



informe progresivo

nº
29

Abril
1996

“EVALUACION DE LA VARAZON Y CONTAMINACION EN LA BAHIA PARACAS - PISCO”

*María Elena Jacinto, Carlos Martinez, Sonia Sánchez,
Georgina Flores y Luis Pizarro*

DGIO - 07

El Informe Progresivo es una serie de distribución nacional, que contiene artículos científicos y tecnológicos, con información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos .

Podrá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú - Callao (mimeo)

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)

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

Apartado 22, Callao - Perú.

Tel. 4297630 - 4299811 Fax. 4656023

E - mail: imarpe + @amauta.rcp.net.pe

“EVALUACION DE LA VARAZON Y CONTAMINACION EN LA BAHIA PARACAS - PISCO”

*María Elena Jacinto, Carlos Martinez, Sonia Sánchez,
Georgina Flores y Luis Pizarro*

CONTENIDO

RESUMEN	3
1. INTRODUCCION	3
2. OBJETIVOS	4
3. MATERIALES Y METODOLOGIA	4
3.1 Muestreo	4
3.2 Métodos	5
4. RESULTADOS Y DISCUSION	5
4.1 Parámetros hidrográficos y de circulación marina	5
4.2 Parámetros físico químicos	7
4.3 Composición y distribución del plancton	11
4.4 Sedimentología	12
4.5 Hidrocarburos de petróleo	13
4.6 Evaluación por playas	13
5. CONCLUSIONES	14
6. REFERENCIAS	14

RESUMEN

Se presenta los resultados de las prospecciones realizadas el 29 de abril y el 4-7 mayo de 1995, como consecuencia de la varazón de lizas acaecido el 25 de abril en las playas de Santo Domingo, Pisco - Perú. Durante el operativo se realizó una evaluación física, química y biológica del ecosistema marino costero, el cual incluyó además sedimentología y cuantificación de hidrocarburos de petróleo.

Los resultados demostraron condiciones críticas en el ambiente acuático (anoxia, sulfuros elevados, grandes cantidades de grasa, etc.) que experimentaron una ligera mejoría durante la segunda evaluación. La bahía presentó principalmente problemas de eutroficación asociada a condiciones anóxicas que ocasionaron la muerte y posterior varazón de peces.

1. INTRODUCCION

El desarrollo industrial en el litoral costero de Pisco, viene ocasionando un deterioro en la calidad del agua de mar (cuerpo receptor) y áreas circundantes a las descargas, que se manifiesta en anoxia o disminución de oxígeno y formación de gases tóxicos como sulfuros; esto crea condiciones desfavorables para el desarrollo de recursos hidrobiológicos costeros que conjuntamente con otros factores pueden conducir a la muerte y posterior varazón de los peces.

Durante los dos últimos años se han registrado en Pisco-Paracas cuatro varazones, generalmente en la época de verano. La playa de Santo Domingo (13°51'-76°15'02") , ha sido el lugar más frecuente de estas varazones y la liza (*Mugil cephalus*), entre otros, la especie que siempre ha sido varada, según lo observado por la Dirección de Estudios Taxonómicos del IMARPE.

El 25 de abril de 1995, se registró una varazón de lizas pequeñas (7-8cm) que fueron varadas al sur de Santo Domingo, lo cual motivó dos evaluaciones: el 29 de abril y del 4 al 7 de mayo. Estas fechas corresponden a una intensa actividad industrial pesquera.

De la evaluación realizada, se concluye la urgencia de reducir la carga contaminante a través del uso de tecnologías óptimas y así evitar que la bahía adquiera características de deterioro ambiental de carácter irreversible.

2. OBJETIVOS

- Determinar las causas que originaron la varazón de peces.
- Evaluar el estado de calidad de la bahía Paracas - Pisco.

3. MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1 Muestreo

En la fig. 1, se presentan las estaciones por mar y playas correspondientes a los muestreos del 29 de abril y del 4-7 de mayo 95.

El muestreo por mar del 29 de abril, comprendió la ejecución de 6 estaciones colectándose muestras de agua a dos niveles (superficie y fondo).

A fin de ampliar y complementar la información obtenida se realizó un muestreo por mar y playas, del 4 al 7 de mayo. Se realizaron 17 estaciones a dos niveles (superficie y fondo) que, comprendió desde el río Pisco por el norte, hasta la bahía de Paracas (El Chaco) por el sur, a una distancia aproximada de dos millas de la costa. También se realizaron 15 estaciones por playa.

Las muestras superficiales fueron colectadas con un balde y las de fondo con botellas Niskin para la determinación de parámetros hidrográficos, químicos y contaminantes (sulfuro, DQO, grasas, etc.). Las muestras de agua para hidrocarburos de petróleo fueron colectadas a través de un muestreador de acero a 1m. de la superficie.

Las muestras de sedimentos fueron colectadas con una draga Van Veen de aproximadamente 0.024 m² de área.

Las muestras de plancton superficial se colectaron con red estándar de fitoplancton (75 micras) en arrastres superficiales durante 5 minutos a velocidad de dos nudos. Las muestras fueron preservadas con formalina neutralizada al 0,5%.

El muestreo por playa comprendió desde el norte en las proximidades del río Pisco hasta el sur por Punta Pejerrey. Se realizaron 15 estaciones, en algunas de las cuales y de acuerdo a lo observado se colectaron muestras: en el efluente, zona de mezcla u otra área de influencia. Además de la determinación de algunos parámetros químicos in situ se realizaron observaciones visuales de la zona.

3.2 Métodos

Las determinaciones físico, químicas y biológicas se basaron en los siguientes métodos:

- Método titrimétrico de Winkler modificado por Carpenter, en 1966, para el análisis de oxígeno.
- Método gravimétrico EPA para la determinación de sólidos suspendidos totales, 1986.
- Método colorimétrico de Fonselius para la determinación de sulfuro de hidrógeno, 1962 .
- 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.
- Método referencial manual y guía No. 13 y 11 de la COI-UNESCO para la determinación de hidrocarburos de petróleo en agua de mar y sedimentos.
- Método de Dean de pérdida de ignición para el análisis de materia orgánica total, 1974.
- Método colorimétrico de Strickland y Parsons para la determinación de nutrientes, 1968.
- Método fluorométrico de Holm Hansen para la determinación de clorofila "a", 1965.
- Para la identificación de organismos planctónicos se consultó entre otros los trabajos de Cupp y Hendey.
- La medición de corrientes se efectuó utilizando correntómetro de péndulo gelatinoso de Haamer.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Parámetros hidrográficos y de circulación marina.

En los cuadros 1, 2 y 3 se observan los resultados del muestreo correspondientes al 29 de abril y del 4-7 de mayo de 1995 respectivamente.

4.1.1 Temperatura

En el muestreo del 29 de abril (Cuadro 1) se obtuvo una temperatura superficial que fluctuó entre 20.7-22.5°C, registrándose la máxima en la estación A, frente al balneario de Paracas. A nivel de fondo, la temperatura fluctuó entre 19.7 (estación E) y 21.5°C (estación B). En la bahía de Paracas tanto a nivel superficial y de fondo se registraron las más altas temperaturas.

Durante la prospección del 4-7 de mayo (cuadro 2) se obtuvo un registro de temperatura superficial de 16.9 a 22.5°C, detectándose valores más bajos frente a Punta Pejerrey y los más altos frente a la playa San Andrés.

La distribución de isotermas (Fig. 3a) mostró un calentamiento superficial mayormente costero entre la desembocadura del río Pisco y la fábrica de Pesca Perú, con temperaturas mayores de 22°C, el cual podría deberse a los aportes de los residuos líquidos de las fábricas aledañas a la línea costera; se registró un lento enfriamiento hacia el oeste, como producto de los procesos de circulación y al poco fondo de la zona.

A nivel de fondo, (Fig. 3b) las temperaturas presentaron valores de 13.3 a 22.2°C, las isotermas se presentaron paralelas con una advección de aguas frías hacia la zona costera, especialmente frente a Pisco.

4.1.2 Salinidad

La prospección correspondiente al 4-7 de mayo, mostró una distribución superficial de salinidad con valores que fluctuaron de 34.92 ‰ (cerca a la desembocadura del río Pisco) a 35.21 ‰ dentro de la bahía frente a Punta Pejerrey (Fig 4a). En toda la bahía se registró aguas propias de la zona costera, detectándose un pequeño bolsón con salinidades mayores de 35.1 ‰ (típico de las ASS), probablemente debido a los procesos de calentamiento local y la poca circulación registrada en la zona (Figs. 4a, 4b).

En el fondo (Fig. 4b) las salinidades se presentaron homogéneas con valores ligeramente más altos que lo observado en superficie, registrando un pequeño núcleo de ASS frente a Punta Pejerrey.

4.1.3 Circulación Marina

En el cuadro 3 se observan los resultados de la evaluación de las corrientes marinas que se realizó entre el 5 y 6 de mayo de 1995; en la fig. 2, se indican las estaciones de medición correspondiente. En el cuadro 3 se indican los resultados de esta evaluación realizada a dos niveles: a 1m. de superficie y 1m. de fondo.

Superficialmente, fuera de la bahía se registraron flujos predominantes hacia el sur, las que cambiaron de sentido al interior de ella con

flujos de salida por Punta Pejerrey. Flujos débiles (2-5 cm/s) se detectaron en la estación 4 (bahía Paracas) a comparación de los flujos registrados entre San Andrés y Pisco, los cuales variaron de 15-22cm/s (Fig. 5a) .

A un metro de fondo (Fig.5b), la circulación marina mostró una dirección similar a la de superficie, presentando una predominancia de flujos con dirección sur. Las velocidades dentro de la bahía fueron de 5.0-14.0 cm/s, correspondiéndole a las estaciones 3,4 y 5 flujos de 5 a 9 cm/s. Flujos más intensos se registraron al norte de la bahía con velocidades de 12 a 23.5cm/s.

4.2 Parámetros físico y químicos

En los cuadros 1 y 2, se presentan también los resultados físicos y químicos de las evaluaciones correspondientes al 29 de Abril y de 4-6 de Mayo respectivamente.

4.2.1 Oxígeno

Durante la evaluación del 29 de abril, se observó una anoxia total en las estaciones "A", "B", "C" y "D" tanto en superficie y fondo, (Cuadro 1). Las estaciones del norte de la bahía Paracas presentaron concentraciones de 6.1 ml/l (E) y 3.3 ml/l (F) (Fig. 6a). A nivel de fondo (Fig. 6b) se encontró una concentración de 1.9 ml/l para ambas estaciones (E, F).

Estos niveles experimentaron una ligera mejoría durante la evaluación del 4-7 de mayo, (Cuadro 2). El rango a nivel superficial fluctuó entre 0.00 - 5.02 ml/l, las más bajas concentraciones se detectaron dentro de la bahía Paracas registrándose anoxia en la estación 3 (Fig. 7a). Una tendencia creciente se registró al norte de la bahía; valores elevados se observaron en las estaciones más alejadas de la línea costera, como en el caso de la estación 15, donde se detectó la mayor concentración de oxígeno(> 5 ml/l).

A nivel de fondo (Fig. 7b) los rangos de oxígeno fluctuaron de 0.0 - 3.7 ml/l, valores anóxicos se encontraron dentro de la bahía Paracas (estaciones 1, 3 y 4).Al norte de la misma se observa una distribución creciente con concentraciones mayores en estaciones próximas a la línea costera.

A diferencia de la varazón registrada el 6 de enero 94, (Grados y Jacinto) donde se detectó niveles de oxígeno (0.2 -4.8 ml/l) dentro de la bahía; en esta ocasión, la anoxia que se halló en la primera evaluación subsistió en algunas estaciones a pesar de los días transcurridos.

4.2.2 Sulfuros

En el muestreo del 29 de abril los rangos en superficie fueron 0.4-28.7 µg-at H₂S-S/l; correspondiéndole a la estación "A" (frente a El

Chaco) el valor máximo. Concentraciones menores ($<0.9 \mu\text{g-at H}_2\text{S-S/l}$) se encontraron al norte (frente a playa San Andrés - Base Aérea). A nivel de fondo las concentraciones fluctuaron de 0.49 a $3.45 \mu\text{g-at H}_2\text{S-S/l}$; los máximos valores se hallaron dentro de la bahía Paracas.

Estos valores experimentaron a nivel superficial un ligero decrecimiento con rangos de $0.29 - 10.1 \mu\text{g-at H}_2\text{S-S/l}$ obtenidos durante la evaluación del 4-6 de mayo. En la fig. 8a, se observa al centro de la bahía de Paracas, núcleos de isolíneas de $2-10 \mu\text{g-at H}_2\text{S-S/l}$ correspondiéndole a la estación 3 la máxima concentración. Otro núcleo de concentraciones elevadas de tendencia decreciente conforme se aleja de la costa se halló entre playa Lobería y PESCA PERU.

En el fondo, (Fig. 8b), las concentraciones de sulfuros fluctuaron de $0.31 - 12.4 \mu\text{g-at H}_2\text{S-S/l}$; nuevamente la estación 3 presentó máximo valor. De acuerdo a la distribución de isolíneas (Fig. 8b) se aprecia una fuerte concentración entre Playa Lobería y El Chaco (Paracas) con tendencia creciente hacia dentro de la bahía.

Entre playa Lobería y Pesca Perú se ubican una serie de fábricas pesqueras, las cuales vierten una considerable cantidad de desechos orgánicos, cuyo proceso de degradación conlleva al consumo de oxígeno del medio originando capas anóxicas o pobres en oxígeno y la formación de compuestos tóxicos como los sulfuros.

4.2.3 Potencial de iones hidronio (pH)

El pH en el área evaluada durante los muestreos estuvo dentro de rangos normales. Durante abril 29, el rango de superficie fluctuó entre 7.07 - 8.50 y en fondo de 7.10 a 8.0. En las estaciones "E" y "F" (frente a PETROPERU y las fábricas pesqueras) se encontraron los máximos valores.

En mayo (4-6) el rango de pH en superficie varió entre 7.23 y 8.86, estos valores se registraron en las estaciones 1 (frente a El Chaco) y 11 (frente a playa San Andrés) respectivamente. Entre playa San Andrés y PESCA PERU las estaciones costeras mostraron valores de $\text{pH} > 8.0$; en ellas se registraron también los mayores valores de temperatura y oxígeno. Estos parámetros asociados a una intensa actividad biológica registrada en la zona explicarían las concentraciones encontradas. Como puede observarse, (Fig. 9a), las isolíneas superficiales de pH muestran una distribución semejante a la TSM.

En fondo, (Fig. 9b) el pH fluctuó entre 7.19 (estación 1) y 8.51 (estación 11); aunque los valores fueron ligeramente inferiores a los de superficie se observa la misma tendencia de distribución decreciente conforme se aleja de la costa, registrándose también los máximos valores en estaciones costeras frente a San Andrés y Pesca Perú.

Los valores de pH en superficie y fondo, son mayores a los encontrados en Febrero 95 (pH < 8.4), y durante la varazón del 6 de Enero 94 (pH < 7.4).

4.2.4 Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los rangos de sólidos en superficie, durante la prospección de abril 29, fluctuaron entre 9.25 - 90.4 mg/l detectados en las estaciones "A" y "F" respectivamente; los máximos valores se encontraron entre playa San Andrés y PETROPERU. A nivel de fondo, los rangos fueron mucho más elevados fluctuando entre 75.2 a 131.5 mg/l, esta última correspondió a la estación "D" (frente a plantas pesqueras). Las estaciones al norte (E,F) registraron también altas concentraciones.

En mayo (4-6), los niveles de sólidos en superficie fueron ligeramente inferiores con valores de 14.92 a 75.84 mg/l, éste último se registró en la estación 14, al sur del río Pisco. Estaciones próximas (15,16) presentaron concentraciones altas en relación al resto de la bahía. Estos valores están relacionados con la abundancia de los dinoflagelados en dicha zona y a temperaturas de 22.0-22.5 °C. Como puede observarse (Fig. 10a), se registra una distribución decreciente entre el río Pisco y PETROPERU. Al sur, frente a PESCA PERU y en la estación 3 de la bahía Paracas también se detectaron valores importantes.

A nivel de fondo, (Fig. 10b) los valores fluctuaron entre 14.05 - 65.97 mg/l, detectándose nuevamente en la estación 14 la máxima concentración; estos valores máximos estuvieron asociados a las mayores concentraciones del dinoflagelado *Ceratium tripos*

En general los valores en superficie fueron superiores a lo detectado en mayo 94, (3.0-29.0 mg/l) y febrero 95 (4.5-48.3 mg/l, época de veda) según Jacinto et al (1995).

4.2.5 Grasa y Demanda Química de Oxígeno (DQO)

El contenido de grasa mostró rangos amplios durante las dos prospecciones. En la primera evaluación (abril 29) los rangos fluctuaron entre 3.2-89.2 mg/l, registrándose la máxima concentración en la estación "C" frente a las fábricas pesqueras. Al sur de la estación "B", se observó la presencia de "borra" o grasa flotante, la misma que al ser analizada presentó un contenido de grasa de 23,936 mg/l. Otro valor significativo (54mg/l) se detectó frente a PETRO PERU. De las observaciones visuales, en casi todas las estaciones con excepción de la "F" se apreciaron grandes manchas de grasa durante el trayecto.

Como el área evaluada durante la segunda prospección (mayo 4-6) fue mucho más amplia, los niveles de grasa presentaron rangos que variaron entre 0.70 - 480.6 mg/l. El menor valor se registró en la estación 10, estación fuera de bahía y alejada de la línea costera; el

máximo valor se halló en la estación 5, próximo a Punta Pejerrey; esto podría explicarse por la tendencia de la corriente que dentro de la bahía presenta flujos de salida hacia Punta Pejerrey, arrastrando consigo las películas o amplias manchas de grasa observadas dentro de la bahía en días pasados (abril 29).

En general, el contenido de grasa supera ampliamente los límites de requisitos de calidad de agua para la vida acuática por la Ley General de Aguas, vigente en el país.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) en superficie, evaluada sólo en la primera prospección, fluctuó entre 64.2 - 290.6 mg/l; la máxima concentración se halló en la estación "C", donde también se detectaron los máximos valores de grasa, y concentraciones importantes de sólidos en suspensión.

Estos valores extremadamente altos, nos indican un elevado contenido de materia orgánica, que superan lo encontrado (17 - 115mg/l) en la pasada evaluación durante la época de veda (febrero 22-24, 95).

4.2.6 Nutrientes y clorofila "a"

En los cuadros 4 y 5 se presentan las concentraciones de nutrientes y clorofila "a" del 29 de abril y del 4 de mayo de 1995, respectivamente.

Durante la prospección de abril 29, los nutrientes en superficie presentaron valores de 2-11 $\mu\text{g-at/l}$ en fosfatos y de 8-32 $\mu\text{g-at/l}$ en silicatos. Las mayores concentraciones de fosfatos (5 - 10 $\mu\text{g-at/l}$) y silicatos (15-30 $\mu\text{g-at/l}$) se detectaron en el centro y sur de la bahía de Paracas.

Las menores concentraciones de fosfatos (< 2.0 $\mu\text{g-at/l}$) y silicatos (<10 $\mu\text{g-at/l}$) se hallaron al norte entre PETROPERU y playa San Andrés (Figs. 11a, 12a).

A nivel de fondo, las concentraciones de nutrientes fueron menores respecto a la superficie, fosfatos (2 - 4 $\mu\text{g-at/l}$), silicatos (10 - 20 $\mu\text{g-at/l}$). (Figs. 11b y 12b).

La clorofila "a" fluctuó entre 0.50 - 20.56 $\mu\text{g/l}$ (Fig. 13a) las mínimas concentraciones están asociadas al mayor contenido de fosfatos y bajo contenido de oxígeno; nuevamente frente a PETROPERU y playa San Andrés se hallaron los valores máximos (10 - 20 $\mu\text{g/l}$). A nivel de fondo los valores fueron menores, con rangos de 0.92 - 5.83 $\mu\text{g-at/l}$ (Fig. 13b).

En la evaluación del 4-6 mayo, los nutrientes en superficie presentaron los siguientes rangos: fosfatos 0.41 - 4.90 $\mu\text{g-at/l}$, silicatos 5.02 - 37.11 $\mu\text{g-at/l}$, nitratos 0.39 - 3.07 $\mu\text{g-at/l}$ (Figs. 14a, 15a y 16a). Los nutrientes presentaron las más altas concentraciones dentro de la bahía; fosfatos 3.0 - 4.5 $\mu\text{g-at/l}$, silicatos 20 - 35 $\mu\text{g-at/l}$, los bajos

contenidos de nitratos 1 - 2 $\mu\text{g-at/l}$ están relacionados a las bajas concentraciones de oxígeno (0.0 - 4.0 ml/l).

A nivel de fondo, dentro de la bahía las concentraciones de fosfatos y silicatos fueron mayores que en superficie, en cambio los silicatos presentaron valores más homogéneos entre superficie y fondo. Al norte de ésta, los fosfatos y silicatos presentaron condiciones normales, mas no así los nitratos que son menores de 5 $\mu\text{g-t/l}$, con excepción de lo encontrado (> 6,0 $\mu\text{g-at/l}$) frente a Islas Ballestas (Figs. 14b, 15b y 16b).

La biomasa fitoplanctónica en términos de clorofila "a" fluctuó de 0.07 - 13.85 $\mu\text{g/l}$ en superficie, detectándose en la estación 14 la máxima concentración. A nivel de fondo los valores fluctuaron de 0.08 - 3.98 $\mu\text{g/l}$.

Las concentraciones de clorofila "a" en superficie y fondo en la mayor parte del área fueron muy pobres (0.15 - 1.0 $\mu\text{g/l}$) a excepción de las estaciones costeras ubicadas entre playas San Andrés y Pisco donde se presentaron concentraciones de 2 -13 $\mu\text{g/l}$ (Figs. 17a y 17b).

4.3 Composición y distribución del plancton

En el cuadro 6. se presenta la distribución de las especies planctónicas obtenidos durante el 4-6 de mayo de 1995.

Los volúmenes de plancton superficial (Fig. 18) oscilaron entre 0.1 y 5.02 ml/m^3 con promedios de 1.58 ml/m^3 , relacionados a rangos de temperatura entre 16.9 y 22.4°C. Las mayores concentraciones estuvieron por lo general localizadas dentro de la bahía de Paracas asociadas a temperaturas menores de 18°C.

El fitoplancton predominó en el 78% de las estaciones, con excepción de las estaciones 1, 9, 14 y 17 donde sobresalieron los organismos del zooplancton.

Los dinoflagelados predominaron en gran parte del área estudiada, destacándose *Ceratium tripos* (con antapicales cortos), *Protoberidinium crassipes*, *Noctiluca miliaris*, *Prorocentrum micans*, entre otros, asociados a temperaturas mayores de 20°C.

El dinoflagelado *C. tripos* fue el más abundante y estuvo distribuido principalmente en las estaciones localizadas entre río Pisco y SIPESA (Fig. 19a), con concentraciones que oscilaron entre 60 y 3000 cel/ml. Las mayores concentraciones (>2000 cel/ml) de ésta especie, se localizaron en las estaciones 14, 15 y 16. *Protoberidinium crassipes* presentó concentraciones relativamente bajas ocupando el segundo lugar en abundancia, los cuales oscilaron entre 190 y 1400 cel/ml. Esta especie presentó una distribución muy similar al *C. tripos* (Fig. 19b).

Las diatomeas pequeñas de alta tasa de reproducción, características de las áreas de afloramiento estuvieron presentes principalmente dentro de la bahía

Paracas, representadas por especies del género *Chaetoceros spp.*, *Thalassionema nitzschioides*, *Coscinodiscus sp.* así como algunas especies fitoplanctónicas como *Licmophora abbreviata*, *Pleurosigma sp.*, *Amphora sp.* y *Gyrosigma sp.*, que normalmente se encuentran en el fondo.

Especies oceánicas como *Planktoniella sol*, *Proboscia alata var. indica*, *Guinardia flaccida*, *Hemiaulus sinensis*, así como los dinoflagelados *Protoperidinium oceanicum*, *Ceratium azoricum*, *Goniaulax polygramma*, fueron identificados, encontrándose en menor proporción y asociadas con las especies de afloramiento .

La presencia de pequeños flagelados, *nemátodes* y residuos de grasa fueron observados principalmente dentro de la bahía.

El dinoflagelado *Protoperidinium obtusum*, organismo indicador de aguas costeras frías estuvo presente en el área estudiada.

Los volúmenes de plancton entre río Pisco y SIPESA fueron relativamente bajos y sus concentraciones estarían dentro de los rangos encontrados por otras prospecciones (mayo 1994 y febrero 1995). Sin embargo, los valores de plancton dentro de la bahía Paracas fueron altos, presentando un núcleo de gran concentración ($>5 \text{ ml/m}^3$) en el centro de la bahía. Los procesos de circulación en el interior de ésta, provocados por aguas de afloramiento de San Juan, determinarían no sólo altas concentraciones de nutrientes, sino también altas concentraciones de plancton (Maldonado, 1988).

La presencia de los dinoflagelados *Ceratium tripos* (antapicales cortos) y *Protoperidinium crassipes* de forma abundante en la parte norte del área, nos estaría indicando de una probable **marea roja** generada días antes. Las concentraciones celulares de estas especies encontradas al momento del muestreo, asociadas a fuertes decoloraciones verde lechoso en el área, cuyas intensidades fueron declinando ostensiblemente, indicarían la fase final de este evento. Este fenómeno de marea roja, conjuntamente con la contaminación por descargas de desechos orgánicos, pudieron haber acentuado y/o generado el proceso de anoxia encontrado en el área, provocando la varazón mencionada.

La presencia de nemátodes y pequeños flagelados en algunas estaciones (1 y 3), nos indicarían de los fuertes procesos de contaminación marina (Delgado y Villanueva, 1994).

4.4 Sedimentología

En los cuadros 7 y 8 se presentan los resultados de materia orgánica total en sedimentos correspondientes al 29 de abril y del 4-6 mayo de 1995.

El análisis de sedimento estuvo orientado a la determinación de materia orgánica total (MOT) en el área evaluada. La mayor concentración se registró en las estaciones B (12.5% MOT) y 7 (12.8% MOT) correspondientes a las evaluaciones de abril y mayo respectivamente. Estos valores están relacionados por su distribución a la acción de las corrientes, las cuales presentan flujos

predominantes hacia el sur con flujos de salida por Punta Pejerrey; de allí se explicaría las mayores concentraciones encontradas en las estaciones 4, 5 y 7. Cerca a estas estaciones le corresponde un sedimento de tipo limo arcilloso fangoso (DHNM, 1990), constituido por partículas muy pequeñas que por su tamaño tienen gran capacidad de adsorción de partículas contaminantes y más fáciles de ser transportadas por las corrientes que caracterizan a esa zona. Este contenido de MOT reviste singular importancia, ya que éste ejerce un fuerte control sobre la clase de cambios diagenéticos que ocurren en el sedimento subsiguiente a su deposición (Riley y Chester; 1971).

4.5 Hidrocarburos de petróleo

En los cuadros 9 y 10, se observan los resultados de hidrocarburos de petróleo disueltos y/o dispersos en agua de mar correspondiente a abril 29 (Fig. 20) y mayo 4 - 6 (Fig. 21) respectivamente.

Los valores encontrados para ambos muestreos son similares, correspondiéndole rangos de 0.37 - 0.99 $\mu\text{g/l}$ (abril) y 0.17 - 0.62 $\mu\text{g/l}$ (mayo) en unidades de criseno. Estos valores superan lo encontrado (0.15-0.25 $\mu\text{g/l}$) el pasado febrero 22 - 25, sin embargo no indican problemas de contaminación. Los valores de hidrocarburos disueltos ($< 1,7 \mu\text{g/l}$) registrados en las muestras colectadas desde playas, también fueron muy inferiores a lo detectado en febrero pasado (38 $\mu\text{g/l}$) como fue el caso de la estación frente a PETROPERU.

4.6 Evaluación por playas

En el cuadro 11 y 12 se presentan los resultados físicos, químicos y descripciones de lo observado en la evaluación de efluentes, cuerpo marino receptor y zonas adyacentes colectados desde playas. Esto correspondió al muestreo del 4-7 mayo de 1995.

- Efluentes pesqueros con altas temperaturas (30°C), elevado contenido de sólidos totales (33,600 mg/l) y grasa (3,200 mg/l) impactaron el cuerpo receptor y áreas circundantes evaluados hasta aproximadamente 100 m de orilla. Este impacto en áreas adyacentes se manifestó en aguas anóxicas, con altos contenidos de sulfuros, sólidos en suspensión y grasas.
- Las aguas al norte de Pisco entre Leticia y muelle San Andrés , presentaron altos valores de oxígeno (3.7-6.0 ml/l) los que estarían asociados a procesos de fotosíntesis del fitoplancton predominante en la zona.
- Las altas concentraciones de nutrientes (especialmente fosfatos, nitratos) se detectaron frente a fábricas pesqueras y en Santo Domingo.
- Las observaciones visuales detectaron una gran decoloración verde lechosa de las aguas, en una franja aproximada de unos 150-200 m respecto a la orilla, que se extendía desde el norte de Pisco hasta Paracas por el sur, cuya persistencia se observó entre el 4 y 5 de mayo, disminuyendo significativamente el día 6 de mayo.

Las playas de Paracas (Santo Domingo, El Carmen) se encuentran seriamente afectadas. Se encontró pequeñas lizas (± 200 especímenes /m²) varados en playa, abundante bolas de grasa (borra), excesiva floración de algas en la superficie del mar como en playa. La borra pesaba aproximadamente 208 g. Las algas secas invadían gran parte de la playa dándole a la zona un aspecto muy deteriorado. Esta zona de aguas quietas, anóxicas con fuerte olor a sulfuros ($>20 \mu\text{g-at/l}$) y excesiva floración presentó signos de un área eutroficada.

5. CONCLUSIONES

- En la primera prospección (abril 29), se registró un fuerte calentamiento superficial que estuvo asociado a condiciones anóxicas del área evaluada, principalmente en el área comprendida entre El Chaco y playa Lobería.
- Flujos lentos de circulación marina (2-9 cm/seg) se registraron en las estaciones 3 y 4 dentro de la bahía. Estas estaciones también presentaron valores anóxicos, a pesar de los días transcurridos respecto a la fecha en que se produjo la varazón. Esto evidencia la permanencia de condiciones mínimas de flujo que mantuvieron la carga contaminante por períodos más largos y con pocas posibilidades de autodepuración.

La tendencia de la corriente hacia el sur en ambos niveles, hacen que la bahía Paracas, dada su configuración geográfica, se convierta en receptora de la carga contaminante proveniente del norte.

- El incremento de nutrientes provenientes de descargas industriales y domésticas dieron lugar a un aumento en la velocidad de producción de materia orgánica en la forma de fitoplancton ó algas planctónicas que se manifestó en la presencia de una marea roja.
- La gran abundancia de esta materia orgánica, proveniente principalmente de la industria pesquera, y el gran consumo de oxígeno que demandó la descomposición del mismo, superó la capacidad del ecosistema que se tradujo en condiciones anóxicas y formación de gases tóxicos como sulfuros.
- Areas semiencerradas como la bahía Paracas son propensas a estos procesos de eutroficación debido a su reducido intercambio de agua con áreas abiertas.
- La presencia de grandes concentraciones de gases tóxicos (sulfuros) en la bahía Paracas probablemente afectaron las vías respiratorias de las pequeñas lizas, las que no pudieron soportar estas condiciones críticas siendo varadas en la playa Santo Domingo, Pisco - Perú.

6. REFERENCIAS

DELGADO, E. y P. VILLANUEVA (1994). Informe del diagnóstico ambiental en la zona de Pisco y bahía Paracas (25 - 27 mayo de 1994). Informe interno del AFPP - IMARPE.

- D.H.N.M. (1990). Estudios de contaminación en Pisco - Paracas. Inf. de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina - Perú.
- GRADOS, C., M. JACINTO y E. CARCAMO (1994). Informe interno: Varazón de peces en Pisco (6 de enero 1994). IMARPE.
- JACINTO, M., O. MORON, P. VILLANUEVA, R. CABELLO y M. GUZMAN (1995). Evaluación de la calidad del medio marino en la bahía Pisco - Paracas (22 - 24 Feb. 1995). Inf. Progr. Inst. Mar Perú - Callao (26): 33pp.
- MALDONADO, M., (1998). Condiciones físico-químicas y corrientes de la bahía Paracas - Perú, durante 2 días de noviembre de 1986. En: Recurso y Dinámica del Ecosistema del Afloramiento Peruano. Bol. Inst. Mar Perú, Callao, Vol. Extraor.: 35 - 46.
- RILEY, J. y I. CHESTER (1971). Introduction to marine chemistry. Department of Oceanography. University of Liverpool, England: 380 pp.

Cuadro 1. RESULTADOS FISICOS Y QUIMICOS EN LA BAHIA PARACAS - PISCO
29 de abril 1995

Est. N°	POSICION		Prof. m	Transp. m	Nivel muestr.	Temp. °C	Oxigeno ml/l	Sulfuros ug - at	pH	SST mg/l	Grasa mg/l	DQO mg/l
	Latitud	Longitud										
A	13°50'26"	76°15'33"	2	1,8	S	22,5	0,0	28,70	7,31	9,25	35,1	90,56
B	13°48'12"	76°15'01"	6	2,0	S	22,0	0,0	1,91	7,51	16,00	16,7	132,07
					F	21,5	0,0	3,45	7,73	75,20		
B*					S						23 936,2**	
C	13°47'47"	76°15'05"	7	0,7	S	21,6	0,0	1,46	7,07	50,23	89,2	290,56
					F	21,2	0,0	3,45	7,10	79,20		
D	13°46'17"	76°14'40"	8	1,0	S	21,7	0,0	4,56	7,17	64,33	3,2	64,15
					F	20,1	0,0	1,30	7,13	131,50		
E	13°46'17"	76°14'12"	8	0,9	S	20,7	6,1	0,85	8,50	82,00	54	83,02
					F	19,7	1,9	0,49	7,90	101,00		
F	13°43'54"	76°14'08"	6	1,0	S	20,7	3,3	0,40	8,40	90,40	19,9	109,4
					F	20,1	1,9	0,56	8,00	90,50		

* Aproximadamente a 200m al sur de la E-2

** Correspondiente a muestra flotante de grasa (borra)

Cuadro 2 .RESULTADOS HIDROGRAFICOS Y QUIMICOS EN BAHIA PISCO PARACAS
4 al 6 de Mayo de 1995

Est. N°	Posición		Prof. m	Nivel muestr.	Temp. ° C	Salin. ‰	Transp. m	Oxig. ml/l	Sulfuros ug-atH2S-S/l	pH	SST mg/l	Grasa mg/l
	Latitud	Longitud										
1	13°50'27"	76°15'48"	2.0	S	19,60	35,129	1,5	0,17	1,23	7,23	42,50	
				F	19,20	35,110		0,00	2,98	7,19	46,40	
2	13°49'20"	76°17'23"	2.0	S	18,00	35,144	2,0	2,00	0,41	7,48	41,00	
				F	18,00	35,071		1,86	0,72	7,45	32,50	
3	13°49'09"	76°16'18" <		S	19,20	35,211		0,00	10,06	7,38	54,75	
				F	18,15	35,230		0,00	12,37	7,27	30,75	
4	13°48'20"	76°15'20"	4.5	S	21,20	34,959	2,0	0,29	1,56	7,58	29,84	
				F	19,00	35,065		0,00	8,89	7,38	14,05	
5	13°47'30"	76°16'49"	13.0	S	16,90	35,186	5,0	2,78	0,51	7,58	36,00	480,60
				F	16,50	35,029		0,65	0,31	7,48	28,00	
6	13°46'44"	76°15'04"	2.5	S	22,40	34,935	1,0	3,25	6,48	8,38	58,13	
				F	22,10	34,919		3,65	6,80	8,34	35,37	
7	13°46'42"	76°17'49"	5.0	S	18,00	35,064	4,5	2,03	0,29	7,68	17,14	
				F	16,80	35,056		1,53	0,67	7,64	24,00	
8	13°45'37"	76°14'43"	3.0	S	22,50	34,907	1,0	4,52	1,41	8,35	27,50	
				F	22,20	34,921		3,24	0,72	8,31	26,83	
9	13°45'39"	76°16'18"	15.0	S	21,40	34,992	5,0	2,30	0,39	8,26	15,70	
				F		35,074		0,59	0,46	7,92	40,24	
10	13°44'50"	76°18'14"	23.0	S	19,90	35,004	6,0	2,69	0,68	8,06	21,54	0,70
				F	15,40	35,070		0,15	1,66	7,65	42,28	
11	13°43'40"	76°14'58"	4.0	S	22,40	34,913	1,5	4,41	0,61	8,86	32,23	217,40
				F	22,20	34,932		3,57	0,96	8,51	55,24	
12	13°43'29"	76°17'03"	20.0	S	21,00	34,987	6,0	4,64	0,66	7,80	14,92	
				F	15,50	35,042		0,13	1,93	7,63	24,39	
13	13°43'48"	76°22'31"	16.0	S	17,10	35,045	7,0	1,86	0,55	7,87	42,68	8,00
				F	15,20	35,061		0,22	0,36	7,62	55,37	
13 A	13°42'37"	76°22'52"	40.0	S	18,00	35,084	7,0	1,99	0,52	7,64	44,31	
				F	13,25	35,010		0,17	0,29	7,74	35,08	
14	13°41'58"	76°13'52"	6.0	S	22,50	35,017	1,5	3,04	0,56	7,80	75,84	148,20
				F	20,30	35,001		1,11	0,71	7,62	65,97	
15	13°41'51"	76°16'40"	5.0	S	22,30	34,985	1,5	5,02	0,56	7,59	52,03	
				F	21,40	35,028		2,75	0,52	7,36	48,40	
16	13°40'17"	76°13'54"	5.5	S	22,00	34,918	1,0	4,58	0,82	7,66	40,65	85,30
				F	21,30	34,937		2,85	0,44	7,47	17,95	
17	13°40'07"	76°16'18"	6.0	S	21,50	34,966	1,5	4,87	0,39	7,96	21,60	
				F	20,20	35,023			0,65	7,85	17,44	

CUADRO 3 . ESTUDIO DE LA CIRCULACION MARINA BAHIA PARACAS - PISCO
(05-06 MAYO 1995)

Est. N°	Fecha	POSICION		Prof. (m)	CORRIENTES MARINAS	
		LATITUD	LONGITUD		DIR	V (cm/s)
1	95 05 05	13°47' 30	76°16' 49	1,0	080°	15,0
				20,0	337°	14,0
2	95 05 05	13° 48' 40	76° 17' 10	1,0	023°	14,0
				6,5	190°	11,5
3	95 05 05	13° 49' 49	76° 17' 15	1,0	358°	8,0
				6,5	180°	9,0
4	95 05 05	13° 50' 06	76° 16' 10	1,0	310°	2,0
				7,0	167°	5,0
5	95 05 05	13° 49' 15	76° 15' 40	1,0	165°	13,0
				5,0	196°	9,0
6	95 05 05	13° 47' 52	76° 15' 18	1,0	337°	13,0
				4,5	180°	12,0
7	95 05 06	13° 40' 28	76° 14' 03	1,0	172°	19,0
				5,0	188°	18,5
8	95 05 06	13° 39' 54	76° 15' 29	1,0	173°	18,0
				5,0	190°	23,5
9	95 05 06	13° 41' 37	76° 16' 32	1,0	187°	22,0
				5,0	195°	13,5
10	95 05 06	13° 42' 20	76° 14' 28	1,0	—	—
				5,0	191°	13,0
11	95 05 06	13° 43' 41	76° 14' 52	1,0	192°	15,0
				5,0	173°	15,0
12	95 05 06	13° 44' 14	76° 16' 55	1,0	335°	20,5
				6,5	012°	16,0
13	95 05 06	13° 45' 46	76° 15' 12	1,0	168°	21,0
				4,0	172°	16,0

FUENTE: AREA DE CIRCULACION E INTERACCION MAR-AIRE.

Cuadro 4. CONCENTRACION DE NUTRIENTES Y CLOROFILA "a" EN BAHIA PARACAS - PISCO
(29 - 30 ABRIL)

EST Nro	Prof. (m)	Fosfatos (ug-at/l)	Silicatos (ug-at/l)	Nitritos (ug-at/l)	Amoniaco (ug-at/l)	Clor. "a" (ug/l)	Feopig. (ug/l)
A	S	9,04	32,60	1,65	88,21	0,66	1,20
B	S	5,76	17,84	1,13	39,59	1,13	2,14
	F	3,17	15,17	1,27	5,81	1,13	1,13
C	S	11,07	25,22	1,51	118,27	0,50	2,45
	F	4,86	22,65	1,73	58,49	0,92	1,11
D	S	5,42	13,12	0,72	42,47	0,64	1,08
	F	4,35	23,99	1,71	54,76	5,83	5,83
E	S	1,90	9,94	0,85	16,47	20,56	13,13
	F	1,86	9,84	0,94	13,37	2,27	1,98
F	S	1,62	7,79	0,63	13,03	9,02	5,57
	F	1,55	8,51	0,74	3,72	3,31	1,94

FUENTE: AREA DE HIDROQUIMICA Y PRODUCTIVIDAD.

Cuadro 5. CONCENTRACION DE NUTRIENTES Y CLOROFILA "a" EN BAHIA PARACAS-PISCO
(4 - 6 MAYO 1995)

EST. Nro	Nivel Muest.	FOSFATOS ug-at/l	SILICATOS ug-at/l	NITRATOS ug-at/l	NITRITOS ug-at/l	AMONIACO ug-at/l	CLOROF. "a" ug/l
1	S	4,38	37,11	0,53	1,76	2,37	0,19
	F	5,21	38,44	1,11	1,29	3,95	0,44
2	S	4,26	28,70	0,72	1,84	52,68	0,27
	F	3,24	25,52	1,40	0,55	55,61	0,63
3	S	4,90	31,57	1,81	1,49	12,30	0,34
	F	6,97	37,41	1,33	1,76	32,26	0,63
4	S	2,04	9,64	0,96	0,25	56,63	0,34
	F	1,35	17,12	1,53	1,68	57,30	0,29
5	S	3,73	16,81	0,39	2,26	20,70	0,32
	F	3,52	25,01	3,37	0,50	26,79	0,10
6	S	1,73	9,84	2,74	1,49	21,83	1,47
	F	1,97	14,56	1,96	0,33	16,07	0,97
7	S	2,55	27,27	2,07	0,33	22,00	0,07
	F	—	—	—	—	5,19	0,09
8	S	1,24	12,81	0,88	1,46	30,91	3,71
	F	1,69	12,51	1,22	1,65	18,61	3,98
9	S	0,41	5,02	1,00	1,32	5,92	1,01
	F	2,21	22,24	1,27	1,90	11,79	0,08
10	S	0,79	13,84	1,79	1,24	6,09	1,13
	F	2,24	37,55	0,67	0,44	10,66	0,21
11	S	1,21	13,94	0,94	1,54	8,23	10,49
	F	2,24	13,74	0,84	1,68	15,12	2,92
12	S	1,04	6,36	1,34	1,16	9,76	0,12
	F	2,97	30,55	0,49	0,55	6,15	0,24
13	S	1,62	11,17	3,07	1,98	14,89	0,20
	F	1,41	20,60	14,73	2,15	10,89	0,08
13A	S	2,14	14,58	2,82	1,93	9,42	1,15
	F	1,73	35,98	6,07	6,85	7,39	0,30
14	S	0,97	13,22	1,89	0,50	4,23	13,85
	F	1,17	14,45	1,39	1,27	4,34	0,97
15	S	1,00	10,35	—	0,44	13,54	3,45
	F	1,86	13,33	—	0,83	13,82	1,43
16	S	1,48	14,56	0,93	1,62	15,74	3,45
	F	0,48	6,46	4,02	0,28	27,86	0,29
17	S	1,52	5,64	1,18	1,16	13,20	0,16
	F	0,79	5,54	1,95	0,28	6,37	1,09

FUENTE: AREA DE HIDROQUIMICA Y PRODUCTIVIDAD

CUADRO 6. DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES PLANCTONICAS MAS ABUNDANTES
BAHIA PARACAS - PISCO
(04-06/05/1995)

ESTACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13.A	14	15	16	17	
TEMPERATURA (°C)	17,6	18,0	19,2	21,2	16,9	22,4	18,0	22,5	21,4	19,9	22,4	21,0	17,1	18,0	22,5	22,3	22,0	21,5	
DIATOMEAS																			
Amphora sp.	1												1						
Chaetoceros affinis	1	2	3	1	1	1	2		1				2	2	1				
Chaetoceros compressus					1		2		1										
Chaetoceros curvisetus		1	2		1								1						
Chaetoceros debilis		1					2						1						
Chaetoceros decipiens					1								1						
Chaetoceros didymus					2								3						
Chaetoceros lorenzianus					1		2												
Coscinodiscus centralis				1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2		1			
Coscinodiscus perforatus		1	1												1		1	1	
Detonula confervacea		1	1																
Ditylum brightwellii	1	1	1		1		1						1	1					
Eucampia zodiacus		1	1		1		1						1	1					
Guinardia delicatula							1												
Gyrosigma sp.	1	1	1		1		1	1			1		1						
Hemiaulus sinensis					1				1				1						
Licmophora abbreviata		1	1																
Lithodesmium undulatum	1		1	1	1	1					1		1	2					
Leptocilindrus danicus				1															
Melosira sulcata	1		1																
Planktoniella sol	1	1	1	1	1	1	1			1		1	2	1					
pleurosigma sp.	1	2	2	1	2		2	1	1			1	1	2	1			1	
Proboscia alata				1	3		2	1		1			3	2					
Proboscia alata f. indica	1	4	4								1				1				
P. alata f. gracillima	1																		
Rhizosolenia calcar-avis			1				1												
Rhizosolenia robusta		1			1		1							1					
Rhizosolenia styliformis													3						
Skeletonema costatum															1				
Stephanopysis palmeriana		1	1		1								1		1				
Thalassionema nitzschioides	1	1	1		1		1					1	1	2					
Thalassiosira angusta lineata					1								1						
Thalassiosira aestivalis				1															
Thalassiosira subtilis	1	1	1	1			1												1
Thalassiosira rotula		1					1							1					
Thalassiosira sp.	1														1				
Thalassiothrix delicatula		1	1				1												
Thalassiothrix mediterranea							1							1					

continuación →

ESTACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13.A	14	15	16	17	
TEMPERATURA (°C)	17,6	18	19,2	21,2	16,9	22,4	18	22,5	21,4	19,9	22,4	21	17,1	18	22,5	22,3	22	21,5	
DINOFLAGELADOS																			
Ceratium azoricum											1	1							
Ceratium buceros						1				1								1	
Ceratium furca			1	1	1	1	1	1	2	1		1	1		1		1	1	1
Ceratium fusus		1		1		1	1	1	1	1	2	1			1	1	1	1	1
Ceratium tripos c.c.	1	2		3	2	4	1	4	5	3	4	1	1	1	4	3	4	4	
Dinophysis acuminata		1			1							1							
Dinophysis caudata					1	1		1			1				1				
Dissodium asymmetricum				1			1	1											
Dissodium excentricum						1													
Gonyaulax polygramma					1										1	1	1		
Gonyaulax polyedricum											1								
Noctiluca miliaris	1	1	1	2		1		2	1	2	1	1			1	2	1	1	
Oxyphysis oxytoxoides						1									1	1			
Prorocentrum gracile								1								1			
Prorocentrum micans		1		1	1		1	2	1	1	1		1		1	1	1	1	1
Protoperidinium conicum		1	1		2	1	1			1		1	1		1	1		1	
Protoperidinium crassipes				2		2		2	4	2	3	4			1	2		2	
Protoperidinium claudicans									1			1	1						
Protoperidinium depressum					1	1	1	1	1	1		1			1		1	1	
Protoperidinium longispinum					1				1		1				1			1	
Protoperidinium mendiolae	1		1		1		1												
Protoperidinium obtusum		1	1	1	1				1				1						
Protoperidinium oceanicum		1		1				1	1	1		1		1		1	1	1	1
Protoperidinium pellucidum			1		1			1			1		1		1	1	1	1	1
Pyrophacus stenii				1		1				1		1				1			
FLAGELADOS																			
Fitoflagelados		1	1																
SILICOFLAGELADO																			
Dyctiocha fibula		1			1		1				1		1		1		1		1
Dyctiocha speculum													1						
OTROS																			
Nauplio			1	1	1		1		2		1	1	1		1	1	1	1	1
Copepodos		1	1	1	1	1	1	1	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Huevos de crustaceo									1				1						
Larvas de bivalvos		1	1					2			1				1	1			
Nematodos	3																		
Poliquetos		1																	
Quetognatos									1										
Apendicularias										1		1		1					1
Cladoceros											1								

FUENTE: AREA DE FITOPLANCTON

CUADRO 7. RESULTADOS DE MATERIA ORGANICA TOTAL EN SEDIMENTOS
BAHIA PARACAS - PISCO (29/04/95)

Est. N°	POSICION		MOT %
	LATITUD	LONGITUD	
B	13° 48' 12	76° 15' 01	12,48
C	13° 47' 47	76° 15' 05	5.10
E	13° 44' 17	76° 14' 12	4.31
F	13° 43' 54	76° 14' 08	2.81

CUADRO 8. RESULTADOS DE MATERIA ORGANICA TOTAL EN SEDIMENTOS
BAHIA PARACAS - PISCO (04-06/05/95)

Est. N°	POSICION		MOT %
	LATITUD	LONGITUD	
1	13° 50' 27	76° 15' 48	1,62
2	13° 49' 20	76° 17' 23	5,40
3	13° 49' 09	76° 16' 18	5,68
4	13° 48' 20	76° 15' 20	6,32
5	13° 47' 30	76° 16' 49	8,58
7	13° 46' 42	76° 17' 49	12,80
14	13° 41' 58	76° 13' 52	2,95
15	13° 41' 51	76° 16' 40	4,15
16	13° 40' 17	76° 13' 54	3,35
17	13° 40' 07	76° 16' 18	4,01

FUENTE: AREA DE BENTOS Y SEDIMENTOLOGIA.

CUADRO 9. NIVELES DE HIDROCARBUROS DE PETROLEO EN AGUA DE MAR (BAHIA PARACAS - PISCO)
29 ABRIL 1995

ESTACION N°	POSICION . .		TEMPERATURA (°C)	HDD * (ug / l)
	LATITUD	LONGITUD		
A	13° 50' 26	76° 15' 33	22,5	0,37
B	13° 48' 12	76° 15' 01	22,0	0,52
C	13° 47' 47	76° 15' 05	21,6	0,99
D	13° 46' 17	76° 14' 40	21,7	0,61
E	13° 44' 17	76° 14' 12	20,7	0,60
F	13° 43' 54	76° 14' 08	20,7	0,84

CUADRO 10. NIVELES DE HIDROCARBUROS DE PETROLEO EN AGUA DE MAR (BAHIA PARACAS - PISCO)
04-06 MAYO 1995

ESTACION N°	POSICION		TEMPERATURA (°C)	HDD * (ug / l)
	LATITUD	LONGITUD		
2	13° 49' 20	76° 17' 23	18,0	0,39
7	13° 46' 42	76° 17' 48	18,0	0,24
10	13° 44' 50	76° 18' 14	19,9	0,17
13	13° 43' 48	76° 22' 33	17,1	0,62
16	13° 40' 17	76° 13' 44	22,0	0,28
FRENTE A ** PETROPERU "E"	13° 45' 32	76° 13' 57	23,8	1,38
MUELLE LA ** PUNTILLA "J"	13° 48' 14	76° 14' 52	21,6	1,70

* Hidrocarburos disueltos y/o dispersos en unidades de criseno

** Estaciones por playa

Cuadro 11. EVALUACION DEL MUESTREO POR PLAYAS DE PARACAS - PISCO
(06 - 07 Mayo de 1995)

Estación Fecha	Puntos Muestreo	Temp. °C	Oxíg. ml/l	Sulfuros ug/at H2S-S/l	pH	SST mg/l	DQO mg/l	Grasa mg/l	OBSERVACIONES
Leticia (sur R. Pisco "A"	A 5m de línea de playa	22,0	3,7	0,96	—	20,80	—	—	Mar color gris. Estado de mar 1. Presencia de aves. Playa arenosa con restos de conchuelas. Tubo colector que se sumerge en playa, pero no hay descarga
Muelle Fiscal "B"	Muelle a 150m de orilla	22,0	5,6	1,04	8,25	57,30	—	—	Mar color verde lechoso, aspecto turbio. Se observan lizas juveniles. Presencia de aves.
Base Subofic. "C"	Acequia	26,5	6,2	—	7,80	—	26,4	—	Mar color verde lechoso, muy turbio. Acequia descarga al mar. Se observa operaciones de dragado.
	Z. Mezcla	23,5	6,2	1,51	8,07	56,80	183,0	—	
Muelle San Andrés "D"	Lado muelle (a 5 m orilla)	22,0	3,3	1,25	7,60	64,30	98,1	—	Mar color verde lechoso. Presencia de aves. Personal dragando cerca a orilla. Cielo despejado.
Petro Perú "E"	A 8 m de orilla	23,8	7,3	1,56	8,26	53,00	22,6	72,3	Mar color gris turbio. Tubos colectores sumergidos. Playa arenosa con muchos restos de choro. Estado mar 1
Pesq. MAYA "F"	A 5 m de Orilla	22,2	0,0	22,07	—	—	147,2	—	Mar color verde limón, turbio. Tubo de descarga (300m) sumergido. Cielo parcialmente despejado. Estado mar 1
AUSTRAL "G"	Efluente	30,2	0,0	—	6,57	33633,3	2656,6	3271,0	Efluente pesquero descarga en playa. Otros dos tubos sumergidos. Zona de descarga completamente turbio, de coloraciones gris lechoso. Manchas marrones con espuma a 50m orilla. Playa con restos de escamas, sólidos.
	Extr. muelle (80 m orilla)	22,1	0,0	16,37	7,33	114,20	56,6	83,8	
SIPESA "H"	Muelle (100 m orilla)	22,0	0,0	20,57	7,23	72,80	381,1	—	Mar gris, muy turbio, grasiento; no se observa descarga. Tubería (800m) ingresa al mar. Muchos filamentos pequeños (residuos) de pescado en superficie.
Pesca Perú "I"	Muelle (100 m orilla)	22,9	0,0	32,45	7,04	112,74	200,0	—	Mar color verde limón, muy turbio; restos de grasa en superficie. Cielo parcialmente despejado.
La Puntilla "J"	Muelle	21,6	0,4	0,87	7,80	48,30	—	—	Situación similar a Pesca Perú.
Sto. Domingo "K"	A 3 m de orilla	24,0	0,0	11,00	7,67	131,60	245,3	517,1	Mar color gris, aguas quietas; fuerte olor a sulfuros. Playas negruzcas, a lo largo abundan algas (ulvas) frescas y resacas. Lizas pequeñas varadas en playa (200/m ²). Presencia de abundante "borra" (208g).
Sur de Sto.	A 3 m de orilla	23,0	0,0	26,33	7,42	—	—	—	Mar de aguas quietas, estancadas; playa negruzca, se percibe fuerte olor a sulfuros.
El Sequión "M"	A 3 m de orilla	23,0	8,0	0,66	8,34	—	120,8	5,0	Mar color marrón claro. Estado de mar: 0. Cielo despejado.
Playa Atenas "N"	A 3 m de orilla	22,4	4,0	0,70	7,99	—	90,6	0,8	Mar color gris. Playa con muchos restos de conchas y cangrejos.
Pta Pejerrey	A 3 m de orilla	20,8	2,3	0,71	—	—	22,6	1,2	Mar color verde oscuro, de aspecto limpio. Cielo despejado.

* Corresponde a sólidos totales.

SST = sólidos suspendidos totales.

DQO = Demanda química de oxígeno.

Cuadro 12. CONCENTRACION DE NUTRIENTES : EVALUACION POR PLAYAS
BAHIA DE PARACAS - PISCO (4 - 7 MAYO 1995)

Estacion Playa		FOSFATOS (ug-at/l)	SILICATOS (ug-at/l)	NITRATOS (ug-at/l)	NITRITOS (ug-at/l)
Norte de Leticia	"A"	1,10	20,40	1,50	1,89
Muelle Fiscal	"B"	1,21	12,71	1,53	0,74
Efluente Acequia	"C1"	1,73	————	54,55	7,98
Zona de Mezcla	"C2"	2,69	77,80	6,55	3,08
San Andres	"D"	4,93	28,91	3,60	2,60
Petro Peru	"E"	1,90	10,46	3,51	1,84
Pesquera Maya	"F"	10,19	14,04	6,03	3,14
Efluente Austral	"G1"	68,21	13,43	————	41,91
Muelle Pes. Austral	"G2"	6,93	18,04	5,32	2,58
Muelle Sipesa	"H"	18,04	23,78	4,78	3,11
Complejo La Puntilla	"J"	1,66	5,23	3,07	1,39
Playa Sto. Domingo	"K"	22,36	84,46	1,55	5,80
Playa Atenas	"N"	2,90	17,94	2,37	0,88
Al Sur Sto. Domingo	"L"	26,43	18,04	8,21	4,11

FUENTE : AREA DE HIDROQUIMICA Y PRODUCTIVIDAD

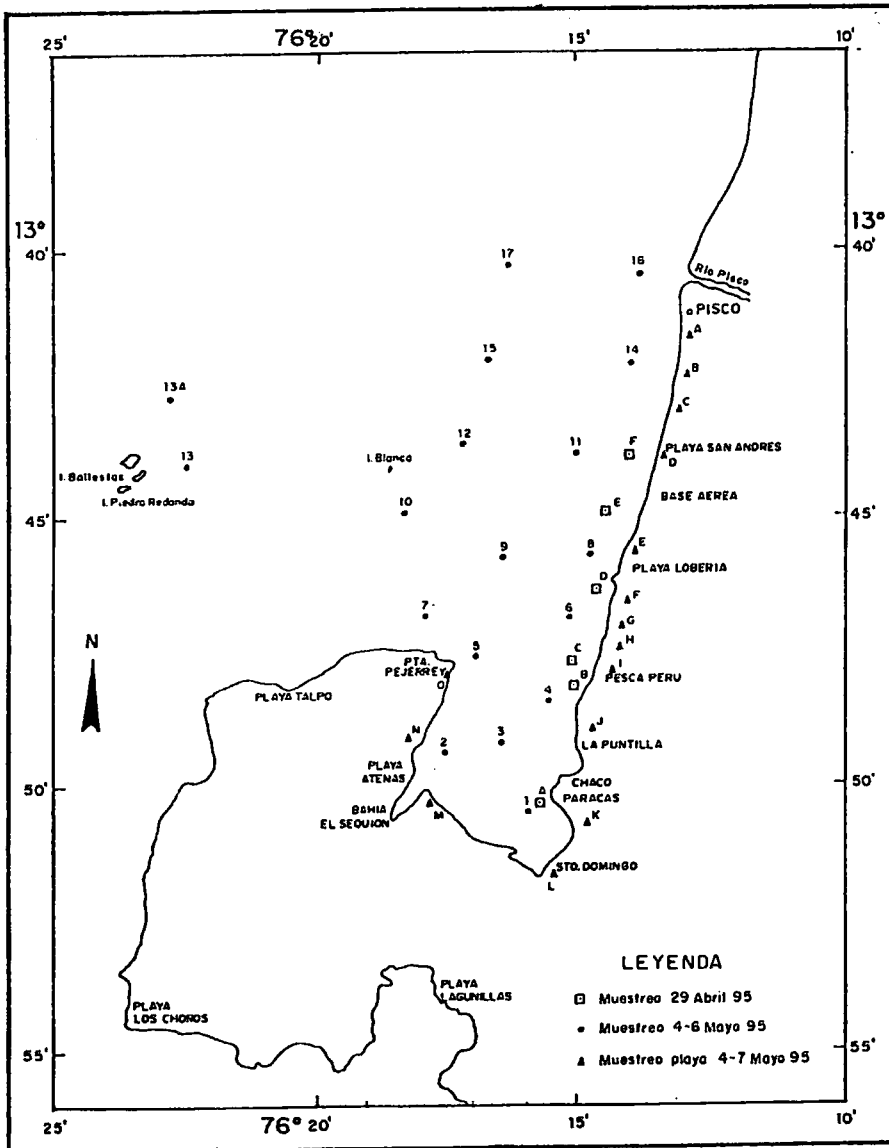


FIG. 1.- CARTA DE POSICIONES: 29 Abril, 4-7 Mayo 1995.

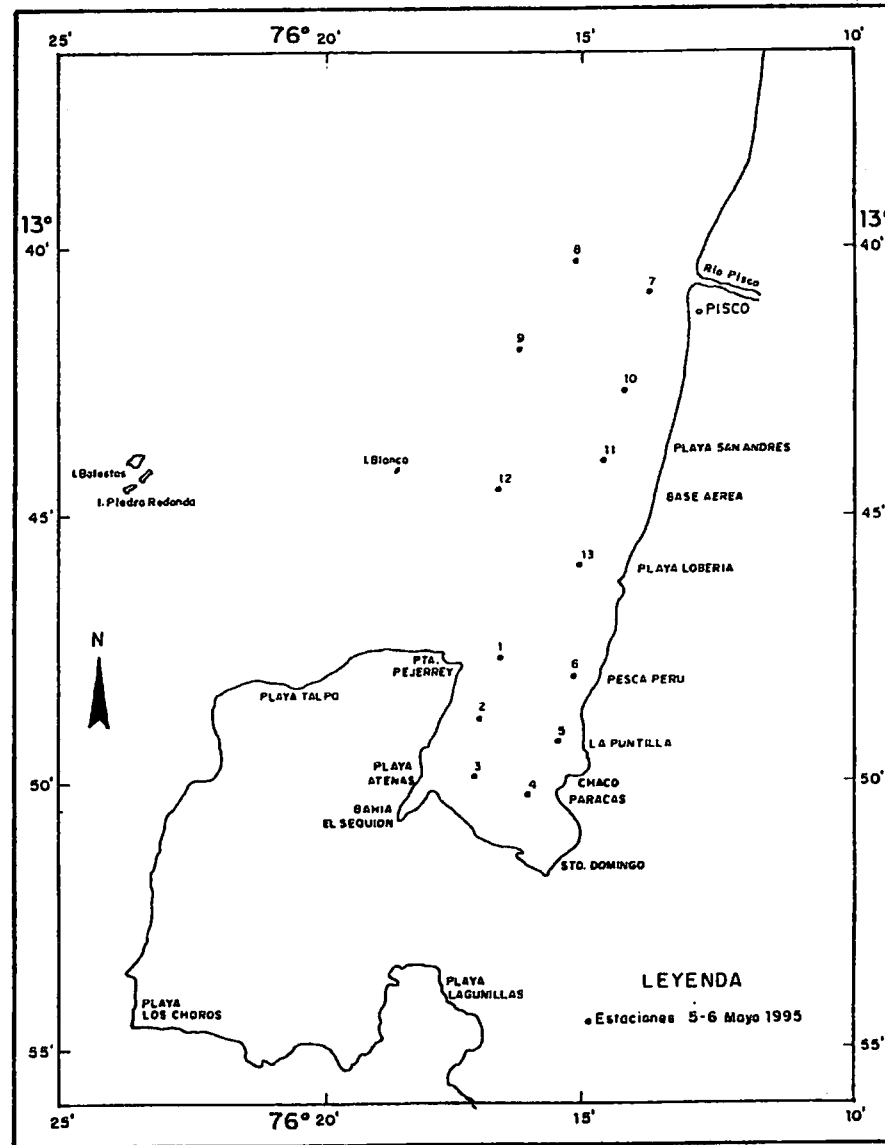


FIG. 2.- CARTA DE POSICIONES: Circulación Marina.

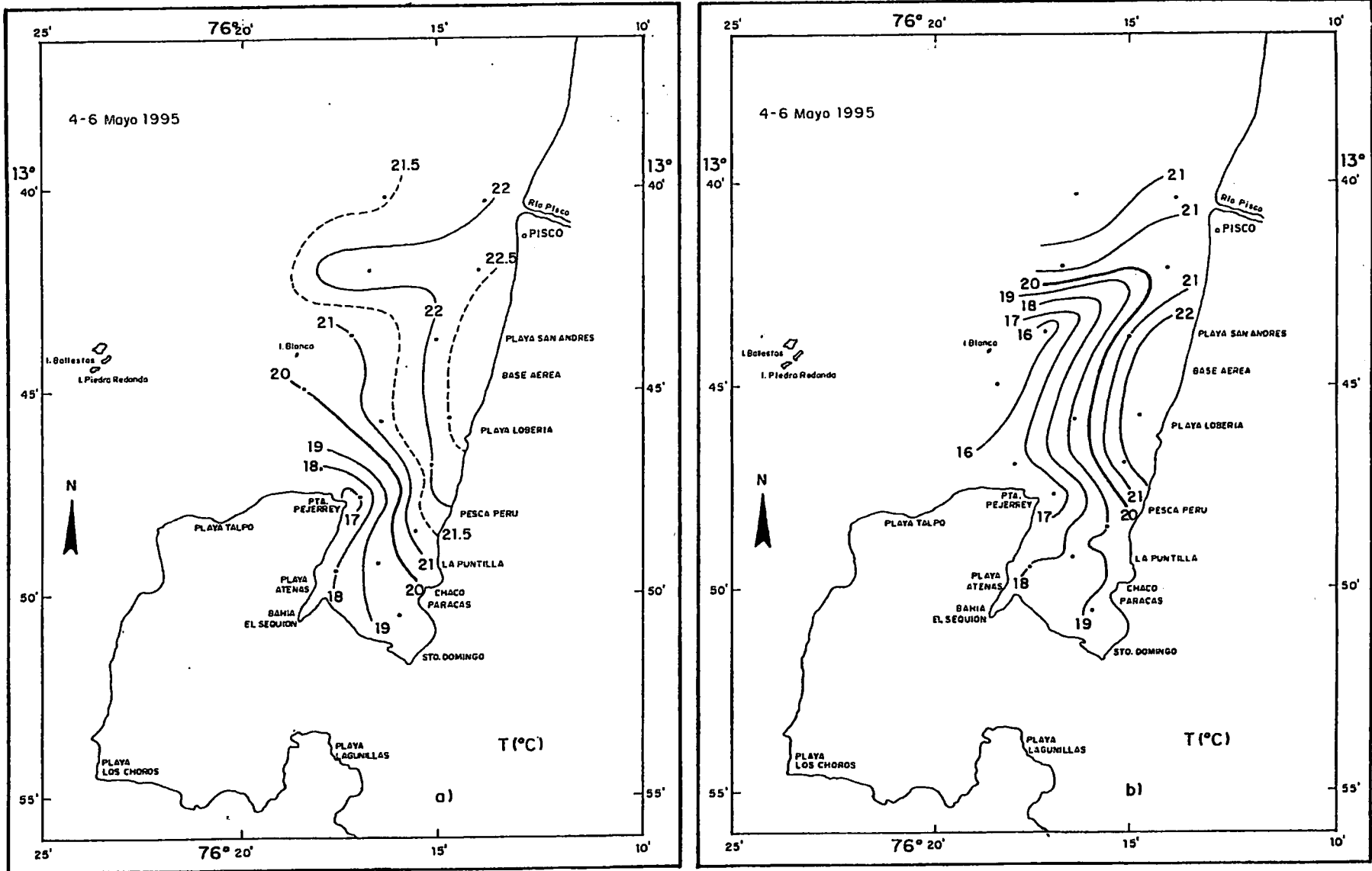


FIG. 3.- DISTRIBUCION DE TEMPERATURA (°C) EN: a) Superficie, b) Fondo.

" ESTUDIO DE LA VARAZON Y CONTAMINACION EN LA BAHIA PARACAS- PISCO "

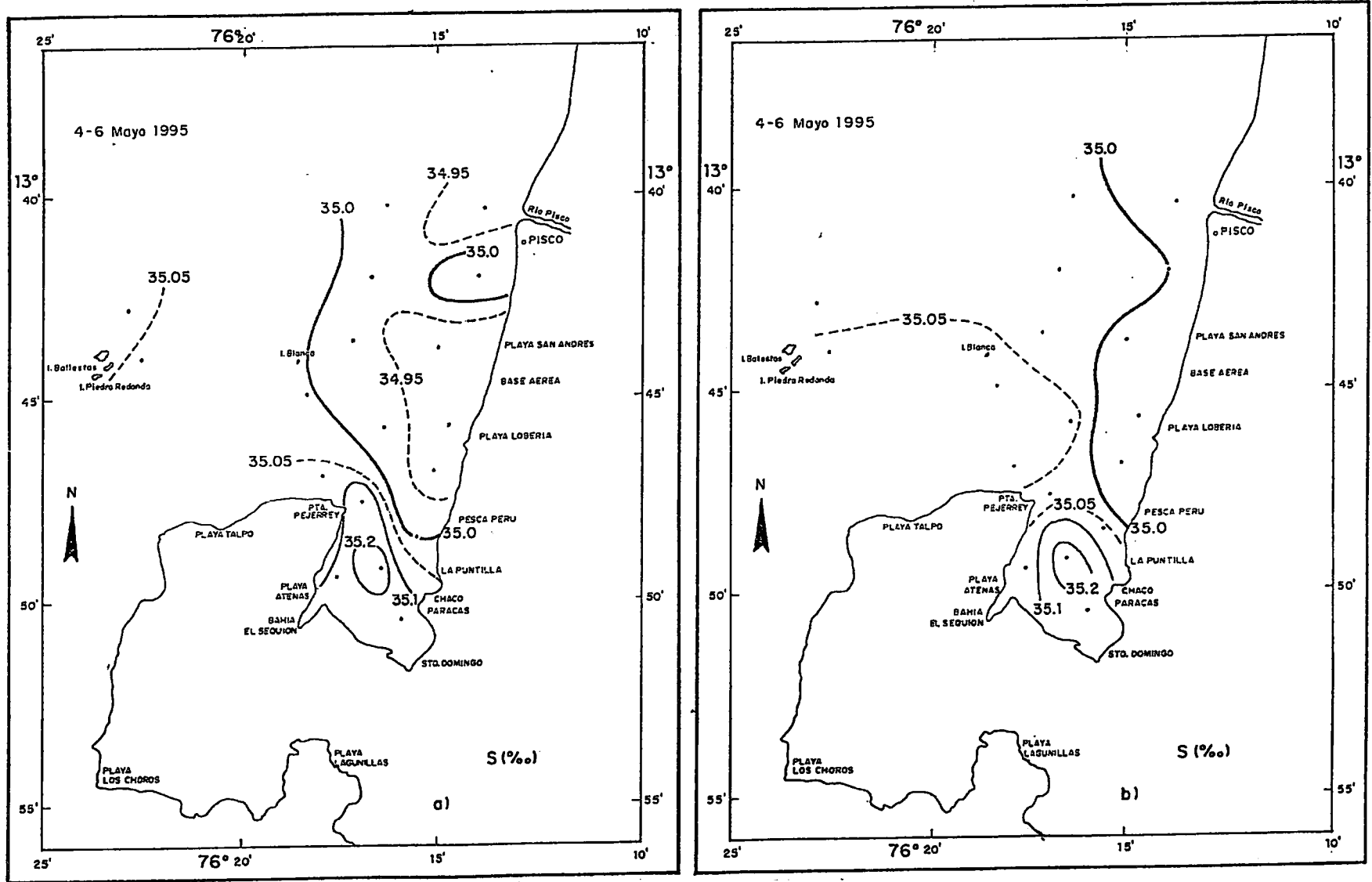


FIG.4.- DISTRIBUCION DE SALINIDAD (‰) EN: a) Superficie, b) Fondo.

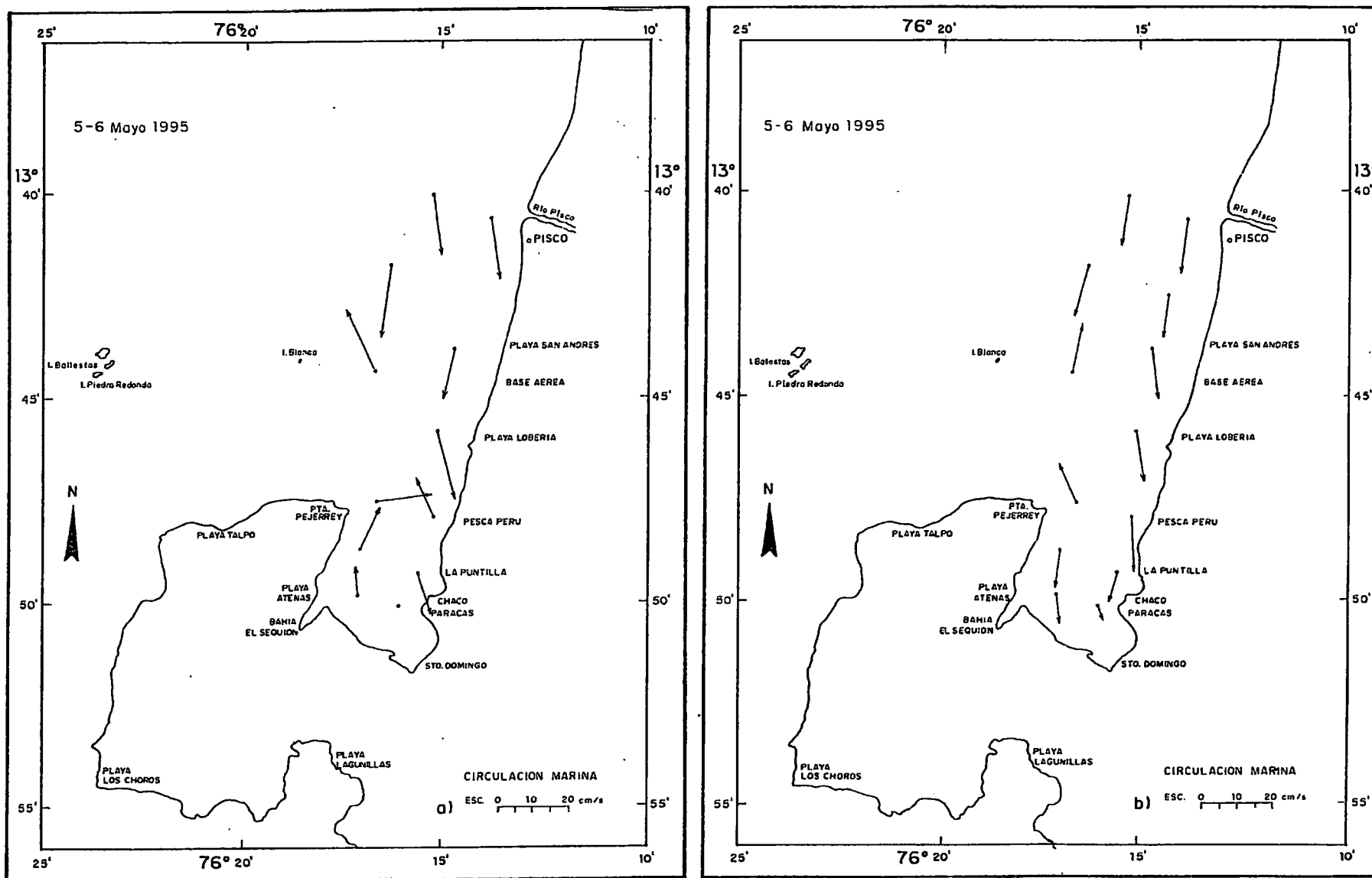


FIG. 5.- CIRCULACION MARINA : a) a 1m. de superficie, b) a 1m. del fondo.

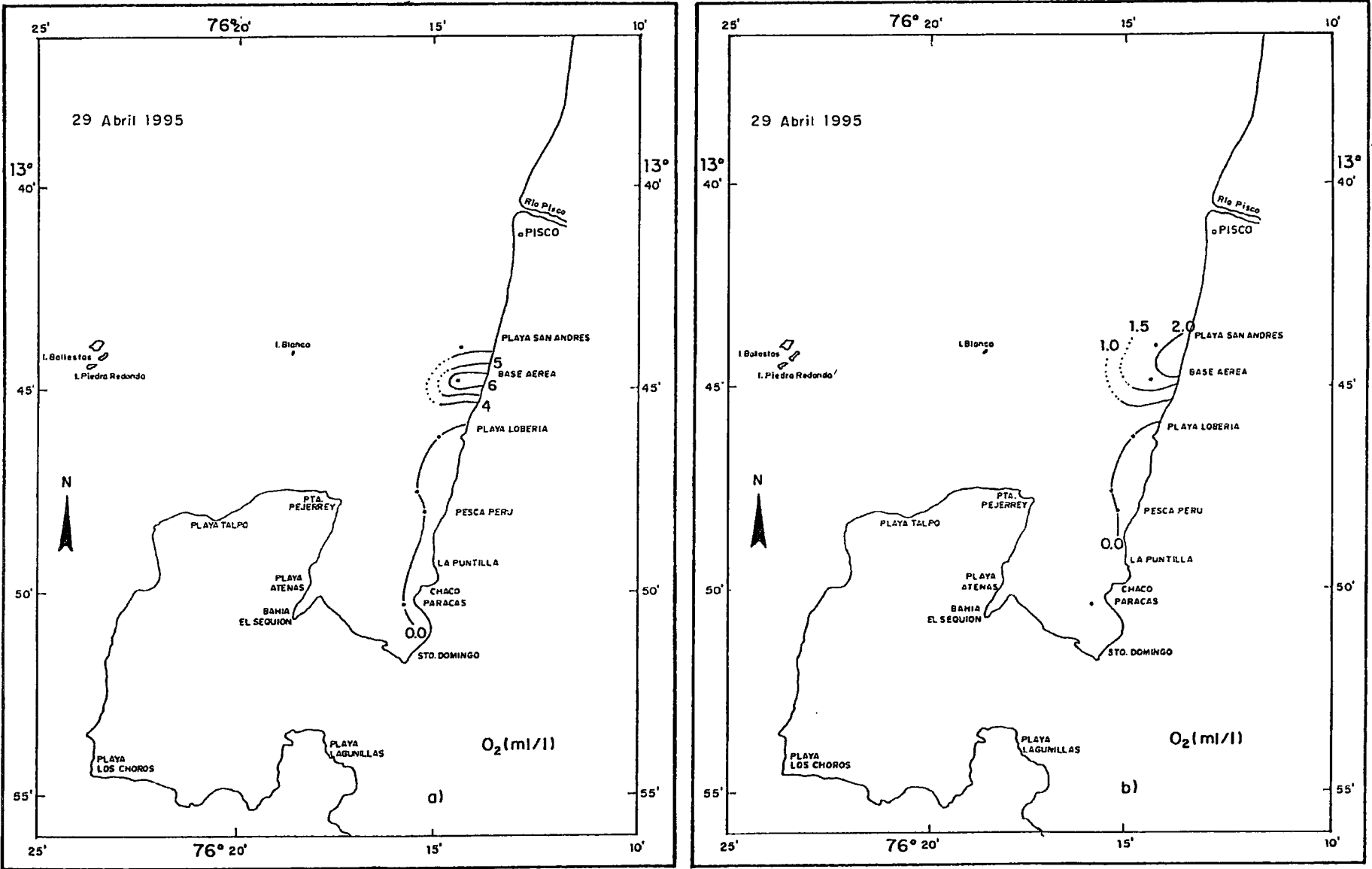


FIG. 6.- DISTRIBUCION DE OXIGENO EN : a) Superficie, b) Fondo.

Inf. Prog. Inst. Mar Peru N° 29
Abril, 1996

María Elena Jacinto et al.

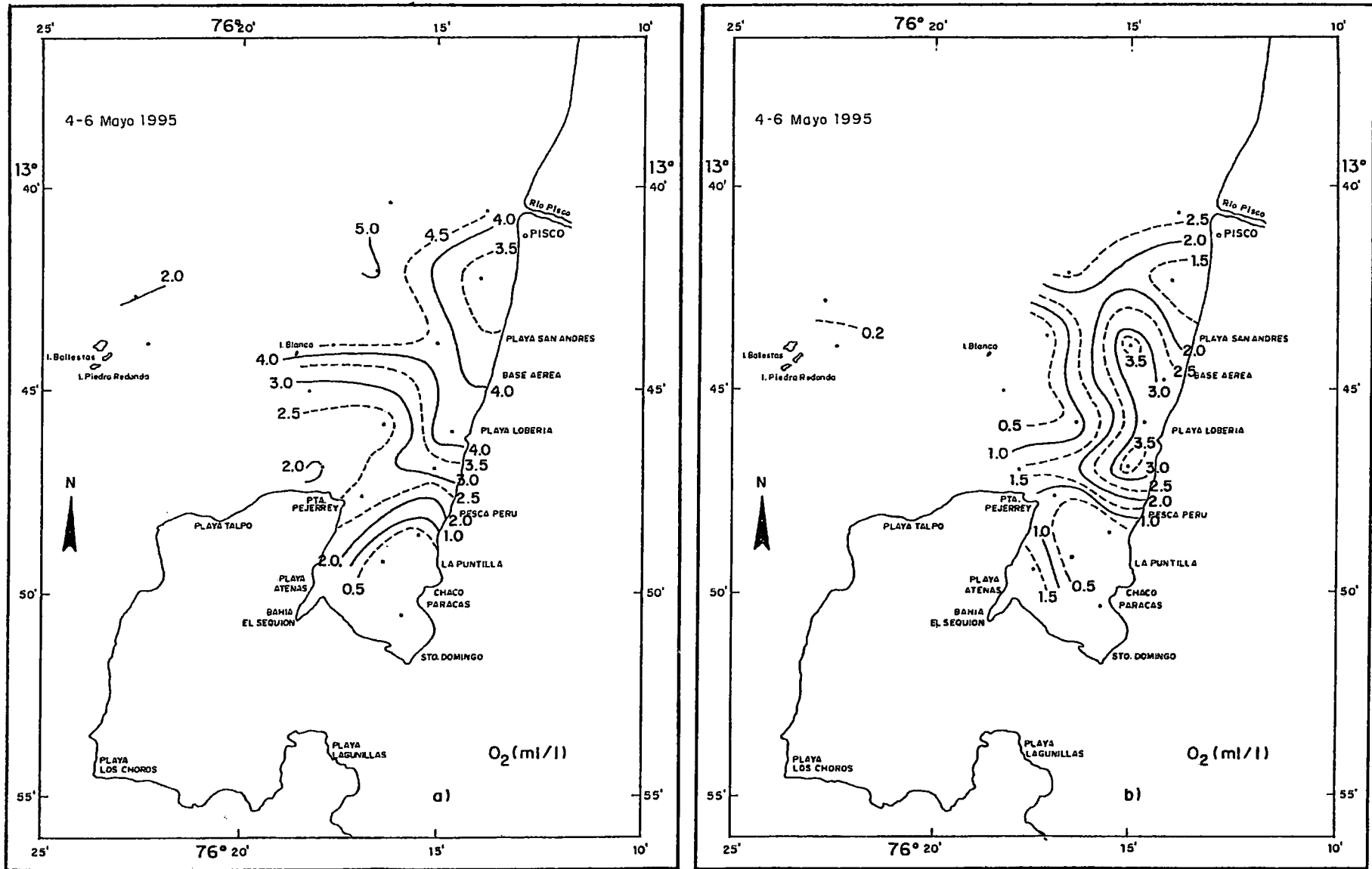


FIG. 7.- DISTRIBUCION DE OXIGENO EN: a) Superficie, b) Fondo.

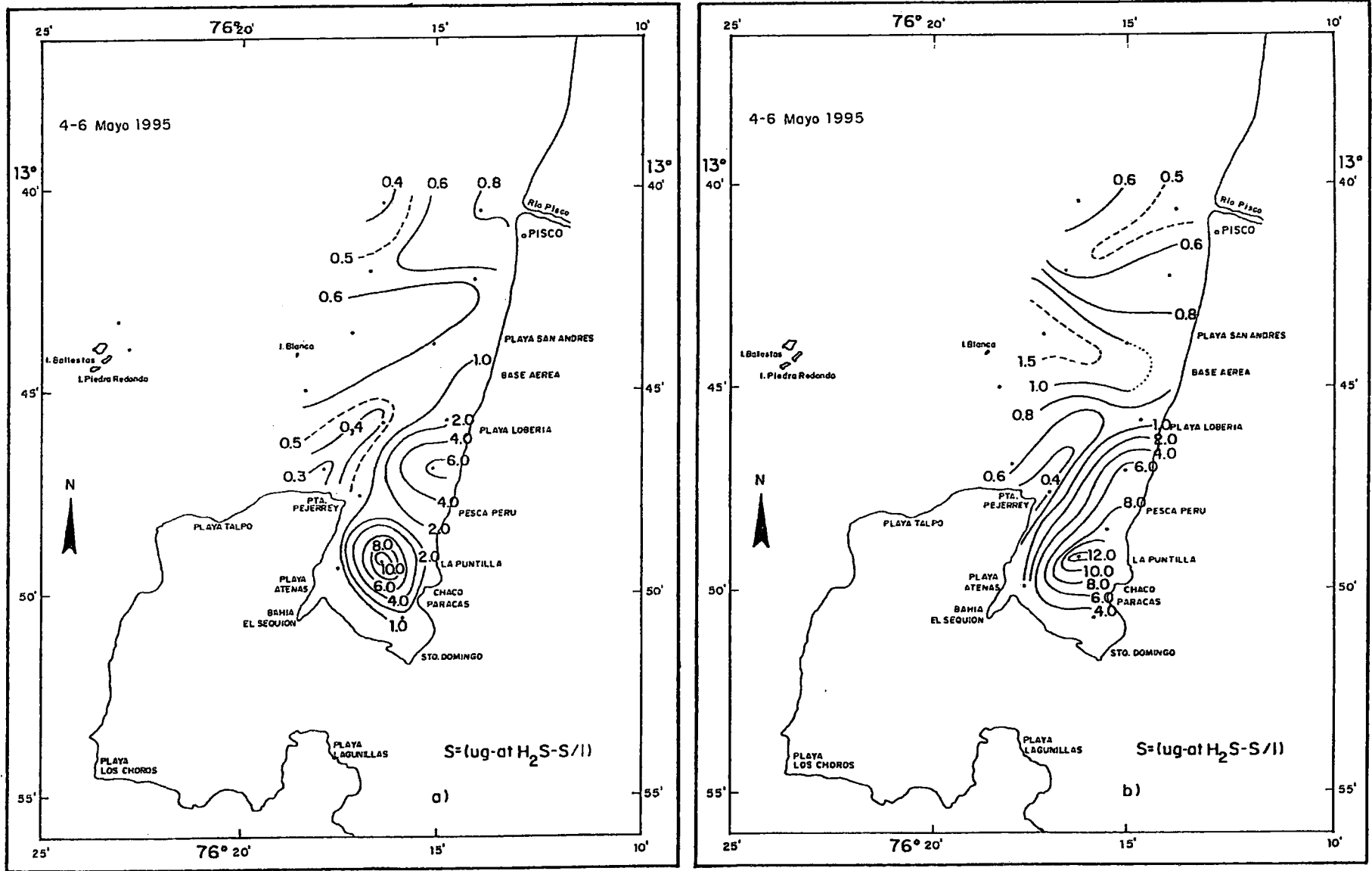


FIG. 8.- DISTRIBUCION DE SULFUROS EN : a) Superficie, b) Fondo.

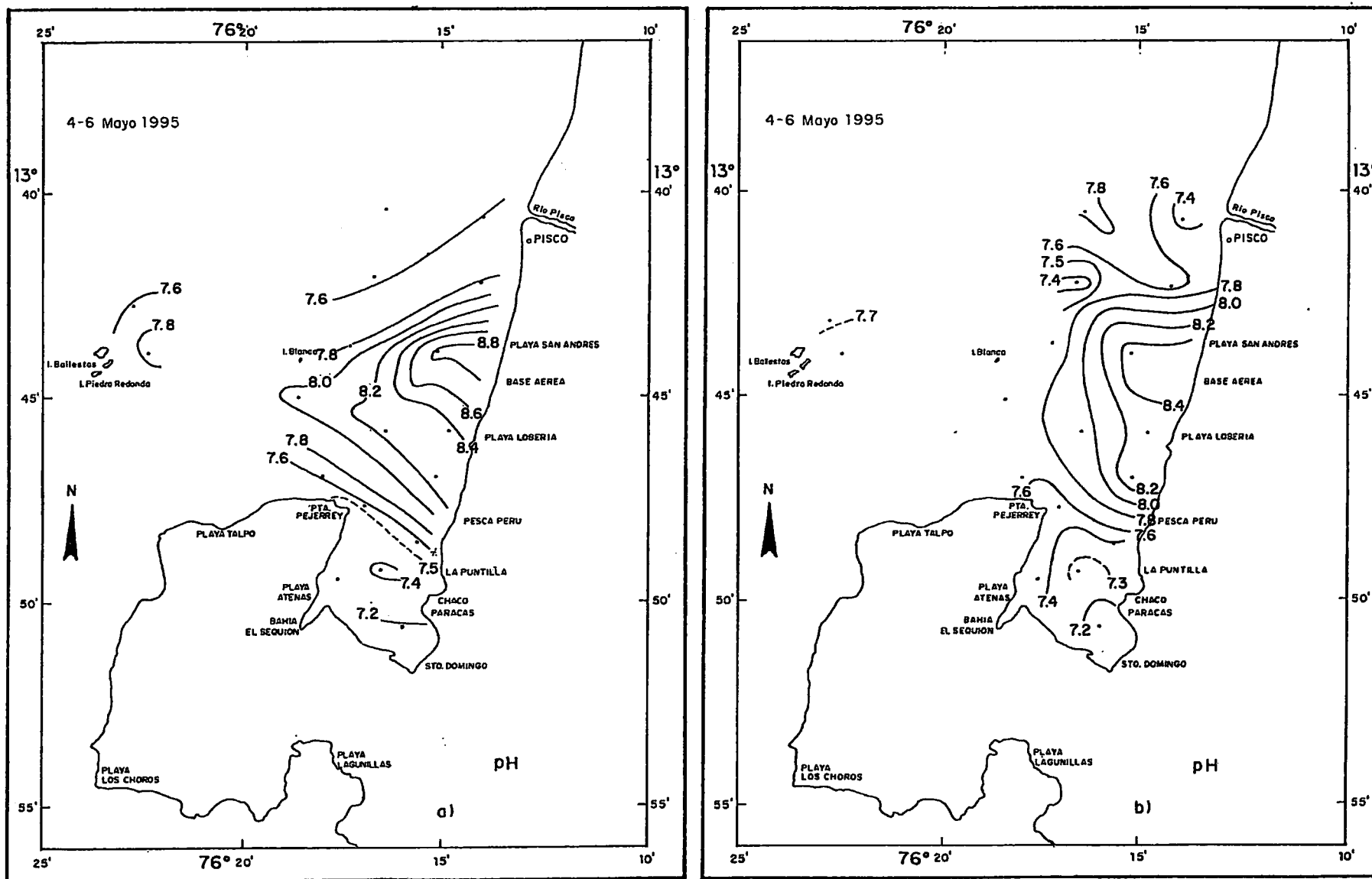


FIG. 9.- DISTRIBUCION DEL POTENCIAL DE IONES HIDRONIO EN : a) Superficie, b) Fondo.

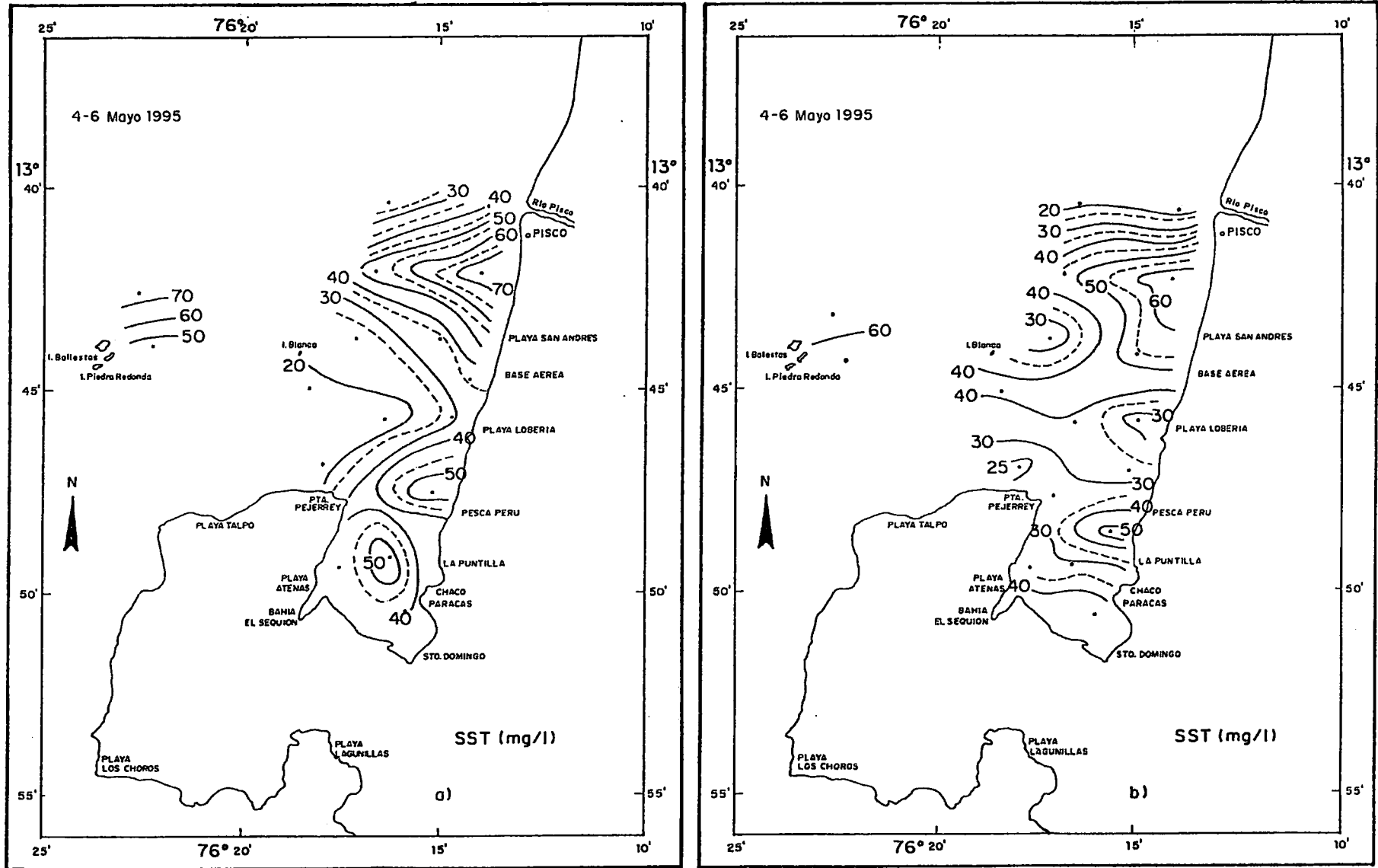


FIG. 10.- DISTRIBUCION DE SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSION EN: a) Superficie, b) Fondo.

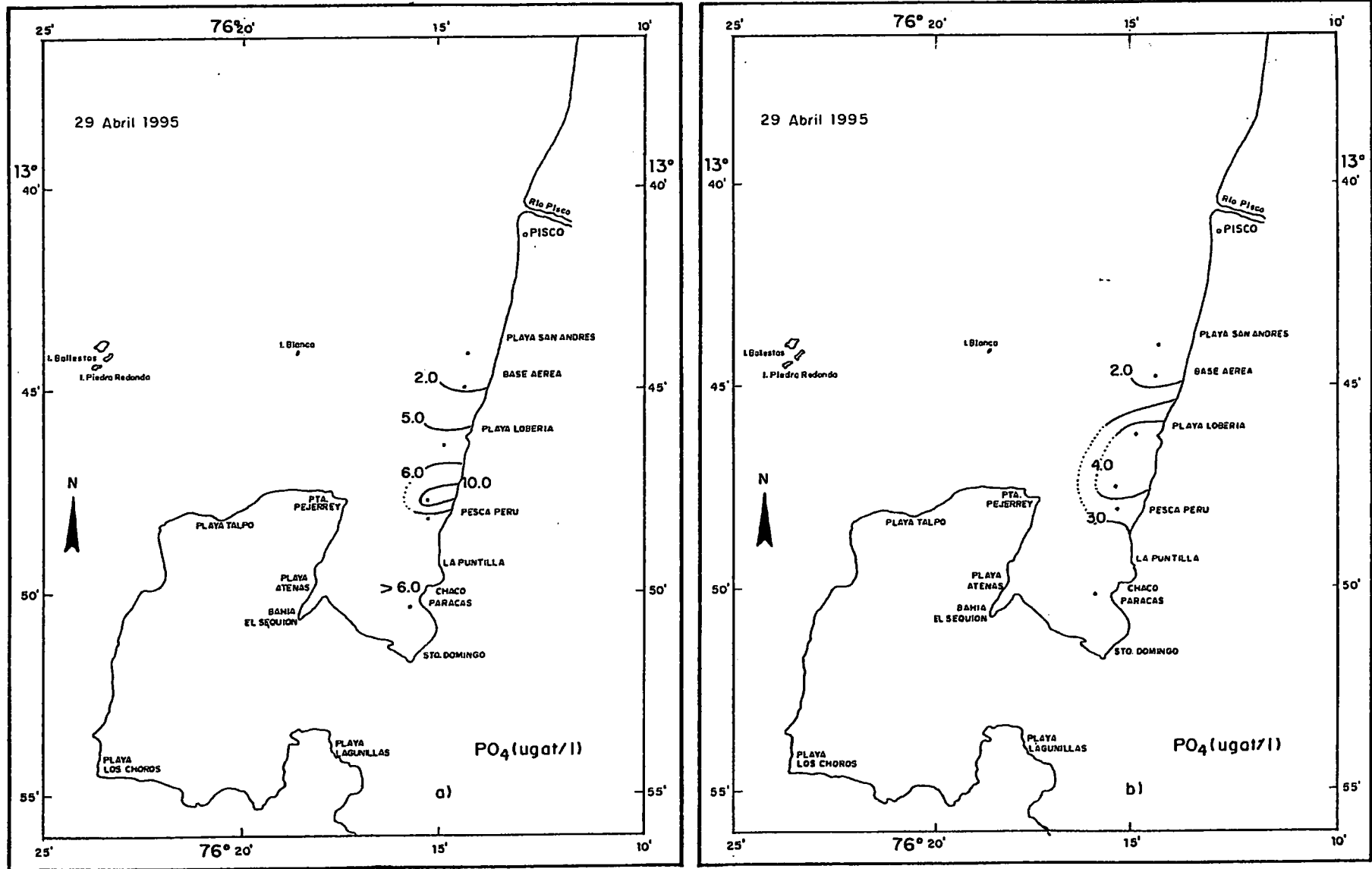


FIG. 11.- DISTRIBUCION DE FOSFATOS EN : a) Superficie, b) Fondo.

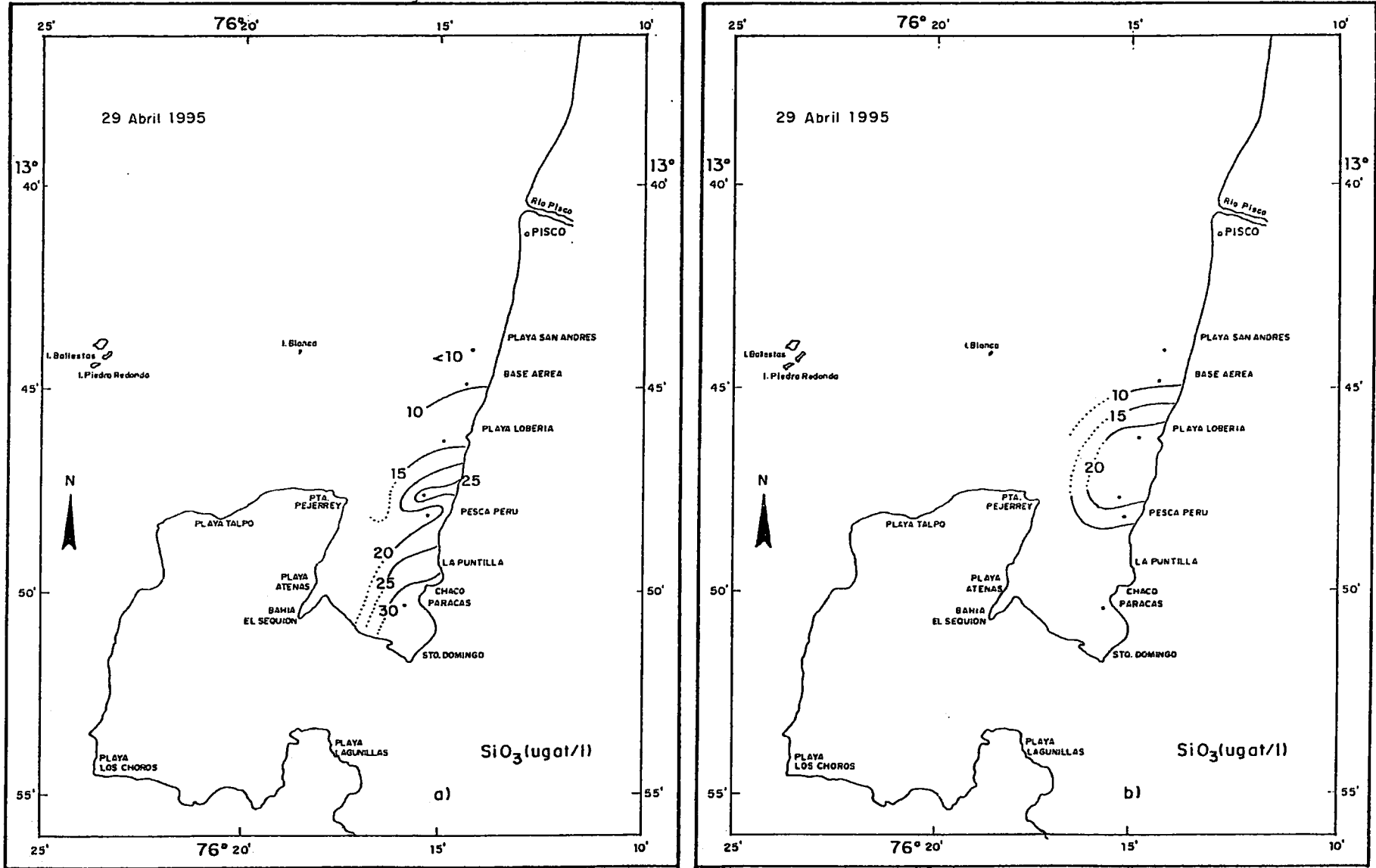


FIG. 12.- DISTRIBUCION DE SILICATOS EN : a) Superficie, b) Fondo.

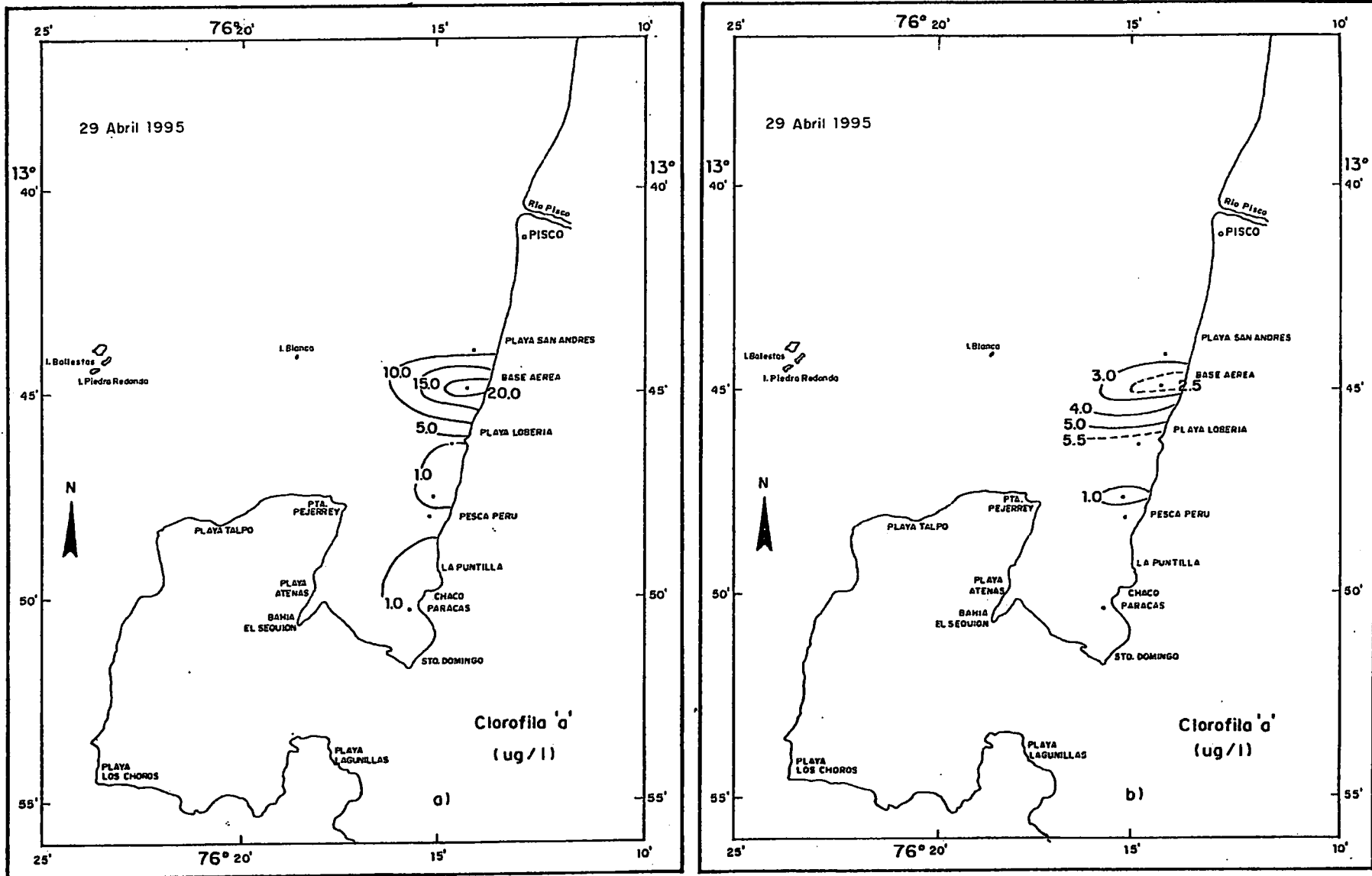


FIG. 13.- DISTRIBUCION DE CLOROFILA 'a' EN: a) Superficie, b) Fondo.

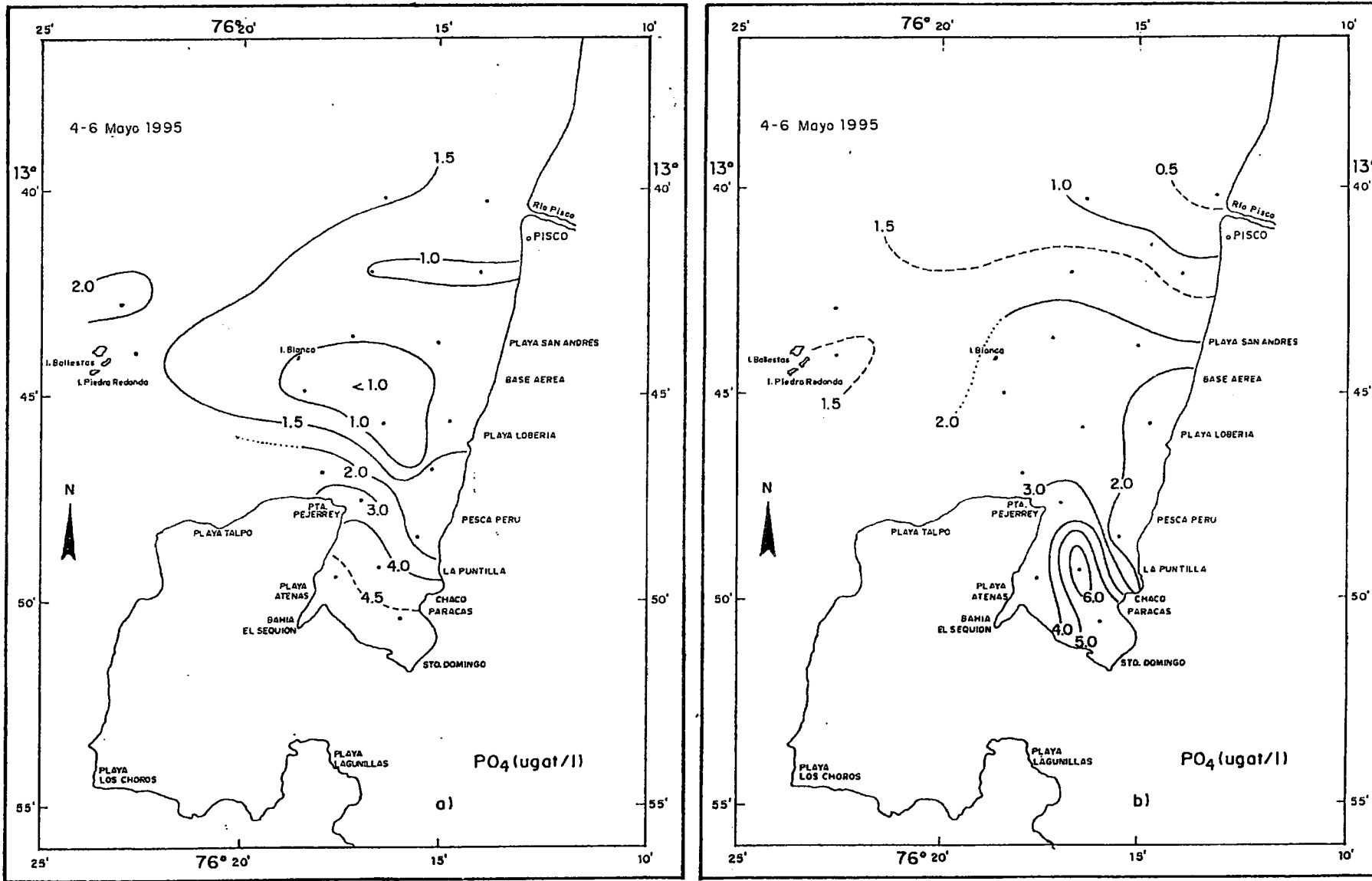


FIG. 14.- DISTRIBUCION DE FOSFATOS EN: a) Superficie, b) Fondo.

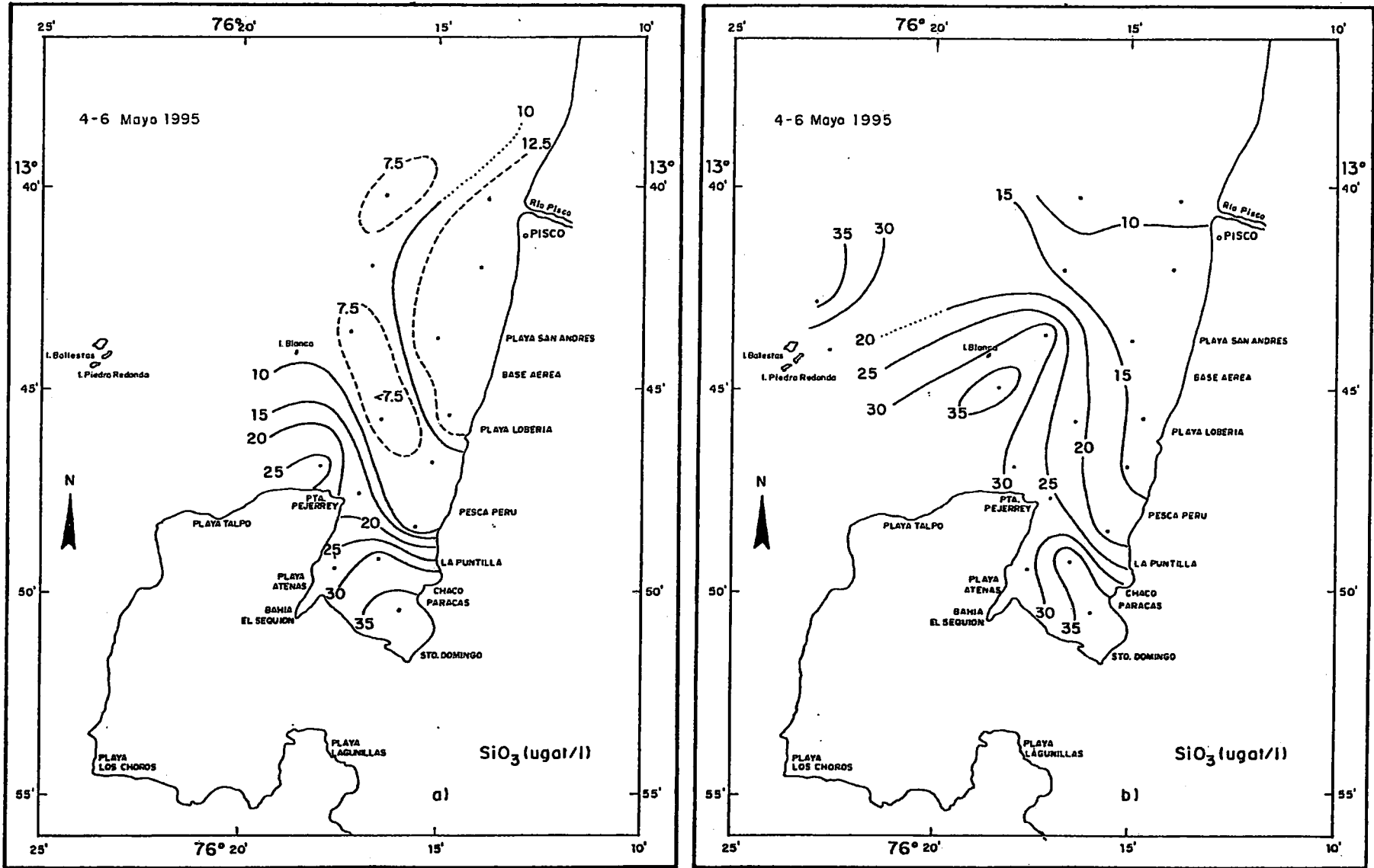


FIG.15.- DISTRIBUCION DE SILICATOS EN :a) Superficie, b) Fondo.

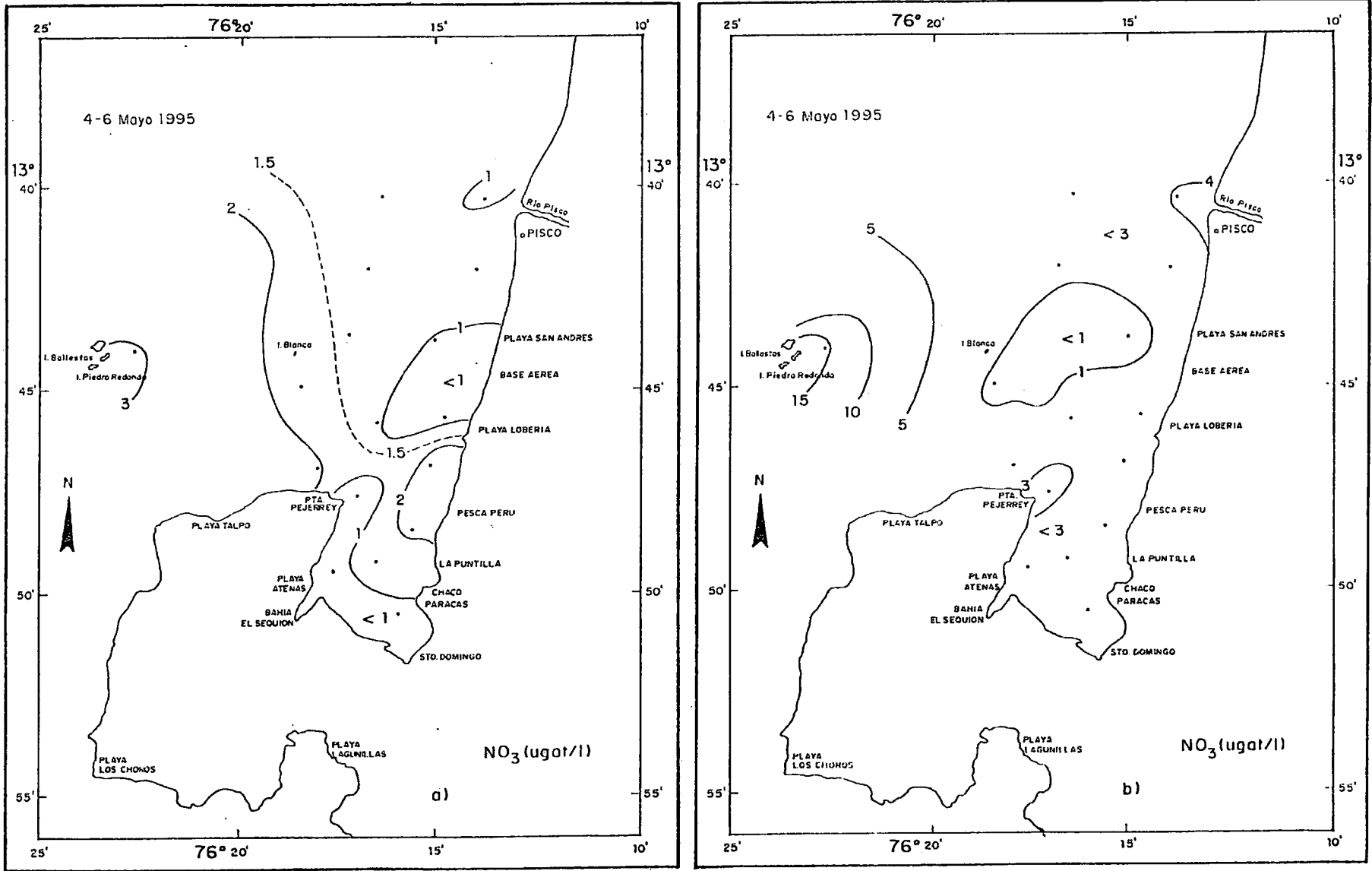


FIG. 16.- DISTRIBUCION DE NITRATOS EN: a) Superficie, b) Fondo.

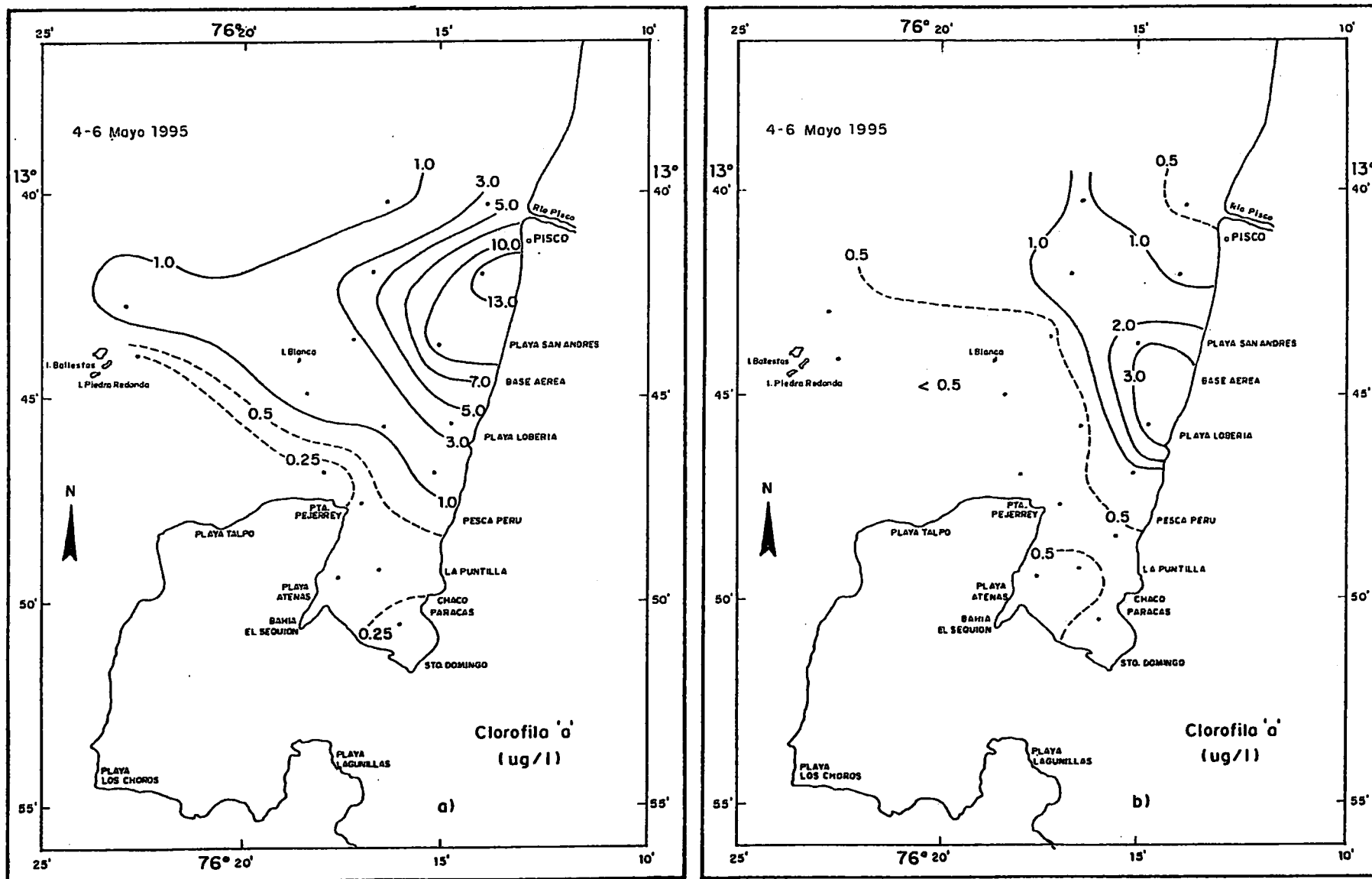


FIG. 17.- DISTRIBUCION DE CLOROFILA 'a' EN: a) Superficial, b) Fondo.

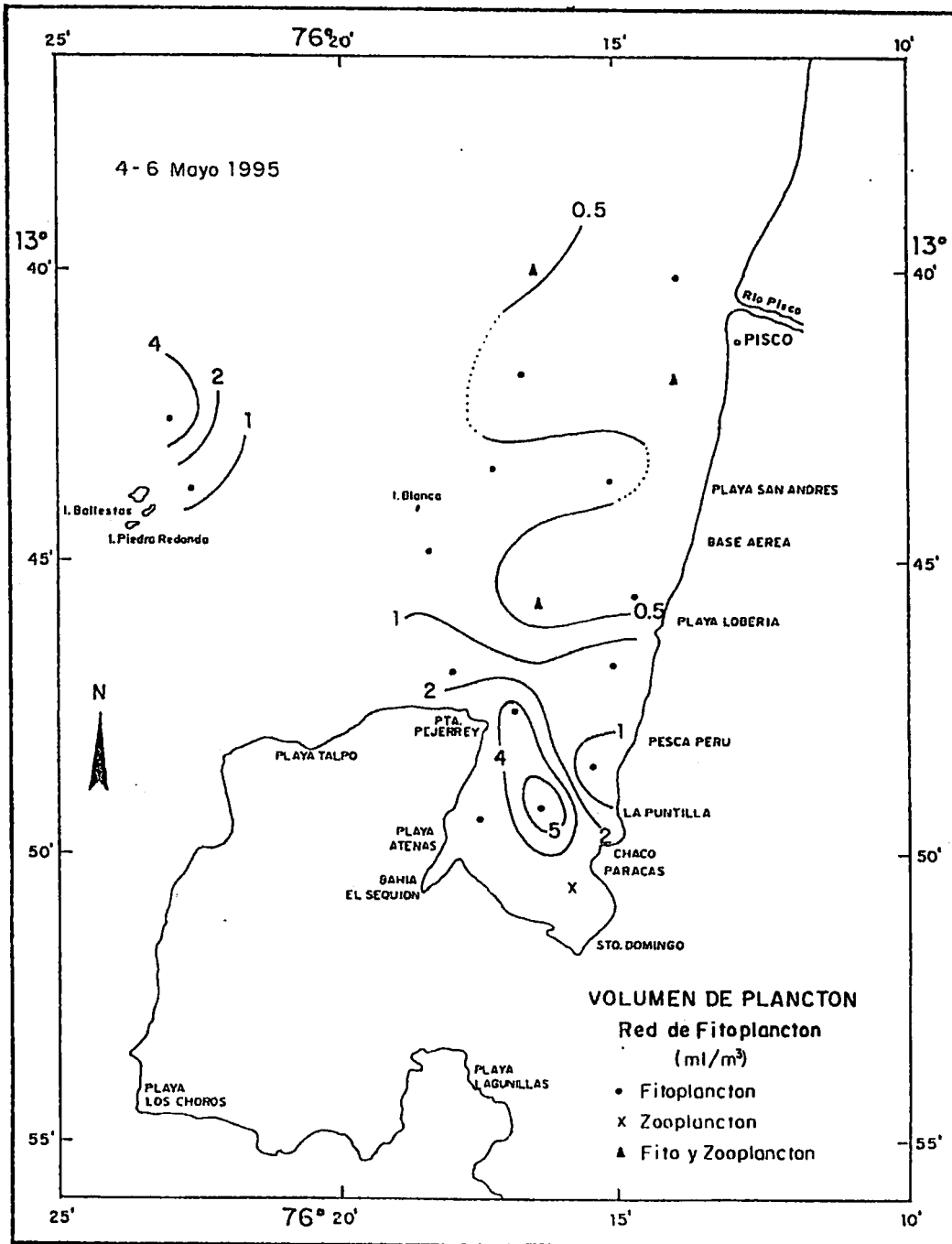


FIG. 18.- DISTRIBUCION SUPERFICIAL DE LOS VOLUMENES DE PLANCTON.

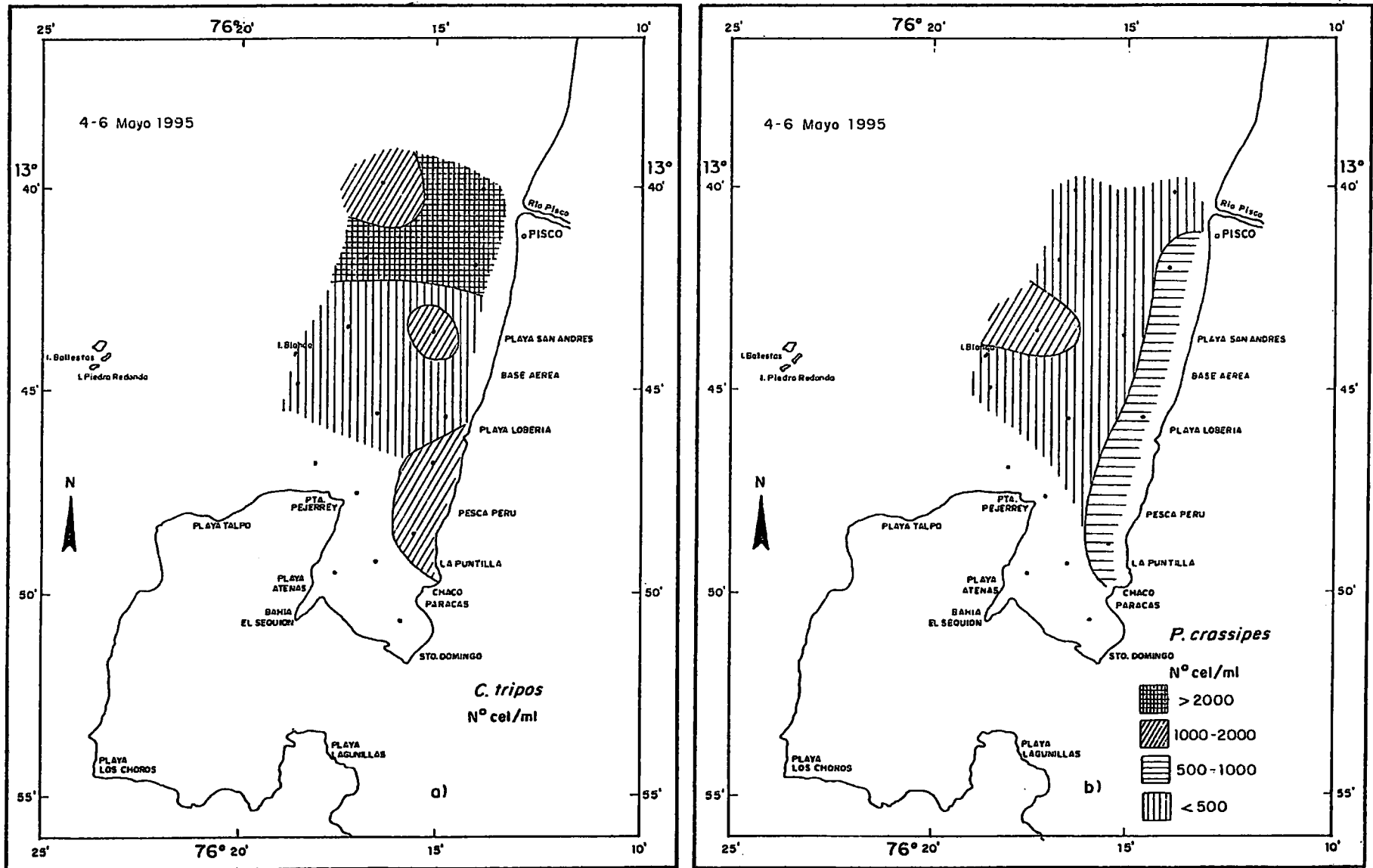


FIG. 19.-DISTRIBUCION SUPERFICIAL DE: a) *Ceratium tripos* (cel/ml), b) *Protoperidinium crassipes* (cel/ml).

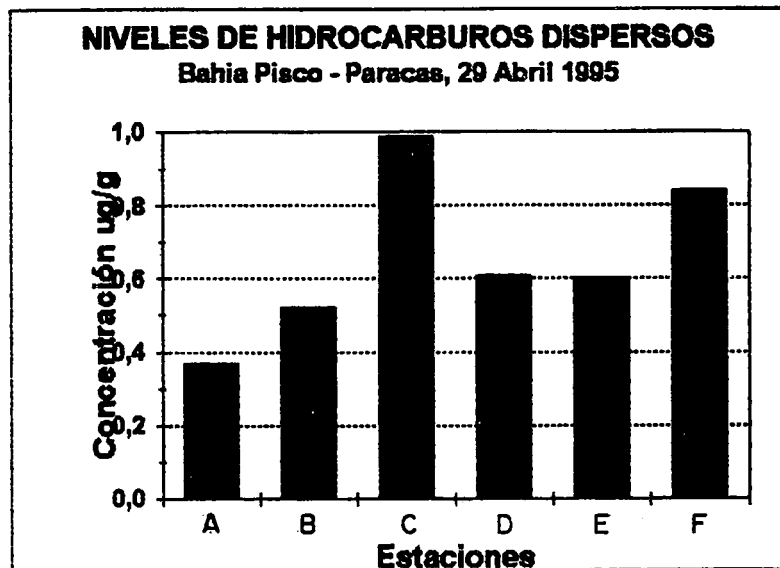


Fig. 20

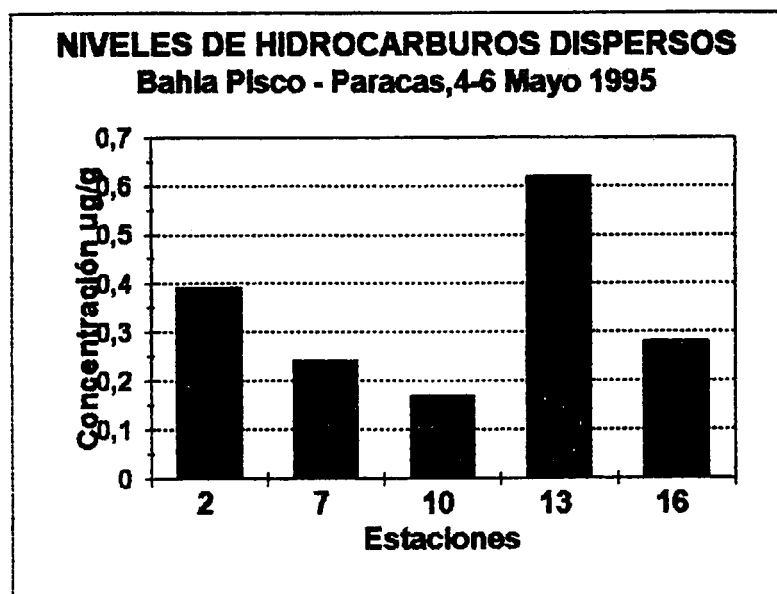


Fig. 21

*Impreso en VISUAL SERVICE S.R.L.
José de la Torre Ugarte # 433
Telf.: 442-4423 Lince
Lima-Perú*