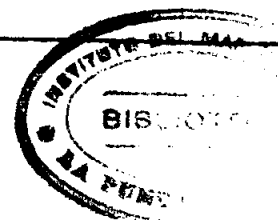


INSTITUTO DEL MAR DEL PERU



SERIE DE INFORMES ESPECIALES N° IM-142

910. 1973

INFORME DEL CRUCERO UNANUE 7202
CONDICIONES OCEANOGRAFICAS ANORMALES FRENTE AL
PERU EN EL VERANO DE 1972

Por :

- Salvador Zuta
- Wilfredo Urquizo
- Víctor Liendo

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INVENTARIO 2008

INDEP PERU 16653

Callao, Setiembre 1973

**IMARPE
INVENTARIO
2009**

**IMARPE
INVENTARIO
2011**



Instituto del Mar del Perú
Control Patrimonial

Informe Del Crucero Unanue 7202.
Condiciones Oceanográficas Anormales



5403407027

**IMARPE
INVENTARIO
2010**

PERSONAL PARTICIPANTE EN EL CRUCERO UNANUE 7202

<u>Nombre</u>	<u>Repartición o Institución</u>	<u>Etapas (s)</u>
Prof. Salvador Zuta R. [†]	División de Oceanografía	2
Ing°. Wilfredo Urquiza A. ^{††}	División de Oceanografía	1, 2
Ing°. Víctor Liendo C.	División de Oceanografía	1, 2
Tlgo. Alcides Mendoza V.	División de Extracción y Pesca Exploratoria	1, 2
Téc. Guido Carbajal D.	División de Oceanografía	1, 2
Téc. Alejandro Pérez V.	División de Oceanografía	1, 2
Téc. Hugo Ayzanoa V.	División de Oceanografía	1, 2
Pract. Hugo Treviño B.	U. N. San Agustín de Arequipa	1, 2
Pract. Daniel Oré V.	U. N. Federico Villarreal	1, 2
Pract. Luis Curotto L.	U. N. de Trujillo	1
Pract. José María Molina	U. N. de Trelew (Argentina)	1, 2

+ Jefe de Grupo de la Etapa 2

++ Jefe de Grupo de la Etapa 1

Etapas 1 : Callao-Ilo (15 al 24 Febrero 1972)

Etapas 2 : Callao-Cabo Blanco (27 Febrero al 13 Marzo 1972)

Abreviaciones : U. N. = Universidad Nacional

1.- Introducción

El crucero 7202 realizado a bordo del B.A.P. Unanue, tuvo como propósito principal efectuar observaciones sobre las condiciones oceanográficas en la región marítima del Perú y determinar si efectivamente estaba produciéndose un fenómeno anormal con características de El Niño, tal como insinuaban los datos de la "Operación Peladilla" llevada a cabo los días 24 y 25 de febrero de 1972. Por otro lado, formó parte de este crucero el programa de productividad del "Proyecto Multinacional" que se viene desarrollando desde 1971 con el auspicio de OEA.

El crucero se realizó del 15 de febrero al 13 de marzo de 1972, en dos etapas: La primera del Callao hacia el sur (15/24 de febrero), y la segunda del Callao hacia el norte (27 de febrero al 13 de marzo), con una duración total de 28 días, un recorrido de cerca de 5,000 millas náuticas a una velocidad media de 10 nudos y cubriendo el área comprendida entre los 3°30'S - 18°30'S hasta una distancia máxima de 210 millas de la costa, como se muestra en la Fig. 1.

El crucero 7202 resulta ser el primero que se haya llevado

a cabo cuando "El Niño" se encontraba en pleno proceso de desarrollo. Por esta circunstancia en el trabajo de campo se procuró obtener información suficiente sobre la orientación e intensidad de la lengua cálida, y en la presentación del trabajo consideramos conveniente abundar un poco en gráficos para dar un mejor panorama de la etapa inicial del fenómeno.

El análisis y los resultados de este trabajo sólo se refieren a la capa por encima de los 300 m de profundidad, en la que acontecen los principales fenómenos relacionados con El Niño.

Agradecemos a los señores R. Jordán y O. Guillén por sus sugerencias y observaciones al texto original.

2.- Generalidades y antecedentes

La Corriente Peruana, como parte del movimiento anticiclónico del Pacífico Sur, fluye hacia el norte y noroeste, con una bifurcación apreciable de noviembre a mayo, que da lugar a un ramal costero denominado Corriente Costera Peruana y un ramal oceánico denominado Corriente Oceánica Peruana, ambos de mayor intensidad en setiembre y mayor debilitamiento en febrero.

En el lado costero frente al Perú tiene lugar el afloramiento más pronunciado y tal vez el de mayor permanencia de todos los océanos. Mediante este fenómeno que es parte del sistema de circulación, se produce la renovación y enriquecimiento de las aguas de la capa superficial, enriquecimiento que a su vez favorece la formación de una fauna marina con características que le convierten en un vivero especial del Pacífico. El afloramiento costero se desarrolla principalmente alrededor de las latitudes de 5°, 8°, 12° y 15°S, en cuyas proximidades ocurre la más alta productividad marina. El afloramiento es más intenso en el invierno y más débil en el verano, siguiendo el régimen de los vientos alisios del sureste.

El frente ecuatorial originado por el encuentro de las aguas de la Corriente Peruana con las aguas superficiales de la región tropical, constituye un aspecto permanente al norte de los 5°S y es identificada por el cambio brusco de temperatura (con gradiente térmico alrededor de 0.7°C/10 millas) y de salinidad (alrededor de 1‰/10 millas) en la superficie del mar. Las aguas tropicales superficiales, destacadas con la isohalina de 34.5‰, normalmente avanzan hasta los 6°S, y

sólo en casos anormales pueden avanzar más al sur, generalmente entre noviembre y mayo, dando lugar al denominado fenómeno El Niño.

Sobre El Niño han hecho varios trabajos autores nacionales y extranjeros, aunque sin llegar a establecer una teoría comprensiva, principalmente por falta de datos adecuados y suficientes. Los trabajos de Bjerknes (1961, 1967) son los que han dado la mejor contribución hasta el momento, cuyas principales conclusiones resumimos como sigue :

- 1.- El Niño de 1941 y 1957 fue precedido por un debilitamiento general de los alisios del Pacífico Norte, lo que dio lugar a una profundización de la termoclina y una elevación de la temperatura superficial hacia las costas de América y norte del Ecuador.
- 2.- Una circulación termohalina transecuatorial al este de las Galápagos, puede transportar un gran volumen de agua superficial de alta temperatura al Hemisferio Sur en los años de termoclina profunda.
- 3.- El transporte transecuatorial tiende hacia el Perú por acción de la fuerza de Coriolis, y sólo los alisios del sureste se oponen a este movimiento. De aquí que la apa

rición de un Niño pronunciado tiene como pre-requisito un debilitamiento, más de lo normal, de dichos alisios.

4.- En El Niño de 1891 el agua caliente superficial procedió del oeste, al sur de las Galápagos, y por lo tanto es de suponer que hubo un debilitamiento extremo de los alisios del sureste.

5.- El Niño de 1925 no fue precedido por un debilitamiento de los alisios del Pacífico Norte, y posiblemente la predominancia de los vientos del NW en Balboa hayan producido este fenómeno.

3.- Sistema de obtención y tratamiento de los datos

Las observaciones se extendieron hasta la profundidad máxima de 1000 m. Se realizó un total de 112 estaciones, de las cuales 56 fueron batitermográficas (BT y muestras de superficie) y 56 hidrográficas (41 con observaciones entre 0-100 m, 7 entre 0-300 m y 8 entre 0-1000 m), cuya ubicación se da en la Fig. 1, en la que también se muestra el lugar de observación con la boya-paracaídas, al sureste de la isla Lobos de Afuera (Fig. 1,a). En casi todas las estaciones se recolectaron muestras biológicas, y en todas se hicieron observaciones me-

teorológicas complementarias. En el Cuadro "A" del Anexo 1 se dá el resumen de los tipos de datos o muestras (+) obtenidos en las 112 estaciones.

En los lanzamientos hidrográficos, hasta el nivel de 150 m las botellas Nansen llevaron 2 termómetros reversibles protegidos, y a mayores profundidades llevaron 3 termómetros reversibles (2 protegidos y 1 no-protegido).

Las muestras de oxígeno fueron analizadas a bordo siguiendo el método de Carritt y Carpenter (1966). Las de salinidad también fueron analizadas a bordo con el salinómetro australiano Mod. 601-MK/III. Las muestras de nutrientes (fosfatos, silicatos y compuestos de nitrógeno) y de clorófila "a" (filtradas), fueron conservadas en una congeladora para ser analizadas en tierra por el método de Strickland y Parson (1965). Las muestras de carbono-14, después de permanecer 24 horas en las incubadoras, fueron filtradas para su conteo posterior en tierra. Las muestras biológicas fueron preservadas en formol para su análisis en tierra.

Durante el recorrido se hizo un registro continuo de la temperatura superficial del mar mediante el termógrafo Taylor, y se mantuvo en funcionamiento el ecosonda Simrad 512-15, en la

escala de 0-125 m, para la observación de peces pelágicos. El ecosonda Simrad 513-1 sólo se usó para determinar la profundidad del lugar en las estaciones.

Las correcciones de temperatura y cálculo de la profundidad hasta 300 m se realizaron a bordo. Y para el análisis de los datos se han preparado tablas, gráficos horizontales y verticales de temperatura, salinidad y oxígeno, así como topografía de isotermas, distribuciones isentrópicas en la superficie de $\sigma_t = 25.0$, diagramas-Montgomery, etc.

4.- Aspectos meteorológicos

Los vientos fueron débiles en casi toda el área observada, con velocidades generalmente menores de 5 m/seg (10 nudos) y grandes zonas de calma en el área de extensión del agua cálida del norte (Fig. 10), corroborando una vez más lo planteado por Bjerknes (1961, 1967). Los vientos más débiles se presentaron en el lado costero al sur de Pta. Aguja, y lejos de la costa más al norte, en ambos casos asociados a las presiones atmosféricas más bajas. Las direcciones predominantes fueron de S y SE. Vientos débiles del N, NE y NW sólo se pre

sentaron en las estaciones 58, 59 y 64 al norte de los 5°S, estaciones 81, 83, 84, 85 y 88 frente a Pimentel, las estaciones 35 y 37 entre los 12-14°S y las estaciones 5, 19 y 26 al sur de los 15°S.

El cielo se presentó parcialmente nuboso, generalmente. Sólo en las zonas de las grandes precipitaciones acompañadas de descargas eléctricas y truenos, el cielo apareció oscuro, con características propias de la convergencia intertropical, muy especialmente en la estación 60, entre las estaciones 69-70, 71-72, 87-89 y con menor intensidad en las estaciones 93-96. Aparentemente la convergencia intertropical se desplazó muy al sur del ecuador geográfico, aproximadamente hasta los 7°S, asociada al avance hacia el sur del agua tropical, de la cual se habla más adelante. La visibilidad fue generalmente buena, y regular en la zona de las altas precipitaciones. Consecuente con los vientos débiles se presentaron suaves olas superficiales, principalmente al norte de los 5°S. Entre las estaciones 60-70 fue interesante un mar de leva de aproximadamente $1\frac{1}{2}$ m de amplitud y 16 seg de período.

La temperatura del aire de las inmediaciones fue generalmente

mayor que la de la superficie del mar en la parte costera asociada a los afloramientos, y fue generalmente menor que del mar en la parte ocupada por las aguas procedentes de la zona ecuatorial y tropical. En las estaciones 58, 59, 64, 69, 74 y 83, la temperatura del aire alcanzó valores tan altos como de 28.5 a 32.5°C, y fue en la estación 64 donde se presentaron los máximos absolutos de la temperatura del aire (32.5°C) y de la superficie del mar (29.3°C).

5.- Características biológicas

En esta parte sólo queremos referirnos de una manera general a algunos aspectos saltantes de las observaciones visuales de tipo biológico y de los ecogramas. El análisis completo de los datos biológicos será hecho por el grupo de Biología.

En el área de proyección de la lengua del norte y especialmente al norte de los 7°S, se observó gran número de peces voladores, tortugas grandes procedentes de las Islas Galápagos, globicéfalos, ballena, pez martillo, rayas, manta y bonito. Más al sur se encontró bonito, peces de color tipo tiburón (de aproximadamente 70 cm de longitud), y en los bordes y fuera del área ocupada por las aguas ecuatoriales se observó una

gran manada de delfines, anchoveta grande y chica. La anchoveta pequeña fue observada en apreciable cantidad cerca de la costa frente a Huacho-Callao. La anchoveta grande apareció en gran cantidad frente a Pta. Doña María-San Juan y en una pequeña franja frente a Chimbote, cerca de la costa en ambos casos. Frente a Huacho-Callao el ecosonda registró, por otro lado, los mejores trazos de peces.

No se hizo identificación de aves; pero observaciones inmediatas precedentes a este crucero indicaron ya que las islas y puntas al norte de los 10°S estaban siendo abandonadas por las aves guaneras, a lo que tendría que seguir una mortandad en los polluelos y una reducción notable en la población aviera, como lo ocurrido en fenómenos similares (Jordán y Fuentes, 1966).

Las aguas de color verde-petróleo se presentaron generalmente con temperaturas menores de 23°C. Las aguas de color azul se destacaron con temperaturas mayores de 25°C. A la salida del Callao, rumbo a la estación 36 (Fig. 1), se atravesó durante 45 minutos un área de aguaje, de color marrón intenso frente a San Lorenzo, con gran cantidad de meduzas, al

tiempo que el termógrafo registraba un aumento rápido de 20.0 a 21.3°C. En el sur, en la estación 18 frente a Atico, también se observó aguaje, y fue justamente en esta estación donde se encontró el más alto contenido de oxígeno disuelto en la superficie del mar (Fig. 5).

6.- Características físicas y químicas

Aquí sólo tratamos de la distribución de temperatura, salinidad y oxígeno, dejando los nutrientes y la productividad marina para tema del grupo de Química y Productividad. Los datos de temperatura y salinidad son los elementos básicos en este análisis de las condiciones observadas en el mar.

En las Figs. 2 al 4 se destaca la extensión hasta los 10°S de la lengua procedente del norte, afectando el área costera con salinidades menores de 34.5‰ y temperaturas de 3 a 5°C por encima del promedio (1928-69). Al sur de dicha latitud se destacan las aguas subtropicales superficiales bastante próximas a la costa, especialmente frente a Huarmey (40 millas) y Mollendo (15 millas), con temperaturas también mucho más altas de lo normal, que dieron lugar a desviaciones tér-

hasta de $+4.3^{\circ}\text{C}$ frente a Atico y $+6.8^{\circ}\text{C}$ frente a Mollendo-Ilo. Sólo frente a Pisco-San Juan, Atico-Mollendo y sur de Ilo, donde se desarrolló un fuerte afloramiento por encima de los 75 m (Fig. 16, 17 y 18), se presentaron temperaturas más bajas de lo normal, con desviaciones hasta de -2.3°C frente a Pta. Doña María.

El afloramiento de menor intensidad y por encima de los 25 m (Fig. 14) frente a Huacho-Callao, mantuvo la temperatura de esta parte muy cerca del promedio patrón.

En las proximidades del área de afloramiento costero se presentaron núcleos de alto o bajo contenido de oxígeno (Fig. 5), destacándose los de alto contenido con valores mayores de 6 ml/L frente a Huarmey, Callao y Atico, y los de bajo contenido con valores menores de 4 ml/L frente a Huacho y San Juan.

Las aguas superficiales de las zonas ecuatorial y subtropical aparecieron con valores de oxígeno menores de 5 ml/L. Valores mayores se presentaron en la parte costera, principalmente entre Talara y Supe.

Según las Figs. 4, 6, 8 y 9, la lengua del norte, con características de El Niño, avanzó en dirección sureste y al encontrarse con las aguas subtropicales superficiales originó un

frente halino muy intenso frente a Chimbote-Huarmey, en una franja de 60 millas de ancho. Parece que el avance de la lengua cálida estuvo favorecido en una buena parte por la extensión sur de la Corriente Cromwell, destacada con la isolínea de 80 m en la Fig. 9 y que también se reflejó notablemente (originó ciertas dificultades) en los ángulos de cable de los lanzamientos hidrográficos de las estaciones 59 y 74 (ver ubicación en la Fig. 1). Parte del flujo de El Niño parece haberse integrado por el lado de la costa (Fig. 8) a la Corriente Costera que todavía estuvo presente en este instante de avance del fenómeno anormal. Otra parte del mismo flujo posiblemente se haya integrado a la Corriente Oceánica, en el lado más alejado de la costa. El espesor de la napa o capa de mezcla (Fig. 7) destaca entre otras cosas las áreas costeras frías relacionadas con el afloramiento y la Corriente Costera, y dos núcleos de máximo espesor, uno frente a Pta. Aguja y otro frente a Salaverry, posiblemente productos de las convergencias de los flujos de sentido opuesto.

En las Figs. 11, 12, 13, 19 y 20, se observa que el agua de El Niño se desplazó hacia el sur comprometiendo la capa encima de los 75 m (salinidades menores de 34.8‰), con el agua de la zona ecuatorial ocupando los primeros 30 m con salini -

dades de 32.0 a 34.5‰ y temperaturas de 23 a 29°C. Al norte de los 7°S y este de los 83°W, fue notable el hundimiento y distanciamiento de las isoterms e isooxígenas por debajo de los 50 m de profundidad (Figs. 11, 19 y 20), más cerca de la costa en la Fig. 12. Este último aspecto está asociado a la extensión sur de la Corriente Cromwell (Cochrane y Zuta, 1968), a la que ya nos referimos en el párrafo anterior.

Otro aspecto que se destaca es la proyección hacia el norte de una lengua de salinidades mayores de 35.0‰, predominantemente entre los 25-75 m e inmediatamente debajo de las aguas ecuatoriales, intensificando aún más el gradiente vertical de salinidad por encima de los 75 m, gradiente intenso asociado a una termoclina muy fuerte compuesta fundamentalmente de 12 isoterms (25 - 14°C) y en algunos casos de 16 isoterms (29-14°C), como en las estaciones 64 y 69. Las Figs. 19 y 20 indican que todavía existía afloramiento costero al norte de los 6°30'S, lo cual explica a su vez las moderadas anomalías térmicas en esta parte (Fig. 3).

La termoclina presentó una parte superficial de gradiente muy intenso y una parte más profunda de gradiente moderado, la primera relacionada con la estación veraniega. El máximo pronunciado de oxígeno, que en muchos casos toma la forma de una

lengua muy próxima a la superficie, se situó en el borde superior de la parte superficial de la termoclina en el área ocupada por las aguas ecuatoriales superficiales, y en el borde inferior de dicha parte en el área ocupada por las aguas subtropicales superficiales. La oxiclina apareció en el borde inferior de la termoclina o en la parte de gradiente moderado de la misma, conformada generalmente por 4 isooxígenas (4-1 ml/L), y en algunos casos hasta por 6 (6-1 ml/L), como frente al Callao (Fig. 14) y Atico (Fig. 17).

Las aguas salinas de origen subtropical, fuera del área ocupada por las aguas de El Niño, se proyectaron hacia la costa con una napa hasta de 25 m, comprometiendo principalmente la capa superficial por encima de los 25 ó 50 m. En general, en la capa por encima de los 100 m se produjeron los grandes cambios. Por debajo de este nivel hasta los 300 m que abarca el presente análisis, la columna de agua fue más homogénea en temperatura, salinidad y oxígeno. En esta columna de cambios moderados se presentó la capa de mínima de oxígeno, destacada con valores menores de 0.25 ml/L al sur de los 7°S, en muchos casos muy cerca de la superficie dentro de las 50 millas de la costa, lo cual tiene mucha importancia como factor limitante de la vida marina.

En la Fig. 20 se aprecia el agua subantártica como un núcleo de baja salinidad alrededor de los $17^{\circ}30'S$ y entre los 50 - 100 m de profundidad. Evidentemente estas aguas alimentaron el afloramiento frente a San Juan (Fig. 16), Atico (Fig. 17) y sur de Ilo (Fig. 18).

Entre las estaciones 87 y 88 de productividad, al sureste de la Isla Lobos de Afuera (Fig. 1a), se colocó una boya-para-caídas a 10 m de profundidad, la cual fue seguida durante 16 horas con 39 minutos en su desplazamiento total de 3.5 millas náuticas hacia el noroeste, indicando un flujo lento de 0.21 nudos en esa dirección, muy de acuerdo con el flujo indicado en la Fig. 8. Lamentablemente no fue posible lanzar esta boya en el censo mismo de la lengua tropical, por no tener un sistema adecuado de navegación.

7.- Variaciones estacionales y anuales

El fenómeno El Niño se presenta con intensidades y duraciones variables, así como con años precedentes de características variables. Con propósitos meramente sistemáticos se puede establecer cuatro categorías en este fenómeno, que denominare -

mos: Niño gigante, Niño grande, Niño mediano y Niño pequeño. En la primera podemos considerar al fenómeno de 1891 que tuvo una duración de por lo menos 16 meses; en la segunda categoría a los de 1925, 1941, 1957 y 1972, que tuvieron una duración de 13 a 15 meses; en la tercera vendría el de 1965, cuya duración fue de 10 meses, y en la cuarta categoría estarían los de 1953 y 1969, de alrededor de 4 meses de duración.

La aparición de El Niño en febrero de 1972 estuvo precedido por el período frío de 1970-71, caracterizado por sus temperaturas superficiales de 2 a 6°C por debajo del promedio (Cuadros 1 al 3) en los meses de Enero a Agosto principalmente, con un caso de 7.8°C por debajo del promedio frente a Atico en febrero de 1970 (Cuadro N° 2). En el cuadro N° 3 se aprecia también los 3 a 5 meses de calentamiento notable en 1969, con los máximos en Abril/Junio, que como hemos dicho corresponden a un Niño de pequeña intensidad.

El año 1971, inmediato precedente, tuvo como aspectos resalantes, además de sus temperaturas más bajas de lo normal, la extensión de las aguas subtropicales superficiales en gran parte de la costa durante el invierno (C.U. 7108), especialmente entre Callao y Cabo Blanco, afectando principalmente la

capa por encima de los 50 m. Estas aguas salinas mantuvieron su gran influencia hasta Paita en la primavera (C.U. 7111), ya que más al norte se extendieron en el lado costero aguas con salinidades de 34.5 a 33.0‰, que no siguieron avanzando hacia el sur en los tres meses siguientes.

De Agosto (C.U. 7108) a Noviembre (C.U. 7111) hubo cambios bien marcados. En agosto predominaron en toda la costa temperaturas de 0.5 a 2.0°C más bajas que el promedio, especialmente de Huarney hacia el norte y entre Huacho-San Juan (Zuta y Urquiza, 1971). En Noviembre la mayor parte del área observada apareció con temperaturas de 0.5 a 2.0°C más altas que el promedio, especialmente de Huarney hacia el sur, entre Pimentel-Salaverry y en la parte costera al norte de Paita (Zuta et al, 1972). El calentamiento de Noviembre disminuyó apreciablemente en Diciembre, para luego intensificarse en Febrero del año siguiente, cuando entró en pleno desarrollo El Niño 1972 (Zuta, 1972).

Es importante recalcar que las áreas costeras de afloramiento se presentaron con salinidades menores de 35.0‰ de Callao hacia el sur en el invierno y desde Pta. Aguja hacia el sur en la primavera. Por otro lado, las aguas subtropicales su -

perficiales afectaron la principal zona de desove de anchoveta en el invierno y en parte en la primavera, y sabemos que la época del año de mayor desove de esta especie pelágica es la de Agosto a Octubre (Chirinos de V. y Alegre de H., 1969), por lo que el desove mismo podría haber sido afectado por estas aguas. Esta suposición merece ser estudiada con cuidado por tener implicaciones serias en la pesquería de la anchoveta, la que sufrió un colapso en 1972.

Datos estadísticos de períodos que abarcan varias décadas revelan por un lado, una secuencia de períodos normales, períodos moderadamente frios, moderadamente calientes, extremadamente frios y extremadamente calientes, y por otro lado, que al fenómeno El Niño anteceden períodos extremadamente frios de 2 a 6 años, con temperaturas superficiales mensuales de 2°C ó más por debajo del promedio, y que los períodos extremadamente calientes aparecen con temperaturas superficiales mensuales de 2.5°C ó más por encima del promedio (Zuta, 1972). Entre los períodos extremadamente frios, el de 1933-38 precedió al Niño 1941, los de 1950 y 1954-55 precedieron al de 1957. El período moderadamente frio de 1961-64 precedió al Niño 1965, durante el cual pudieron observarse anchovetas y aves muertas en las playas.

Ensayando determinados valores medios, las fluctuaciones mensuales de la temperatura superficial del mar se pueden clasificar en normales ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$), pequeñas ($\pm 1.0^{\circ}\text{C}$), moderadas ($\pm 1.5^{\circ}\text{C}$), grandes ($\pm 2.5^{\circ}\text{C}$) y excepcionales ($\pm 3.5^{\circ}\text{C}$).

Los fenómenos de 1957 y 1965 mostraron, además, que al repliegue hacia el norte de las aguas ecuatoriales y tropicales, sucedía una fuerte penetración hacia la costa de aguas subtropicales superficiales (Zuta y Guillén, 1970), las cuales contribuyen en cierto grado a mantener el calentamiento del mar durante todo o gran parte del año y hasta el verano del año siguiente, frenando o restringiendo el afloramiento costero y retardando la renovación y enriquecimiento del agua superficial, con serias implicancias en la fauna marina.

Las alteraciones en el mar también repercuten en el clima de la costa, y posiblemente en el clima de otras partes del territorio peruano, ya que el Hemisferio Sur, en el que está ubicado el Perú, es de un régimen eminentemente oceánico.

Las lluvias intensas se presentaron en el norte lejos de la costa en Febrero de 1972, y alcanzaron la costa en marzo, al tiempo que las aguas de El Niño se pegaron al lado costero, cancelando el afloramiento al norte de los 7°S . Paralelamente

te a la permanencia del calentamiento en el mar, se mantiene el calentamiento en la costa en el período abarcado por El Niño, y el invierno pasa algo inadvertido, como en 1965.

Los cuadros N° 1, 2 y 3 nos revelan entre otras cosas que el año 1970 fue predominantemente más frío que el año 1971 a lo largo de la costa peruana, y con las desviaciones negativas más pronunciadas alrededor de los meses de marzo/abril.

8.- Resumen y conclusiones

- a) Las condiciones encontradas durante el Crucero Unanue 7202, entre el 15 de febrero y 13 de marzo de 1972, indicaron que el fenómeno El Niño estaba en pleno desarrollo y que las aguas que arrastra consigo, destacadas con salinidades menores de 34.5‰ , habían avanzado hasta los 10°S , en forma de una lengua superficial orientada hacia el sureste, introduciendo grandes cambios por encima de los 75 m de profundidad en el área costera al norte de Chimbote, donde las temperaturas en superficie fueron de 3 a 5°C más altas que el promedio patrón.

- b) El agua superficial de la zona ecuatorial se destacó en los primeros 30 m de la lengua anormal, con temperaturas de 29-23°C y salinidades de 32.0 - 34.5‰. Parece que la extensión sur de la Corriente Cromwell fortaleció notablemente el avance hacia el sur, ya que su presencia fue muy marcada al norte de los 7°S y este de los 83°W. Además parece que la Convergencia Intertropical se desplazó hasta aproximadamente los 7°S.
- c) Las aguas subtropicales superficiales se destacaron al sur de los 10°S, generalmente por encima de los 25-50 m y con una mayor penetración a la costa frente a Huarmey y Mollendo. Sus temperaturas fueron más altas de lo normal, hasta 4.3°C más elevadas frente a Atico y 6.8°C más elevadas frente a Mollendo-Ilo. En el área ocupada por la lengua de El Niño, se proyectaron hacia el norte en forma de una lengua subsuperficial con un máximo de salinidad entre los 25-75 m predominantemente. Esta distribución contribuyó a crear un fuerte gradiente vertical de salinidad, asociado a una intensa termoclina que fluctuó entre los 30-80 m, conformada fundamentalmente por 12 isothermas (25-14°C) y en algunos casos por 16 isothermas (29-14°C). La termoclina presentó un gradiente muy marcado en su parte más superficial y un gra-

diente moderado en su parte más profunda.

- d) El oxígeno presentó un pronunciado máximo en el borde superior o inferior de la parte superficial de la termoclina, según se trate de un agua ecuatorial superficial o un agua subtropical superficial, respectivamente. Por otro lado, la oxiclina, conformada generalmente por las isooxígenas de 4-1 ml/L, se desarrolló en el borde inferior de la termoclina o en la parte de gradiente moderado de la misma.
- e) Junto con las aguas del norte avanzaron especies de la zona tropical, alterando la fauna de las aguas costeras frías. La anchoveta tuvo que replegarse hacia la costa, profundizarse ligeramente o desplazarse más al sur para salir de la zona de influencia de El Niño; pero sin presentar especímenes muertos en las playas, como en 1965. Las aves guaneras abandonaron las islas y puntas rodeadas por aguas de El Niño, poniendo en riesgo inminente a sus polluelos. En dos lugares próximos a la costa se presentaron aguas color marrón intenso o aguajes: Uno frente a Atico y otro frente al Callao (en el lado norte de la Isla San Lorenzo), este último con gran cantidad de meduzas.

f) Frente a Pisco-San Juan, Atico-Mollendo y sur de Ilo se desarrolló el afloramiento más intenso, por encima de los 75 m, alimentado por aguas procedentes del sur (subantárticas). Fue en estos lugares que se presentaron temperaturas más bajas de lo normal, con desviaciones hasta de -2.5°C frente a Pta. Doña María. Al norte de los $6^{\circ}30'S$ todavía estuvo presente el afloramiento, que frenó el avance de las aguas de El Niño por el lado costero.

g) La capa comprometida con los cambios generales fue la de 0-100 m. La capa debajo de ésta, hasta los 300 m que considera este análisis, fue más homogénea en temperatura, salinidad y oxígeno; en ella la capa de mínima de oxígeno (con valores menores de 0.25 ml/L) se destacó desde los $7^{\circ}S$ hacia el sur, en muchos casos aproximándose bastante a la superficie dentro de las 50 millas de la costa y constituyendo un factor limitante para la vida marina.

h) En el campo meteorológico destacaron las altas precipitaciones acompañadas de descargas eléctricas y un cielo oscuro, con las características típicas de la Convergencia Intertropical, que en esta circunstancia anómala parece que avanzó hasta alrededor de los $7^{\circ}S$. Este aspecto y zonas de calma o vientos débiles del sureste, con velocidad

des menores de 5 m/seg, acompañaron a la lengua de El Niño en su proyección hacia el sureste.

- i) El Niño de 1972 fue precedido por el período frío de 1970-71, con temperaturas superficiales del mar de 2 a 6°C por debajo del promedio patrón, principalmente en los meses de enero a agosto. En el invierno y parte de la primavera de 1971, las aguas subtropicales superficiales afectaron apreciablemente el área del Callao hacia el norte, y con posible incidencia en las principales zonas de desove de anchoveta y justamente en el período que el desove de esta especie es normalmente más intenso.
- j) Datos estadísticos revelan que El Niño es precedido por períodos fríos de 2 a 6 años, con temperaturas mensuales de la capa superficial del mar de 2°C ó más por debajo del promedio patrón. Al producirse el repliegue de las aguas de la zona ecuatorial, sucede una anormal incursión de aguas subtropicales superficiales hacia la costa, hecho que contribuye a mantener el calentamiento anómalo durante todo o gran parte del año o hasta el verano del año siguiente, con la consiguiente restricción del afloramiento costero y el retardo en la renovación y enriquecimiento de las aguas superficiales en las que se desenvuelve

de la pesquería peruana de la anchoveta, que tuvo un colapso en 1972. Esta característica se vislumbra en El Niño 1972.

k) El Niño es un fenómeno irregular y de características variables, y en él se pueden establecer con fines sistemáticos las cuatro categorías siguientes: "Niño Gigante", "Niño Grande", "Niño Mediano" y "Niño Pequeño", con alrededor de 17, 14, 10 y 4 meses de duración, respectivamente. En la primera podríamos considerar al de 1891; en la segunda a los de 1925, 1941, 1957 y 1972; en la tercera al de 1965, y en la cuarta los de 1953 y 1969, de los ocurridos en los últimos años. De aquí que era de esperar que el calentamiento anómalo introducido por El Niño 1972 pueda persistir hasta Marzo de 1973.

9.- Recomendaciones

Las estaciones fijas costeras y oceánicas en lugares claves, especialmente frente a las costas de Panamá, Colombia, Ecuador, Perú y Chile, con registros diarios de datos meteorológicos y oceanográficos básicos, tales como salinidad del agua, temperatura del aire y del mar, presión atmosférica,

vientos y nivel del mar, más cruceros oceanográficos coordinados y sistematizados de dichos países, pueden conducir en un período de varios años a comprender mejor el fenómeno El Niño y hacer posible su predicción con la debida anticipación. El Perú, principal interesado en este fenómeno, debe propugnar este sistema de observaciones oceanográfico-meteorológicas a nivel regional, y el Instituto del Mar que viene impulsando las investigaciones oceanográficas requiere de un mayor apoyo económico.

10.- Referencias

- Bjerknes, J. 1961. El Niño study on analysis of ocean surface temperatures 1935-57. Intern-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull. Vol. 5, N° 3.
- _____ 1967. Survey of El Niño 1957-58 in its relation to tropical Pacific Meteorology. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull. 12(2), 1-42.
- Carritt, D.E. and J.H. Carpenter. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxy-

- gen of seawater. A NASCO Report, J. Mar. Res., Vol. 24, N° 3, pp. 286-318.
- Cochrane, J.D. and S. Zuta, 1968. Equatorial Currents East of the Galapagos Islands in February-March 1967. Texas A & M University (unpublished manuscript).
- Chirinos de Vildoso, A. y B. Alegre de H., 1969. La madurez sexual de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en los períodos reproductivos de 1961/1968, Bol. Inst. Mar Peru-Callao, Vol. 2, N° 3, 109-125.
- Jordán, R. y H. Fuentes, 1966. Las poblaciones de aves guaneras y su situación actual. Inf. Inst. Mar Perú -Callao, N° 10.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons, 1965. A Manual of Sea Water Analysis. Res. Board of Canada. Bull. 125, 1-203.
- Wooster, W.S., 1973. El Niño Phenomenon 1972 (en preparación).
- Zuta, S., 1972. El Fenómeno El Niño. Revista de Estudios del Pacífico, Chile, N° 5, Octubre.
- Zuta, S. y O. Guillén, 1970. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Callao-Perú, Vol. 2, N° 5.

CUADRO No. 1

Desviaciones térmicas (°C) correspondientes a Febrero de los años 1958-72

(Para algunos cuadrados se da la desviación correspondiente a Marzo, indicada con M a la derecha)

<u>Lugar Costero</u>	<u>C . M .</u>	<u>P.M.P.</u>	<u>1958</u>	<u>1961</u>	<u>1962</u>	<u>1963</u>	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Talara	308-41	23.0	....	+3.0	-2.8	+0.9	+1.2	+1.6	....	-3.6	-2.5	-3.4	+0
Sechura	308-51	22.1	....	+1.3	-2.9	+0.9	+0.3	-0.8	+0.5	-3.1	-1.6	-1.9	+1
Pimentel	308-61	22.1	....	-0.2	-0.2	+1.0	+0.3	-0.8	....	-1.8	-1.0	-2.1	+2
Chicama	307-79	21.0	....	-0.9	-1.4	+0.6	+0.8	-1.7	....	-2.4	+1.5	-2.3	+1
Salaverry	307-89	21.6	....	+0.5	....	-0.6	+0.2	-1.6	-1.4	+0.5	+1.4	-1.5	+2
Casma	307-98	20.5	+3.9	-1.7	0.0	+0.4	+0.4	-1.9	-1.6	-2.7	-1.0	-1.1	+0
Huarmey	343-08	20.9	+5.1	+0.2	-1.1	-0.6M	+0.5	-1.0	-1.7	-0.9	-2.4	-1.4	-1
Chancay	343-17	20.4	+3.3	+0.4	-1.6M	-0.9M	+0.1	-0.3	-0.9	+1.1	-1.8	-1.6	+0
Callao	343-27	20.0	....	+1.0	-1.4M	-1.3M	-0.2	-2.6	-0.5	-0.6	-3.0	-0.9	+1
Pisco	343-36	19.8	....	....	....	....	-0.1	-0.9	-3.3	-0.8	-3.3	-1.6	-0
P. Infiernillo	343-46	18.8	....	....	....	....	+0.7	-0.8	-2.1	-1.1	-2.8	+0.1	+1
San Juan	343-55	19.3	....	....	....	....	-0.2	+1.9	-0.9	-0.1	-3.8	-1.1	-0
Atico	343-63	20.1	....	....	....	....	-1.6	+1.0	0.0M	-3.1	-7.8	-0.9	+1
Ilo	343-71	19.4	....	....	....	....	+1.1	+2.2M	+1.4M	-2.2	-3.7	-3.3	-1

Abreviaciones : C. M. = Cuadrado Marsden

P.M.P. = Promedio mensual patrón correspondiente al período 1928-69

Los años que no aparecen en este cuadro carecen de datos.

CUADRO No. 2

Desviaciones térmicas (°C) correspondientes a Marzo de los años 1958-72

(Para algunos cuadrados se da la desviación correspondiente a Febrero,
indicada con una F a la derecha)

<u>Lugar Costero</u>	<u>C . M .</u>	<u>P.M.P.</u>	<u>1958</u>	<u>1960</u>	<u>1961</u>	<u>1964</u>	<u>1965</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Talara	308-41	22.5	+1.5	-2.7	-0.7	-2.3	....	-1.5	-3.1	-1.0	+1.6
Sechura	308-51	22.1	+1.9	-3.2	-0.8	-2.2	+3.9	-1.8	-1.9	-2.3	+3.3
Pimentel	308-61	21.7	+2.9	-3.9	....	-1.0	+3.5	-1.7	-3.4	-2.1	+3.8
Chicama	307-79	20.7	+3.0	+1.0	....	-2.1	0.0	-1.5	-3.2	-2.2	+3.8
Salaverry	307-89	21.5	+3.6	-1.7	....	-2.4	+1.1	-1.7	-4.3	-1.3	+1.8
Casma	307-98	20.8	+3.3	-0.5	-0.5	-1.9	+0.8	-1.9	-5.6	-1.7	+1.3
Huarmey	343-08	20.8	+2.7	+0.4	+0.5	-1.4	+1.5	-1.3	-3.6	-2.0	+1.0
Chancay	343-17	20.3	+4.0	....	-0.4	-3.4	+2.5	-0.8	-4.1	-2.6	+1.1
Callao	343-27	20.4	....	....	-0.6	+0.5	+2.3	+0.1	-2.6	-2.0	+1.9
Pisco	343-36	20.3	....	....	....	+0.9F	....	-0.5	-4.6	-2.2	0.0
P. Infiernillo	343-46	18.7	....	....	....	-1.0F	....	-0.2	-2.6	-0.2	-0.4
San Juan	343-55	18.6	....	....	....	-1.3F	....	+0.4	-2.6	-1.6	+0.2
Atico	343-63	19.2	....	....	....	....	....	+5.2	-2.8	-1.7	+1.2
Ilo	343-71	20.1	....	....	....	....	....	-0.7	-2.4	-5.4	-4.7

Abreviaciones : C. M. = Cuadrado Marsden

P.M.P. = Promedio mensual patrón correspondiente al período 1928-69

Los años que no aparecen en este cuadro carecen de datos.

CUADRO No. 3

Desviaciones térmicas mensuales (°C) correspondientes a
los años 1969 a 1971, en cuatro áreas de la costa peruana

<u>Mes</u>	<u>P. P.</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>P. P.</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	
		a) Sechura (308-51) :				c) Pisco (343-36) :			
Ene.	20.8	+0.8	-0.2	-3.8	19.3	-2.8	-3.5	-2.8	
Feb.	22.1	-3.1	-1.6	-1.9	19.8	-0.8	-3.3	-1.6	
Mar.	22.1	-1.8	-1.9	-2.3	20.3	-0.5	-4.6	-2.2	
Abr.	20.3	+3.2	-2.8	+0.3	18.7	+0.4	-2.6	-0.4	
May.	18.9	+3.1	-2.2	-1.5	17.8	+2.0	+0.5	-0.8	
Jun.	18.7	+4.1	-1.7	-1.4	16.7	+0.4	-3.5	-0.2	
Jul.	17.4	+1.7	-1.1	-0.5	16.5	+0.3	-1.5	-0.6	
Ago.	17.0	+4.0	-0.7	-1.0	15.9	+1.6	-1.5	-0.5	
Set.	17.0	-0.6	-0.2	-1.4	16.4	-0.1	-0.6	-0.4	
Oct.	17.1	+0.6	+0.2	-1.0	16.4	-0.7	-1.1	-1.1	
Nov.	17.6	+0.1	-1.0	-1.7	16.9	+0.7	-1.1	-1.3	
Dic.	18.3	0.0	-2.4	-2.6	17.8	-1.3	-0.8	-0.9	
		b) Chimbote (307-98) :				d) Ilo (343-71) :			
Ene.	19.8	-0.6	-1.3	-0.3	20.0	-2.2	-3.5	-4.4	
Feb.	20.5	-2.7	-1.0	-1.1	19.4	-2.2	-3.7	-3.3	
Mar.	20.8	-1.9	-5.6	-1.7	20.1	-0.7	-5.4	-5.4	
Abr.	19.9	-0.5	-4.6	+0.3	18.8	-2.1	-2.6	-3.4	
May.	18.4	+2.5	-2.1	+0.1	18.3	-1.6	-3.3	-0.6	
Jun.	17.9	+1.2	-3.4	0.0	16.9	+1.2	-3.0	-1.6	
Jul.	17.4	+0.9	-3.4	+0.9	16.2	0.0	-2.8	-1.5	
Ago.	16.9	+2.3	-1.3	-0.9	15.8	+0.5	-0.7	-2.2	
Set.	16.5	-0.2	+0.1	-0.5	16.1	-0.1	-0.9	-1.9	
Oct.	16.7	0.0	-0.5	-0.8	16.8	-0.6	-2.0	-2.7	
Nov.	17.3	-0.1	+0.6	-1.4	18.1	+3.0	-2.4	-2.8	
Dic.	17.8	-0.1	+1.4	+1.5	18.8	-2.1	-3.8	-3.9	

Nota : El promedio patrón (P.P.) corresponde al período 1928-69.
Los números entre paréntesis indican el cuadrado Marsden correspondiente.

Fuente : IMARPE

ANEXO 1

CUADRO A

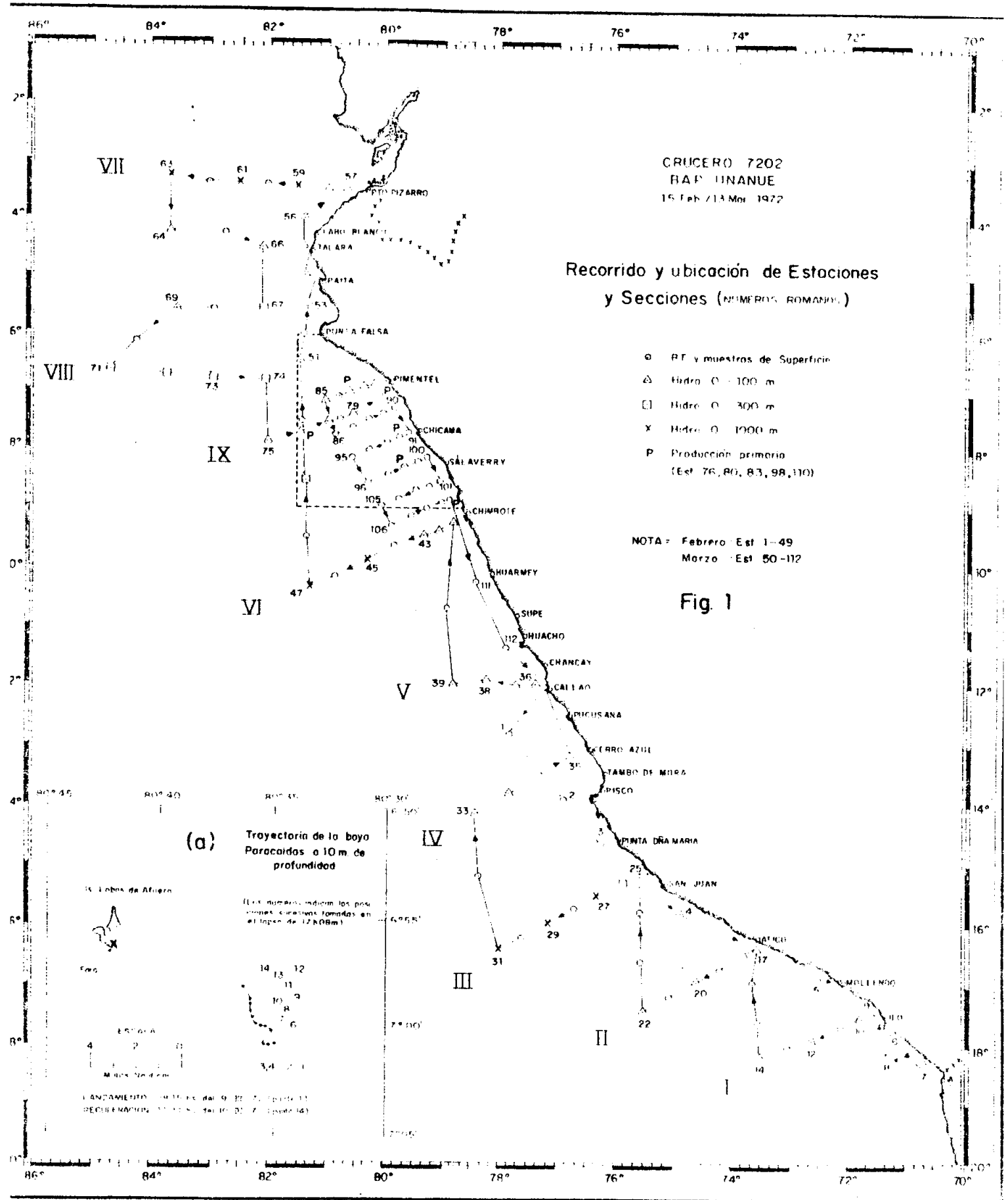
VOLUMEN DE DATOS O MUESTRAS (+) OBTENIDOS POR TIPO DE OBSERVACION

<u>Ord.</u>	<u>Tipo de observación</u>	<u>N ° . datos</u>	<u>N ° . Est .</u>
1	Temperatura (°C).....	530.....	112
2	Salinidad (°/oo).....	544.....	112
3	Oxígeno disuelto (ml/L).....	525.....	112
4	+ Fosfatos (congeladas).....	446.....	112
5	+ Silicatos (congeladas).....	446.....	112
6	+ Nitratos (congeladas).....	446.....	112
7	+ Nitritos (congeladas).....	446.....	112
8	+ Amonio (congeladas).....	446.....	112
9	+ Clorófila "a" (filtradas).....	446.....	112
10	+ Carbono-14 (filtradas).....	50.....	5
11	+ Fitoplancton (botellas).....	239.....	70
12	+ Red Hensen (50m cable).....	113.....	102
13	Transparencia del mar (disco Secchi).....	70.....	70
14	Viento (dirección y velocidad).....	110.....	110
15	Presión atmosférica (pulgadas).....	112.....	112
16	Temperatura del aire (bulbo seco/húmedo).....	112.....	112
17	Nubes (tipo y cantidad).....	98.....	98
18	Estado del mar.....	112.....	112
19	Color del mar (observación visual).....	69.....	69
20	Estado del tiempo presente.....	55.....	55
21	Visibilidad.....	71.....	71
22	Placas batitermográficas (BT).....	112.....	112
23	Boya-paracaídas (nivel de 10m).....	1.....	1

11.- Lista de figuras

- Fig. 1 .- Recorrido y ubicación de estaciones y secciones.
- Fig. 2 .- Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en la superficie del mar.
- Fig. 3 .- Desviaciones térmicas ($^{\circ}\text{C}$) en la superficie del mar, respecto al promedio (1928-69) de febrero (líneas continuas) y de marzo (líneas discontinuas).
- Fig. 4 .- Salinidad ($^{\circ}/_{\text{oo}}$) en la superficie del mar.
- Fig. 5 .- Oxígeno (ml/L) en la superficie del mar.
- Fig. 6 .- Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) al nivel de 50 m.
- Fig. 7 .- Topografía (m) de la napa o capa de mezcla (datos BT).
- Fig. 8 .- Topografía (m) de la isoterma de 20°C .
- Fig. 9 .- Topografía (m) de la isoterma de 15°C .
- Fig. 10.- Distribución del viento a 10m sobre el nivel del mar .
- Fig. 11.- Sección vertical de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno (c) frente a Pto. Pizarro, con datos del C.U. 7202, 4/5 marzo de 1972.
- Fig. 12.- Sección vertical de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno (c), frente a Pimentel, con datos del C.U. 7202, 6/7, 9/10 marzo de 1972.

- Fig. 13.- Sección vertical de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno (c) frente a Chimbote, con datos del C.U. 7202, 28/29 febrero de 1972.
- Fig. 14.- Sección vertical de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno (c) frente al Callao, con datos del C.U. 7202, 27 febrero de 1972.
- Fig. 15.- Sección vertical de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno (c) frente a Cerro Azul, con datos del C.U. 7202, 24 febrero de 1972.
- Fig. 16.- Sección vertical de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno (c) frente a San Juan, con datos del C.U. 7202, 22/23 febrero de 1972.
- Fig. 17.- Sección vertical de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno (c) frente a Atico, con datos del C.U. 7202, 21 febrero de 1972.
- Fig. 18.- Sección vertical de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno (c) frente a Ilo, con datos del C.U. 7202, 20 febrero de 1972.
- Fig. 19.- Sección vertical de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno (c) a lo largo de $81^{\circ}30'W$, con datos del C.U. 7202, 29 febrero al 4 de marzo de 1972.



CRUCERO 7202
 BAP UNANUE
 15 Feb / 13 Mar 1972

Recorrido y ubicación de Estaciones
 y Secciones (NÚMEROS ROMANOS.)

- PT y muestras de Superficie
- △ Hidro. 0 - 100 m
- Hidro. 0 - 300 m
- X Hidro. 0 - 1000 m
- P Producción primaria (Est. 76, 80, 83, 98, 110)

NOTA: Febrero: Est. 1-49
 Marzo: Est. 50-117

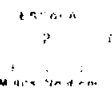
Fig. 1

(a) Trayectoria de la boya Paracaidos a 10 m de profundidad

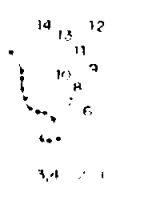
Los Lobos de Afuera



Escal



Los números indican los posiciones sucesivas tomadas en el trayecto de 12 horas



FUNDAMENTO: 100 metros del 9 al 31 de febrero 72
 RECONSTRUCCIÓN: 100 metros del 10 al 31 de marzo 72

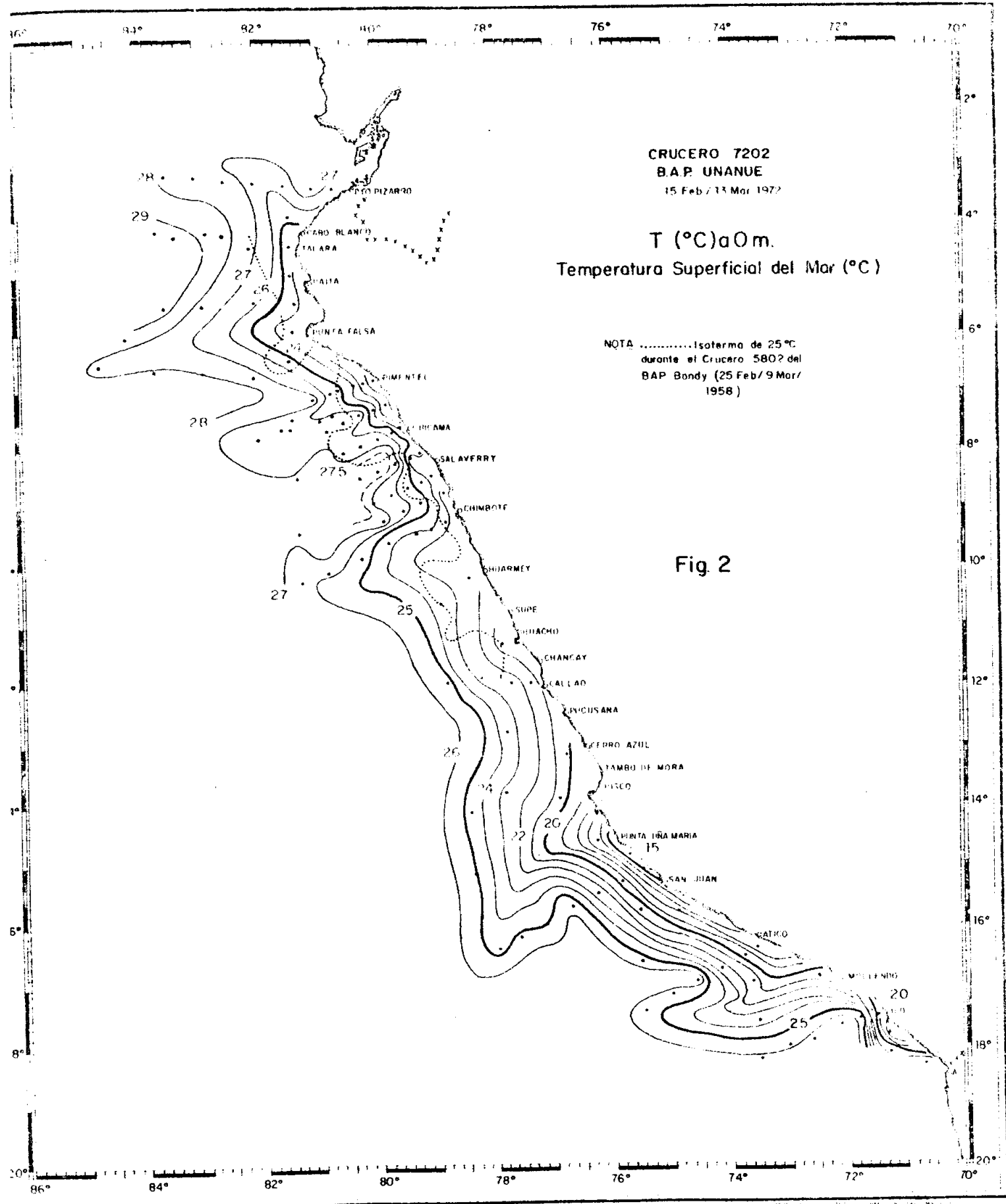
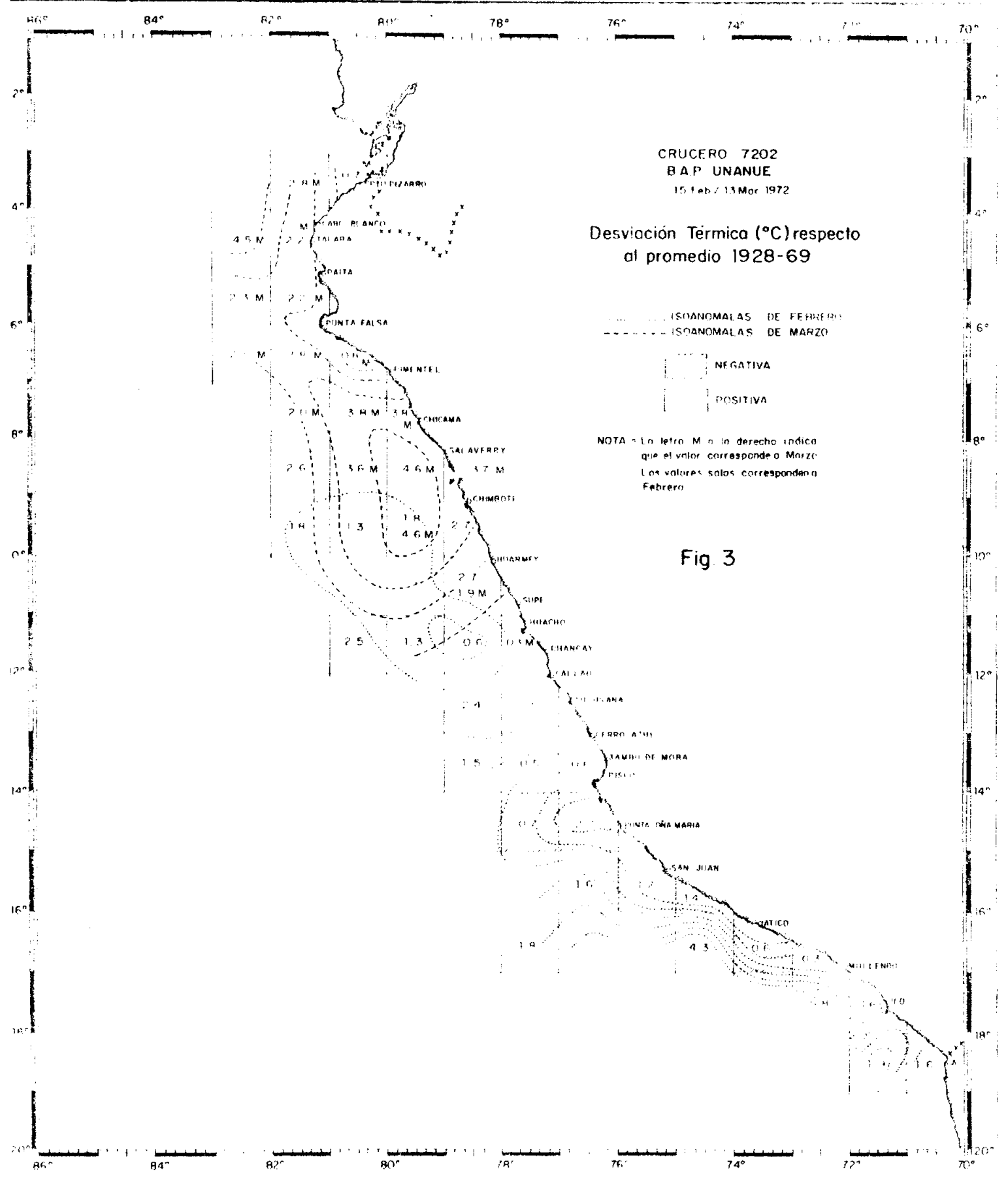
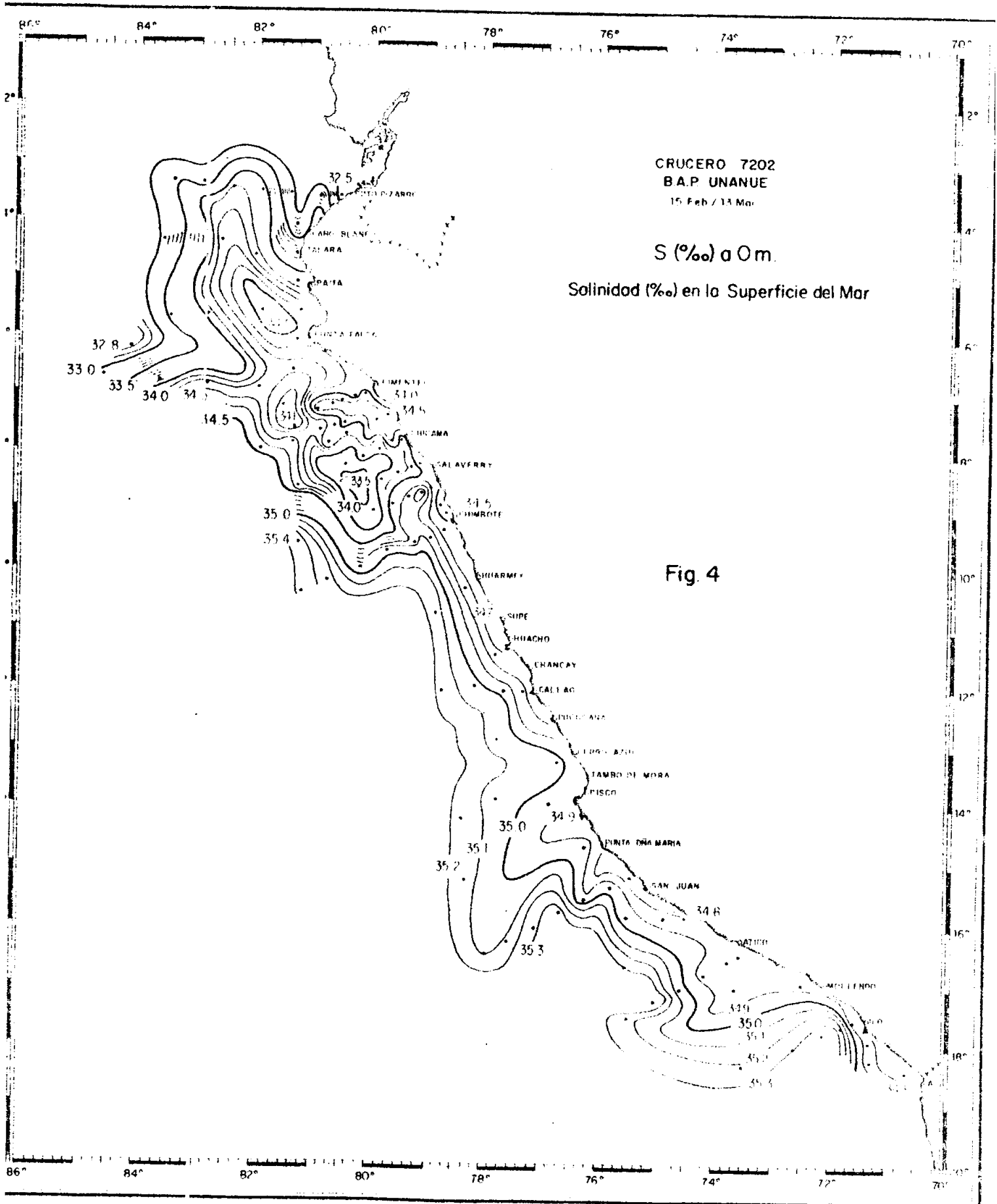
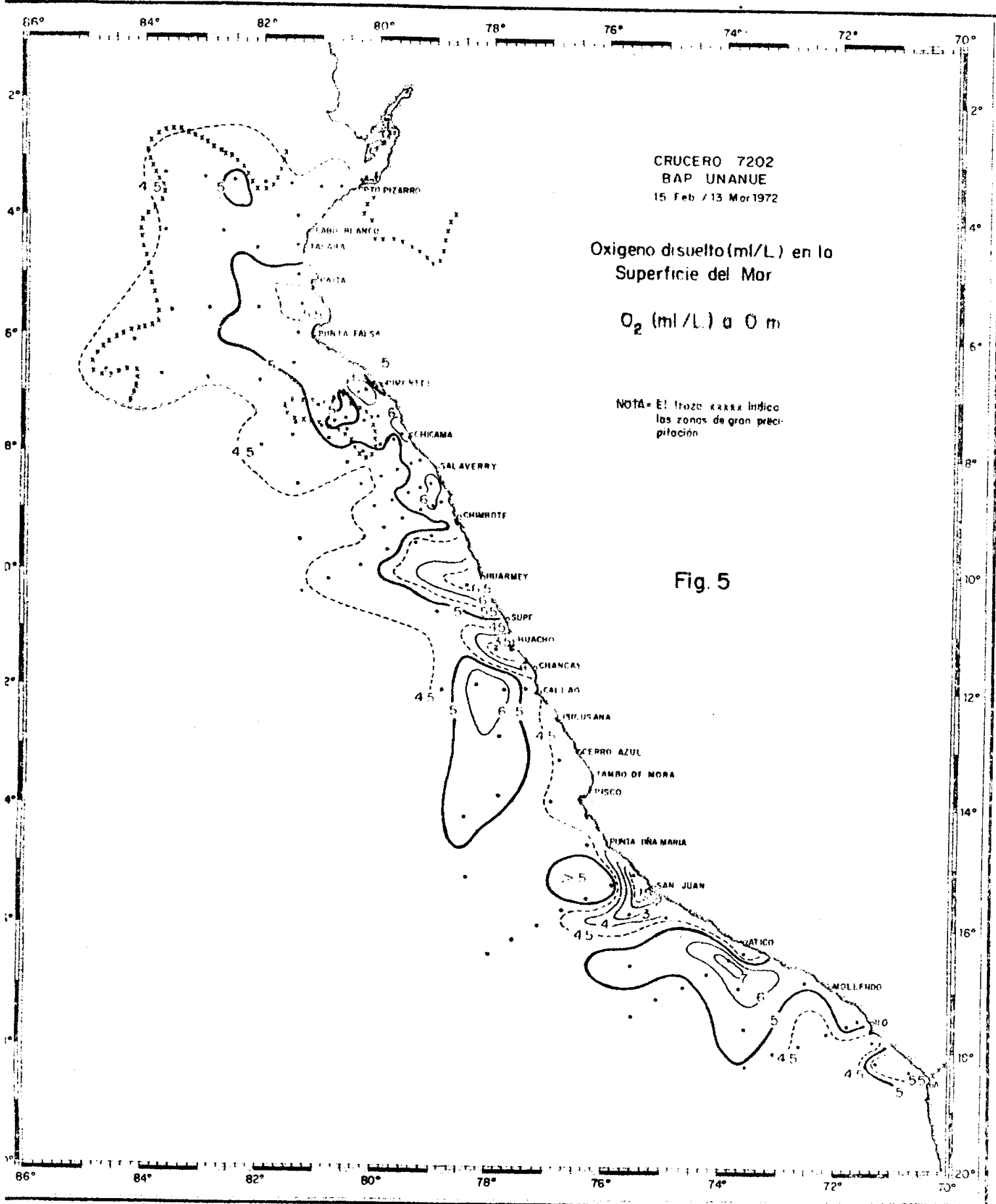


Fig 2





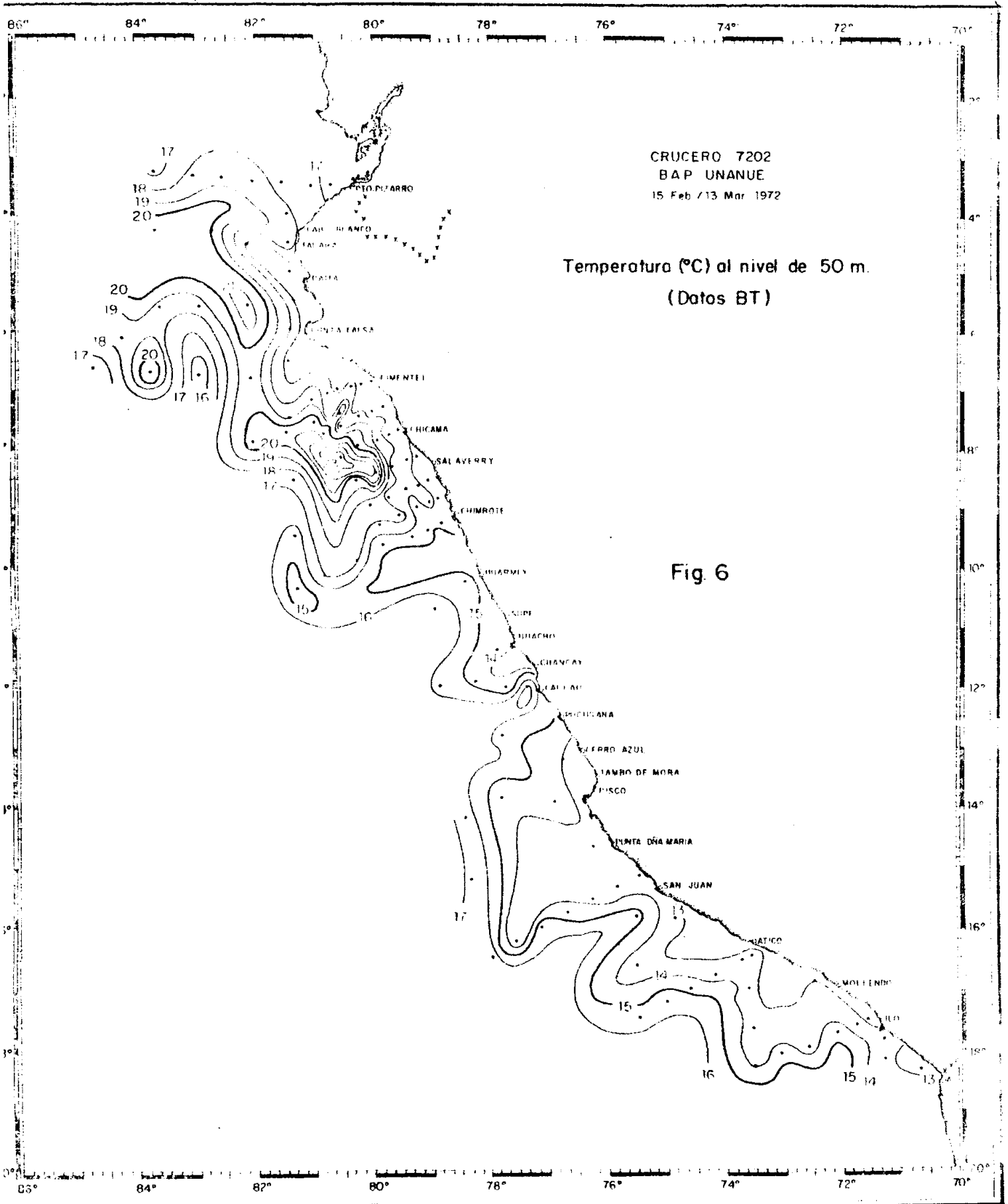


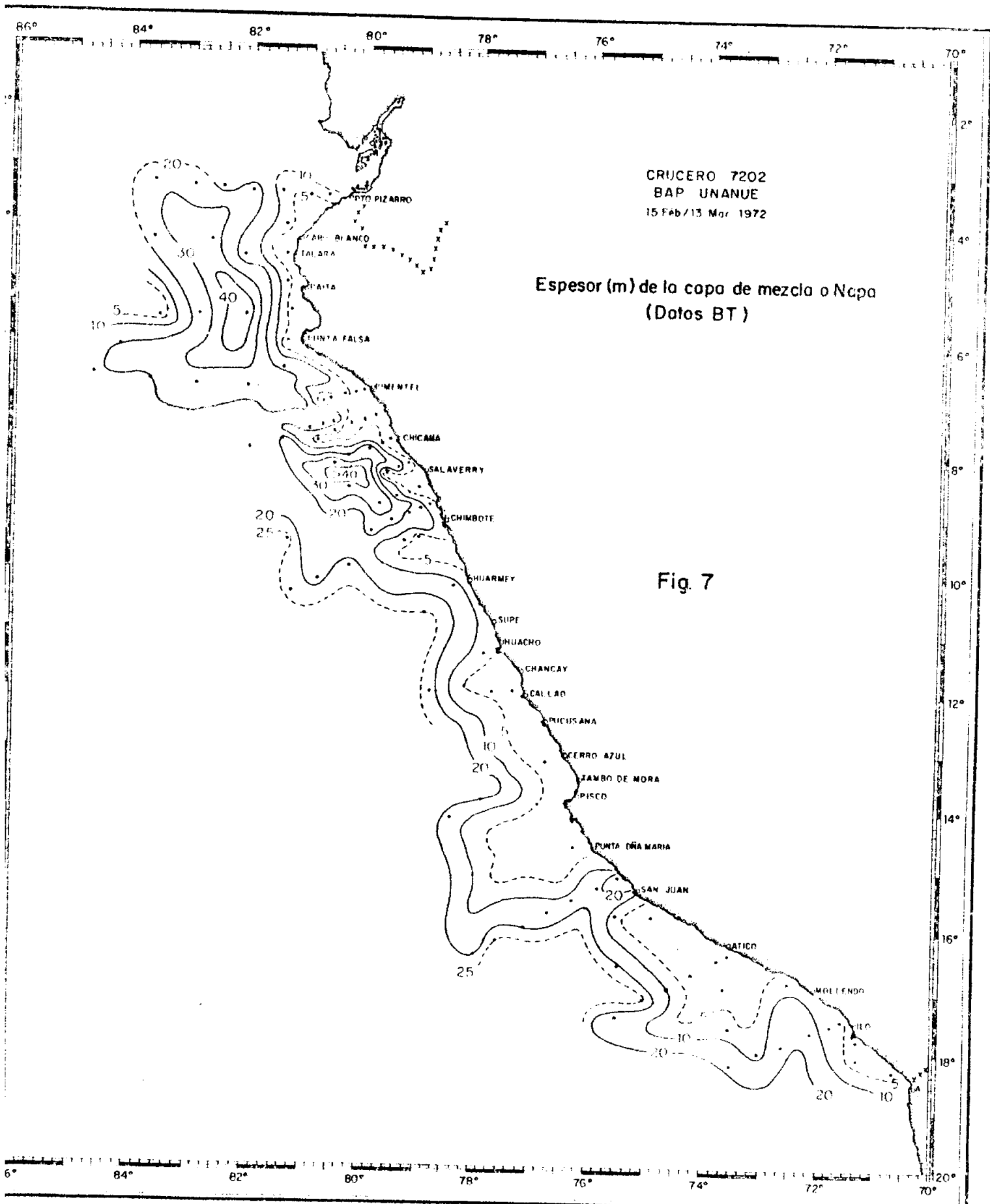
CRUCERO 7202
 BAP UNANUE
 15 Feb / 13 Mar 1972

Oxigeno disuelto (ml/L) en la
 Superficie del Mar
 O_2 (ml/L) a 0 m

NOTA: El trazo xxxxx indica
 las zonas de gran precipitacion

Fig. 5

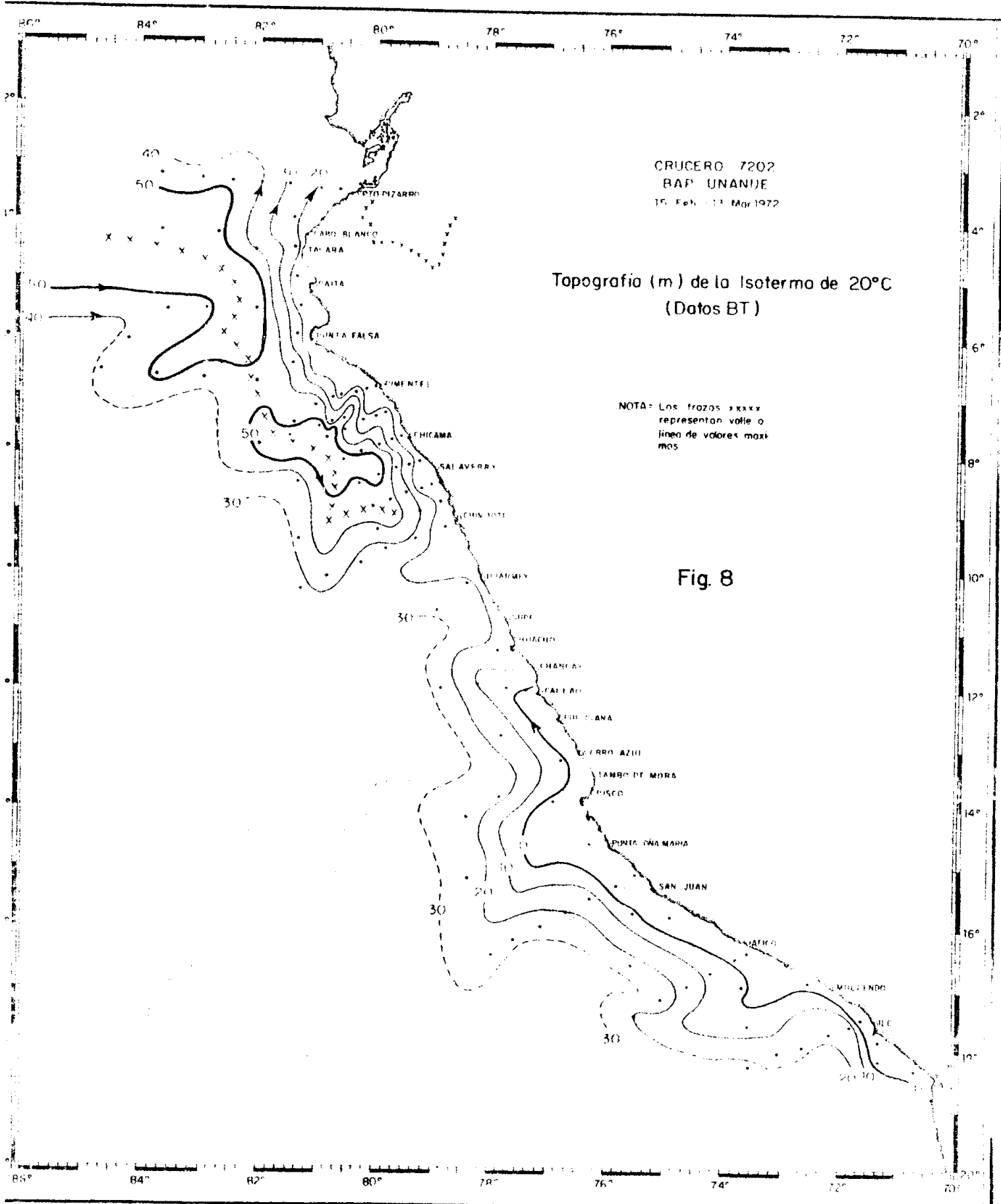


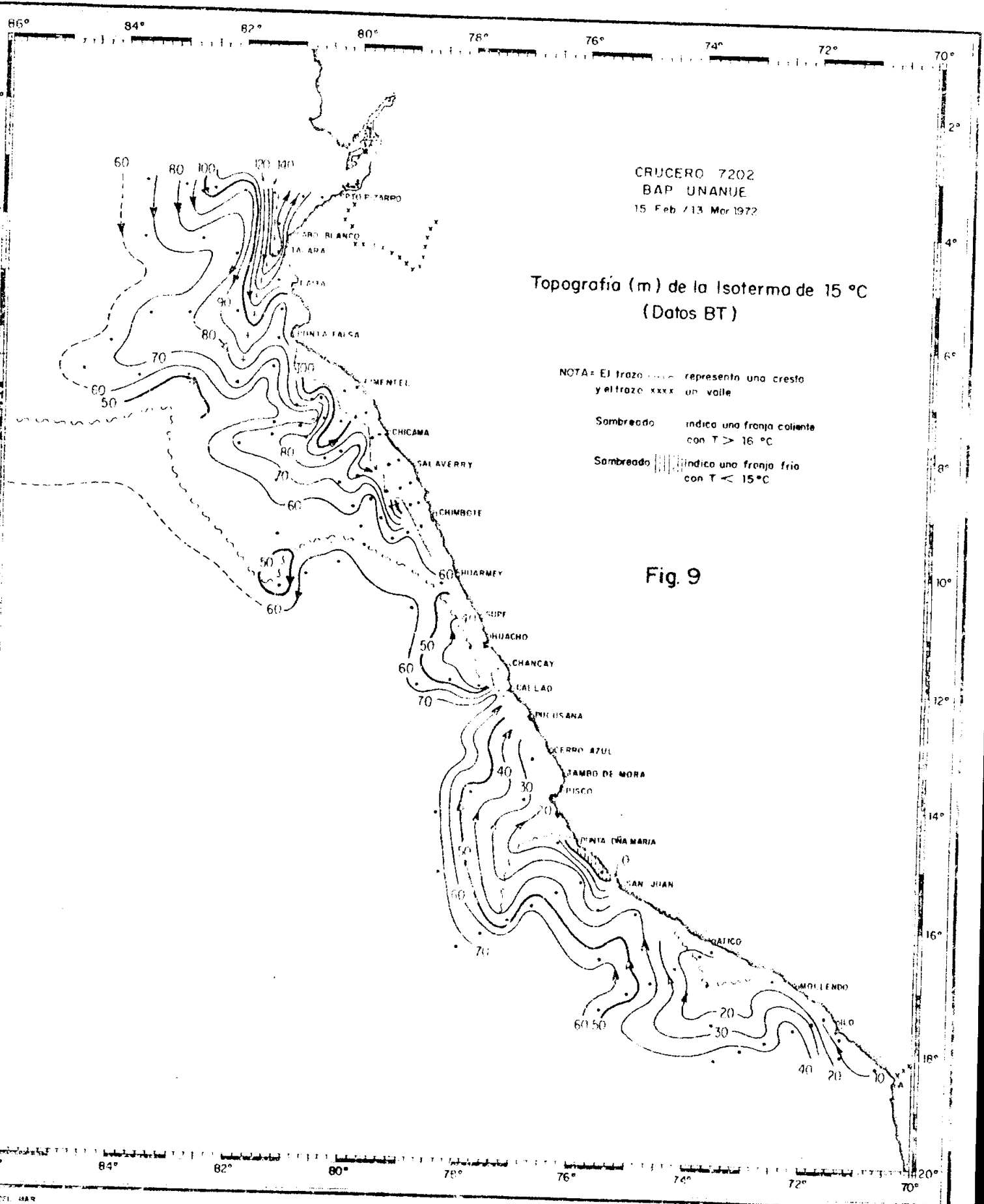


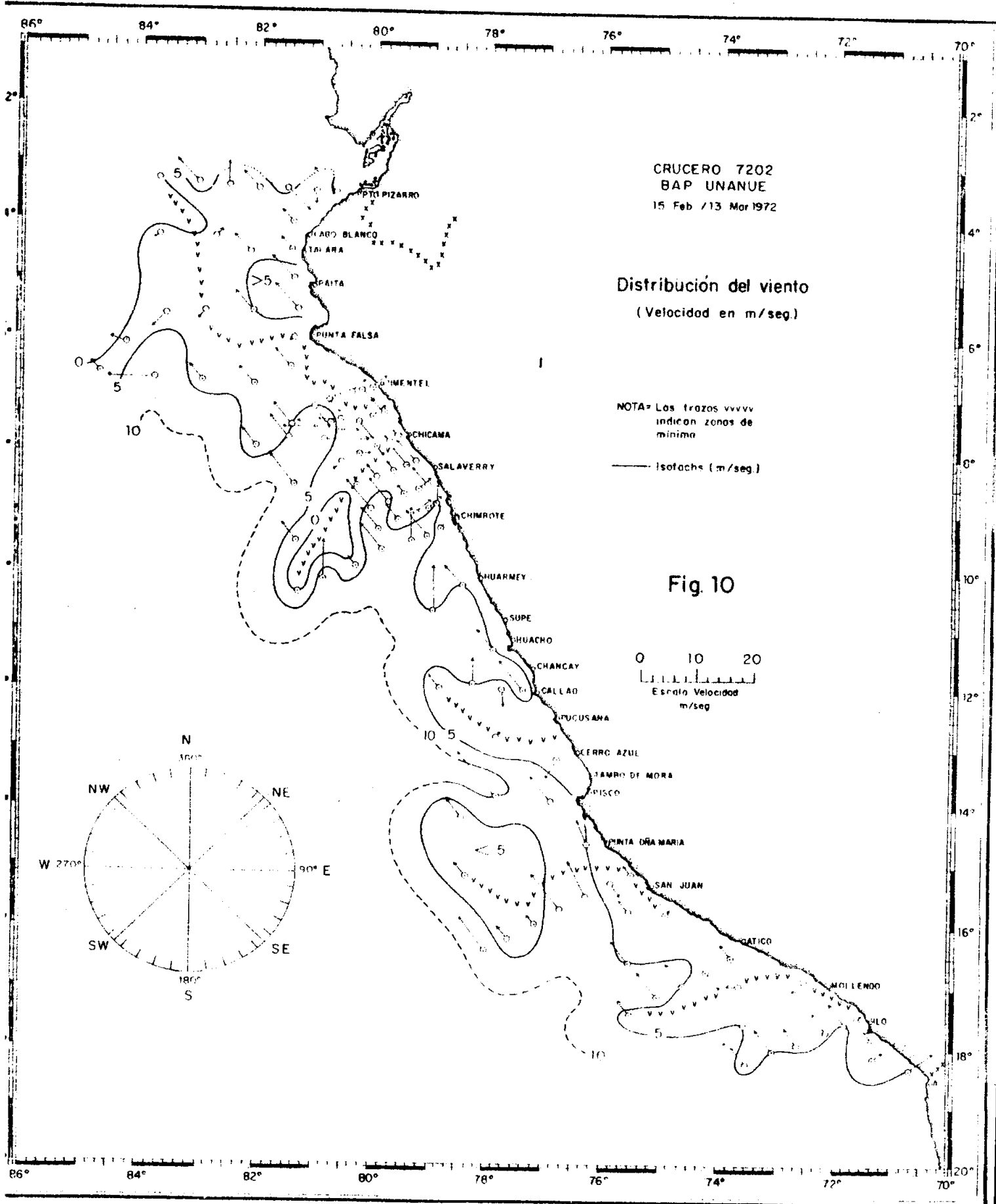
CRUCERO 7202
 BAP UNANUE
 15 Feb/13 Mar 1972

Espesor (m) de la copa de mezcla o Napa
 (Datos BT)

Fig. 7







7202 Pto. PIZARRO

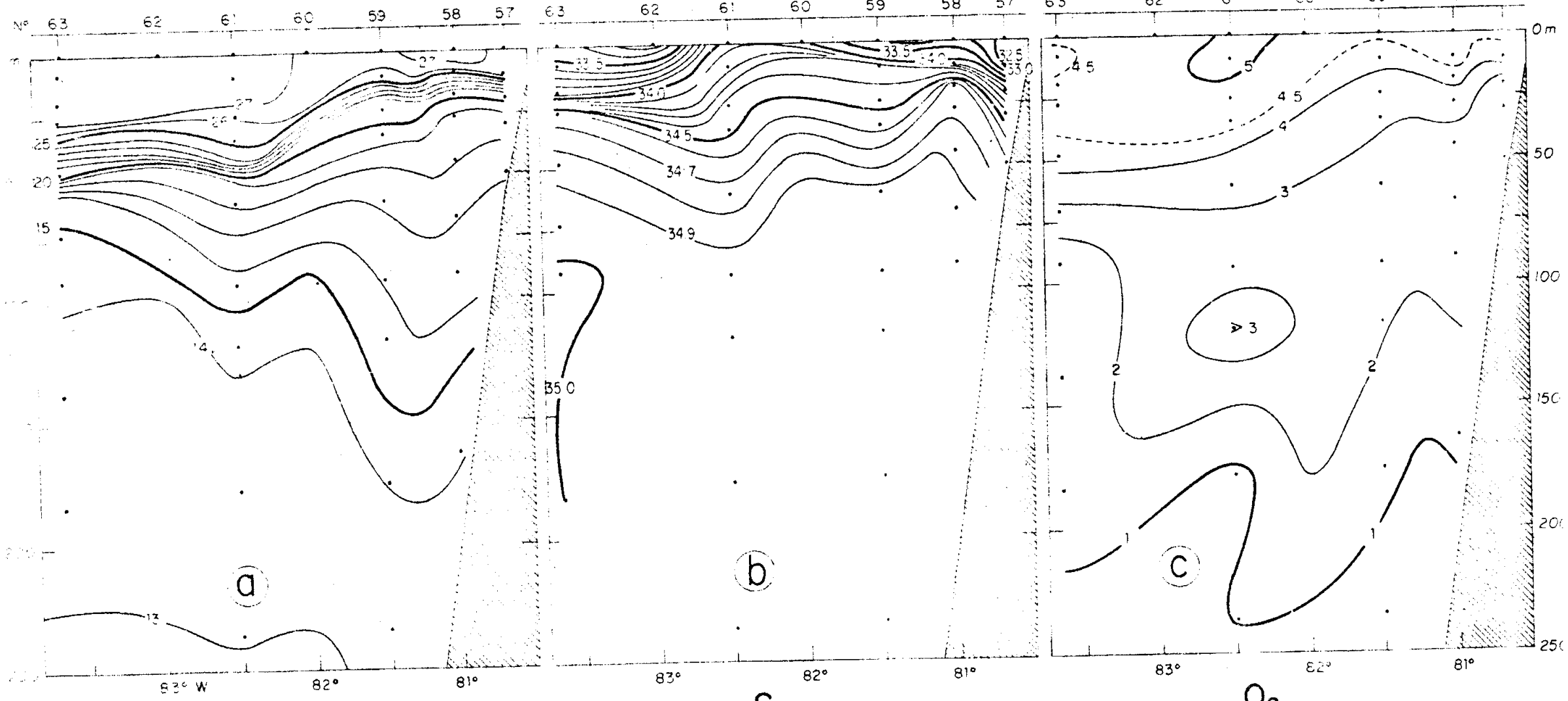


Fig. 11

T

b

S

c

O₂

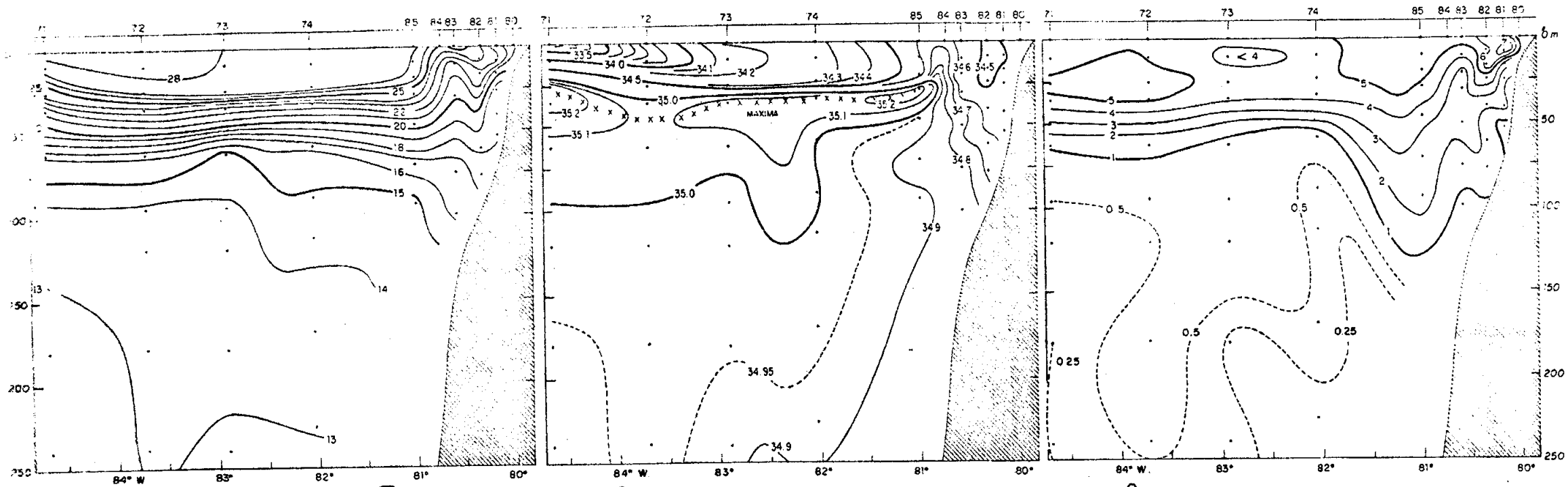


Fig. 12 Cr. 7202 PIMENTEL

T

S

O₂

Cr. 7202 CHIMBOTE

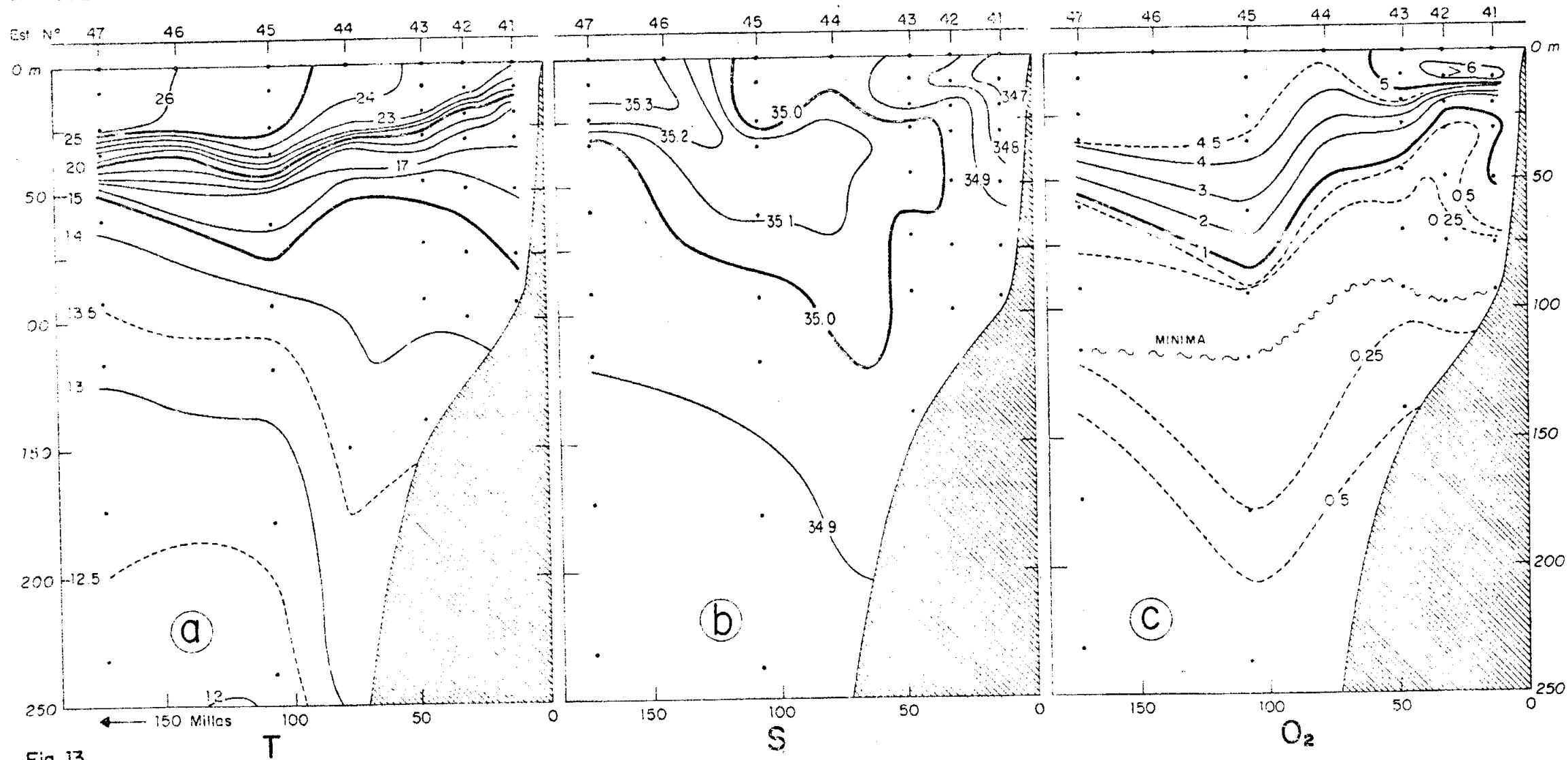


Fig. 13

Cr. 7202 CALLAO

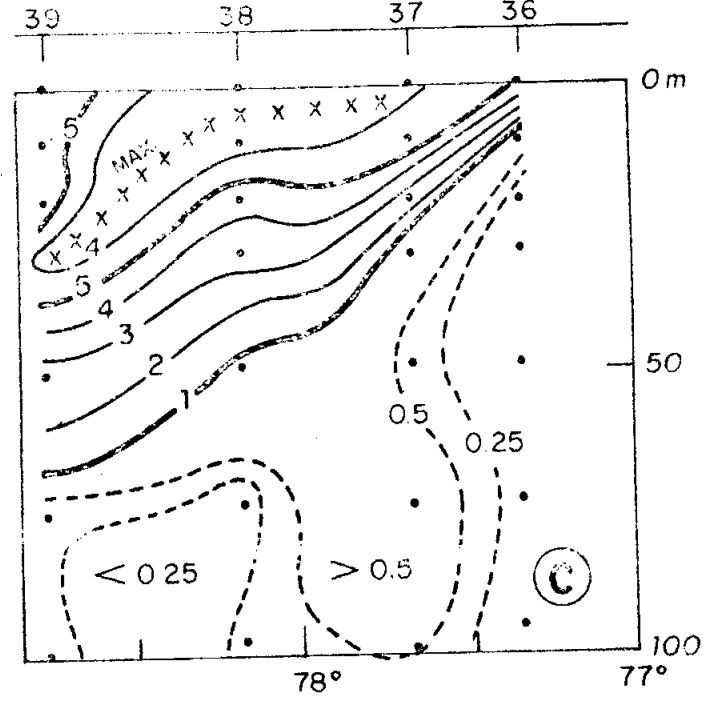
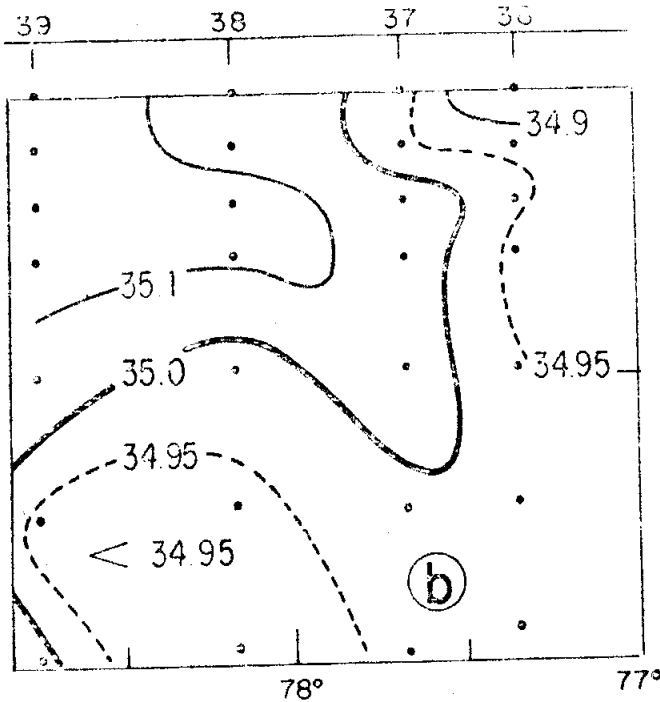
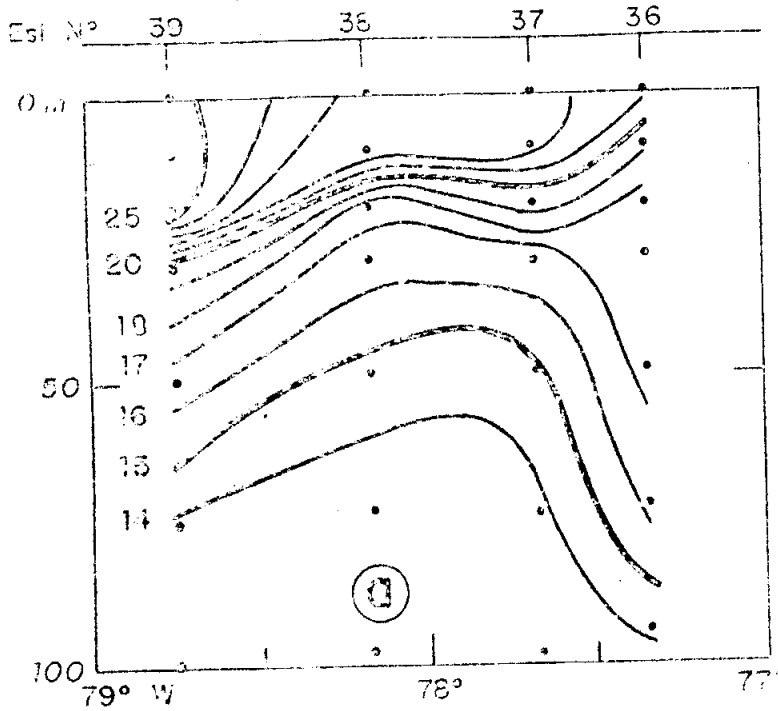
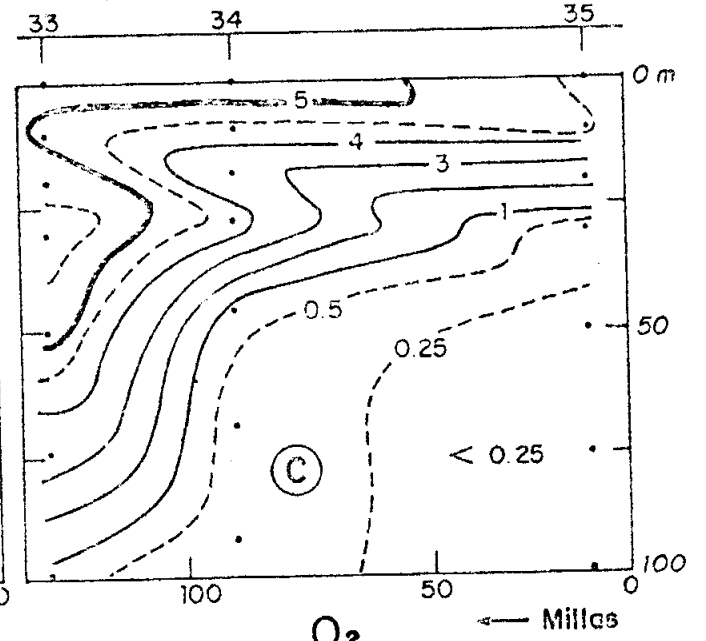
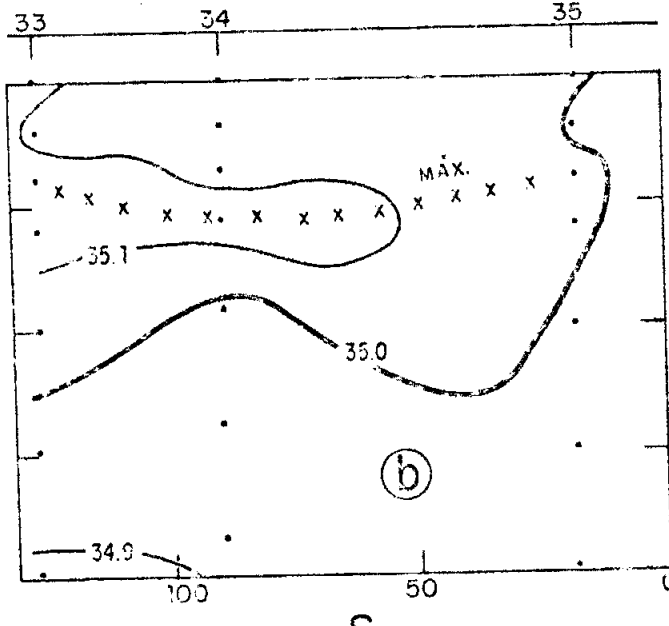
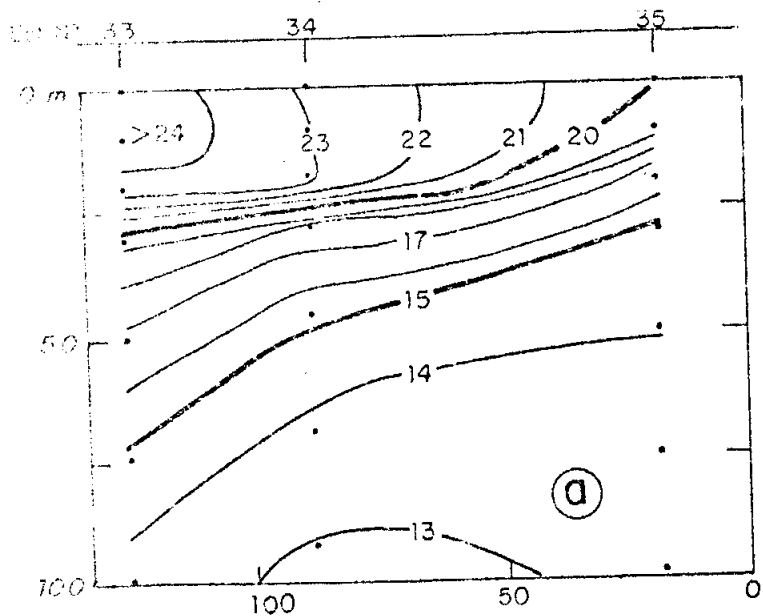


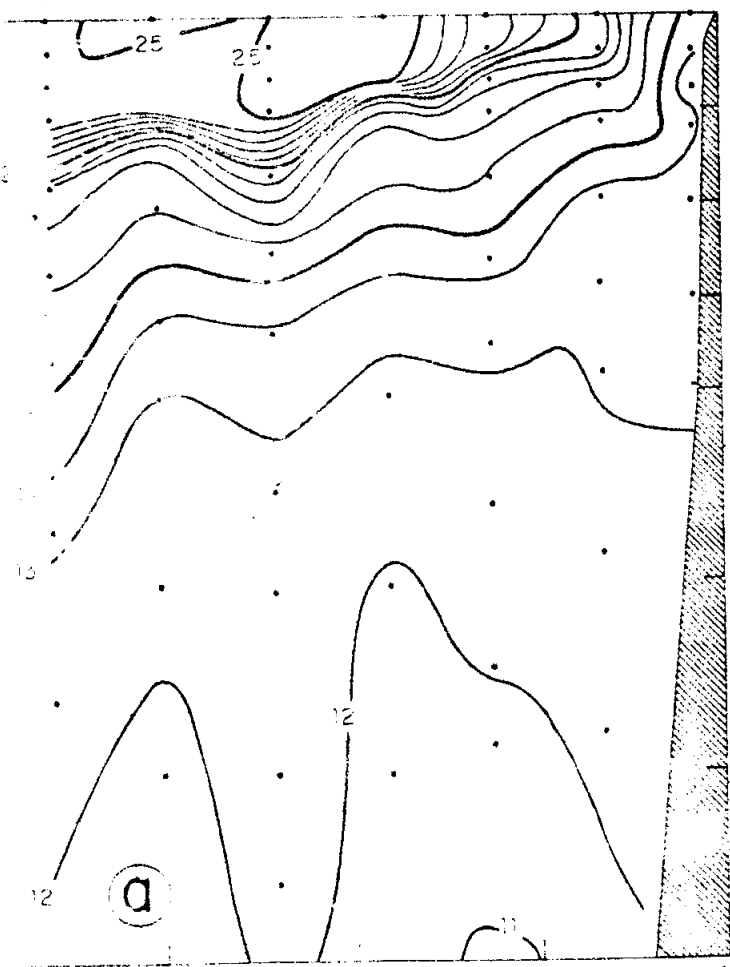
Fig. 14

Cr. 7202 CERRO AZUL



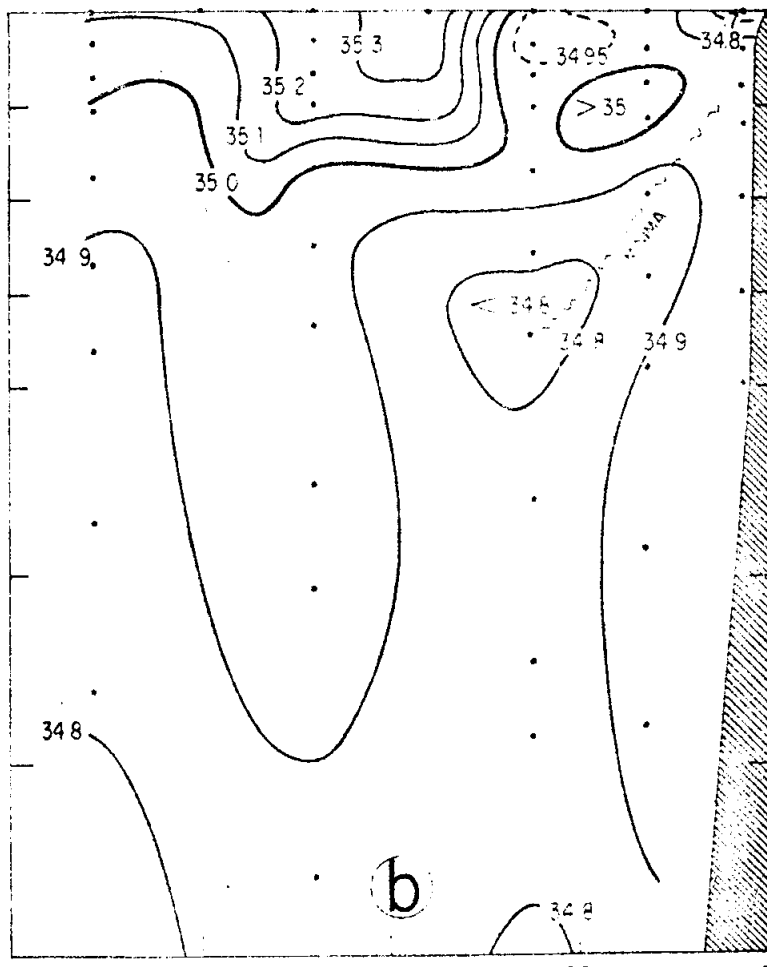
7202 SAN JUAN

31 30 29 28 27 26 25



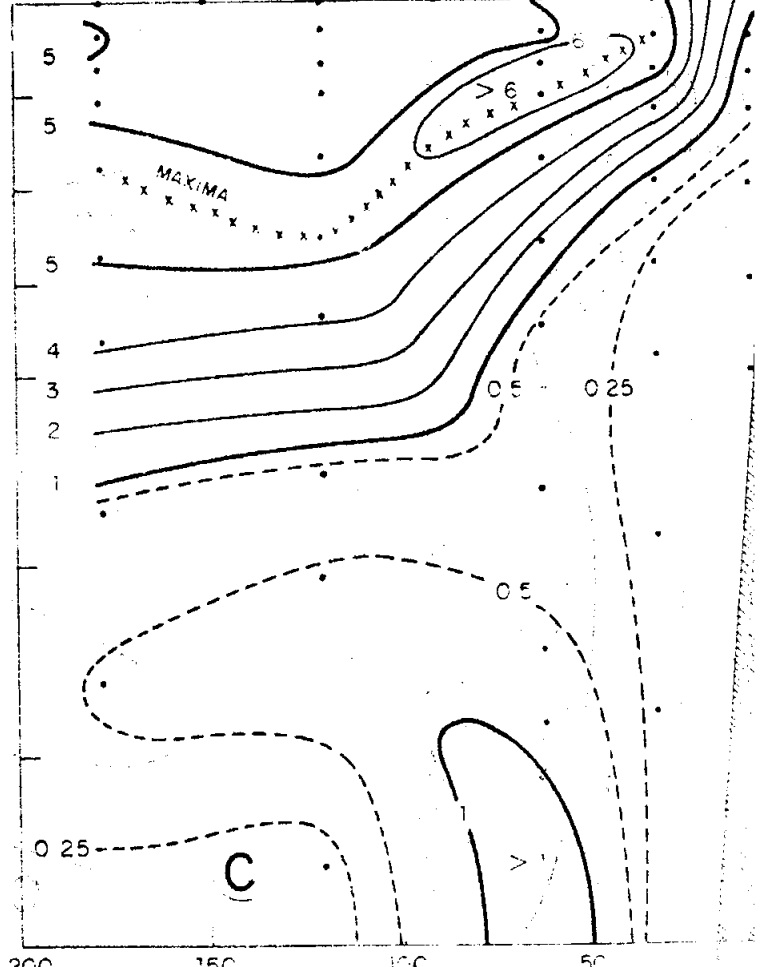
150 VILLAS 100 50 0
T

31 30 29 28 27 26 25



200 150 100 50 0
S

31 30 29 28 27 26 25



200 150 100 50 0
O₂

Fig. 16

Cr 7202 ATICO

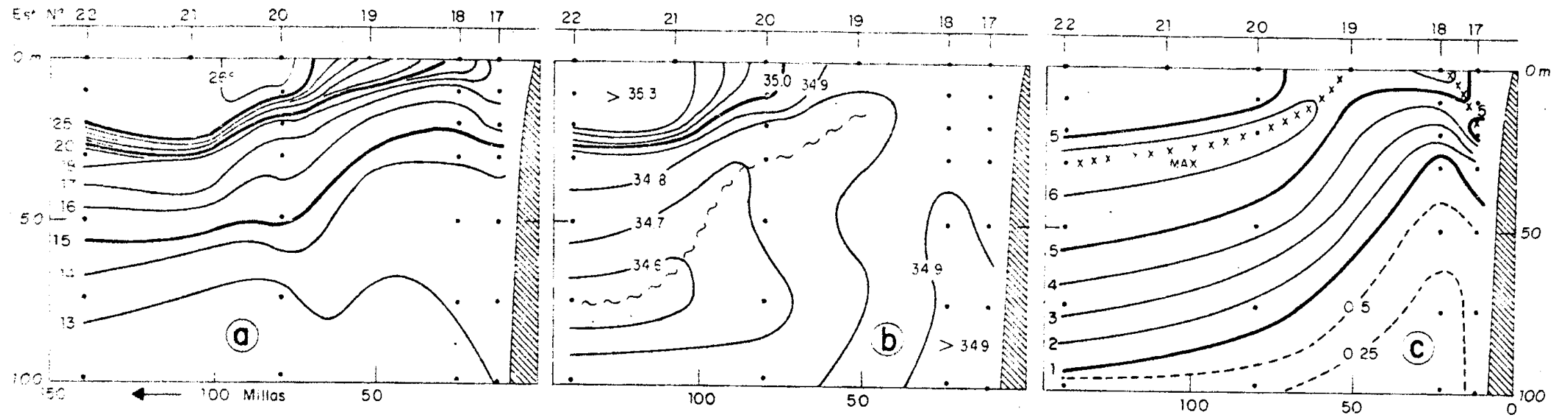


Fig. 17

Cr 7202 ILO

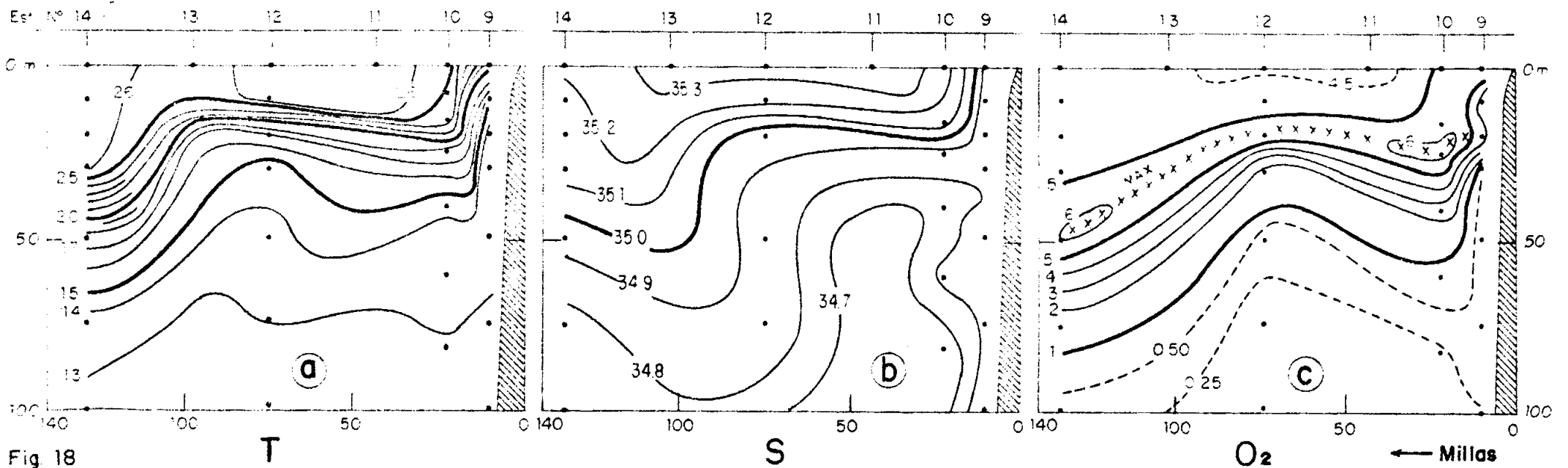


Fig. 18

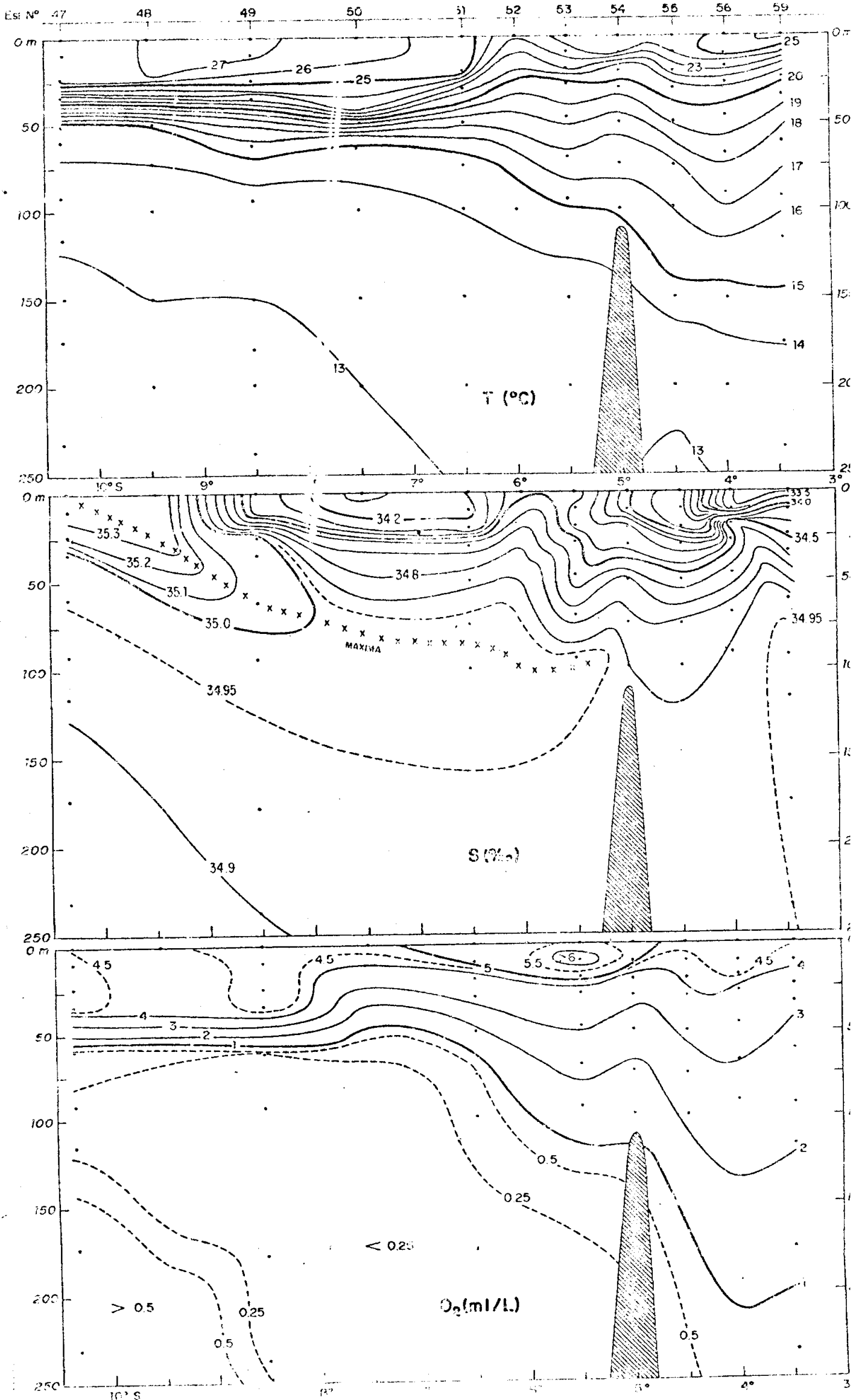


Fig. 19, Cont. 72000. (Continued from Fig. 18)

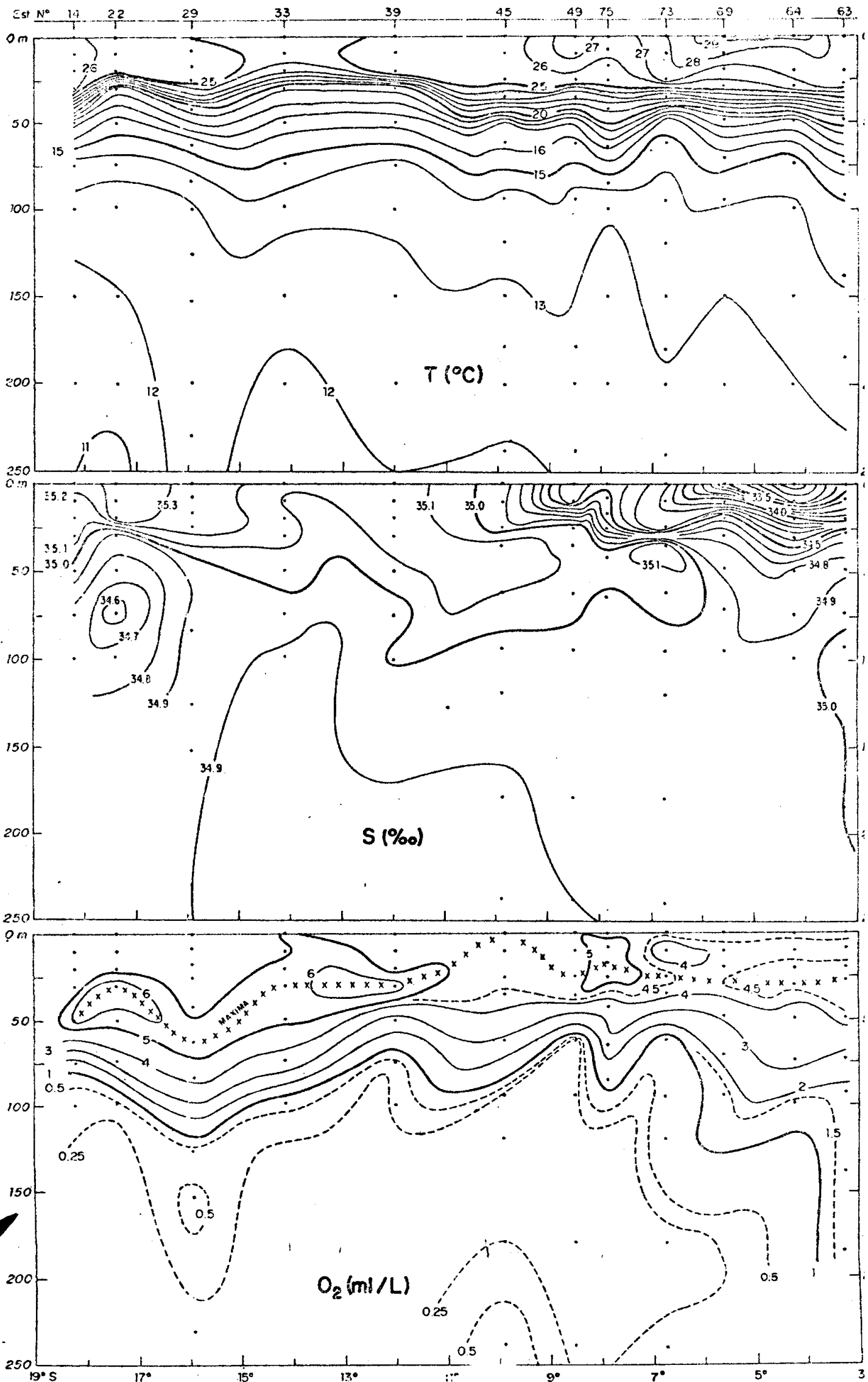


Fig 20, Cr. 7202. Sección perenne a aproximadamente 120 millas de la costa