

APENDICE:

ALGUNOS RESULTADOS DE LA EXPEDICION OCEANOGRAFICA "EASTROPAC 1967-1968" RESPECTO DE LAS AGUAS TERRITORIALES DE EL SALVADOR

Hasta la década del 60, no se sabía mucho de las condiciones marinas, físicas, químicas o biológicas del Océano Pacífico del Este Tropical, que incluye nuestras aguas territoriales. La marina mercante internacional navegaba a lo sumo en 20 a 30 mn. de la costa y la pesca de camarón se realizaba a menor distancia aún. Más hacia afuera se encontraba un mar solitario, prácticamente desconocido por los navegantes marinos, así como de los aeronautas. Desde hace algunos años, durante ciertas épocas del año, flotas pesqueras extranjeras se están dando cita en las zonas de pesca de altura, de atún cuya ubicación, variable de año en año, ha sido, más bien un secreto del oficio.

Esta situación ha cambiado desde que se acordó efectuar un valioso estudio de exploración de los recursos marinos de esta vasta región. Por medio de una expedición oceanográfica llamada EASTROPAC ("Eastern Tropical Pacific" o sea el Océano Pacífico del Este Tropical), se realizaron entre febrero de 1967 y marzo de 1968, investigaciones cooperativas internacionales en esta parte del mar, entre las latitudes 20° N y 20° S y al oeste de las costas de América del Sur, América Central y México, hasta 119°W, con el fin de copiar datos necesarios para el más efectivo aprovechamiento de los recursos marinos de la región, especialmente del atún tropical; pero también para aumentar los conocimientos sobre la circulación marina, la interacción entre aire y mar y la ecología. Participaron 16 barcos científicos de Estados Unidos de América, México, Ecuador, Perú y Chile, los que efectuaron tres cruceros de reconocimien-

to con seis meses de intervalo. Durante cada intervalo se hicieron dos cruceros de vigilia con un solo barco en total cuatro cruceros, para descubrir posibles cambios de las condiciones oceanográficas ocurridas entre dos cruceros de reconocimiento.

El inmenso número de observaciones, mediciones y registros realizados durante 14 meses por los investigadores, se evaluó y homogenizó por medio de computadoras electrónicas y se trasladó a mapas y cortes verticales usando un ploteador automático. De tal manera fue posible publicar pocos años después, entre 1970 y 1975, once atlas que contienen la información elaborada respecto a la temperatura de mar, salinidad y valores derivados, espesor de la capa superior de mezcla y de la capa eufótica, oxígeno disuelto, parámetros meteorológicos, química alimenticia, existencia permanente y producción de fitoplancton, zooplancton y larvas de peces, micronecton, aves marinas, bancos de peces y mamíferos marinos.

Al evaluar esa información respecto de la situación oceanográfica y pesquera en las aguas territoriales salvadoreñas, se descubre la existencia de requisitos y condiciones favorables para la vida marina, flora y fauna que justifican el inicio inmediato de una investigación sistemática oceanográfica y biológica marina con la meta de organizar la pesca de alta mar.

Para entender mejor las unidades de medida usadas en los atlas se han incluido sus definiciones en el Glosario.

Para apoyar lo anteriormente dicho se presenta ante el lector como testimonio una selección de mapas y cortes verticales de los atlas EASTROPAC. El requisito incondicional para la vida marina en el mar tropical es el desarrollo de flujos verticales ascendentes causados por vientos que soplan desde tierra firme hacia mar afuera o por divergencia de las corrientes interiores geostróficas en la superficie de mar. En estas zonas de "emergencia" la "capa de salto" se rompe y emergen aguas frescas y más salinas, de poco oxígeno, pero con una riqueza de sustancias bioquímicamente activas, como se ha detallado en

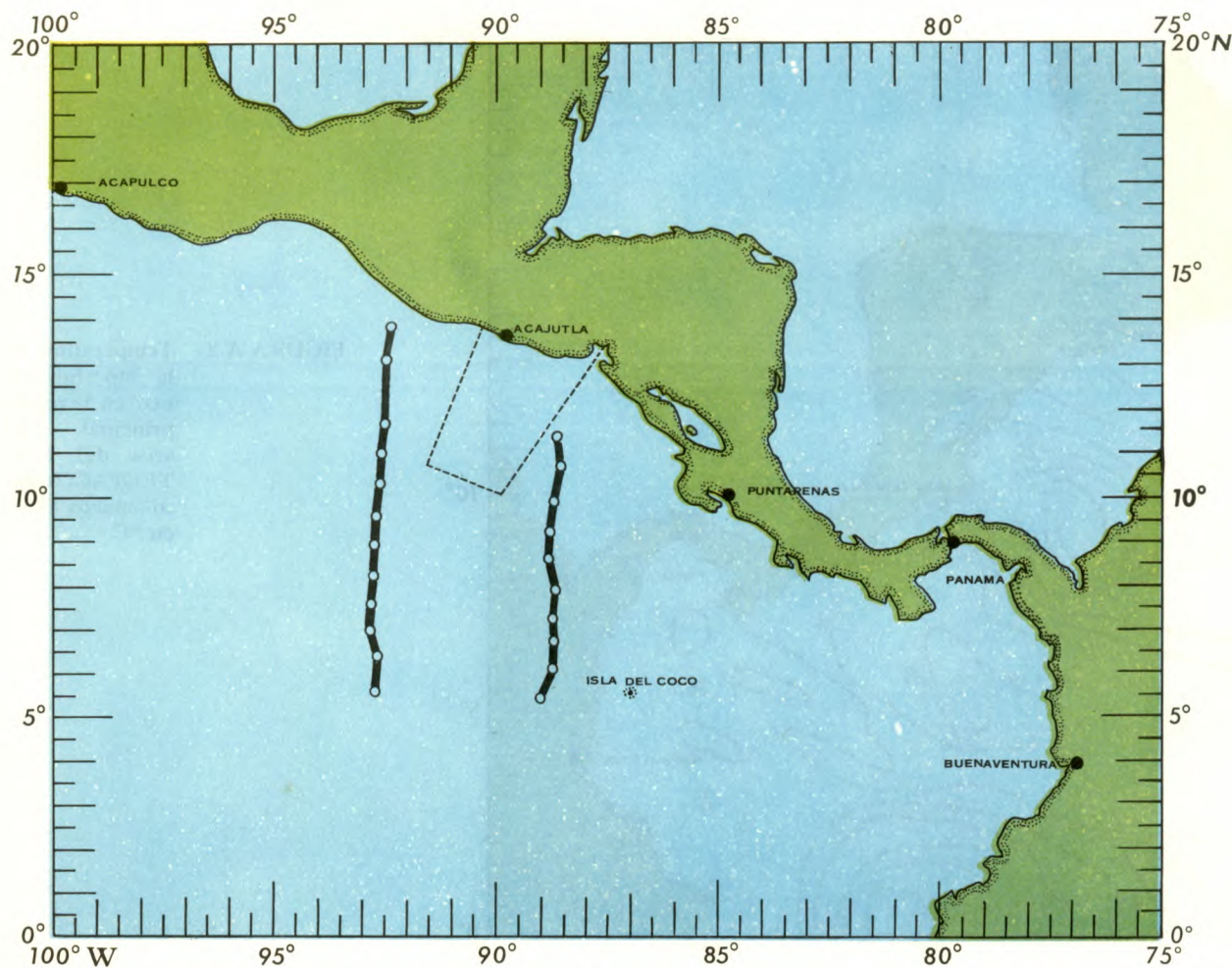


FIGURA A-1: Ubicación aproximada de las Aguas Territoriales de EL SALVADOR; además trayectos de los cortes verticales a lo largo de las longitudes 88° W y 92° W con la indicación de los lugares donde se efectuaron las mediciones respectivas.

los subcapítulos B y D. Se nota bien claro en los mapas cómo las anomalías favorables de los diferentes parámetros físicos, bioquímicos y biológicos se localizan en estas áreas de emergencia, que durante ciertas épocas del año incluyen partes de nuestras aguas.

Los cortes verticales de interés para nosotros se hicieron a lo largo de la longitud 88°W, más o menos al sur de la Punta de Amapala entre 5°N y 12°N, y parcialmente a lo largo de 92°W, más o menos al sur del puerto guatemalteco Champerico entre 5°N y 13°N. La Figura A-1 demuestra la ubicación de los cortes al este y al oeste, respectivamente, de las aguas nacionales.

Para la situación de emergencia, se seleccionaron los meses de febrero y marzo de ambos años de expedición, 1967 y 1968; Figuras de A-2 a A-18 y de A-37 a A-43, respectivamente. Para el período del 1o. al 17 de marzo de 1967, hubo un análisis más detallado; también para el período del 17 al 31 de marzo de 1968. Los cortes a lo largo de 88°W se levantaron durante el período del 1o. al 4 de febrero de 1967; hubo otros no reproducidos aquí por la falta de espacio. En general consta que las distribuciones horizontales y verticales de los múltiples parámetros fueron lógicos y parecidos entre sí. Sin embargo, en algunos casos se observaban mayores diferencias entre los períodos de tiempo.

Condiciones parecidas a las de estos ejemplos se observaron en los meses de diciembre a abril, inclusive. Además, se presentó una situación de "emergencia" del 16 al 31 de julio de 1967, cuando soplaron vientos de rumbo norte a noreste, desde tierra firme hacia mar afuera.

En los meses de mayo a noviembre no se ha observado una anomalía térmica en la superficie del mar, es decir, en nuestras aguas territoriales. A veces existía en esta época del año una anomalía térmica positiva, o sea que la superficie de mar era algo más caliente que el aire de encima. Como ejemplo para

estas observaciones se ha seleccionado la época de agosto y septiembre de 1967 (Figuras de A-19 a A-36). En los mapas se confirma lo contrario de lo observado en febrero y marzo; alta temperatura y salinidad más reducida en la superficie del mar; sobresaturación de O₂, vientos del suroeste, o sea hacia tierra firme y una concentración muy reducida de los nutrientes fósforo y nitrato. Sin embargo, la producción orgánica primaria, el fitoplancton y zooplancton y la fauna superior son regulares y hasta abundantes. Los cortes y verticales correspondientes demuestran un área de emergencia débil entre 7.5°N y 10°N, fuera de las aguas nacionales. Las características bioquímicas y biológicas acompañantes son parecidas a las de la época de febrero y marzo, pero contienen menos fósforo, nitrato y clorofila.

Una razón de estas aparentes contradicciones, es el hecho de que los mapas y cortes no son sinópticos, sino que se basan en observaciones hechas unas tras otras durante el crucero de cada barco, que tardaba varios días o semanas.

Igual que en la atmósfera se observan también en el mar variaciones cortas y largas de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Finalmente, se presenta un juego de tres mapas de la época de febrero y marzo de 1967, Figuras de A-44 a A-46, que informa respecto a la profundidad, salinidad-temperatura y aceleración potencial relativa a 500 db para varias superficies interiores que corresponden a anomalías termostéricas o sean anomalías del volumen específico de 300, 250, 200 y 160 cl x t⁻¹. Esta información puramente hidrográfica da una idea de la magnitud de estos parámetros inclusive las fuerzas y direcciones de las corrientes geostróficas en las capas superiores del mar, hasta 300 m. de profundidad. Se agrega para la misma época del año un corte vertical de la profundidad de esas diferentes anomalías termostéricas a lo largo de la longitud 88°W, entre las latitudes de 5°N y 12°N; Figura A-47.

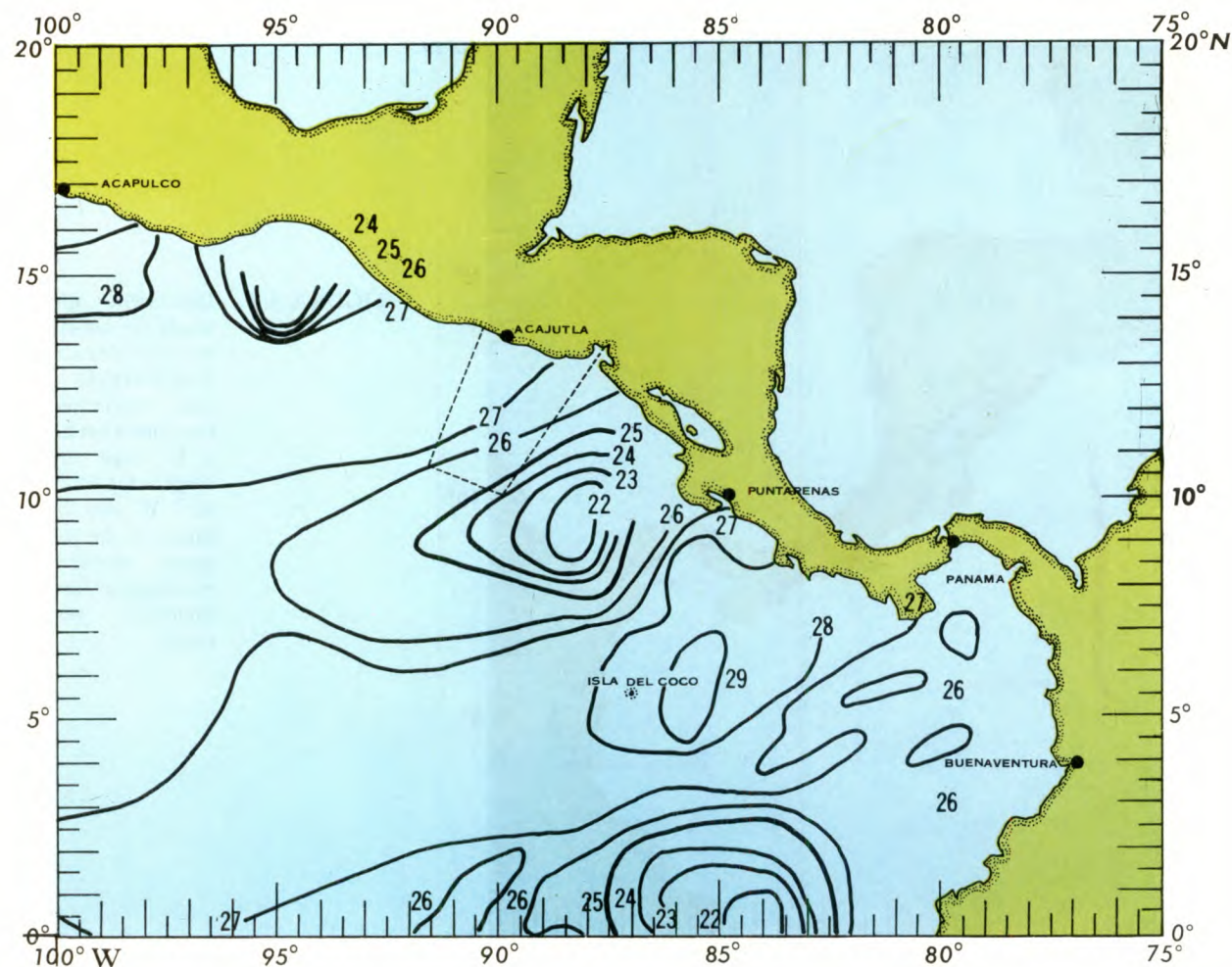


FIGURA A-2: Temperatura en la superficie de mar en la región principal del área del EAS-TROPAC; febrero-marzo 1967; en °C.

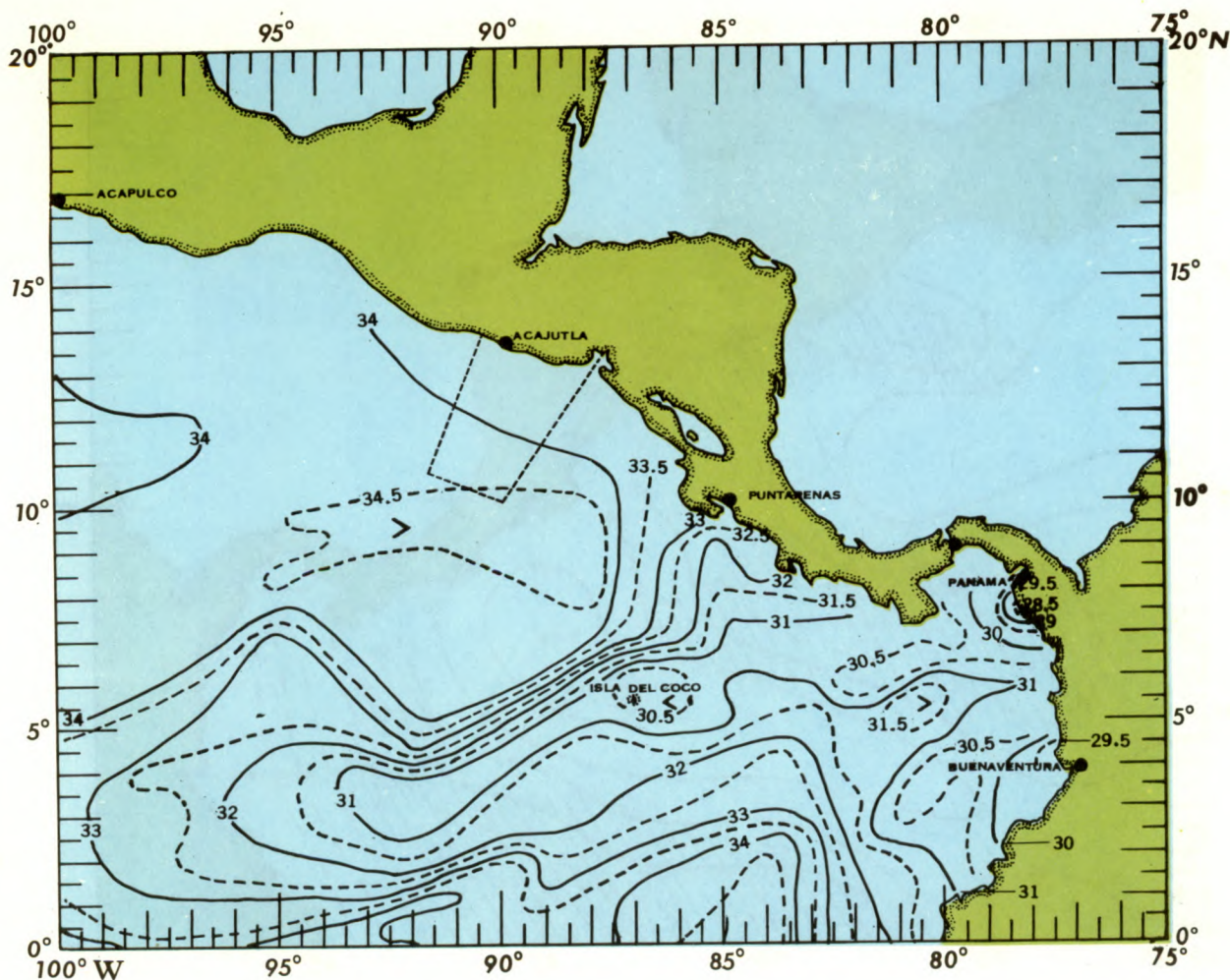


FIGURA A-3: Salinidad en la superficie de mar en la región principal del área del EASTROPAC; febrero-marzo 1967; en "por mil".

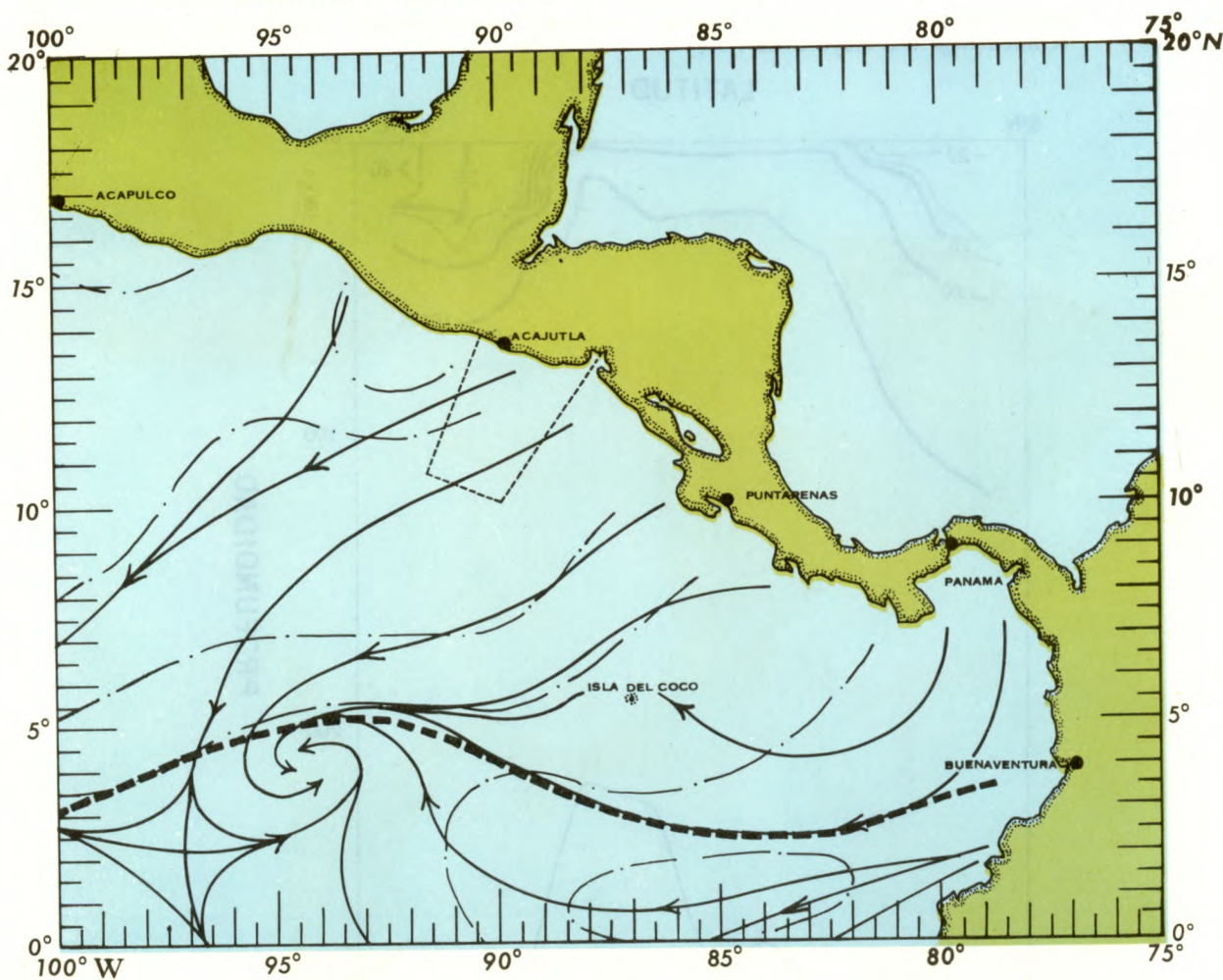


FIGURA A-4: Análisis del viento en la superficie de mar basada en todas las observaciones en barco disponibles prorrateadas sobre 2 grados cuadrados (latitud-longitud) para el período del 1o. al 17 de marzo de 1967. Las líneas sólidas fuertes son líneas de corriente que señalan la dirección resultante media del flujo de viento. Las líneas suaves son isotacas que indican la velocidad media resultante en nudos. La posición climatológica mensual de la zona de convergencia intertropical se señala con la fuerte línea cortada.

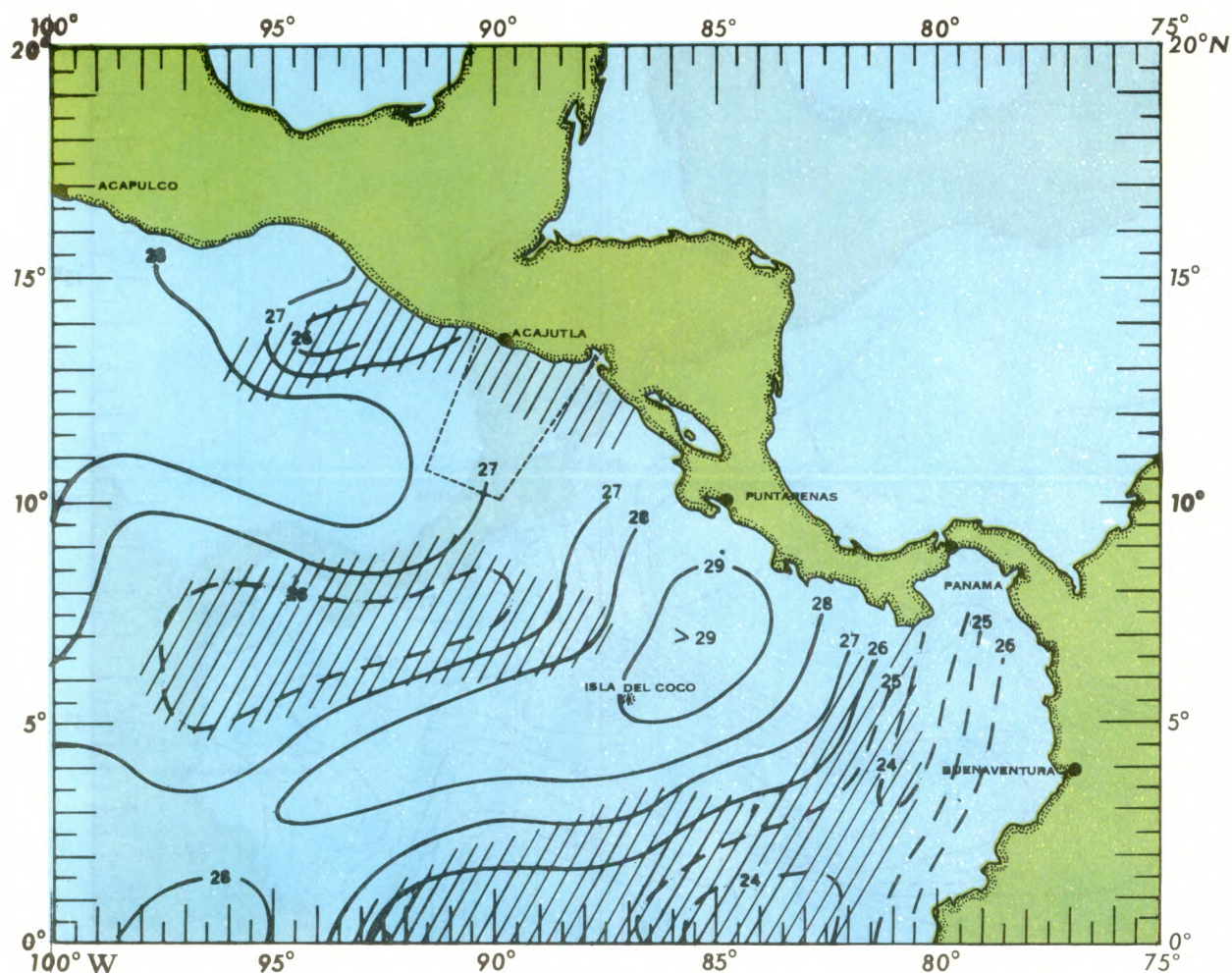


FIGURA A-5: Análisis de la temperatura en la superficie de mar basada en todas las observaciones en barco disponibles prorrateadas sobre 2 grados cuadrados (latitud-longitud) para el período del 1o. al 17 de marzo de 1967. Las líneas sólidas fuertes son las isotermas en la superficie de mar en °C; son cortadas allá donde los datos eran escasos. Las áreas plumeadas señalan zonas donde existen anomalías térmicas negativas mayores de 1°C.

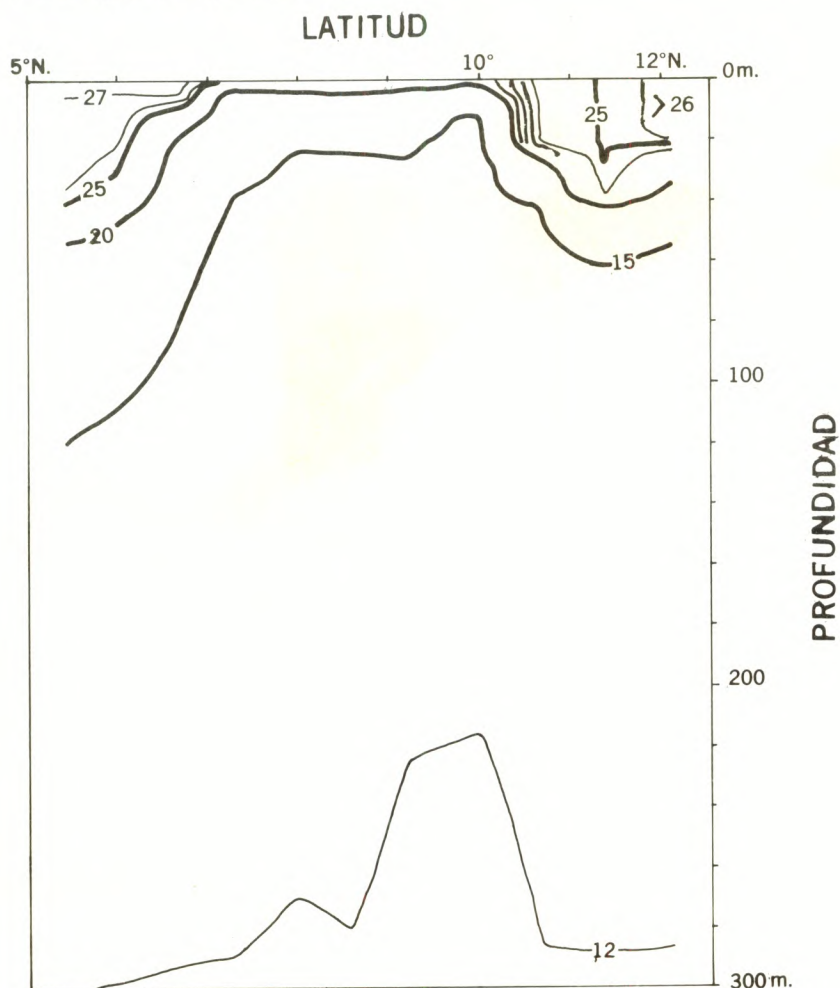


FIGURA A-6: Distribución vertical de la temperatura de mar a lo largo de la longitud 88° W, entre las latitudes 5° N y 12° N, hasta 300 m. de profundidad; período: del 1o. al 4 de febrero de 1967; en "°C".

LATITUD

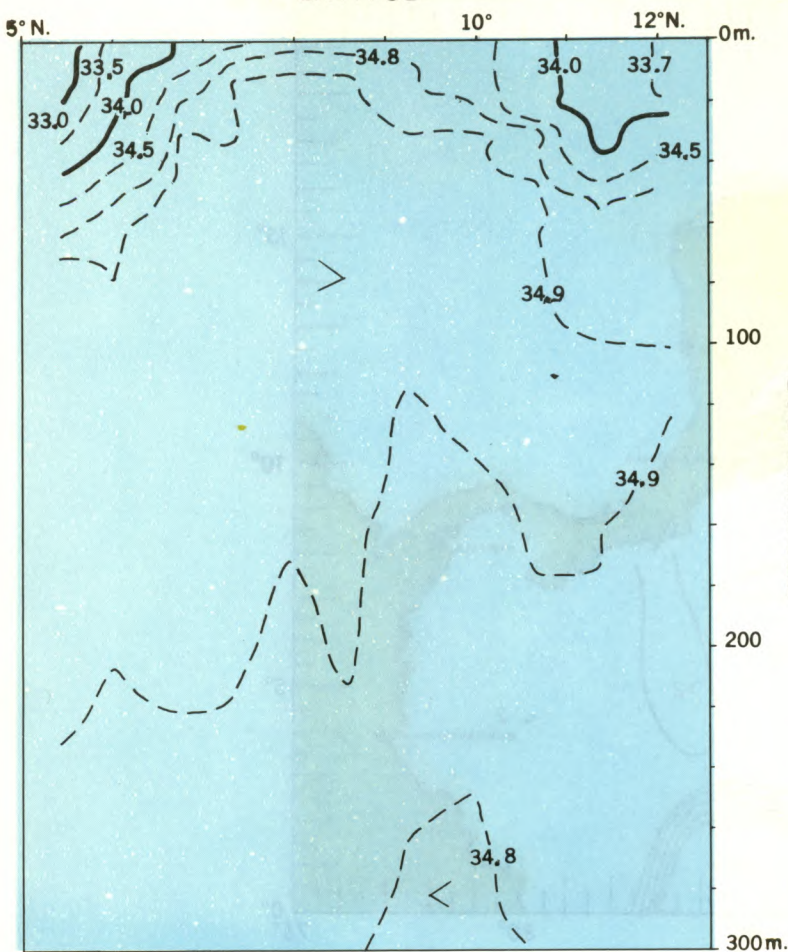


FIGURA A-7: Distribución vertical de la salinidad de mar a lo largo de la longitud 88° W, entre 5° N y 12° N, hasta 300 m. de profundidad; período: del 1o. al 4 de febrero de 1967; en "por mil".

LATITUD

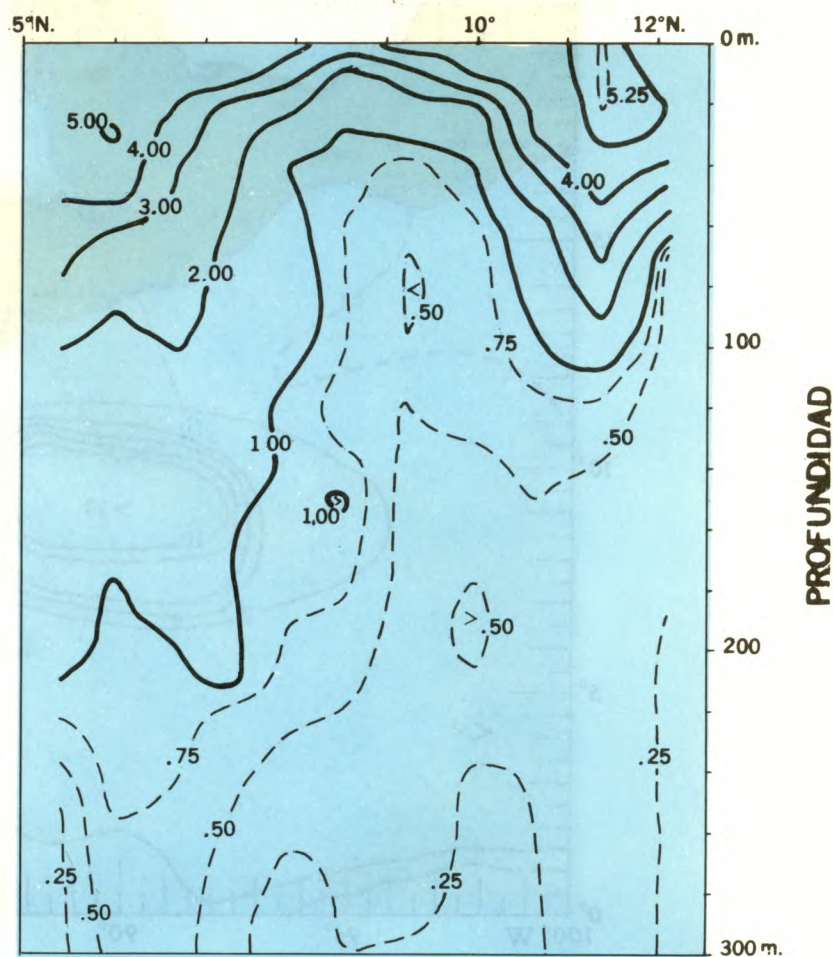


FIGURA A-8: Distribución vertical de oxígeno O₂ a lo largo de la longitud 88° W, entre las latitudes 5° N y 12° N, hasta 300 m. de profundidad; período: del 1o. al 4 de febrero de 1967; en "mililitro por litro de agua".

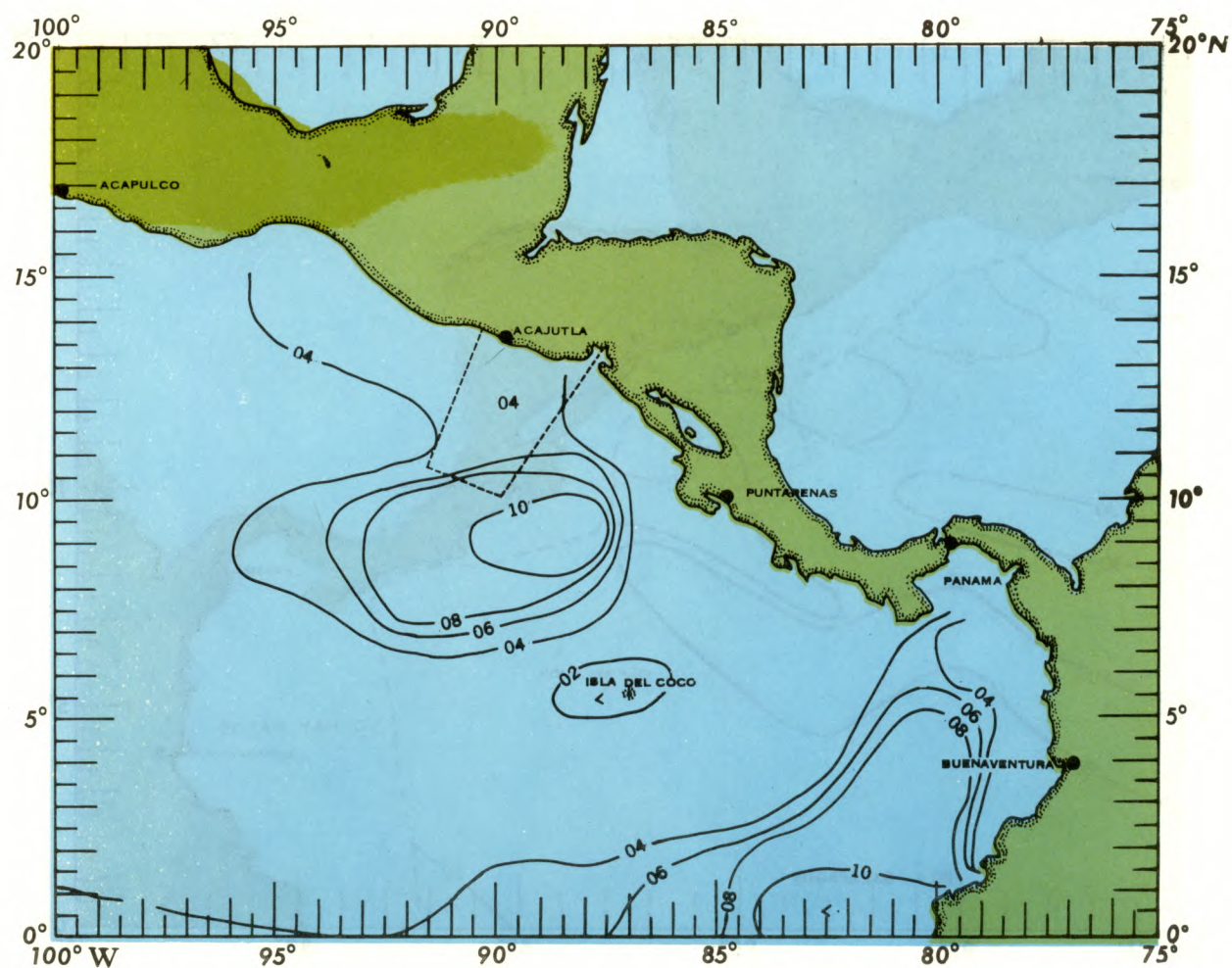


FIGURA A-9: Contenido de fósforo en 10 m. de profundidad, febrero-marzo 1967; en microgramo atómico por litro de agua.

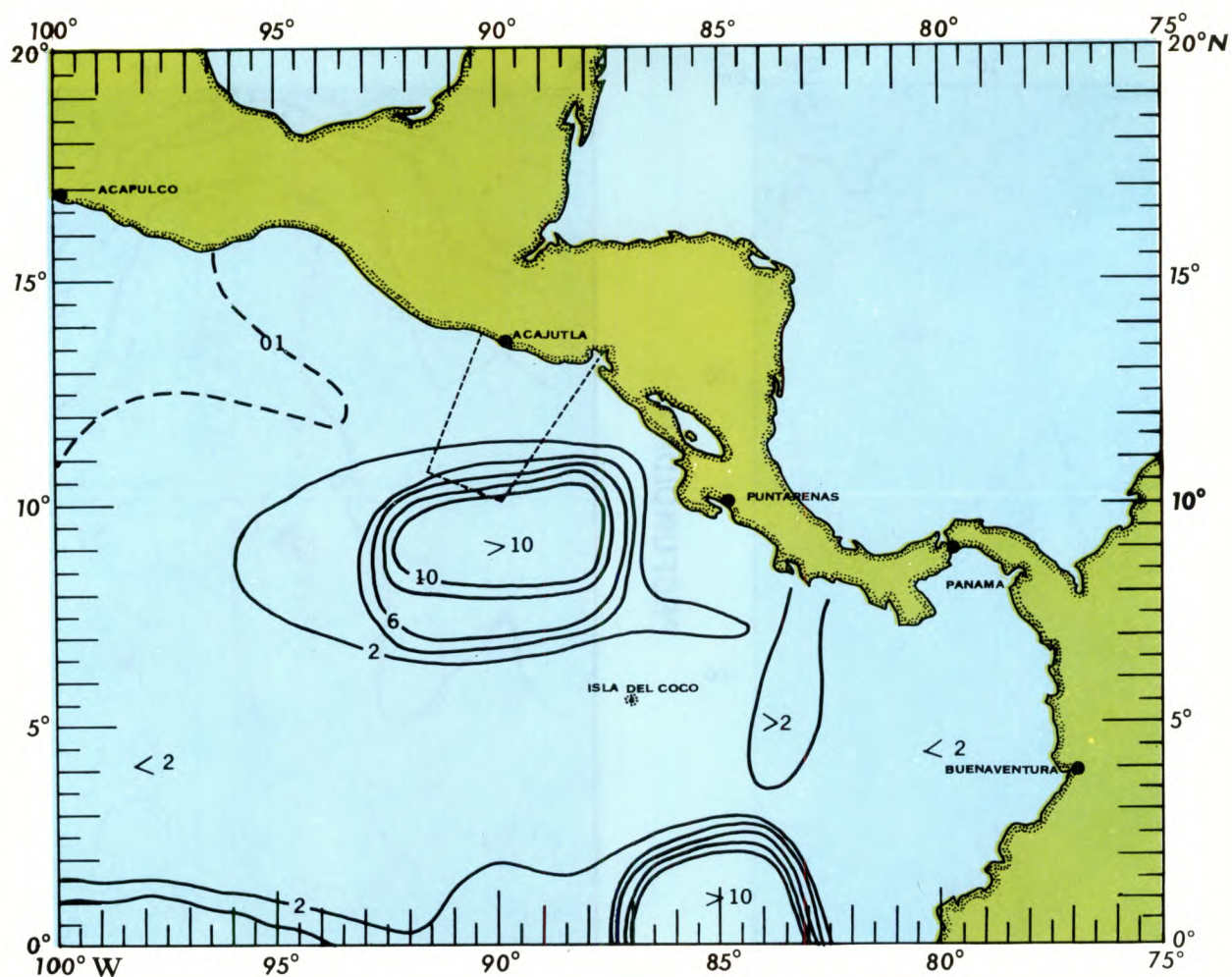


FIGURA A-10: Contenido de nitrato No_3 en 10 m. de profundidad, febrero-marzo 1967; en microgramo atómico por litro de agua.

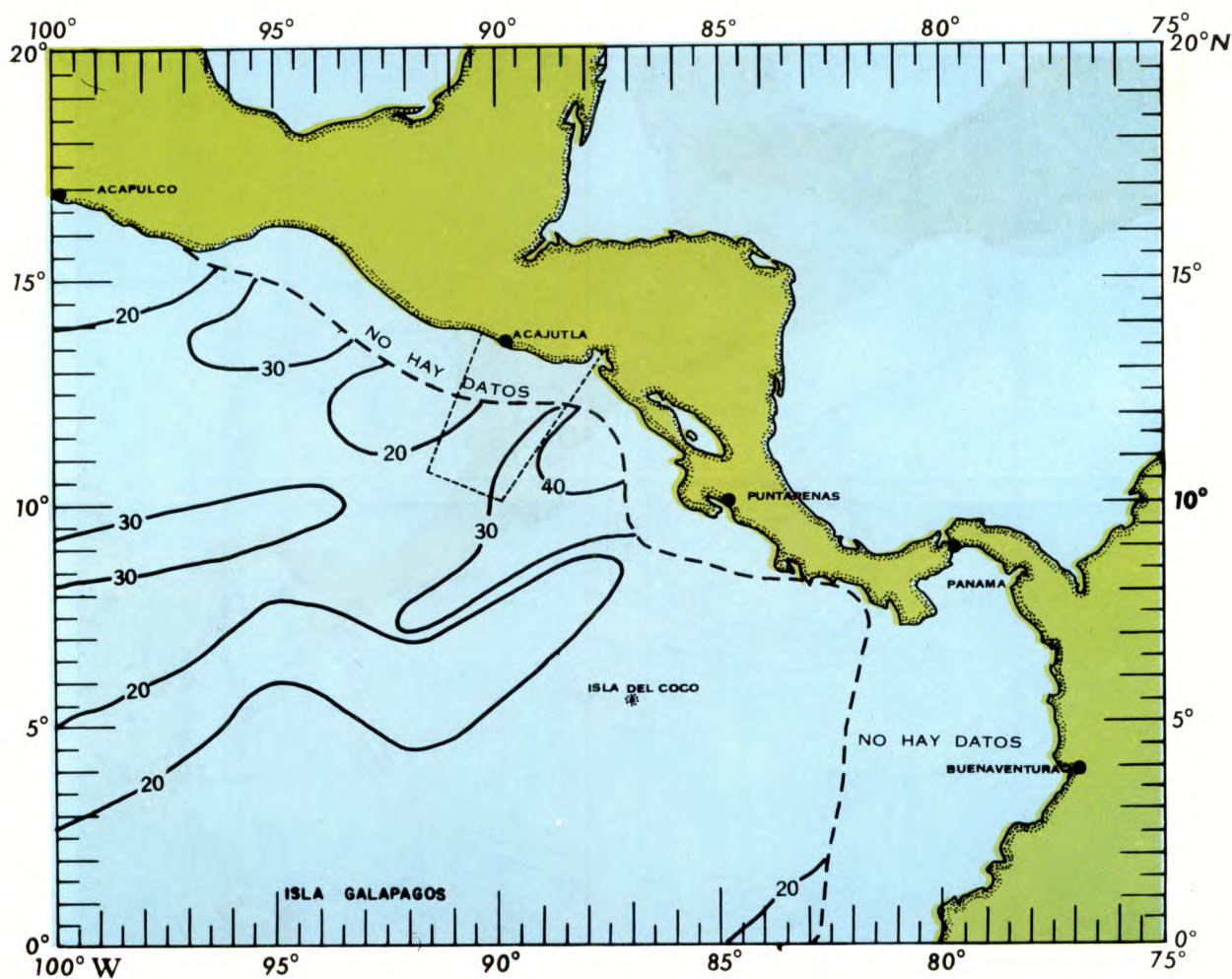


FIGURA A-11: Contenido de clorofila a integrada desde la superficie de mar hasta 150 m. de profundidad, febrero-marzo 1967; en " $\text{mg} \times \text{m}^{-2}$ ".

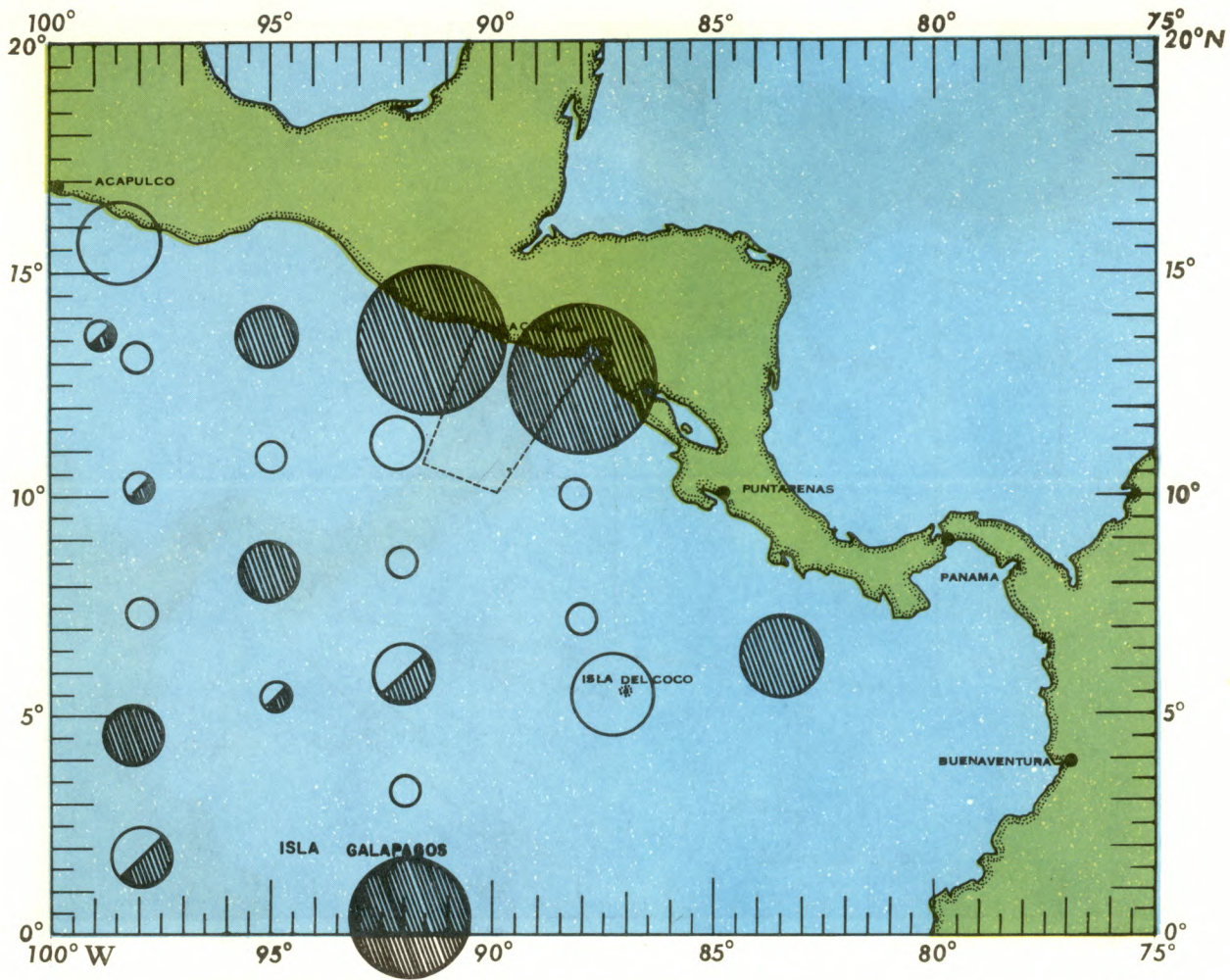
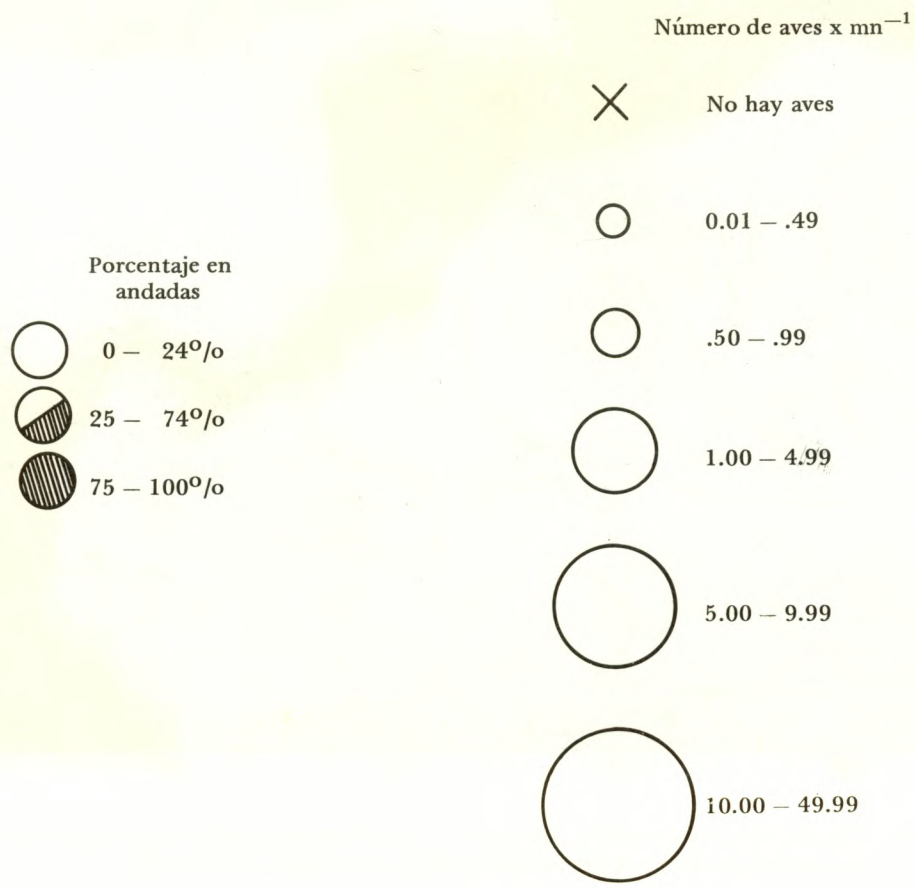


FIGURA A-12: Abundancia relativa de aves que se alimentan de peces y cefalópodos, febrero—marzo 1967; en “ave por milla náutica”.



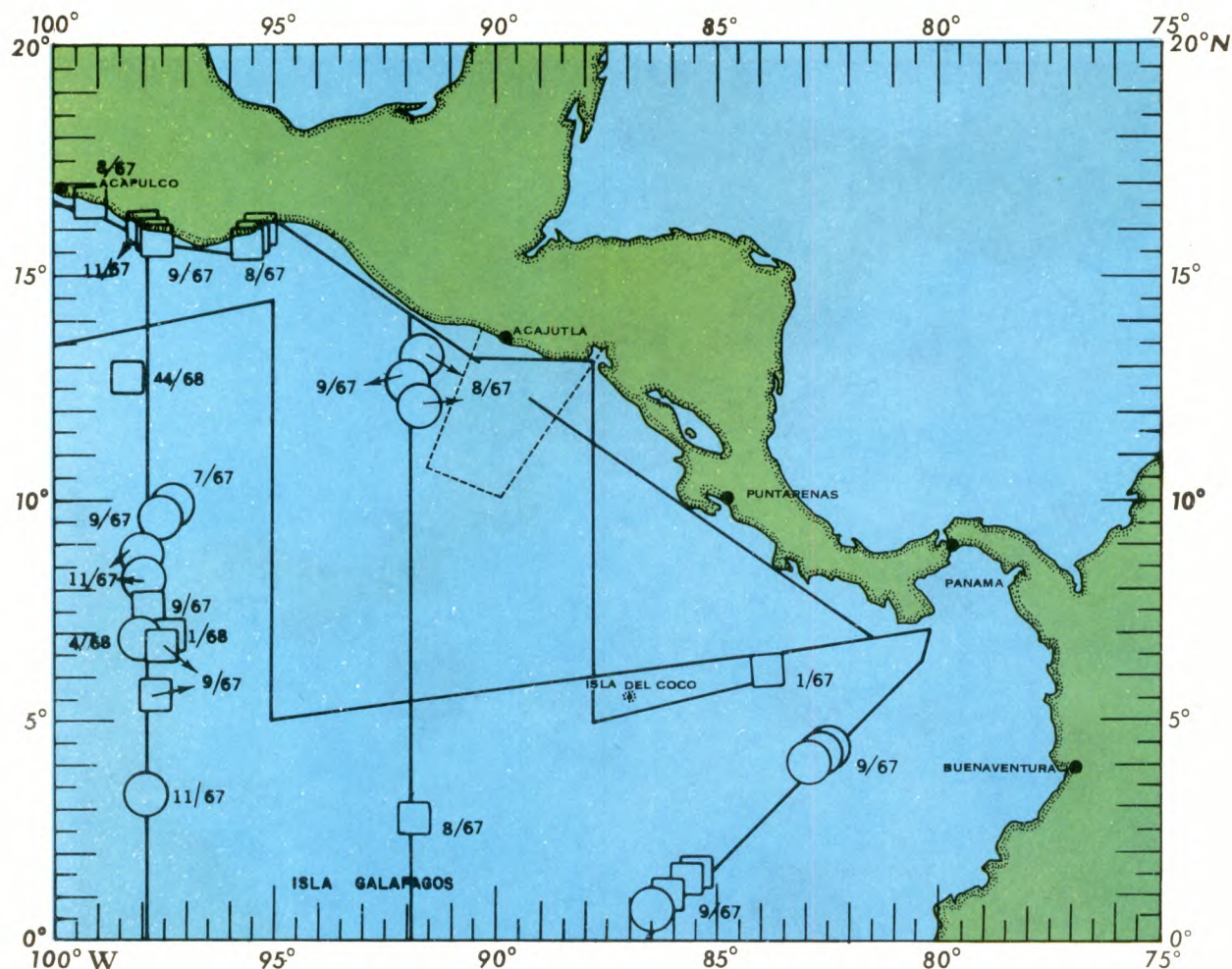


FIGURA A-13: Vistas de escuelas de atún en superficie hechas durante todas las cruzadas del EASTRO-PAC; se indican mes y año de la vista al lado del símbolo; las trayectorias de las cruzadas se enseñan con líneas.

- Atún Bonito, *Katsuwonus pelamis* (en inglés: skipjack tuna).
 □ otro atún.

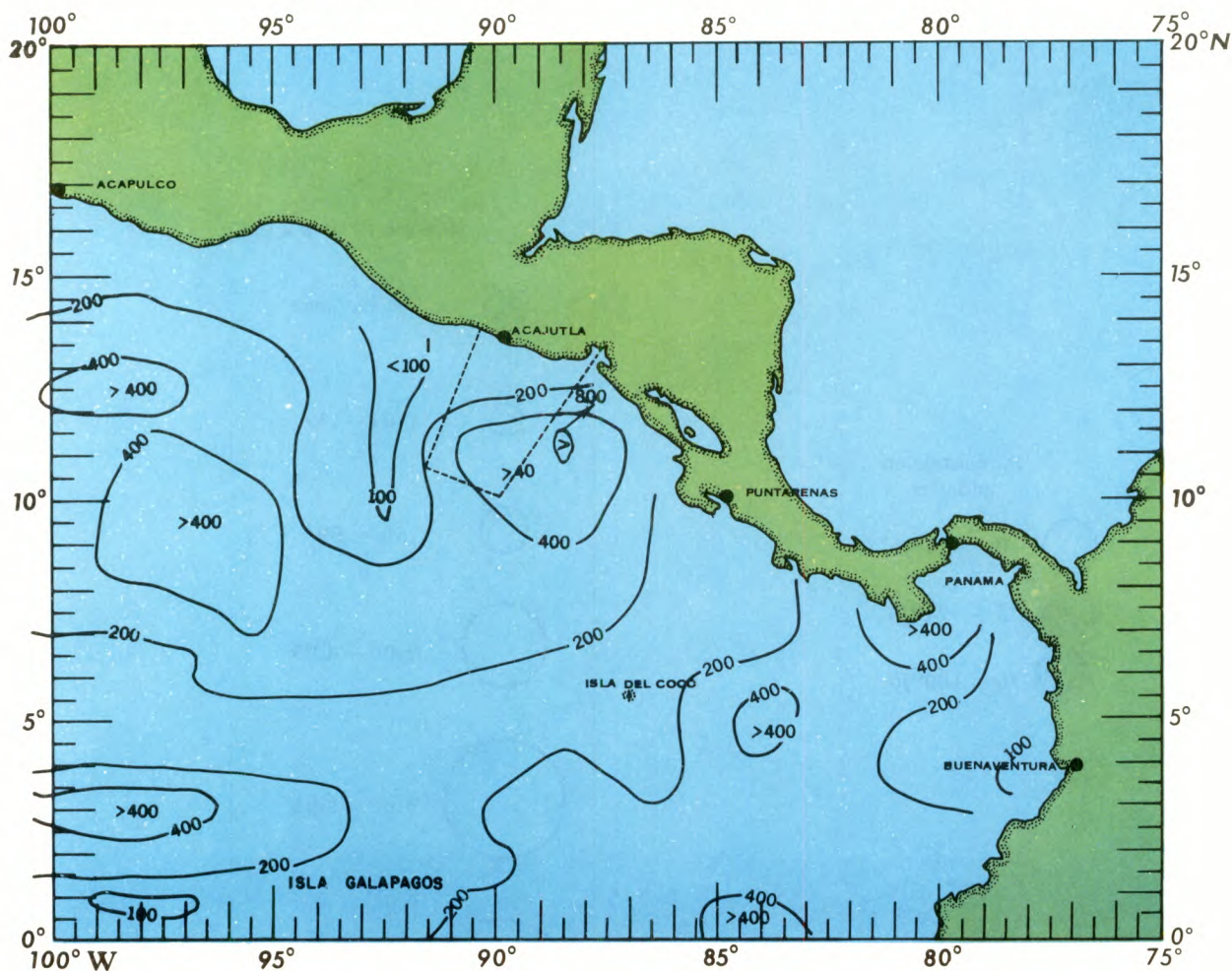


FIGURA A-14: Distribución del contenido constante de zooplancton pescado en la noche en redadas con una red de 50 cm. febrero-marzo 1967; en "mililitro x 1000 m³".

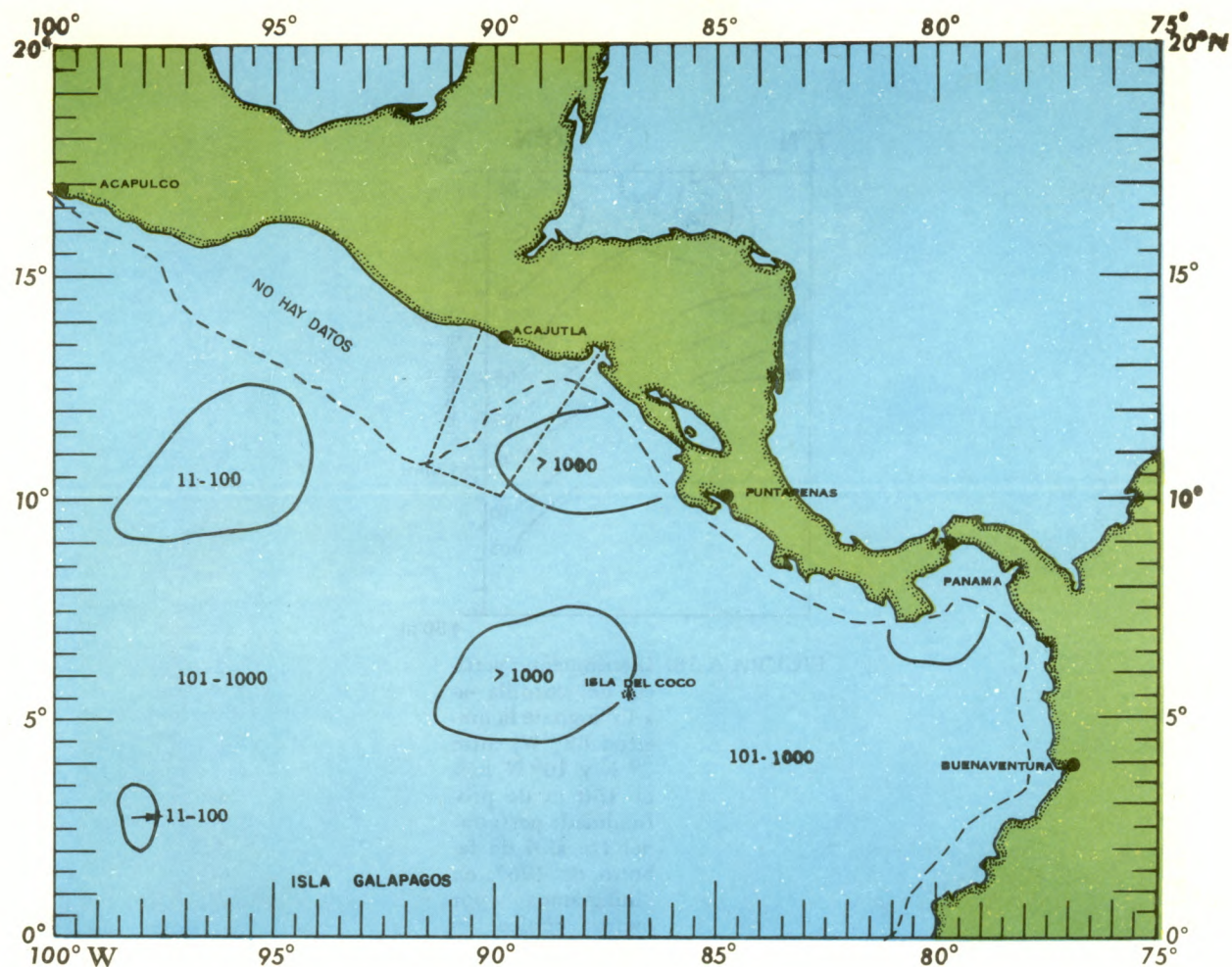


FIGURA A-15: Total de larvas de peces pescadas en la noche en redadas con una red oblicua de 1 m. para plancton; febrero-marzo de 1967; en "número por redada".

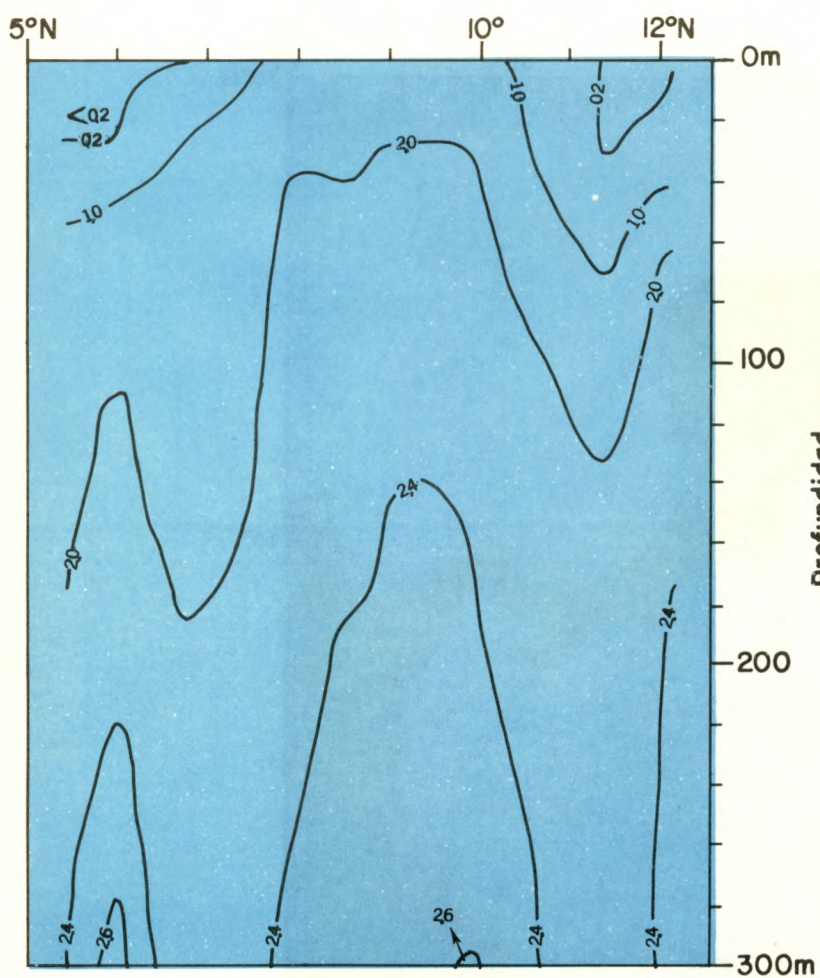


FIGURA A-16: Distribución vertical de fósforo a lo largo de la longitud 88° W, entre 5° N y 12° N, hasta 300 m. de profundidad; período: del 1o. al 4 de febrero de 1967; en "microgramos atómicos por litro de agua".

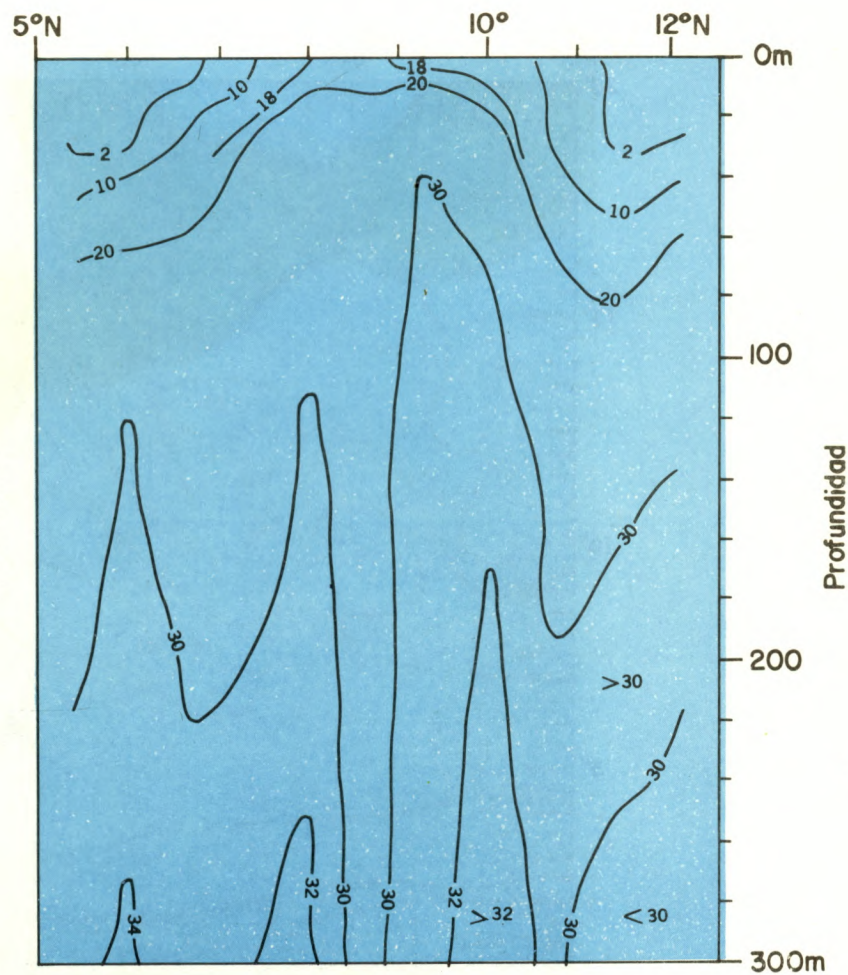


FIGURA A-17: Distribución vertical de nitrato NO_3 a lo largo de la longitud 88° W, entre 5° N y 12° N, hasta 300 m. de profundidad; período: del 1o. al 4 de febrero de 1967; en "microgramos atómicos por litro de agua".

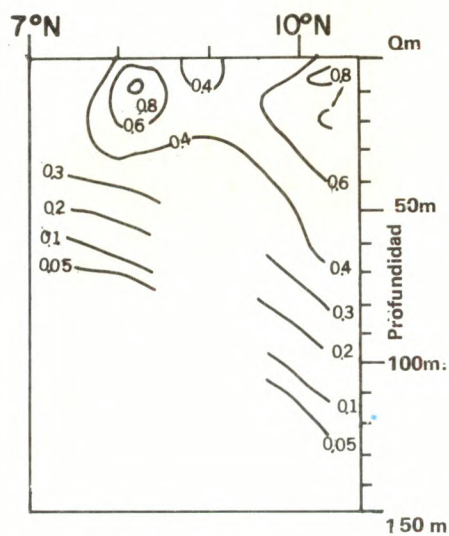


FIGURA A-18: Distribución vertical de clorofila -a a lo largo de la longitud 88° W, entre 7° N y 10° N, hasta 150 m. de profundidad; período: del 1o. al 4 de febrero de 1967; en "miligramos por metro cúbico = $\text{mg} \times \text{m}^{-3}$ ".

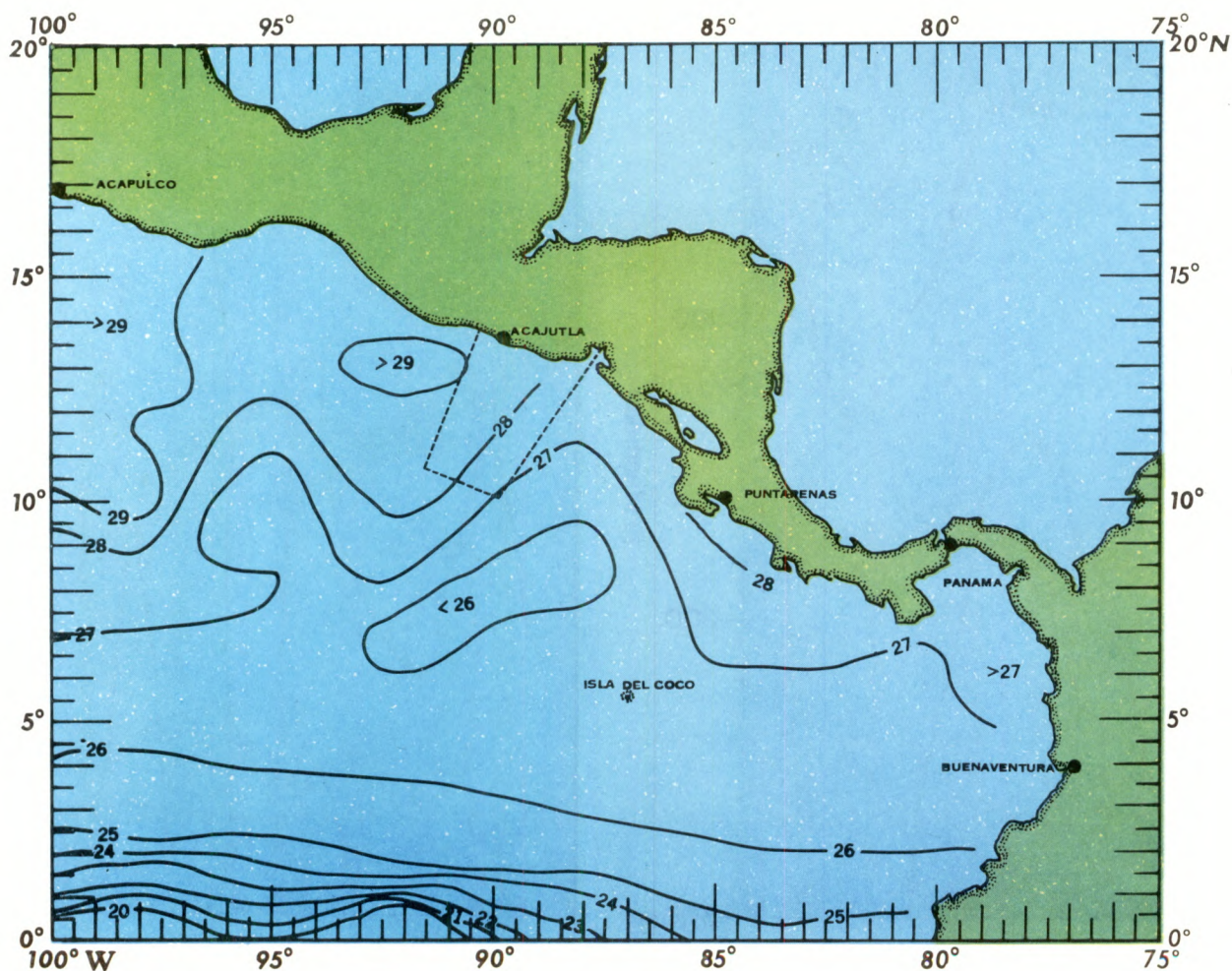


FIGURA A-19: Temperatura en la superficie de mar en la región principal del área del EASTROPAC; agosto-septiembre 1967; en "°C".

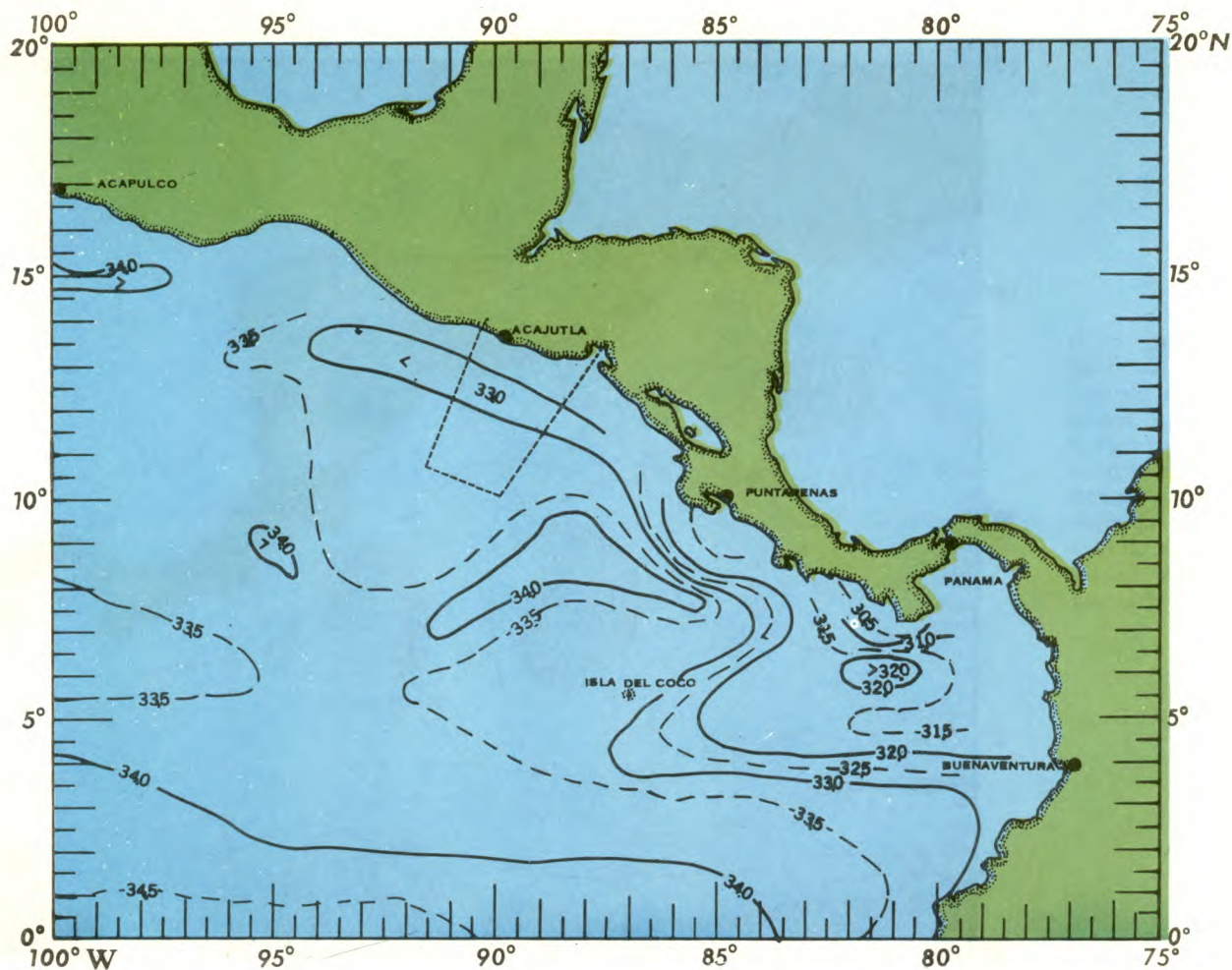


FIGURA A-20: Salinidad en la superficie de mar en la región principal del área de EASTROPAC; agosto-septiembre 1967; en “por mil”.

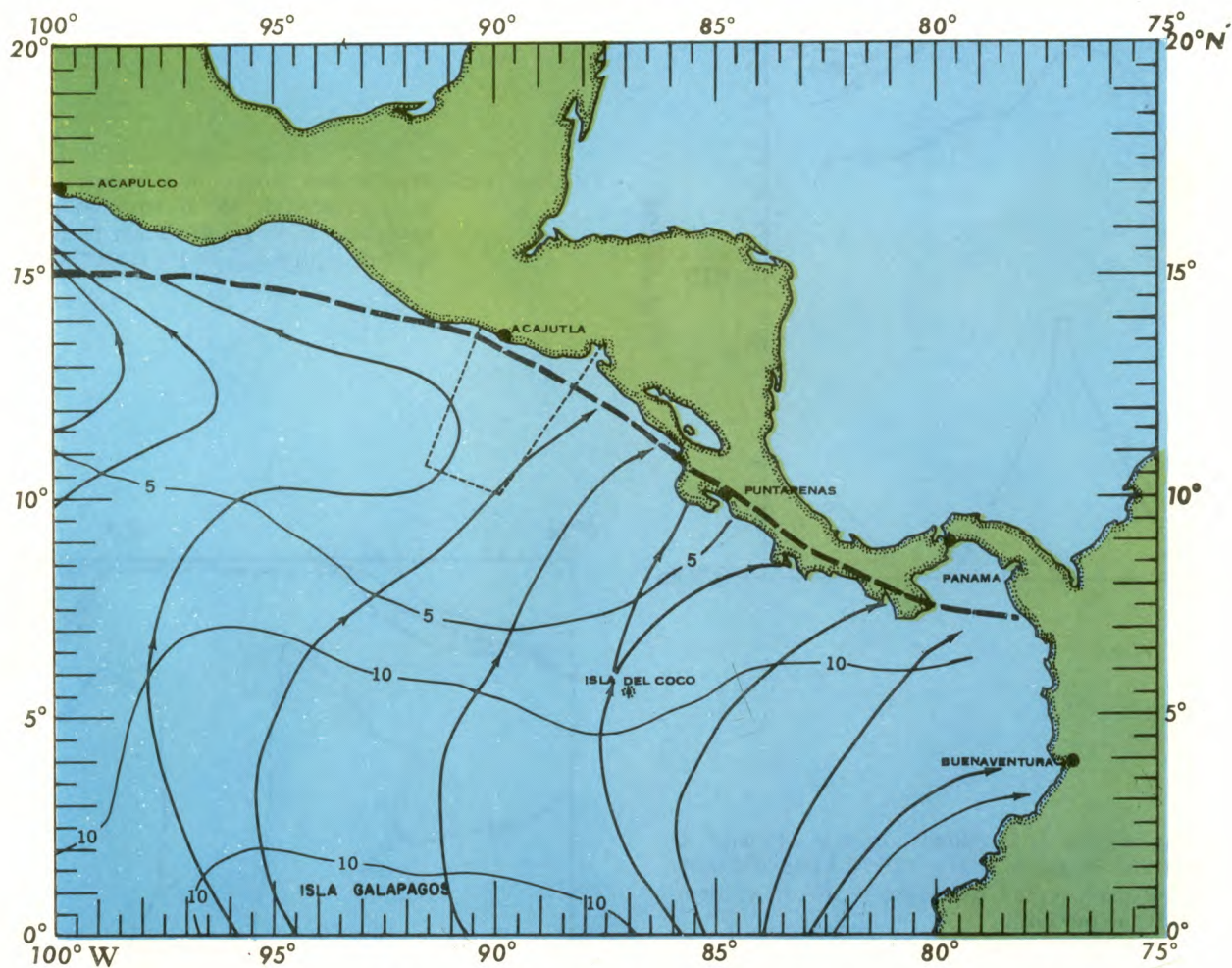


FIGURA A-21: Análisis del viento en superficie de mar basada en todas las observaciones en barco disponibles prorrateadas sobre 2 grados cuadrados (latitud-longitud) para el período del 1o. al 16 de septiembre de 1967. Las líneas sólidas fuertes son líneas de corriente que señalan la dirección resultante media del flujo de viento. Las líneas suaves son isotacas que indican la velocidad media resultante en nudos. La posición climatológica mensual de la zona de convergencia intertropical se señala con la fuerte línea cortada.

FIGURA A-22:

Análisis de la temperatura en la superficie de mar basada en todas las observaciones en barco disponibles prorrateadas sobre 2 grados cuadrados (latitud-longitud) para el período del 1o. al 16 de septiembre 1967. Las líneas sólidas fuertes son las isotermas en superficie de mar en °C. Las áreas plumeadas señalan zonas donde existen anomalías térmicas negativas mayores de 1°C.

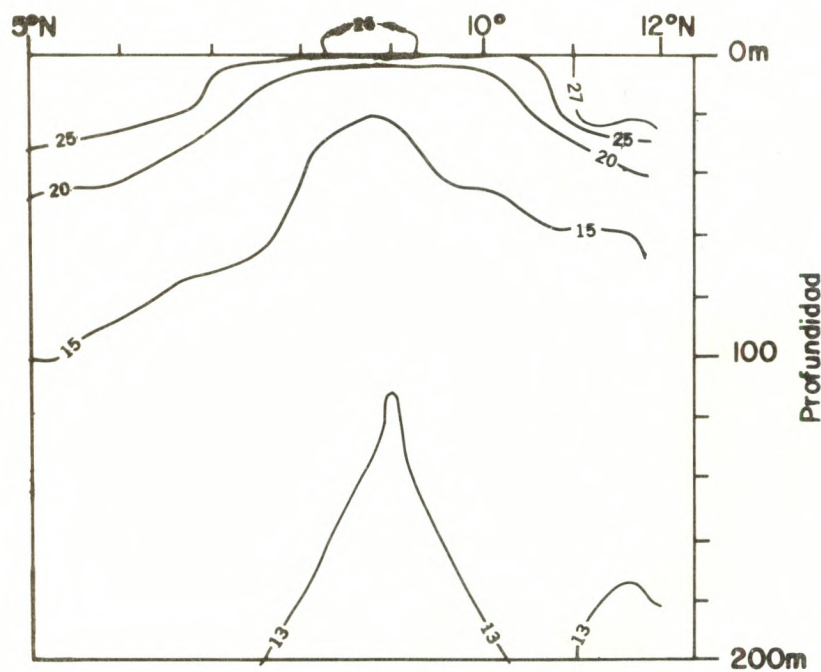
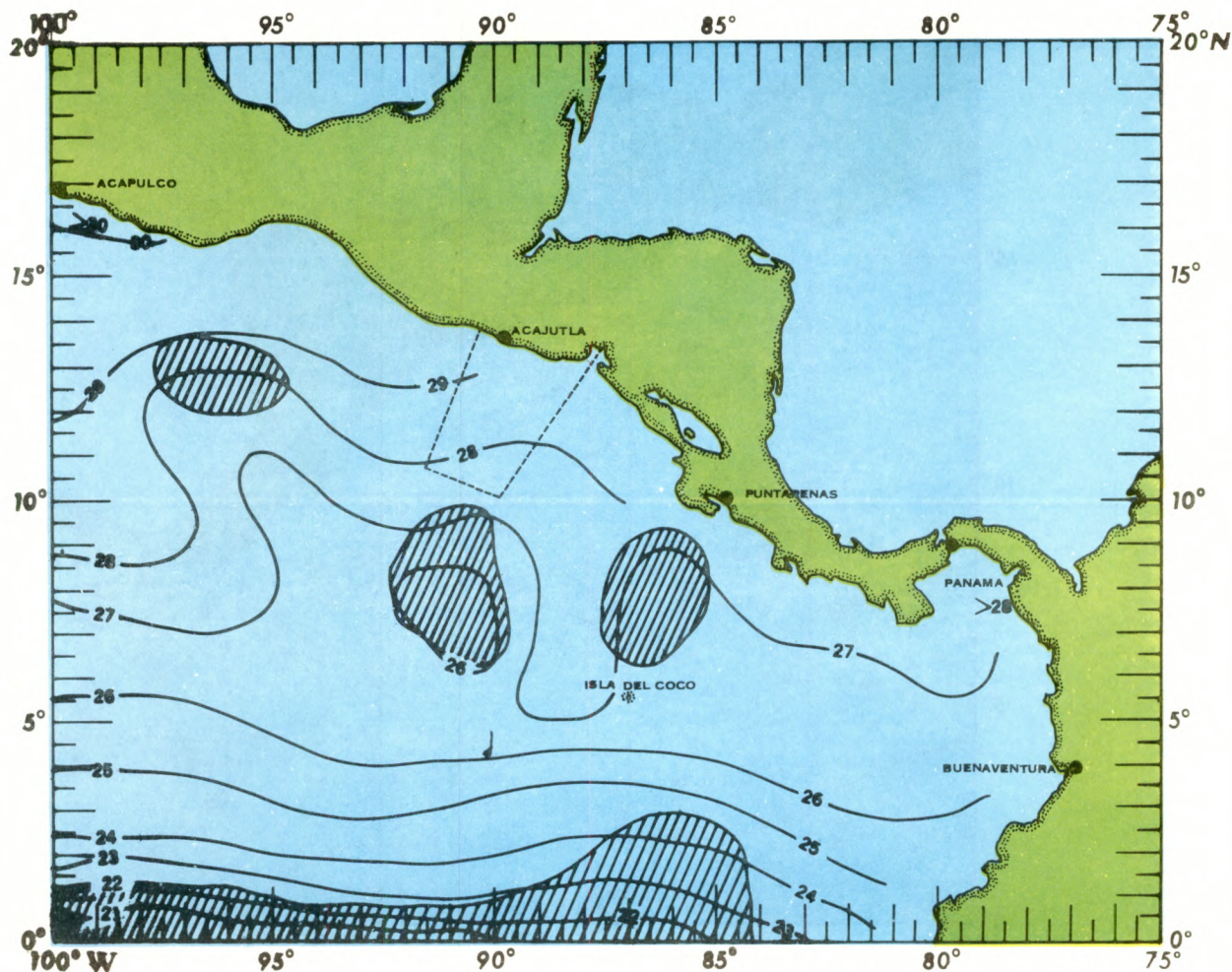
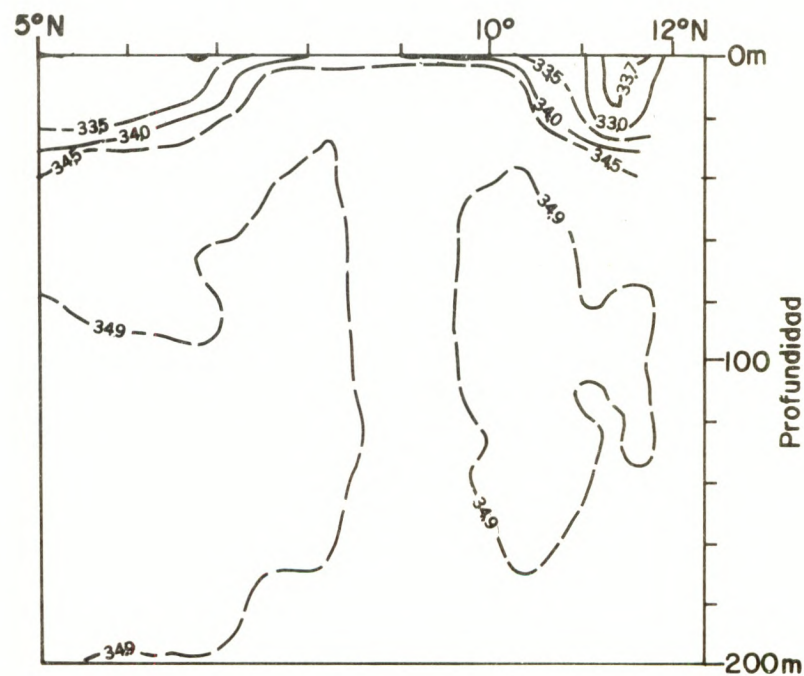


FIGURA A-24: Distribución vertical de la salinidad de mar a lo largo de la longitud 88° W, entre 5° N y 12° N, hasta 200 m. de profundidad; período: 31 de agosto - 10 de septiembre de 1967; en "por mil".

FIGURA A-23: Distribución vertical de la temperatura de mar a lo largo de la longitud de 88° W, entre las latitudes 5° N y 12° N, hasta 200 m. de profundidad; período: del 31 de agosto al 10 de septiembre de 1967; en "°C"



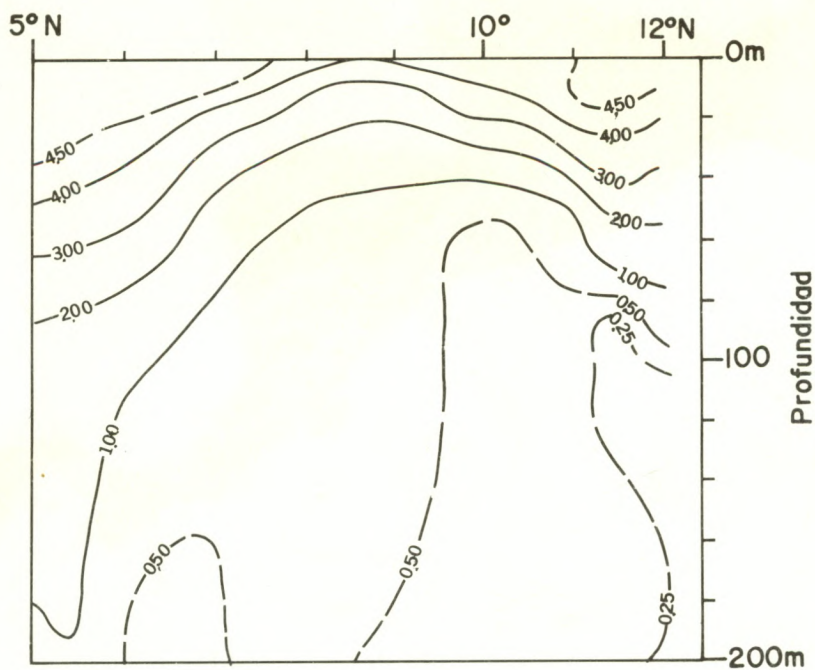


FIGURA A-25: Distribución vertical de oxígeno O_2 a lo largo de la longitud $88^\circ W$, entre las latitudes $5^\circ N$ y $12^\circ N$, hasta una profundidad de 200 m; período: del 31 de agosto al 10 de septiembre de 1967; en “mililitro por litro de agua”.

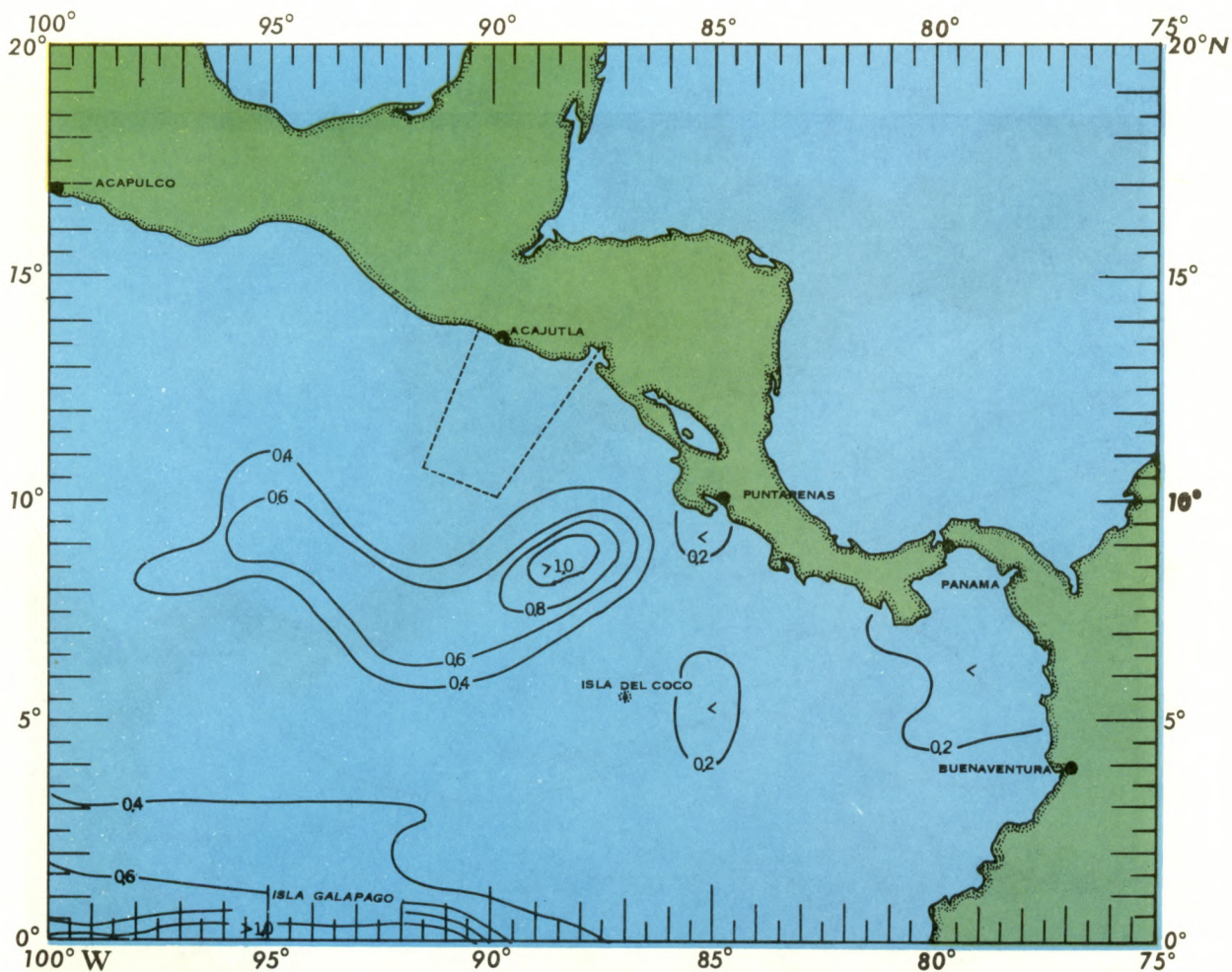


FIGURA A-26: Contenido de fósforo en 10 m. de profundidad, agosto - septiembre de 1967; en “microgramo atómico por litro de agua”.

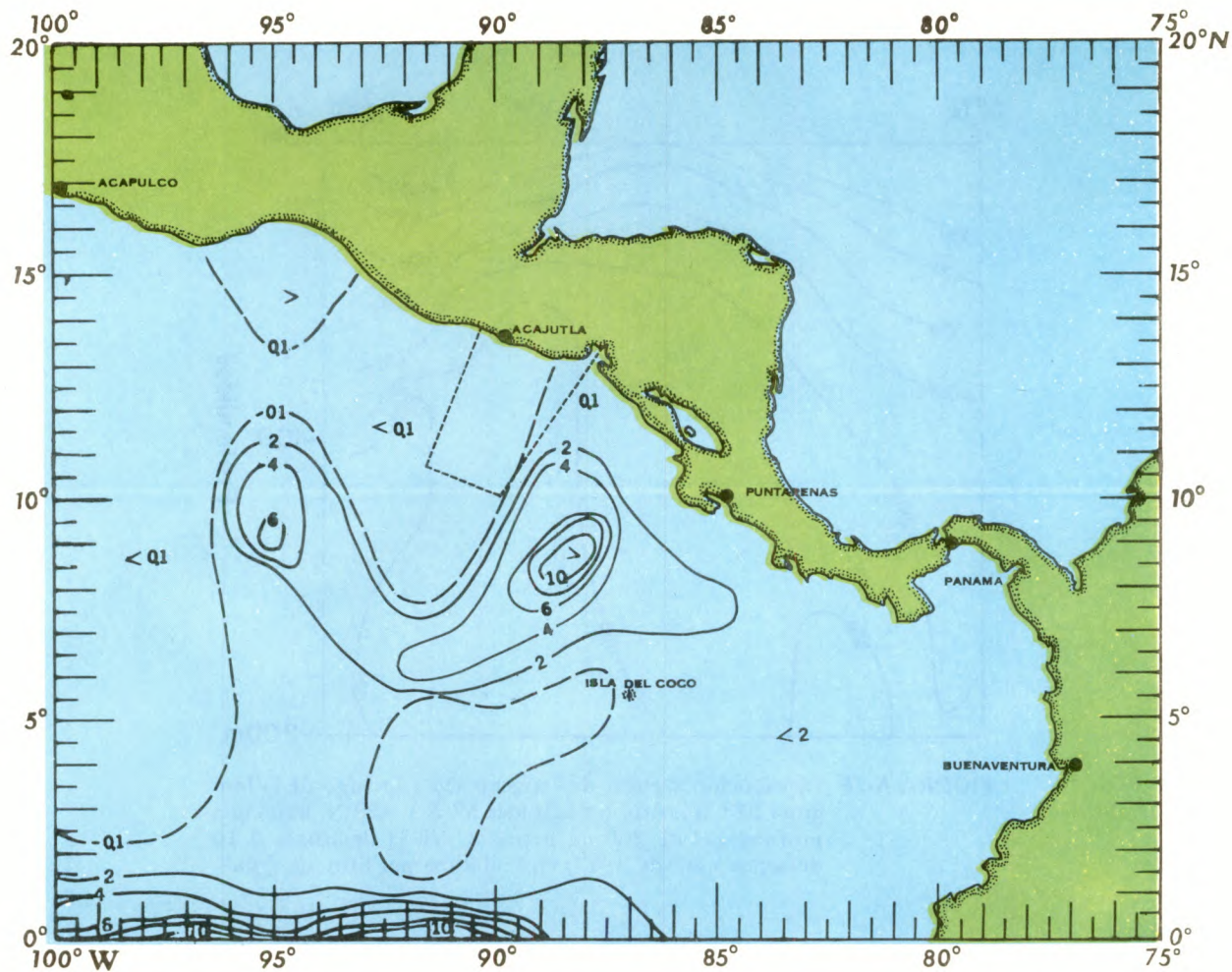


FIGURA A-27: Contenido de nitrato NO_3 en 10 m. de profundidad, agosto-septiembre de 1967; en “microgramo atómico por litro de agua”.

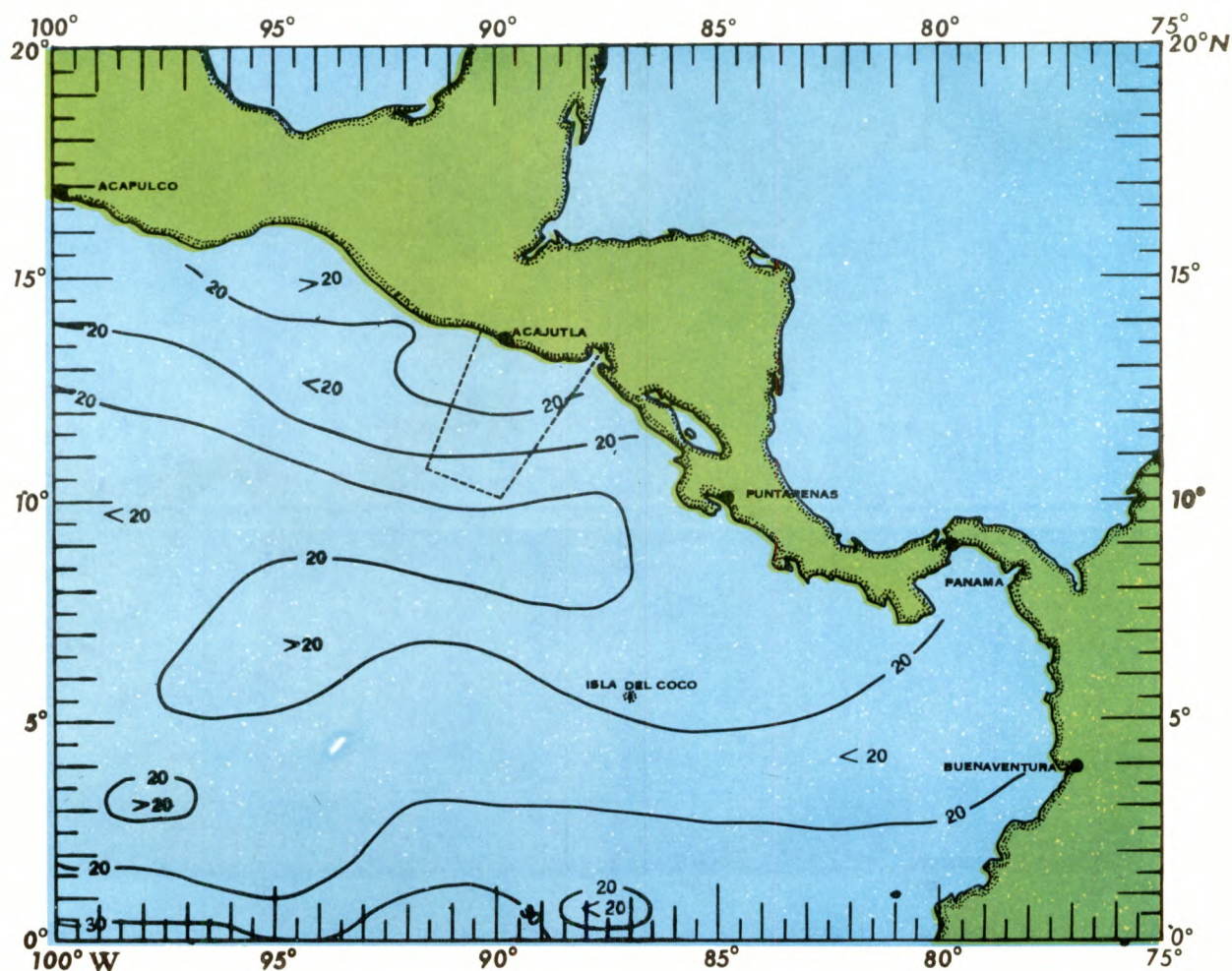


FIGURA A-28: Contenido de clorofila —a— integrada desde la superficie de mar hasta 150 m. de profundidad; agosto-septiembre de 1967; en “mg. $\times \text{m}^{-2}$ ”.

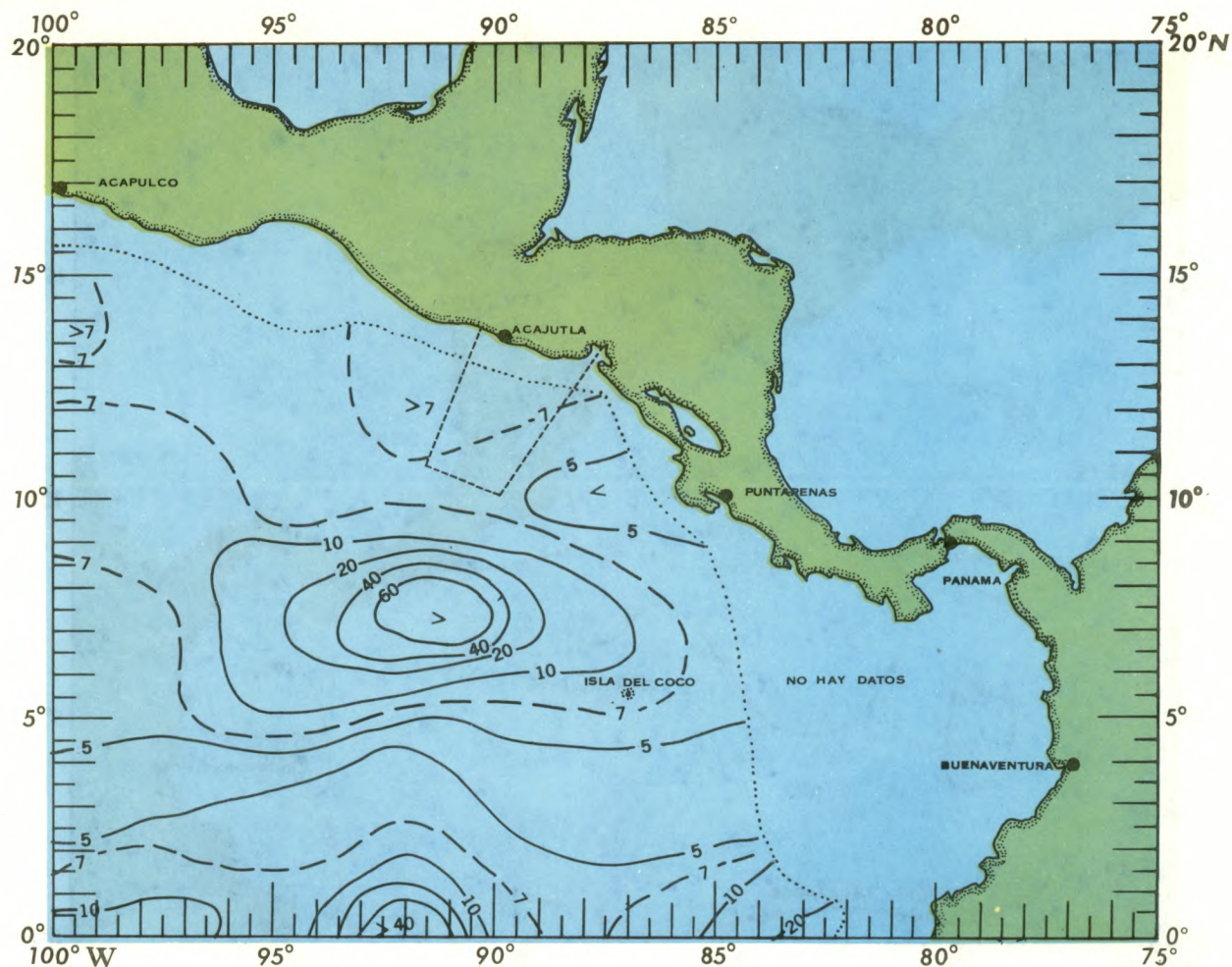


FIGURA A-29: Distribución de la producción primaria en la superficie de mar; agosto-septiembre de 1967; en "miligramo de carbono por metro cúbico y día" = $\text{mg C} \times \text{m}^{-3} \times \text{día}^{-1}$.

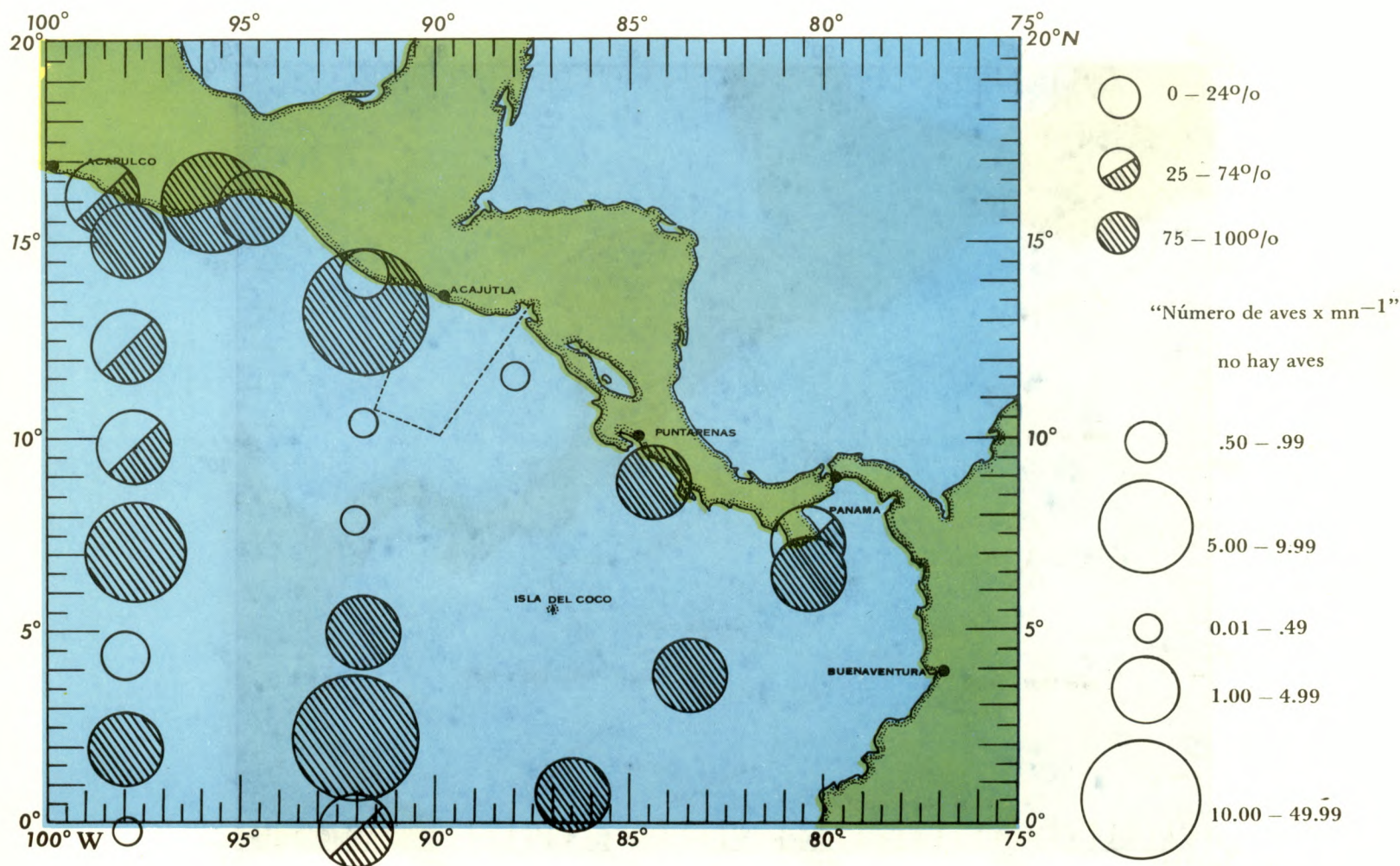


FIGURA A-30: Abundancia relativa de aves que se alimentan de peces y cefalópodos; agosto - septiembre de 1967; en “ave por milla náutica”.



FIGURA A-31: Distribución del contenido constante de zooplancton pescado en la noche en redadas con una red de 50 cm.; agosto-septiembre de 1967; en "mililitro x 1000 m⁻³".

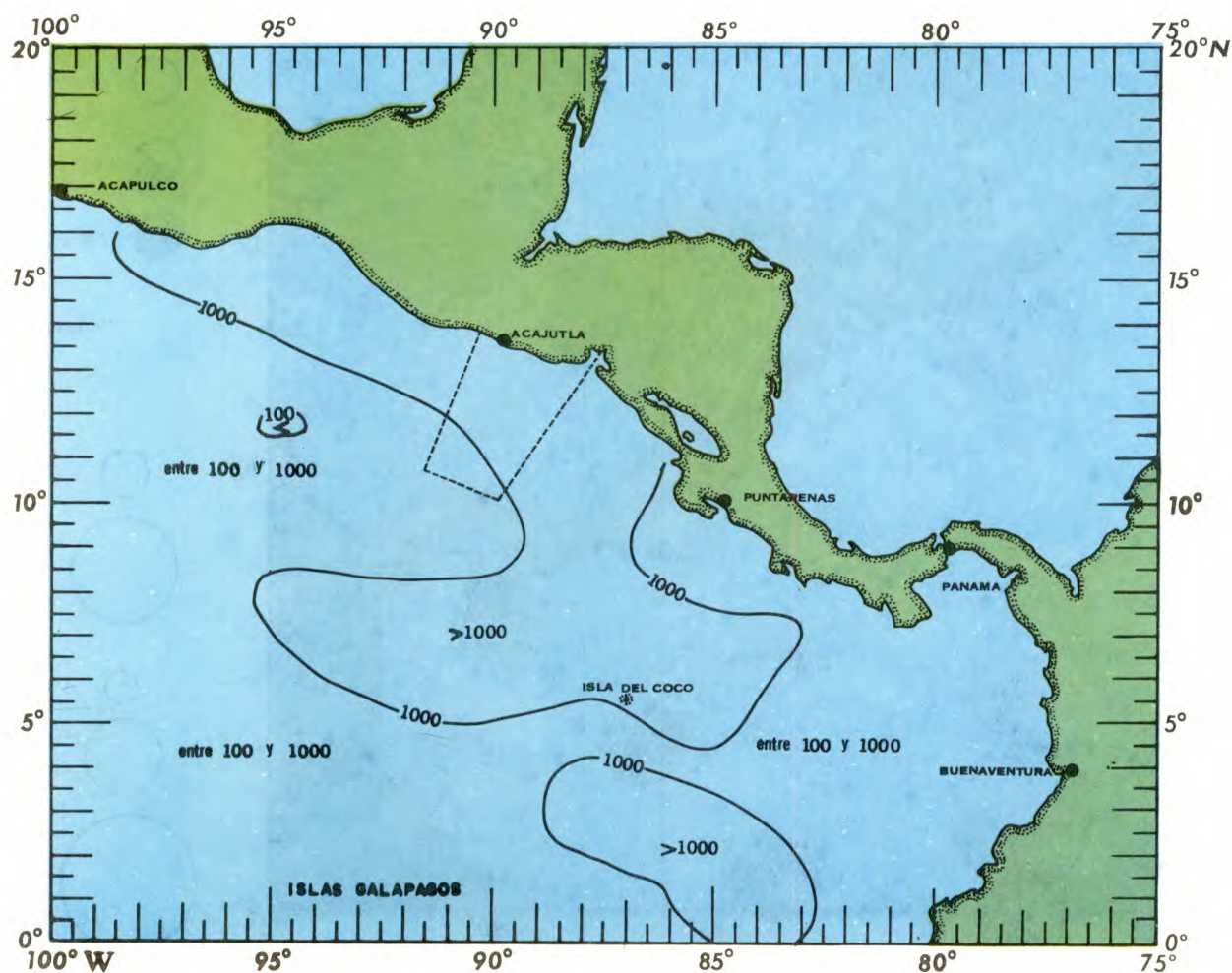


FIGURA A-32: Total de larvas de peces pescadas en la noche en redadas con una red oblicua de 1 m. para plancton; agosto-septiembre de 1967; en "número por redada".

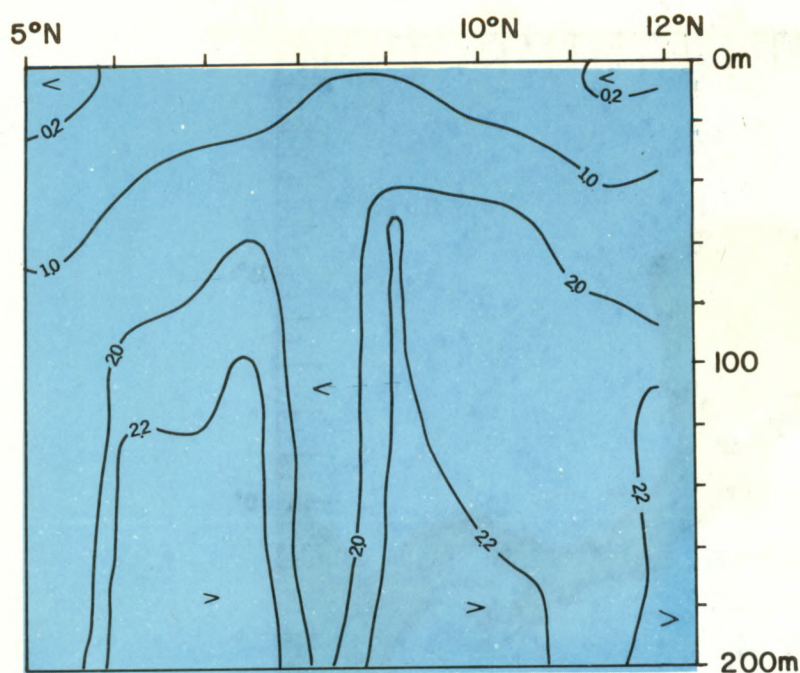


FIGURA A-33: Distribución vertical de fósforo a lo largo de la longitud 88° W, entre 5° N y 12° N, hasta 200 m. de profundidad; período: del 31 de agosto al 10 de septiembre de 1967; en "microgramos atómicos por litro de agua".

FIGURA A-34: Distribución vertical de nitrato NO_3 a lo largo de la longitud 88° W, entre 5° N y 12° N, hasta 200 m. de profundidad; período: del 31 de agosto al 10 de septiembre de 1967; en "microgramos atómicos por litro de agua".

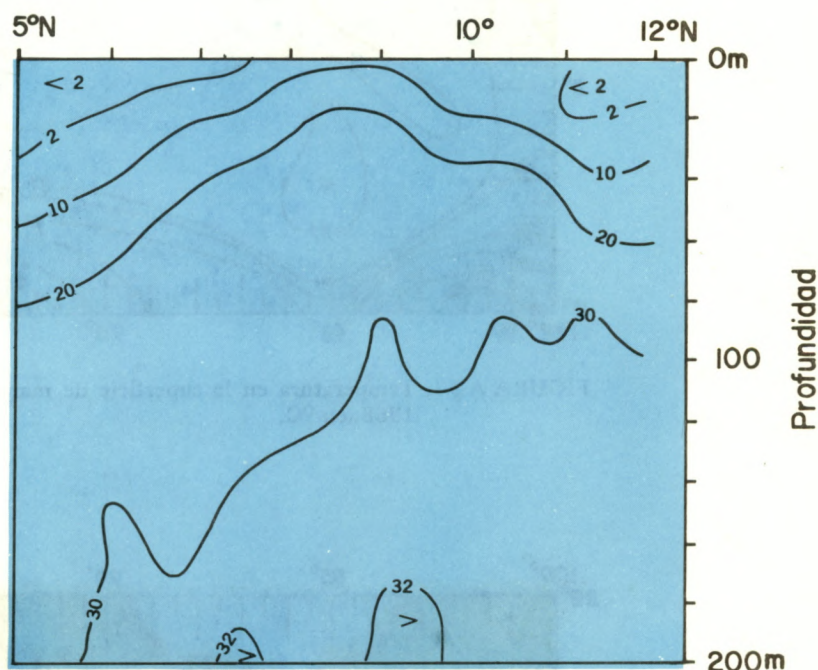


FIGURA A-35: Distribución vertical de clorofila -a- a lo largo de la longitud 88° W, entre 5° N y 12° N, hasta 150 m. de profundidad; período: del 31 de agosto al 10 de septiembre de 1967; en " mgxm^{-3} ".

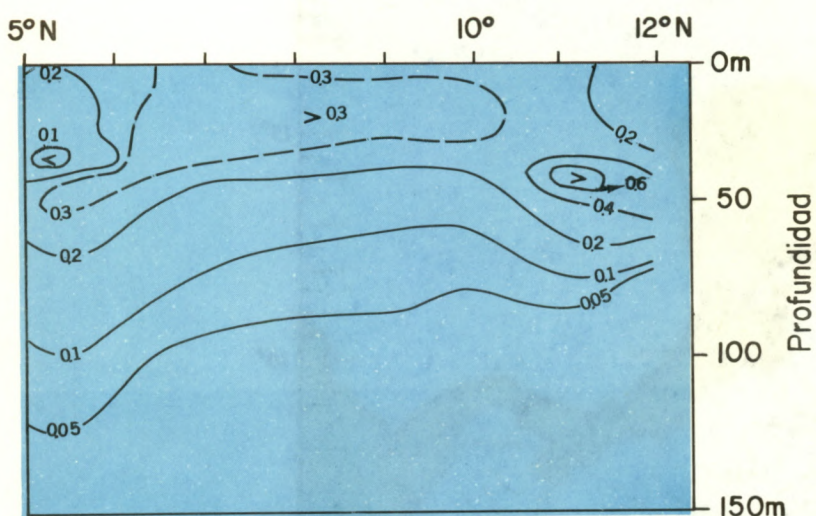
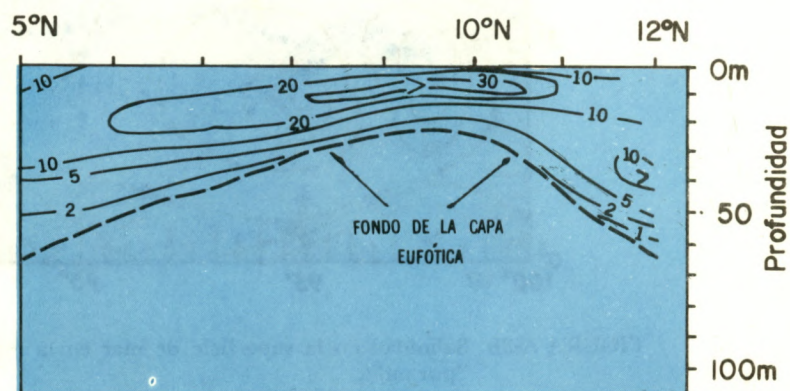


FIGURA A-36: Distribución vertical de la producción primaria a lo largo de la longitud 88° W, entre 5° N y 12° N, hasta 100 m. de profundidad; período: del 31 de agosto al 10 de septiembre de 1967; en " $\text{mg. de carbono} \times \text{m}^{-3} \times \text{día}^{-1}$ ".



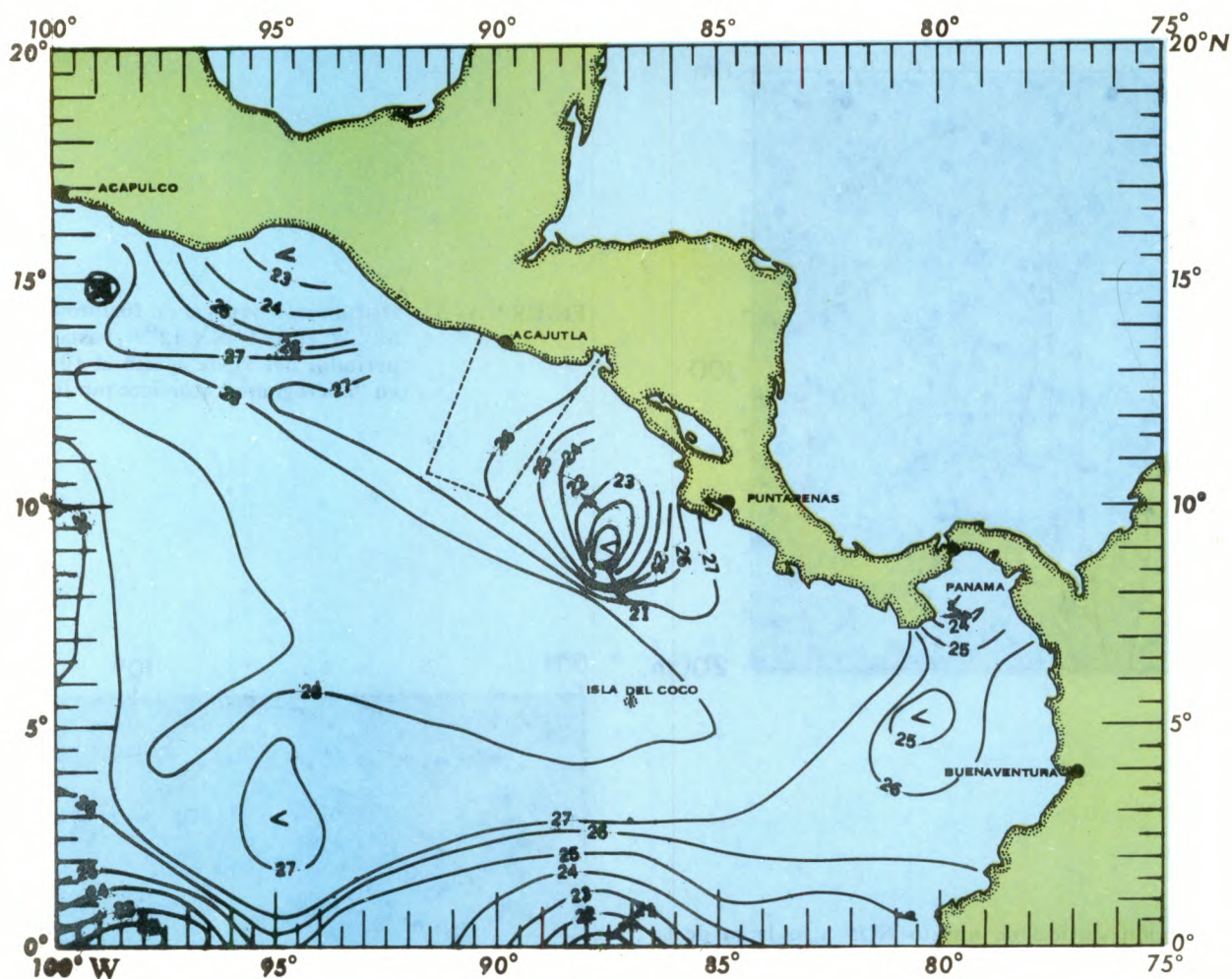


FIGURA A-37: Temperatura en la superficie de mar en la región principal del EASTROPAC; febrero-marzo, 1968; en $^{\circ}\text{C}$.

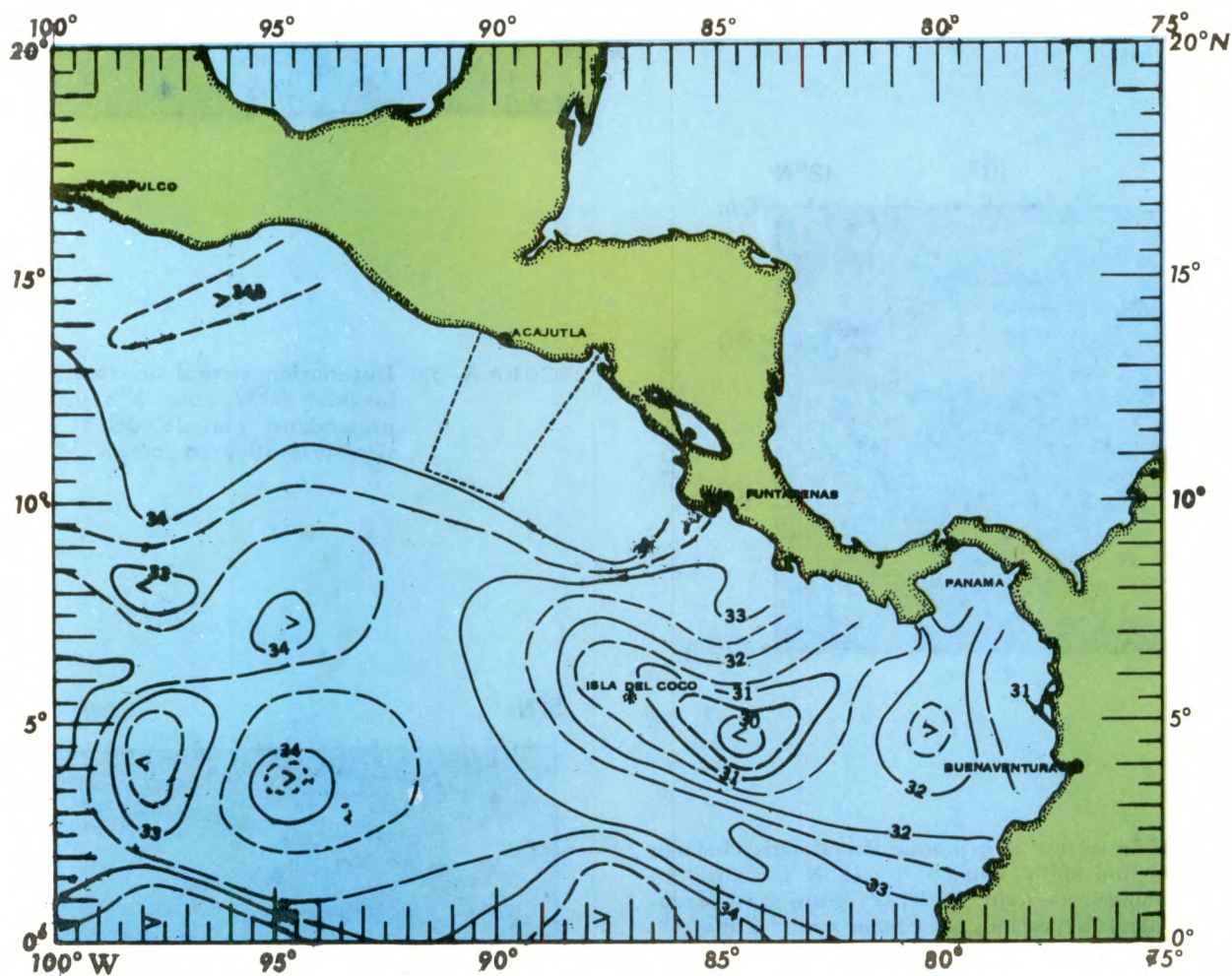


FIGURA A-38: Salinidad en la superficie de mar en la región principal del área de EASTROPAC; febrero-marzo 1968; en "por mil".

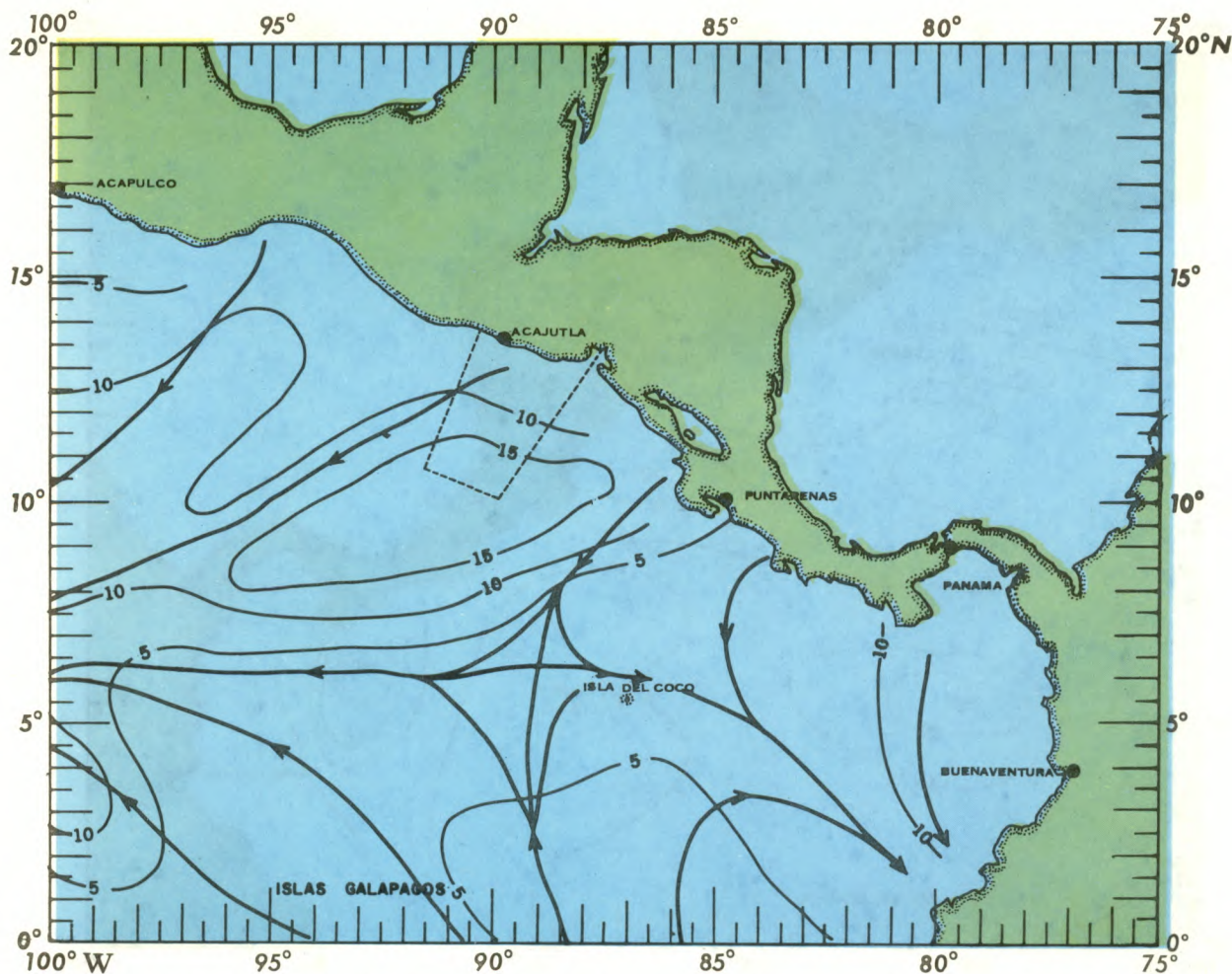


FIGURA A-39: Análisis de los vientos en superficie de mar basada en todas las observaciones en barco disponibles prorrateadas sobre 2 grados cuadrados (latitud-longitud) para el periodo del 17 al 31 de marzo de 1968. Las líneas sólidas fuertes son líneas de corriente que señalan la dirección resultante media del flujo de viento. Las líneas suaves son isotacas que indican la velocidad media resultante en nudos. La posición climatológica mensual de la zona de convergencia intertropical se señala con la fuerte línea cortada.

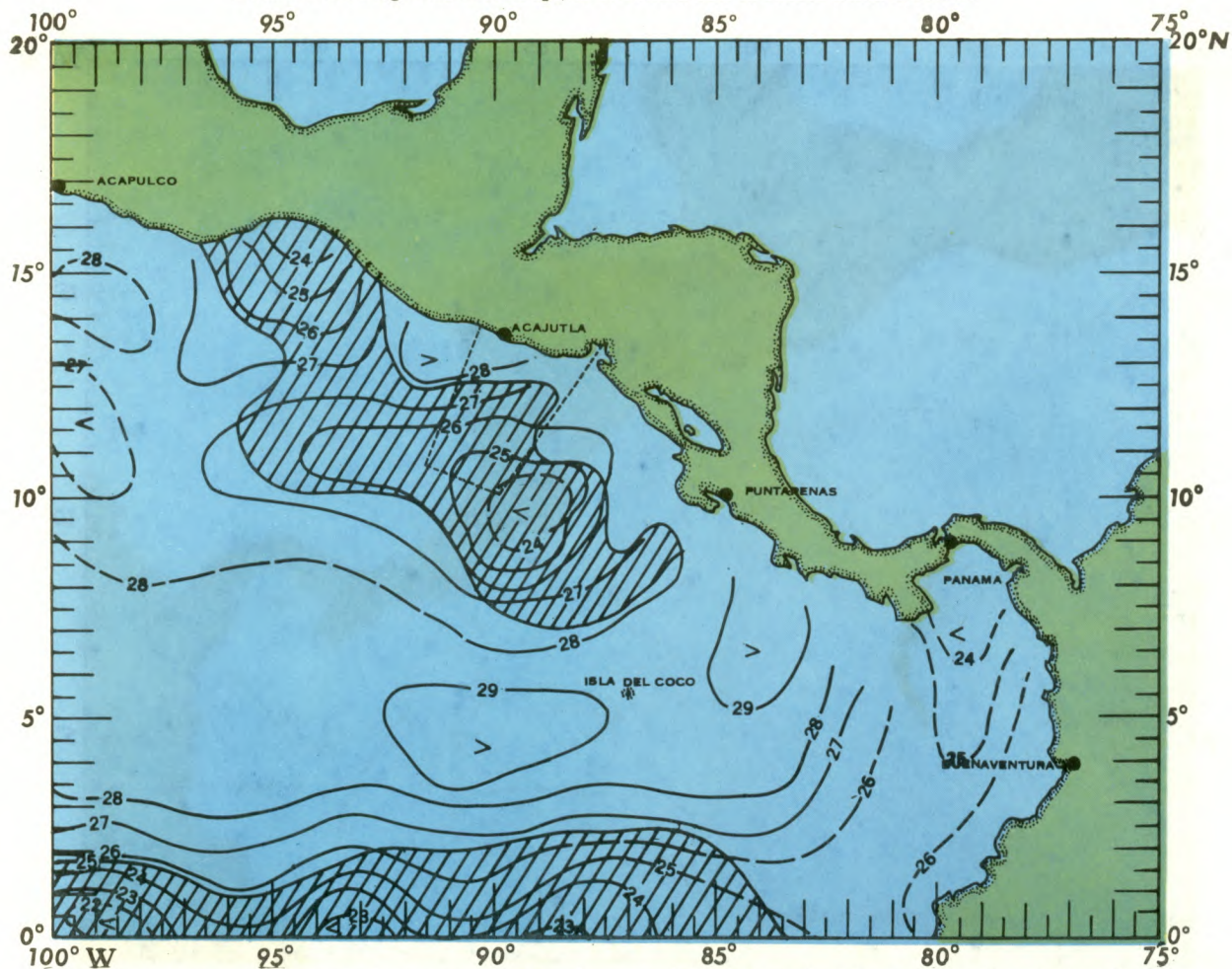


FIGURA A-40: Análisis de la temperatura en la superficie de mar basada en todas las observaciones en barco disponibles prorrateadas sobre 2 grados cuadrados (latitud-longitud) para el periodo del 17 al 31 de marzo de 1968. Las líneas sólidas fuertes son las isothermas en la superficie de mar en $^{\circ}\text{C}$; son cortadas allá donde los datos eran escasos. Las áreas plumeadas señalan zonas donde existen anomalías térmicas negativas mayores de 1°C .

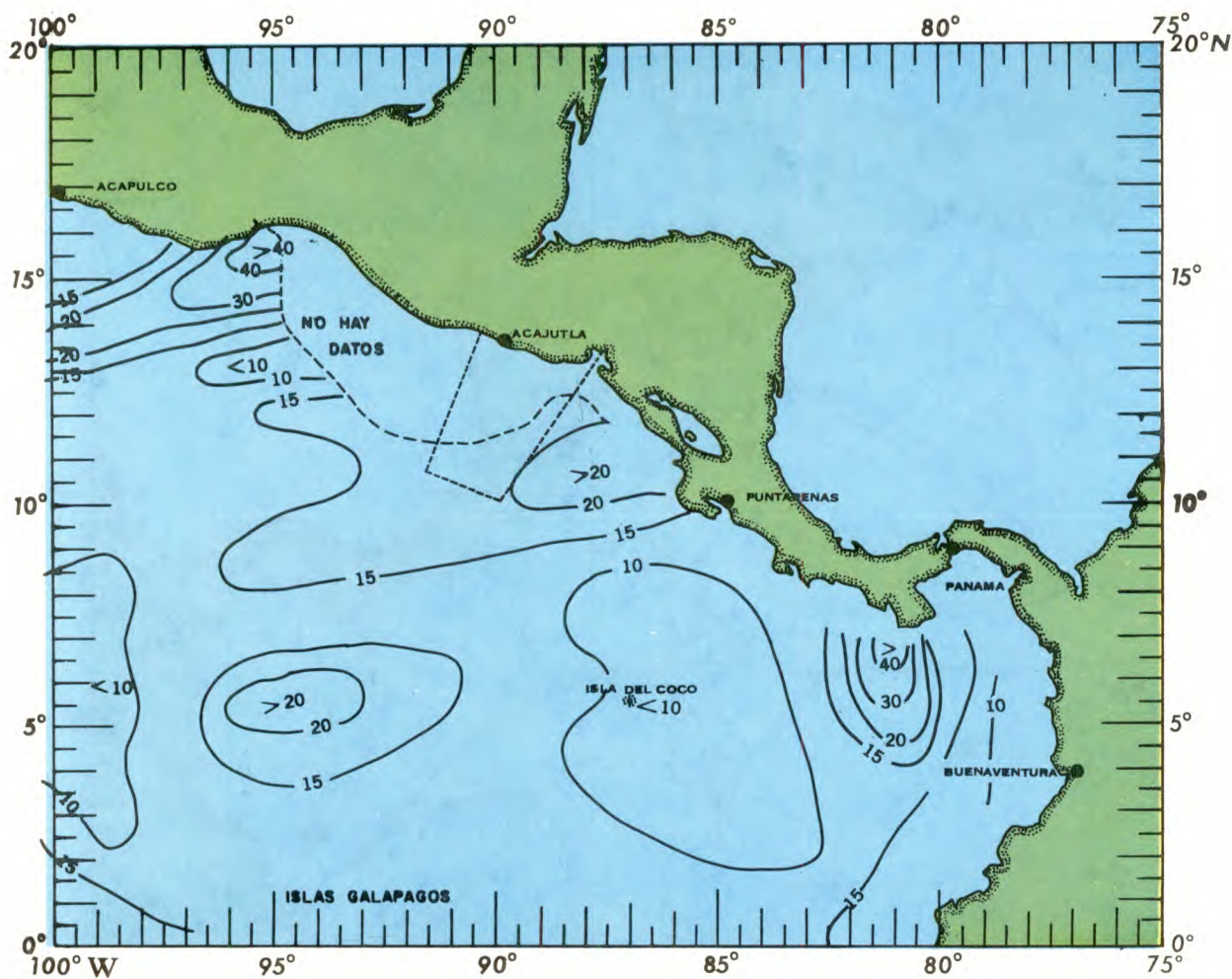


FIGURA A-41: Contenido de clorofila —a— integrada desde la superficie de mar hasta 150 m. de profundidad; febrero-marzo de 1968; en " $\text{mg} \times \text{cm}^{-2}$ ".



FIGURA A-42: Contenido de producción primaria integrada sobre la capa eufótica; febrero-marzo de 1968; en " $\text{mg C} \times \text{m}^{-2} \times \text{día}^{-1}$ ".

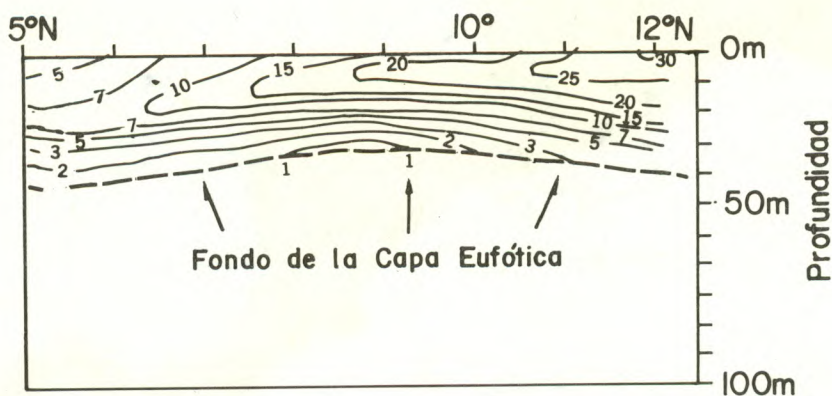


FIGURA A-43: Distribución de la producción primaria a lo largo de la longitud 88°W, entre las latitudes 5°N y 12°N, hasta 100 m. de profundidad; período: del 30 de marzo al 8 de abril de 1968; en "miligramo de carbón por metro cúbico y día" ($\text{mg.C X m}^{-3} \text{ X día}^{-1}$).

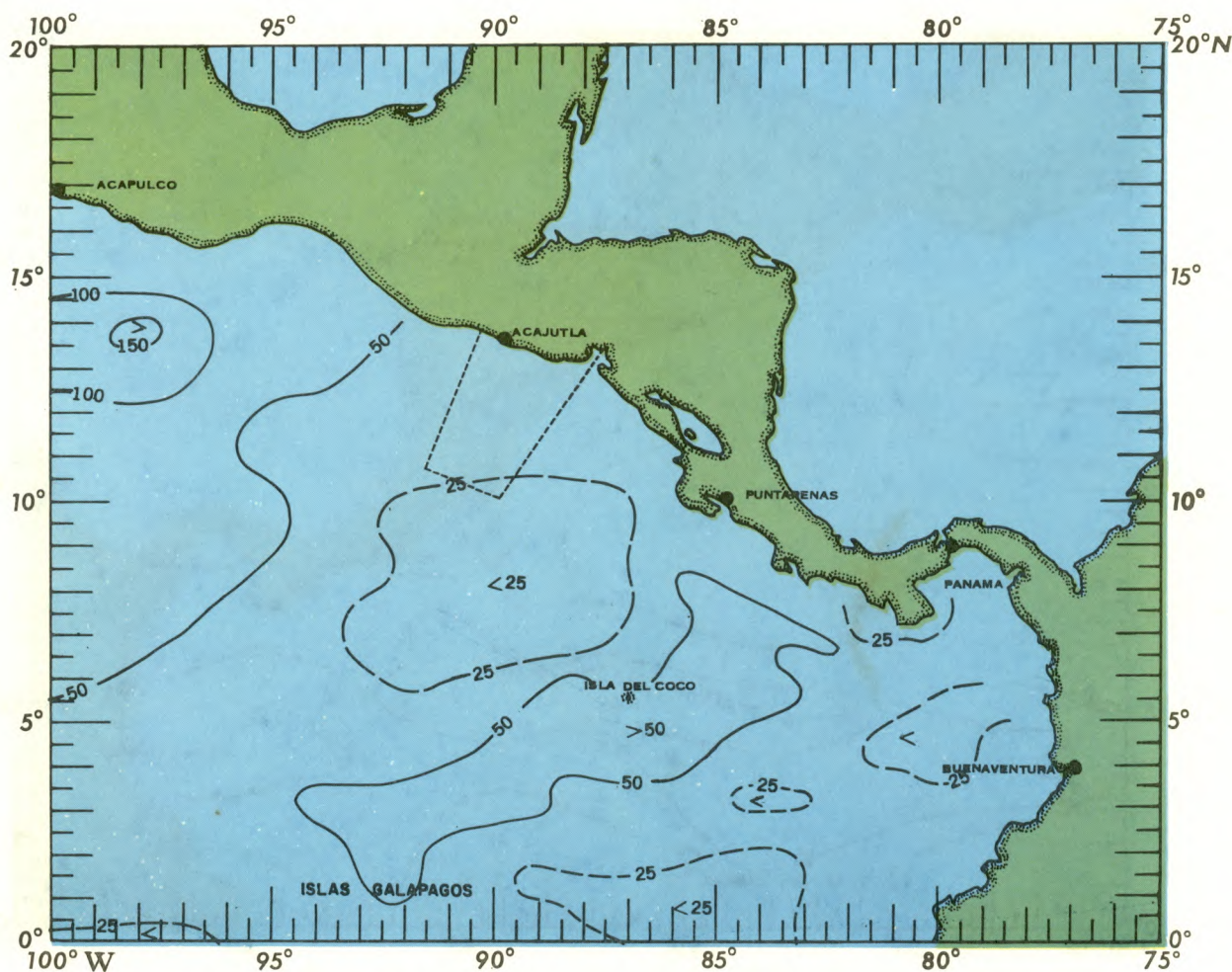


FIGURA A-44: Distribución de la profundidad (en "m") de la superficie interna donde la anomalía termostérica ΔT es igual a $300 \text{ }^{\circ}\text{C} \times \text{t}^{-1}$; febrero y marzo de 1967.

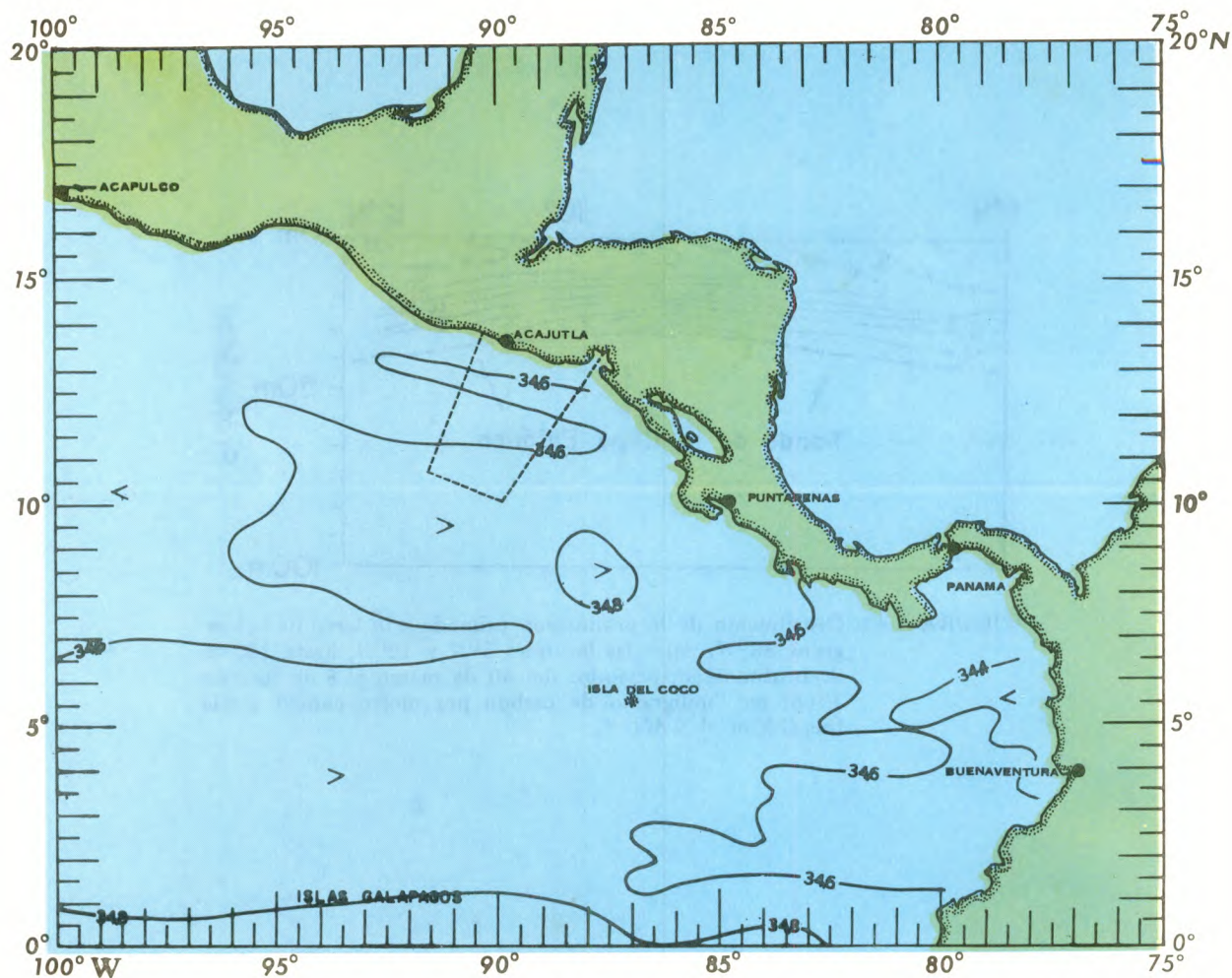


FIGURA A-45: Distribución de la salinidad (en "por mil") en la superficie donde $\delta T = 300 \text{ cl x t}^{-1}$; febrero y marzo de 1967; la tabla de la temperatura que corresponde a cada isohalina:

SALINIDAD

34.4 por mil

34.6 por mil

34.8 por mil

TEMPERATURA

17.5°C

18.1°C

18.7°C

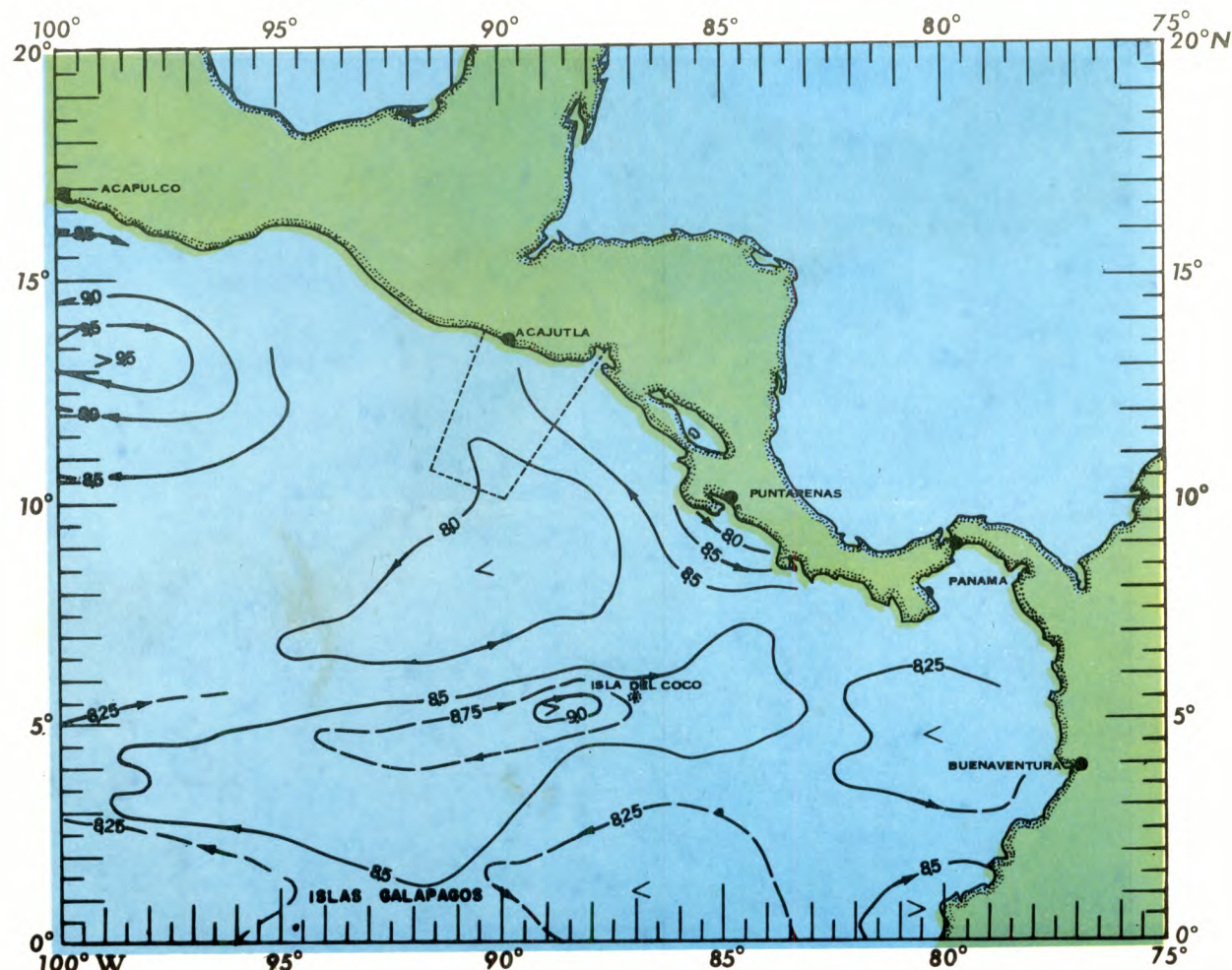


FIGURA A-46: Distribución del potencial de aceleración (en "julio $\times \text{Kg}^{-1}$ ") relativo a 500 db, en la superficie donde $T=300 \text{ cl x t}^{-1}$; febrero y marzo de 1967; para el cómputo del potencial de aceleración se usaba la anomalía termostérica T en vez de la anomalía de volumen específico.

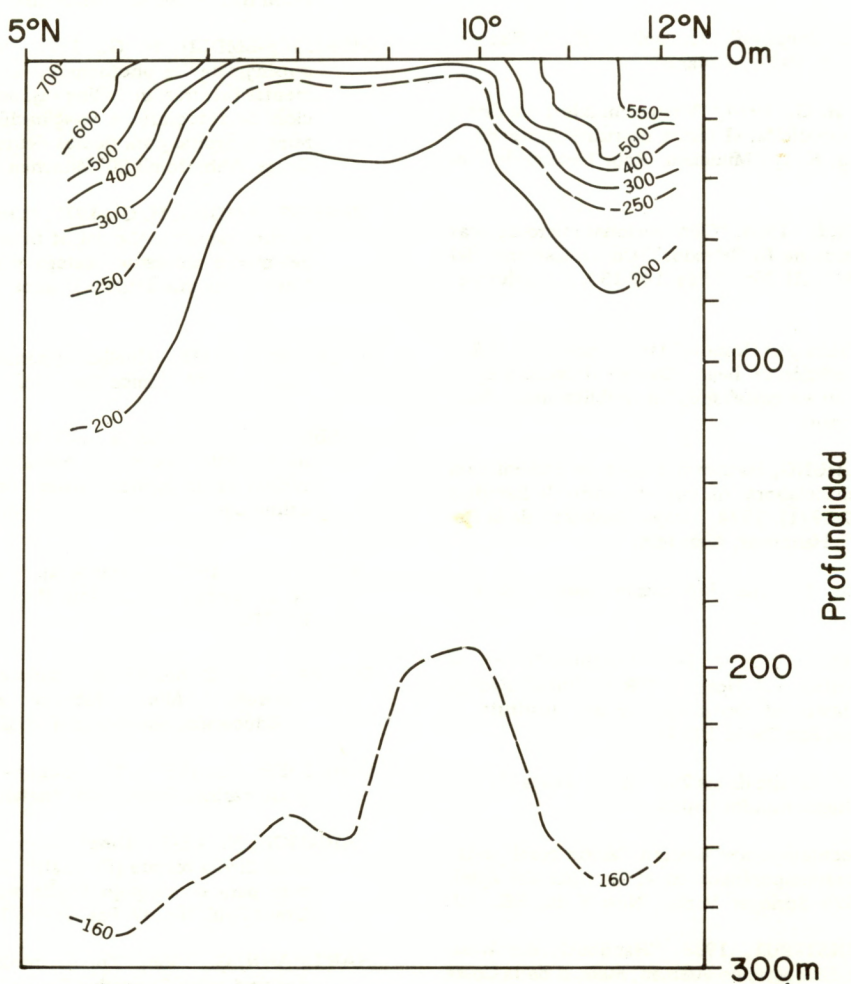


FIGURA A-47: Distribución vertical de la anomalía termostérica T (en $^{\circ}\text{C} \times \text{t}^{-1}$) a lo largo de la longitud 88°W , en las latitudes entre 5°N y 12°N , hasta 300 m. de profundidad; período: del 1o. al 4 de febrero de 1967; las isanosteras se basan en los datos del registrador combinado para salinidad, temperatura y profundidad que se leyeron en los registros análogos.