug-at/L, correspondiendo el mayor valor a la estación 2 frente a la Puntilla y el Chaco (Fig. 2a). El 5 de diciembre, mostraron un incremento significativo de 3,70 hasta 14,22 ug-at/L frente a la zona industrial pesquera en la estación 8A (Fig. 2b). El día 9 de diciembre, los valores variaron de 3,47 a 5,71 ug-at/L, con la mayor concentración en la estación 8A (Fig. 2c).

A nivel de fondo: Con relación a la superficie, el día 2 de diciembre, los fosfatos mostraron una ligera tendencia a incrementarse, en la mayor parte del área de la bahía, con valores de 2,79 a 3,70 ug-at/L; pero el 5 de diciembre se observó una leve tendencia a disminuir, variando de 2,97 a 6,08 ug-at/L y el 9 de diciembre de 3,79 a 4,50 ug-at/L (Figs. 3a, 3b y 3c).

Nitratos

Los nitratos, a nivel de superficie y de fondo, mostraron valores bajos característicos de un proceso de desnitrificación, producto de la contaminación existente en la zona, por materia orgánica de origen antropogénico, procedente de la actividad industrial y doméstica en la zona costera de la bahía.

En superficie: el 2 de diciembre los valores de nitratos fluctuaron de 0,00 a 0,86 ug-at/L, observándose que la zona más crítica fue la zona norte de la bahía, en las estaciones 6 y 7A con 0,00 ug-at/L. El 5 de diciembre, las concentraciones de nitratos tendieron a disminuir, con valores de 0,00 a 0,35 ug-at/L, registrándose un núcleo de 0,30 ug-at/L en la zona costera frente al sector industrial pesquero. El 9 de diciembre los nitratos mostraron cierto incremento llegando a 2,26 ug-at/L, aunque se hallaron valores característicos de un proceso de desnitrificación en la zona. Los bajos valores de nitratos están relacionados directamente a la interrupción del ciclo del nitrógeno debido a las condiciones anóxicas existentes y por el contenido de materia orgánica; las concentraciones mayores a 1,0 ug-at/L se localizaron fuera de la zona costera (Figs. 4a, 4b y 4c).

A nivel de fondo: la presencia de los nitratos fue bastante irregular. Las concentraciones de 0,00 a 0,92 ug-at/L indicaban que estaba ocurriendo un proceso de desnitrificación en toda la bahía, registrándose de 0,00 ug-at/L en la zona costera frente a la zona industrial pesquera y al sur de la bahía entre Punta Pejerrey, Puerto San Martín, La Puntilla y El Chaco. El día 5 de diciembre,

TABLA 1. Resultados de los análisis de nutrientes en agua de mar. Bahía de Paracas, Pisco.
02 de diciembre de 1999

Est	Posición		Prof (m)	Temp (°C)	oxígeno (mL/L)	Fosfatos (ug-at/L)	Silicatos (ug-at/L)	Nitratos (ug-at/L)	Nitritos (ug-at/L)	
	Latitud	Longitud								
1	13°49' 29.7"	76° 17' 11.7"	0	20,20	5,26	2,24	19,77	0,54	0,86	
			8	15,50	0,00	3,70	23,52	0,00	0,96	
2	13°49' 42.0"	76° 15' 37.9"	0	22,30	5,83	2,93	19,07	0,86	0,86	
			3	18,80	2,51	3,47	20,90	0,00	0,90	
6	13° 47' 13.0"	76° 14' 51.3"	0	21,50	4,34	2,29	20,64	0,00	0,84	
			6	17,60	0,34	2,79	16,64	0,00	0,92	
7A	13° 46' 03.0"	76° 17' 34.0"	0	21,10	5,31	1,51	16,46	0,00	0,84	
			22,5	14,40	0,00	3,43	25,43	0,92	0,90	
			Prom	20,28	5,19	2,24	18,99	0,57	0,85	
			Superficie	Mínimo	20,20	4,34	1,51	16,46	0,00	0,84
			Máximo	22,30	5,83	2,93	20,64	0,86	0,86	
			Prom	16,58	0,71	3,35	15,94	0,23	0,92	
			Fondo	Mínimo	14,40	0,34	2,79	16,64	0,00	0,90
			Máximo	18,80	2,51	3,70	25,13	0,92	0,96	

TABLA 2. Resultados de los análisis de nutrientes en agua de mar. Bahía de Paracas, Pisco
05 de diciembre de 1999

Est	Posición		Prof (m)	Temp (°C)	oxígeno (mL/L)	Fosfatos (ug-at/L)	Silicatos (ug-at/L)	Nitratos (ug-at/L)	Nitritos (ug-at/L)	
	Latitud	Longitud								
1	13°49' 29.7"	76° 17' 11.7"	0	17,70	2,17	3,70	25,26	0,00	0,86	
			8,5	14,50	0,00	3,38	32,31	0,00	1,00	
2	13°49' 42.0"	76° 15' 37.9"	0	17,00	1,48	4,39	25,78	0,00	0,92	
			3,5	16,50	0,60	4,89	25,96	0,00	0,90	
6	13° 47' 13.0"	76° 14' 51.3"	0	16,80	0,51	5,81	23,26	0,35	1,09	
			5,5	14,70	0,00	3,89	20,73	0,09	0,94	
7A	13° 46' 03.0"	76° 17' 34.0"	0	16,80	8,30	5,71	22,56	0,10	1,00	
			22,5	14,10	0,48	6,08	23,43	0,43	3,38	
8A	13° 46' 03.0"	76° 14' 42.0"	0	18,00	0,06	14,22	45,38	0,00	1,65	
			5,5	14,90	0,06	2,97	27,35	0,67	1,03	
			Prom	17,26	0,78	6,77	23,40	0,07	0,95	
			Superficie	Mínimo	16,80	0,06	4,39	25,56	0,00	0,86
			Máximo	18,00	2,17	14,22	45,38	0,35	1,65	
			Prom	14,94	0,23	4,24	25,96	0,24	1,07	
			Fondo	Mínimo	14,50	0,00	2,97	20,73	0,00	0,90
			Máximo	16,80	0,60	6,08	32,31	0,67	3,38	

TABLA 3. Resultados de los análisis de nutrientes en agua de mar. Bahía de Paracas, Pisco.
09 de diciembre de 1999

Est	Posición		Prof (m)	Temp (°C)	oxígeno (mL/L)	Fosfatos (ug-at/L)	Silicatos (ug-at/L)	Nitratos (ug-at/L)	Nitritos (ug-at/L)	
	Latitud	Longitud								
1	13°49' 29.7"	76° 17' 11.7"	0	14,90	3,20	3,47	32,40	1,92	2,52	
			8,5	14,50	0,46	3,79	26,65	0,48	0,60	
2	13°49' 42.0"	76° 15' 37.9"	0	17,60	1,71	3,93	32,05	0,65	0,93	
			3,5	16,30	1,43	3,98	31,62	0,59	0,91	
6	13° 47' 13.0"	76° 14' 51.3"	0	15,90	2,11	3,98	23,55	0,61	1,03	
			5,5	15,50	0,80	4,25	28,66	0,48	0,78	
7A	13° 46' 03.0"	76° 17' 34.0"	0	14,50	1,83	3,38	28,13	2,26	4,31	
			22,5	14,20	0,74	4,11	30,75	1,06	1,64	
8A	13° 46' 03.0"	76° 14' 42.0"	0	14,80	0,40	5,71	28,92	0,00	0,69	
			5,5	17,40	0,00	7,50	29,53	0,00	0,45	
			Prom	16,10	1,85	4,09	29,01	1,08	1,89	
			Superficie	Mínimo	14,50	0,40	3,38	23,55	0,00	0,69
			Máximo	17,60	3,20	5,71	32,40	2,26	4,31	
			Prom	15,60	0,69	4,73	29,44	0,52	0,88	
			Fondo	Mínimo	14,20	0,00	3,79	26,65	0,00	0,45
			Máximo	17,40	1,43	7,50	31,62	1,06	1,64	

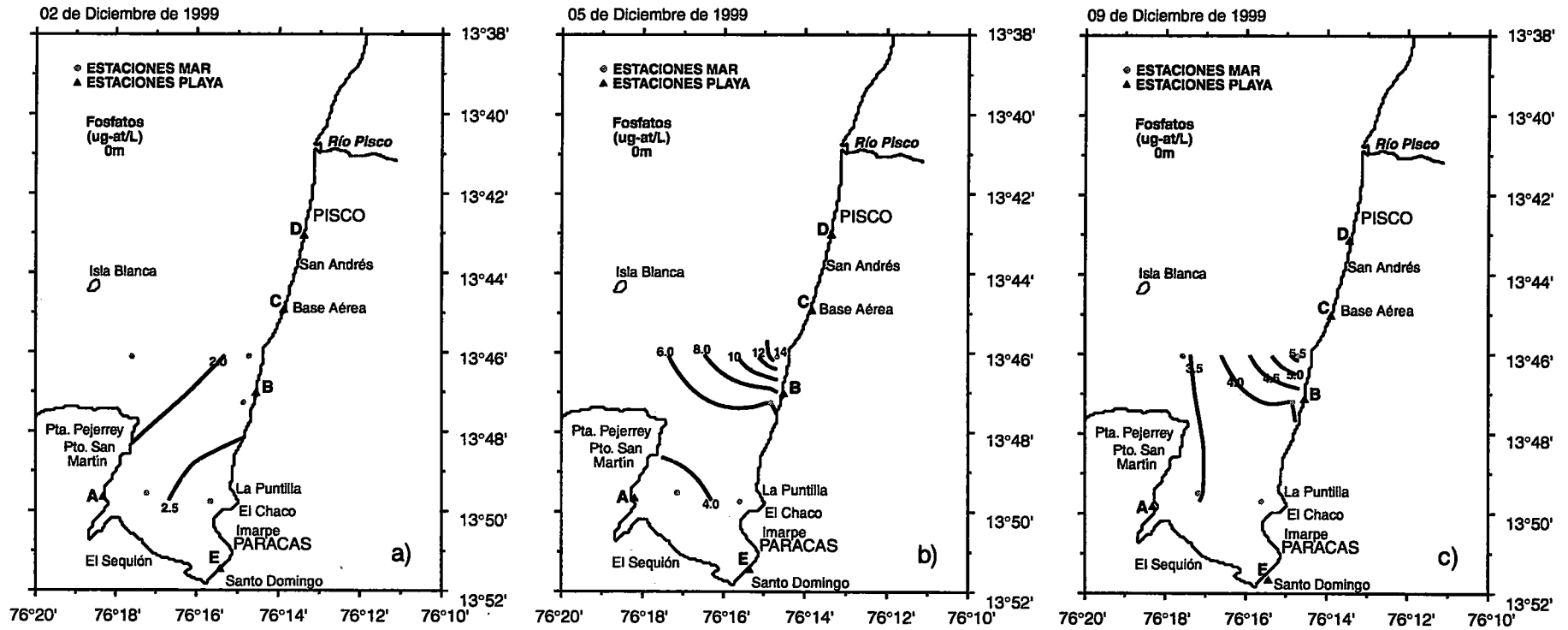


FIGURA 2. Distribución superficial de fosfatos. Bahía de Paracas, Pisco. Diciembre 1999.

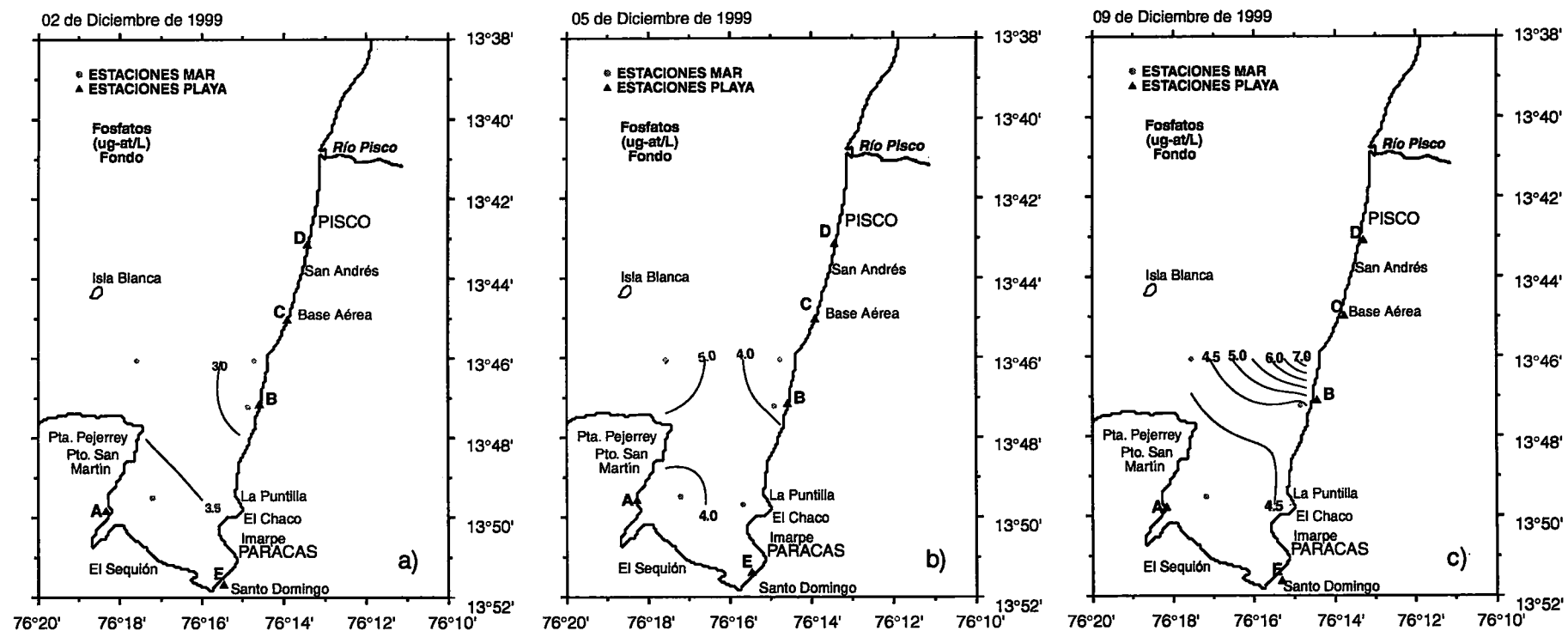


FIGURA 3. Distribución de fosfatos de fondo. Bahía de Paracas, Pisco. Diciembre 1999.

Inf. Prog. Inst. Mar Perú N° 123
Junio, 2000

Juana Solís y Juan Inca

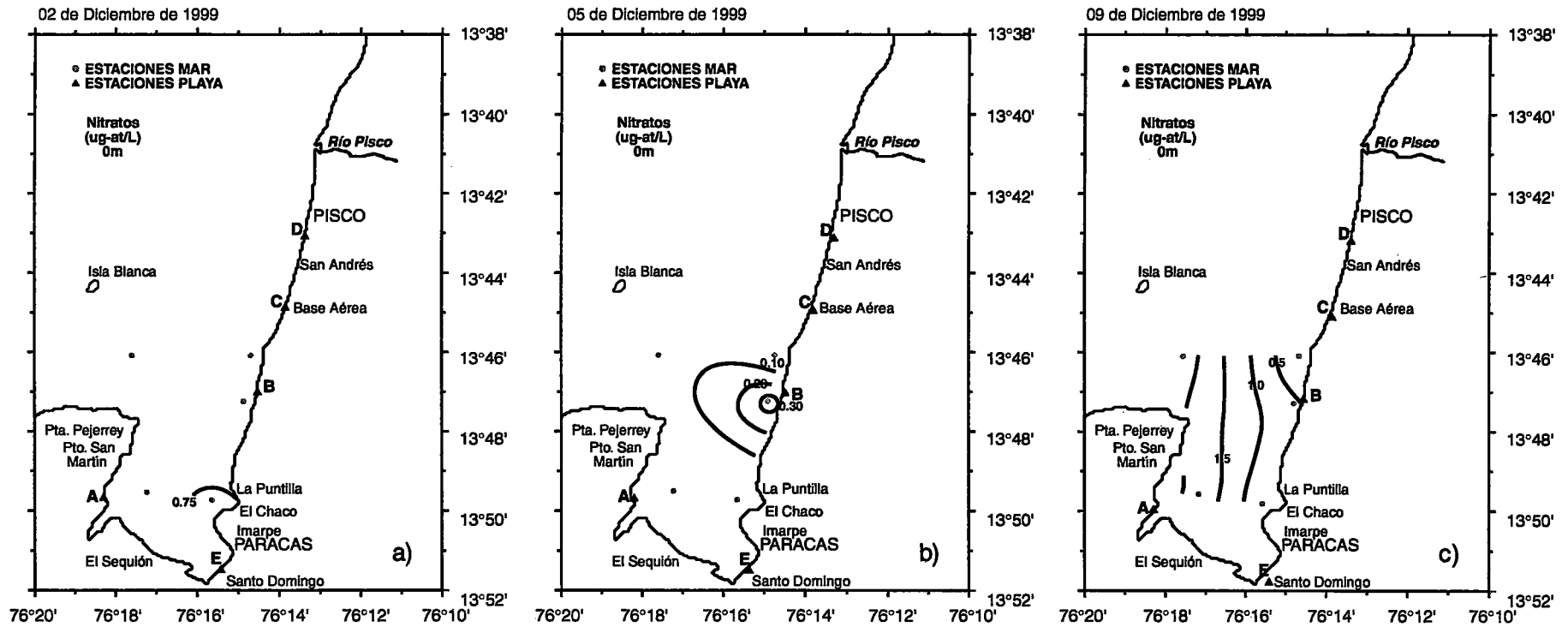


FIGURA 4. Distribución superficial de nitratos. Bahía de Paracas, Pisco. Diciembre 1999.

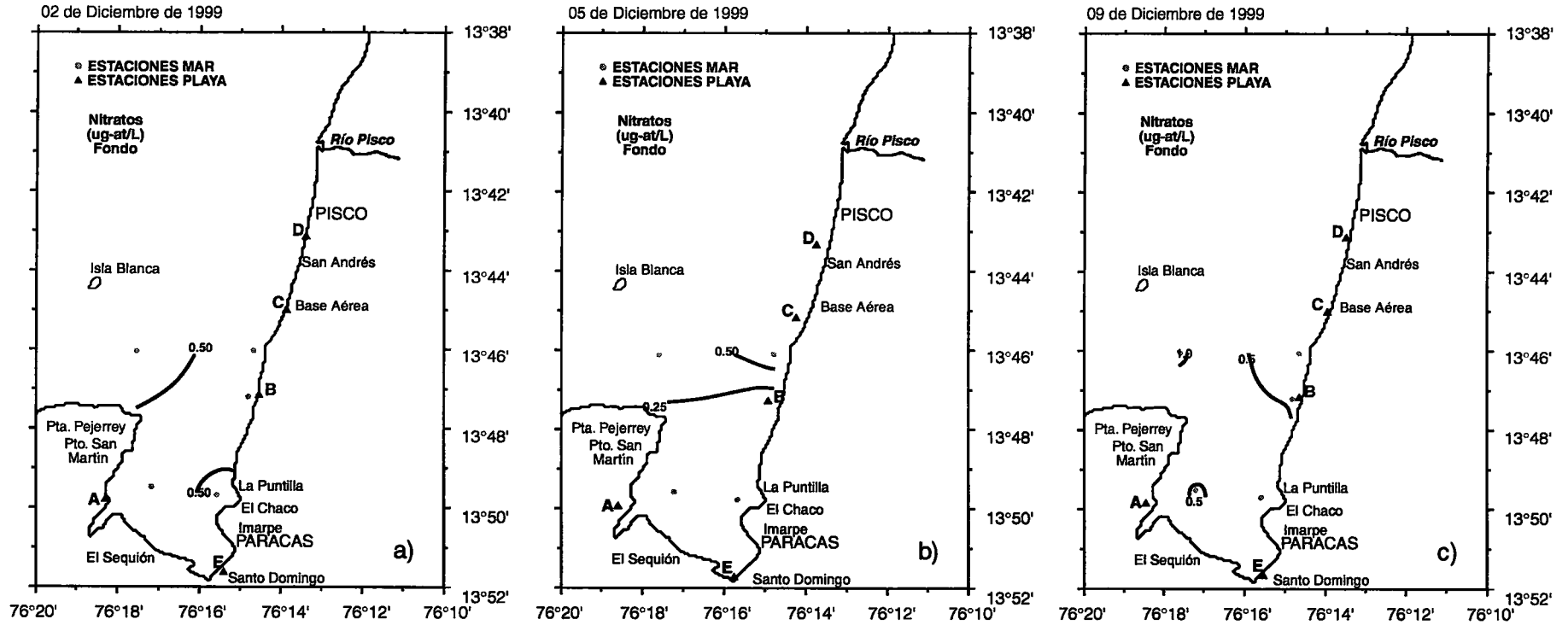


FIGURA 5. Distribución de nitratos de fondo. Bahía de Paracas, Pisco. Diciembre 1999.

los valores de nitratos continuaron bajos, variando de 0,00 a 0,67 ug-at/L; hacia la zona sur en la parte cerrada de la bahía persistían las concentraciones de 0,00 ug-at/L. El día 9 de diciembre, los nitratos fluctuaron de 0,00 a 1,06 ug-at/L, observándose un ligero incremento en zonas localizadas, como la estación 7A (Figs. 5a, 5b y 5c).

Silicatos

En la superficie de mar: los silicatos tuvieron una distribución con tendencia a incrementarse durante los días de muestreo. El 2 de diciembre los valores variaron de 16,46 a 20,64 ug-at/L, con la isolínea de 20 ug-at/L frente a la zona industrial pesquera, con tendencia a disminuir al alejarse de la zona costera. El 5 de diciembre las concentraciones de silicatos se incrementaron significativamente, de 23,26 a 45,38 ug-at/L, con isolíneas de 25 a 40 ug-at/L, tendientes hacia la zona norte de la bahía, localizando la mayor concentración en la estación 8A frente a la zona industrial. El día 9 de diciembre los silicatos alcanzaron valores promedio entre los registrados en los días anteriores, predominando en el área de la bahía, variando de 23,55 a 32,40 ug-at/L, con las isolíneas de 25 y 30 ug-at/L (Figs. 6a, 6b y 6c).

A nivel de fondo: los silicatos, el día 2 de diciembre alcanzaron valores de 16,64 a 25,43 ug-at/L mostrando una ligera tendencia a incrementarse, con respecto a los valores observados en superficie. El día 5 de diciembre las concentraciones variaron de 20,73 a 32,31 ug-at/L con isolíneas de 25 a 30 ug-at/L. El 9 de diciembre los silicatos variaron de 26,65 a 31,62 ug-at/L, con la isolínea de 30 ug-at/L (Figs. 7a, 7b y 7c).

Nitritos

A nivel de superficie: el día 2 de diciembre se registró una distribución homogénea de los nitritos (0,84 a 0,86 ug-at/L). Los días 5 y 9 de diciembre las concentraciones se incrementaron, de 0,86 a 1,65 ug-at/L y de 0,69 a 4,31 ug-at/L, respectivamente, mostrando tendencia a replegarse de la costa; el mayor valor (4,31 ug-at/L) se registró fuera de la bahía, en la estación 7A (Figs. 8a, 8b y 8c).

A nivel de fondo: el día 2 de diciembre los nitritos mostraron valores ligeramente superiores a los de superficie, con una distribución homogénea en toda el área de estudio (0,90 a 0,96 ug-at/L). El día 5 de diciembre, las mediciones de los nitritos de fondo fluctuaron de 0,90 a 3,38 ug-at/L, localizándose la mayor en la estación 7A, fuera de la zona cerrada de la bahía. El día 9 de diciembre las concentraciones de nitritos variaron de 0,45 a 1,64 ug-at/L, con isolíneas de 0,5; 1,0 y 1,5 ug-at/L (Figs. 9a, 9b y 9c).

En la Fig. 10 se representa la variación de los nutrientes en las estaciones de muestreo del agua de mar para los días 2, 5 y 9 de diciembre 1999, tanto en la superficie como en el fondo.

Nutrientes en aguas de playa

El gran crecimiento industrial y poblacional en la bahía de Paracas es el principal responsable del alto grado de contaminación existente en las playas.

Los resultados de los análisis de nutrientes de las muestras de agua obtenidas en las playas de la bahía de Paracas, los días 2, 5 y 9 de diciembre 1999, se anotan en las tablas 5, 6 y 7. En la Fig. 11 se representan las variaciones de los nutrientes en las estaciones de muestreo en playas.

TABLA 4. Resultado promedio de concentraciones de nutrientes. Bahía de Paracas, Pisco. 2,5 y 9 de diciembre 1999

Estaciones	Fosfatos (ug-at/L)		Silicatos (ug-at/L)		Nitratos (ug-at/L)		Nitritos (ug-at/L)	
	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo
1	3,14	3,62	25,81	27,49	0,82	0,16	1,41	0,85
2	3,75	3,09	25,63	26,16	0,50	0,20	0,90	0,90
6	4,03	3,64	22,48	22,01	0,32	0,19	0,99	0,88
7A	3,53	4,54	29,99	26,53	0,79	0,80	2,05	1,66
8A	9,97	5,24	37,15	28,44	0,34	0,34	1,17	0,74
Promedio	4,88	4,03	28,21	26,13	0,49	0,34	1,30	1,01

TABLA 5. Resultados de los análisis de nutrientes en playas de la Bahía de Paracas, Pisco. 2 de diciembre de 1999

Est	Posición	Prof (m)	Fosfatos (ug-at/L)	Silicatos (ug-at/L)	Nitratos (ug-at/L)	Nitritos (ug-at/L)
5A	Playa Atenas	0	3,38	17,33	0,00	0,86
4B	Muelle Pesquero Austral	0	2,38	23,95	0,05	1,05
3C	Base FAP ex Petro Perú	0	2,70	14,72	0,00	0,94
2D	Pisco Playa	0	3,47	28,22	0,00	1,05
E-E	Playa Santo Domingo	0	3,84	11,41	0,84	0,94
F		0	1,10	3,92	1,02	0,94
G		0	2,97	25,43	1,13	2,31

TABLA 6. Resultados de los análisis de nutrientes en playas de la Bahía de Paracas, Pisco. 5 de diciembre de 1999

Est	Posición	Prof (m)	Fosfatos (ug-at/L)	Silicatos (ug-at/L)	Nitratos (ug-at/L)	Nitritos (ug-at/L)
5A	Playa Atenas	0	5,71	19,68	0,39	0,88
4B	Muelle Pesquero Austral	0	3,84	28,92	0,49	1,13
3C	Base FAP ex Petro Perú	0	13,44	50,00	0,00	2,05
2D	Pisco Playa	0	5,12	27,18	0,00	0,96
E-E	Playa Santo Domingo	0	8,10	22,91	0,00	0,96
H	Rest Miramar	0	7,59	11,32	0,00	1,03

TABLA 7. Resultados de los análisis de nutrientes en playas de la Bahía de Paracas, Pisco. 9 de diciembre de 1999

Est	Posición	Prof (m)	Fosfatos (ug-at/L)	Silicatos (ug-at/L)	Nitratos (ug-at/L)	Nitritos (ug-at/L)
5A	Playa Atenas	0	5,99	24,21	0,79	0,42
4B	Muelle Pesquera Austral	0	9,05	34,23	0,00	1,25
3C	Base FAP ex Petro Perú	0	11,29	67,59	0,00	2,07
2D	Pisco Playa	0	10,60	20,99	0,02	0,54
E	Playa Santo Domingo	0	6,81	27,00	2,04	0,46
J	Muelle Fiscal Pisco Playa	0	7,04	31,79	1,03	0,70
K	Rest Miramar	0	13,76	29,09	0,00	0,82
L	Caleta San Andrés	0	18,28	59,58	0,00	1,04

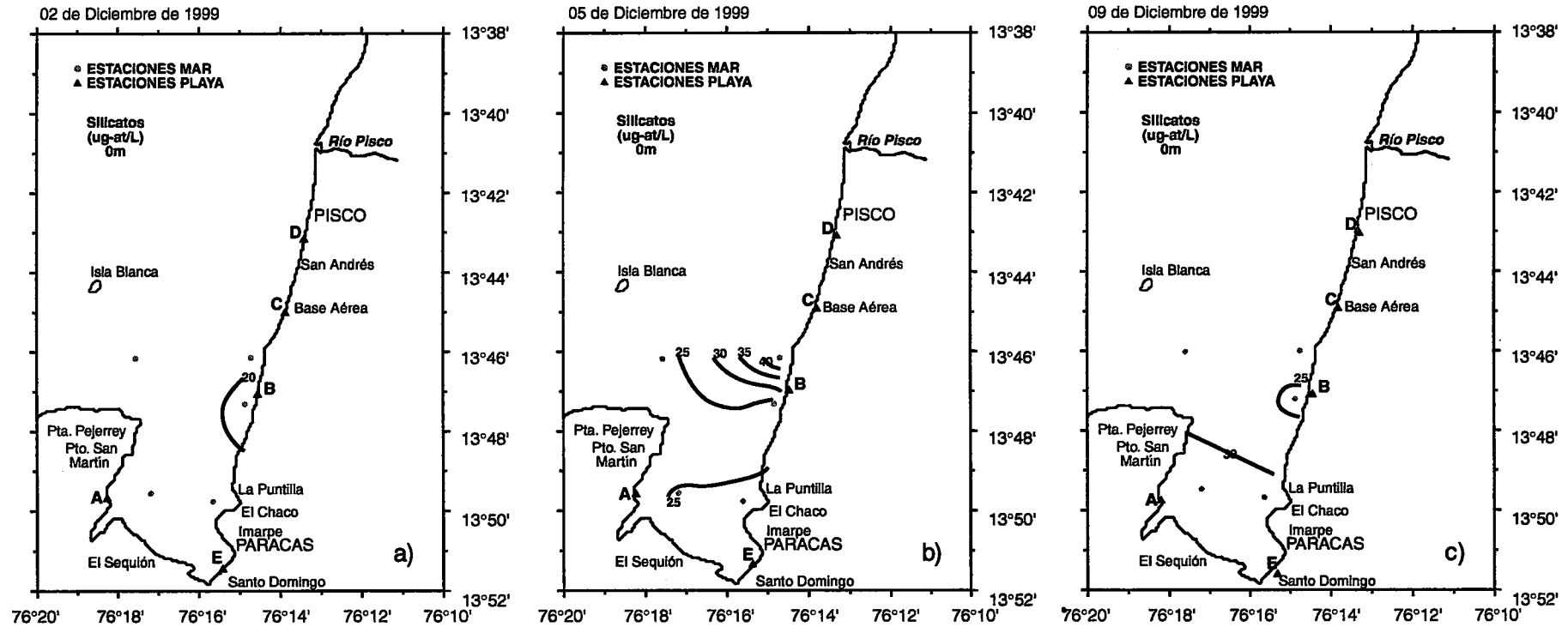


FIGURA 6. Distribución superficial de silicatos. Bahía de Paracas, Pisco. Diciembre 1999.

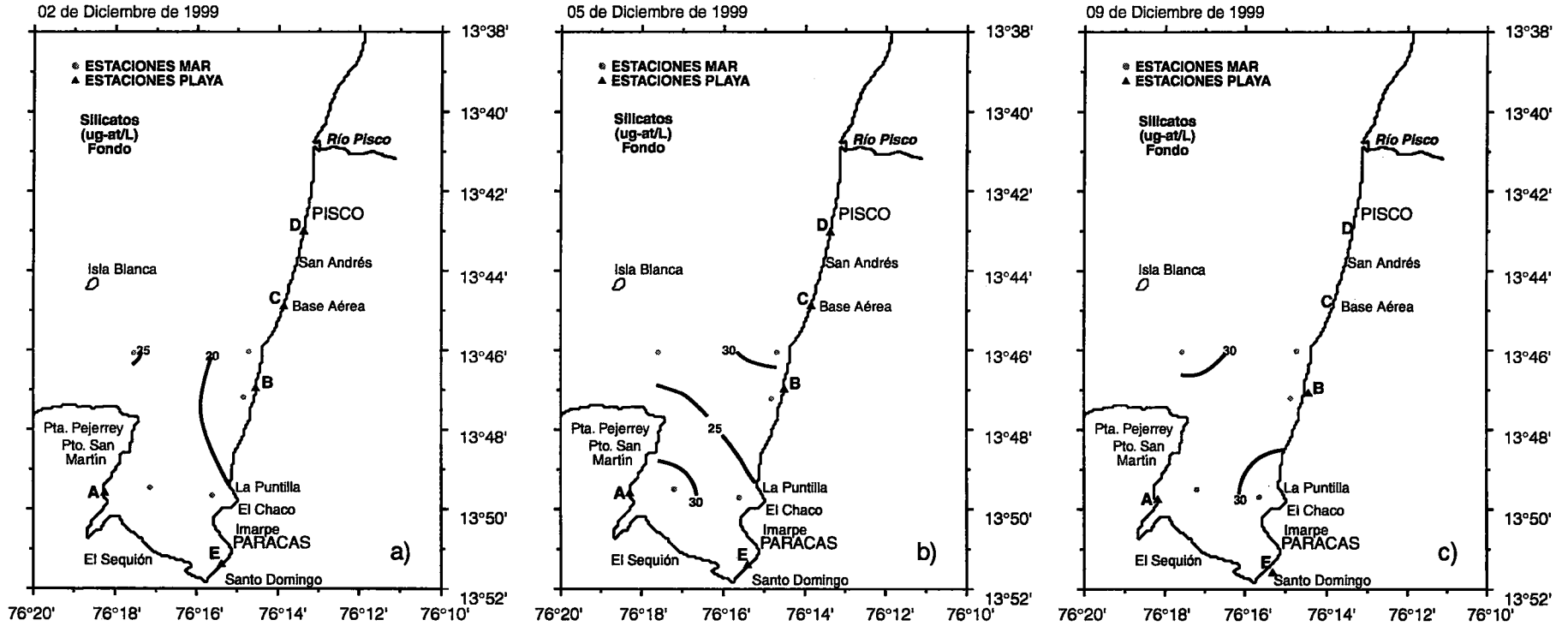


FIGURA 7. Distribución de silicatos de fondo. Bahía de Paracas, Pisco. Diciembre 1999.

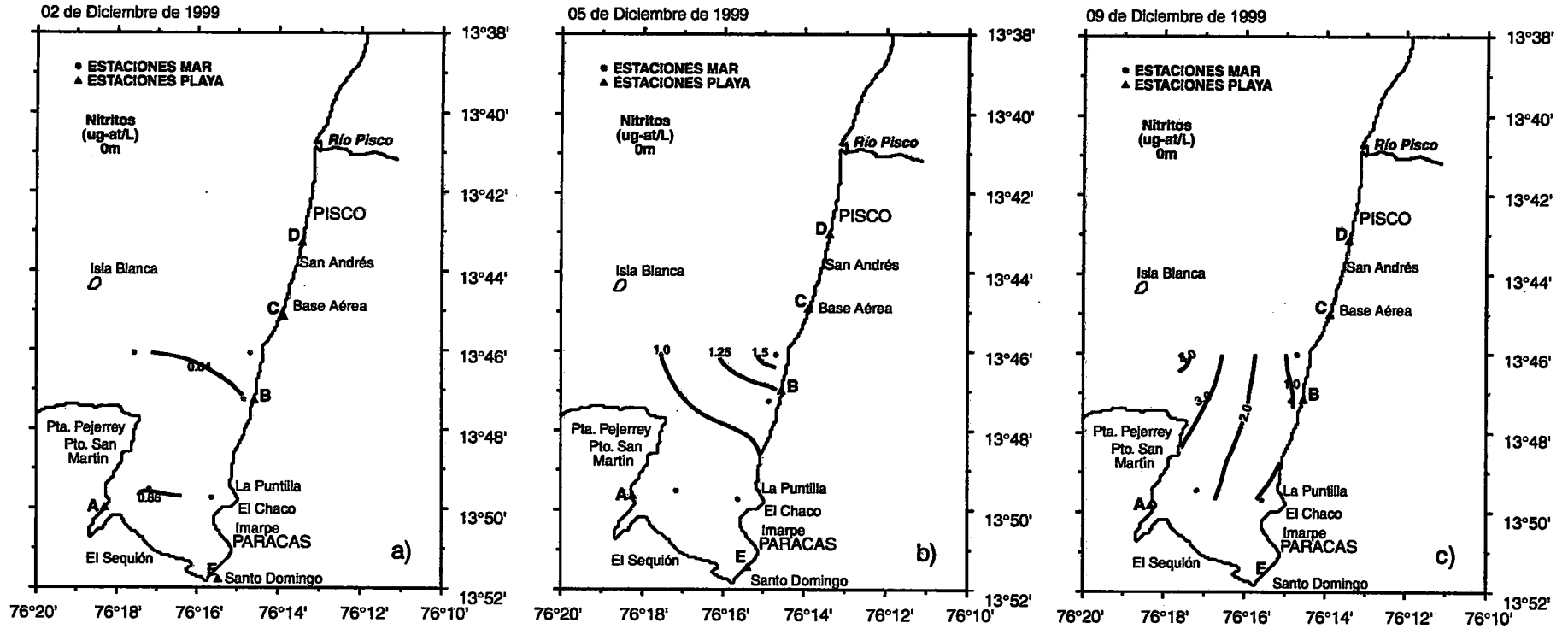


FIGURA 8. Distribución superficial de nitritos. Bahía de Paracas, Pisco. Diciembre 1999.

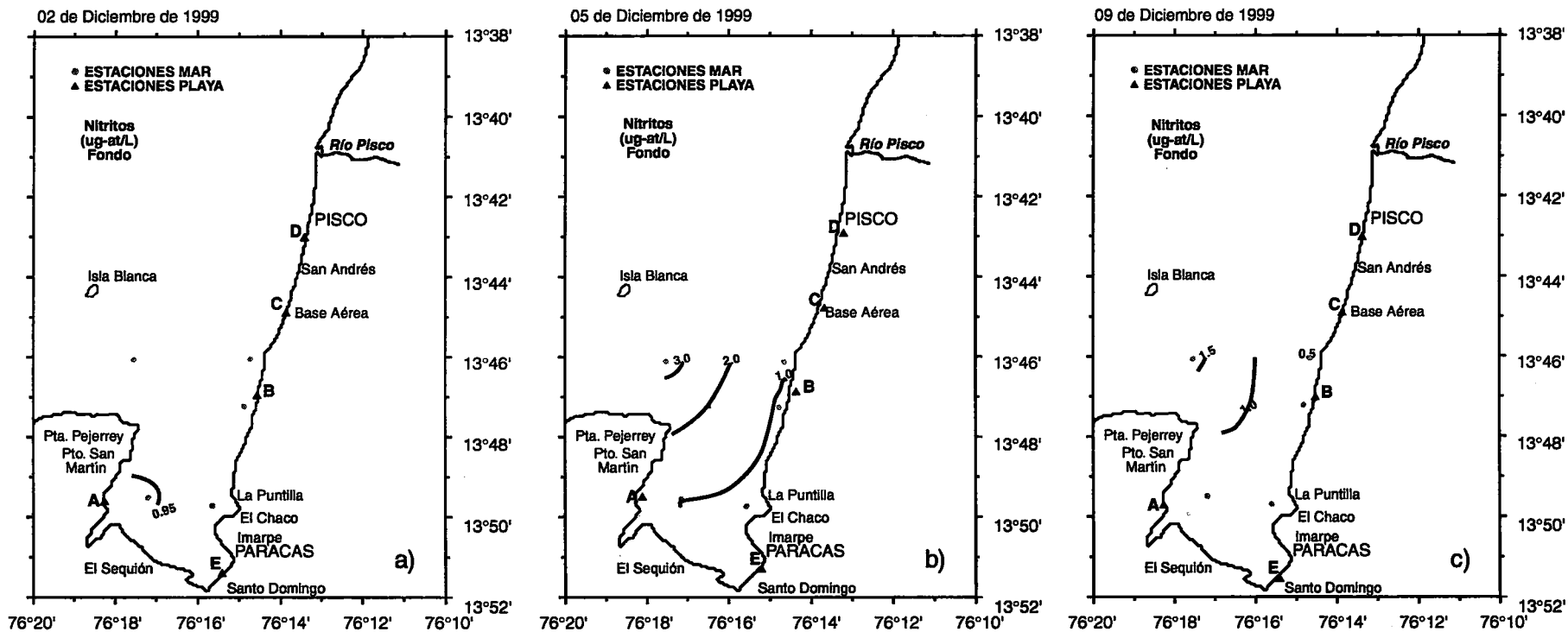
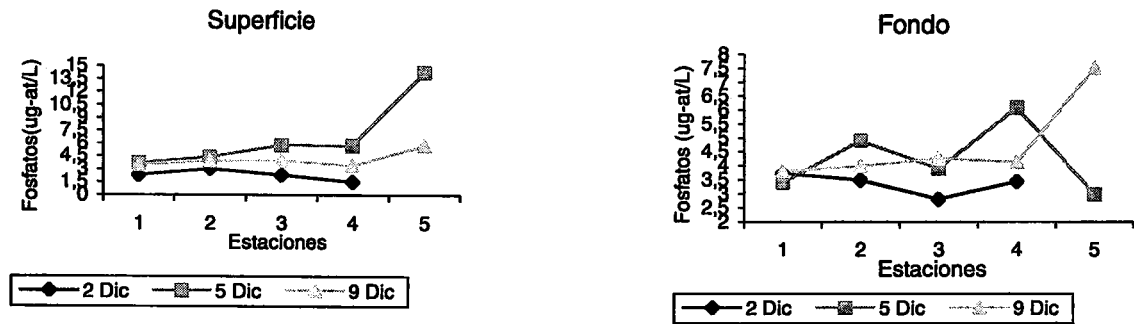
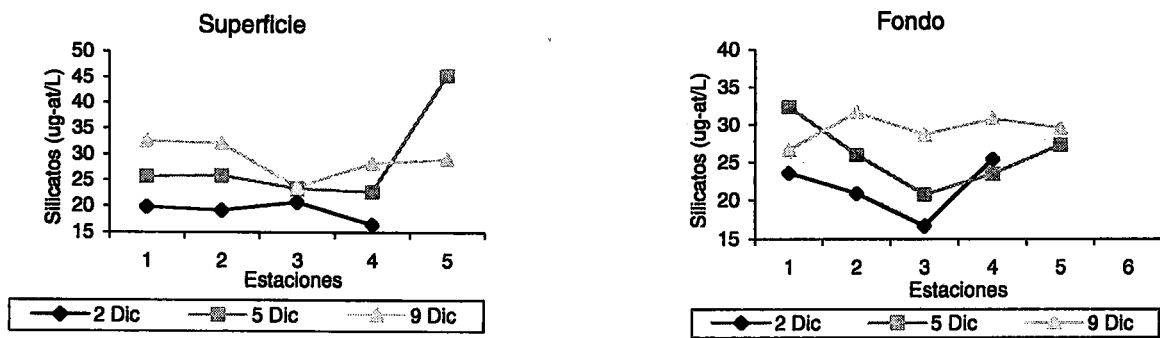


FIGURA 9. Distribución de nitritos de fondo. Bahía de Paracas, Pisco. Diciembre 1999.

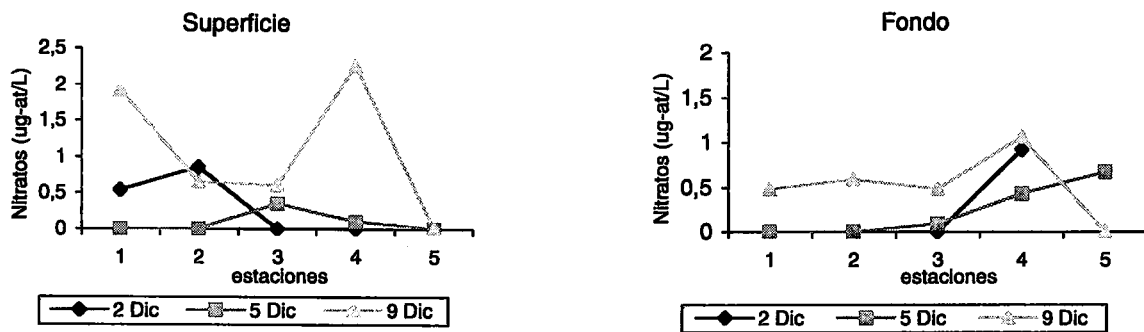
a) FOSFATOS



b) SILICATOS



c) NITRATOS



d) NITRITOS

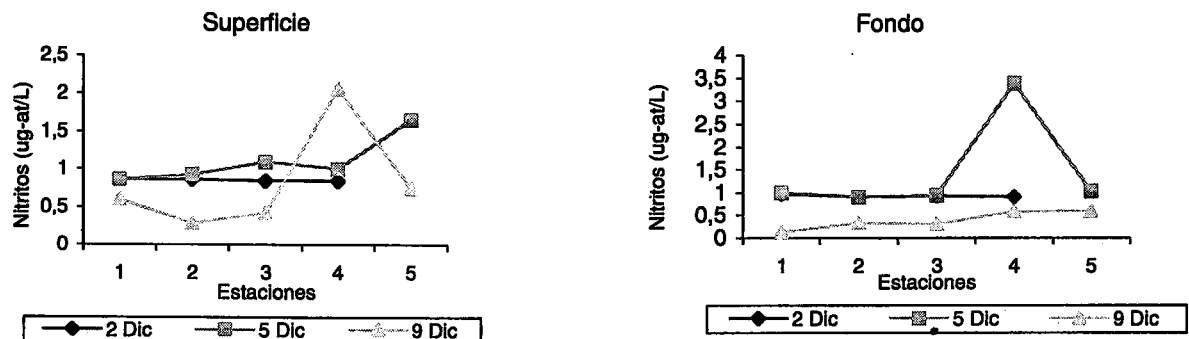


FIGURA 10. Variación de los nutrientes de muestreo en superficie y en el fondo en la Bahía de Paracas, Pisco. Diciembre 1999.

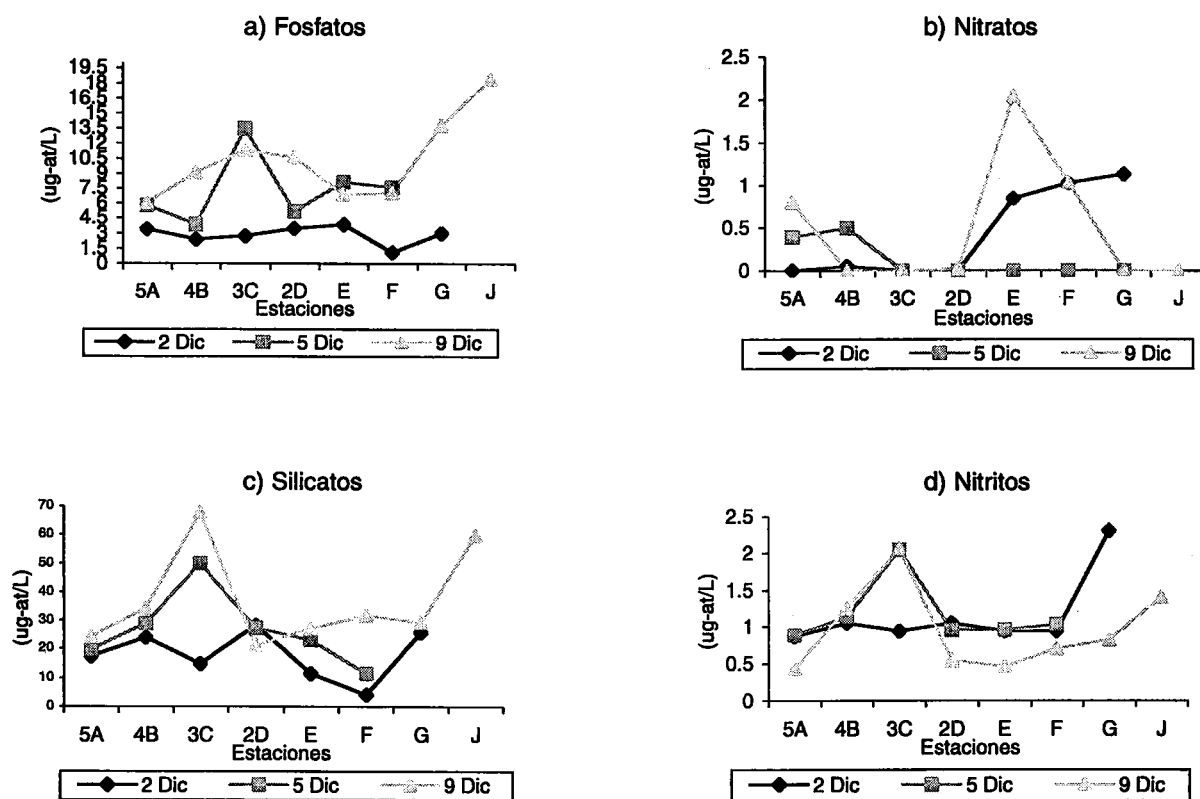


FIGURA 11. Variación de los nutrientes en las estaciones de muestreo en playas de la Bahía de Paracas, Pisco. Diciembre 1999.

LEYENDA:

5A Playa Atenas

4B Muelle Pesquero Austral

3C Petro Perú

2D Pisco Playa

E Playa Santo Domingo

F Restaurant Miramar

G Río Pisco

J Muelle Fiscal Pisco Playa

Puede observarse que el día 2 de diciembre de 1999 los fosfatos variaron de 1,10 a 3,84 ug-at/L; los silicatos de 3,92 a 28,22 ug-at/L; los nitratos de 0,00 a 1,13 ug-at/L; y los nitritos de 0,86 a 2,31 ug-at/L. Las mediciones de los nutrientes del día 5 de diciembre mostraron un incremento significativo de fosfatos (3,84 a 13,44 ug-at/L) y silicatos (11,32 a 50,0 ug-at/L), pero los nitratos presentaron un proceso intenso de desnitrificación (0,00 a 0,49 ug-at/L); los nitritos mantuvieron su concentración (0,88 a 2,05 ug-at/L). El día 9 de diciembre las mediciones de los nutrientes en playas mostraron mayores concentraciones que las registradas los días anteriores, fosfatos de 5,99 a 18,28 ug-at/L; silicatos de 20,99 a 67,59 ug-at/L; nitratos de 0,00 a 2,04 ug-at/L, no variando mucho los nitritos (0,42 a 2,07 ug-at/L).

Los bajos valores de nitratos son indicadores del intenso proceso de desnitrificación que se da en las playas de la bahía, afectadas por la contaminación existente de origen antropogénico y al aporte terrígeno en la zona costera de la bahía. Los valores más altos de fosfatos y silicatos de 18,28 y 67,59 ug-at/L corresponden a la Caleta San Andrés (playa L).

4. DISCUSION

Las características hidroquímicas observadas en la bahía de Paracas durante el seguimiento de la calidad ambiental, realizado los días 2, 5 y 9 de diciembre de 1999, mostraron que las propiedades químicas del agua de mar se han visto alteradas, es decir que han sufrido variaciones significativas en su concentración. Esto estaría relacionado a los niveles de oxígeno y al contenido de materia orgánica de origen antropogénico, dependientes de la actividad hidrodinámica en la bahía, la que se caracteriza por ser intensa en la zona costera y lenta en la zona central. Así se favorece la mayor acumulación de contaminantes en la zona central de la bahía (materia orgánica de origen antropogénico), que constituye una zona localizada, en donde se registran las variaciones más significativas de las concentraciones de nutrientes.

La información registrada durante el seguimiento ambiental en la bahía de Paracas mostró que las concentraciones de fosfatos y silicatos se ven incrementadas, pero no ocurre lo mismo con los nitratos y nitritos, debido a la alteración de las características del régimen hidroquímico de la bahía. Los fosfatos mostraron valores mayores a 4,0 ug-at/L que resultaron ser inferiores a datos registrados en evaluaciones anteriores en la misma área (CÓRDOVA y LEDESMA 1997 y SÁNCHEZ *et al.* 1997). La variación de las concentraciones de nutrientes estaría relacionada al incremento de materia orgánica en suspensión en la columna de agua y a su deposición en el fondo de la bahía, con tendencia a acumularse, originando la alteración de las características hidroquímicas del agua de mar.

Los nitratos y nitritos, estuvieron relacionados a los bajos valores de oxígeno, lo cual impidió el completo desarrollo del ciclo del nitrógeno originando así el proceso de desnitrificación localizada.

5. CONCLUSIONES

1. En la bahía de Paracas, durante los días 2, 5 y 9 de diciembre de 1999, los nutrientes se vieron sujetos a variaciones significativas debido a la presencia de materia orgánica de origen antropogénico, posiblemente proveniente de la actividad industrial pesquera .

2. Los fosfatos mostraron un incremento significativo, debido a los aportes de nutrientes de origen terrígeno al ámbito marino.

3. Los nitratos mostraron valores característicos de un proceso intenso de desnitrificación, relacionado a bajos valores de oxígeno y a la presencia de materia orgánica de origen antropogénico.

4. La zona costera frente a la zona industrial pesquera, mostró un proceso intenso de desnitrificación, originando el medio propicio para el incremento de la concentración de los nitritos.

6. Referencias

- SÁNCHEZ, G., J. CÓRDOVA y J. LEDESMA. 1997. Informe ambiental en la zona industrial pesquera de la bahía de Pisco. 25 al 27 de abril 1997 (Informe interno IMARPE).
- CÓRDOVA, J. y J. LEDESMA, J. 1997. De la componente química del operativo técnico ambiental en la Zona Industrial Pesquera de Paracas. 25 - 27 abril 1997 (Informe interno IMARPE).
- OROZCO R. 1997. Estado de la contaminación marina en la bahía de Chancay entre 1995 y 1997 (Informe interno IMARPE).
- ZUTA, S. y O. GUILLÉN. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Perú 2(3).
- STRICKLAND, C. J. y T. PARSON. 1968. Manual of the seawater analysis. Bul. Fis. Bd. Canadá 125.