

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ANALISIS CUANTITATIVO DE LA VARIABILIDAD ESTACIONAL Y
ESPACIAL DE LAS MASAS DE AGUA DE 0 A 500 M EN LA
REGION DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios
para obtener el titulo de OCEANOLOGO presenta

Héctor Santiago Vélez Muñoz

Ensenada, B. C. Julio de 1981

con cariño

A MIS PADRES

Rafaela y Filadelfo

A MIS HERMANOS

Bernardo, Veronica, Norma y Gabriela

RESUMEN de la Tesis de Héctor Santiago Vélez Muñoz
presentada como requisito parcial para la obtención del
título de OCEANOLOGO

Ensenada, Baja California, México. Julio de 1981.

ANALISIS CUANTITATIVO DE LA VARIABILIDAD ESTACIONAL Y
ESPACIAL DE LAS MASAS DE AGUA DE 0 A 500 M EN LA
REGION DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Resumen aprobado:

Valdés
esis

GC 781 VUT 1981 C.1
ENJ007346 (✓)

Con base a la in
en seis líneas h
utilizando el méto
diagrama de mezcla
realiza una estimac
volumétricamente i
ocurrencia y su concentración promedio de oxígeno con que se
caracterizan en cada línea. Asimismo, se establece la
variación estacional y espacial del volumen del Modo
Profundo. Las aguas del Dominio Costero y del Dominio
Océánico fueron analizadas separadamente. Además, como una
forma de presentar el ciclo estacional de las surgencias y de
la Contracorriente Subsuperficial, se presentan los ciclos
estacionales T-S a 10 y 200 m.

GC " " C.2
ENJ007345 (✓)
GC " " C.3
ENJ007344 (✓)

riodo 1950-1968
(0, 90, 70, 50) y
T-S, así como un
y Subártica, se
masas de agua,
d promedio de

En la región de estudio, la estratificación volumétrica ocurre en tres capas. El Modo Profundo comprende del 46 al 66 % del volumen total. La frontera superior de éste núcleo, es más profunda (~ 220 m) en la parte Sur y más somera (~ 180 m) en la parte Norte. En promedio el porcentaje de Agua Ecuatorial es de 90 % en la línea 150 y del 30 % en la 50. Generalmente, el porcentaje de Agua Ecuatorial es un 10 % más alta en el Dominio Costero que en el Océánico. En el Dominio Océánico la variación estacional del volumen del Modo Profundo es más pequeña en la línea 70 y más grande en la 90, en cambio en el Dominio Costero, las fluctuaciones estacionales son más grandes en la línea 150 y más pequeñas en la 90.

La intensificación del transporte del Norte a la par con la advección hacia arriba de aguas subsuperficiales ocasionan un mínimo T-S en los ciclos estacionales a 10 m. El mínimo ocurre en primavera frente a Baja California y el Sur de California y en primavera-verano del Centro al Norte de California. Por otra parte, la intensificación de la Contracorriente Subsuperficial se manifiesta, en los polígonos estacionales a 200 m, como un máximo T-S. El máximo ocurre en verano frente a Baja California Sur de verano a otoño frente a California Norte y de otoño a invierno en la parte Sur y Central de California.

En vista de que en toda la región de estudio se presenta Agua Ecuatorial en porcentaje considerable, se discute el mecanismo de intrusión de aguas del Sur hacia el Norte. Ya que existe buena correlación entre el signo y magnitud del rotor del viento y el volumen del Modo Profundo, se plantea que la circulación en el Dominio Oceánico responde, en parte, al Modelo de Sverdrup, además la presencia de Agua Ecuatorial, en las épocas de rotor negativo, conducen a plantear que también la circulación termohalina juega un papel importante. Aparte, en el Dominio Costero, el mayor porcentaje de Agua Ecuatorial así como las variaciones volumétricas del Modo Profundo se explican en base a los fenómenos de frontera: surgencias y Contracorriente Subsuperficial.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) por facilitar los medios para el desarrollo de éste trabajo. En especial agradezco a la Sección de Lagunas Costeras el cobijo que me brindó.

A mi buen amigo el M.C. José Gómez Valdés, director de ésta tesis, por su paciente y valiosa orientación. Muchas gracias José

Con gran admiración al Prof. Joseph L. Reid por su amabilidad, por sus sabios comentarios. Muchas gracias profesor.

Al Oc. Rene de la Paz Vela por su gran ayuda en el implemento de los programas de computación y por la objetiva revisión de ésta tesis.

A mis amigos: Albertina Zamorano Ochoa, Héctor Perez, Roberto Cisneros Mendez y Maria Angelica Sigala por su desinteresada ayuda.

a todos ellos muchas gracias

CONTENIDO

	Pagina
I. - INTRODUCCION	
I. 1. - Presentación del estudio.....	1
I. 2. - ANTECEDENTES	
I. 2. 1. - El Sistema de la Corriente de California.....	4
I. 2. 2. - El esfuerzo del viento.....	8
I. 2. 3. - Surgencias.....	11
I. 2. 4. - Masas de agua.....	11
I. 2. 5. - Análisis volumétrico.....	12
I. 2. 6. - Ciclos estacionales T-S.....	13
II. - OBJETIVOS.....	15
III. - METODOS	
III. 1. - Análisis exploratorio de datos.....	16
III. 2. - Análisis volumétrico.....	18
III. 3. - Ciclos estacionales T-S.....	21
IV. - EQUIPO Y MATERIALES	
IV. 1. - Información CalCOFI.....	23
V. - RESULTADOS	
V. 1. - Significancia de los resultados.....	24
V. 2. - Dominio Oceánico.....	26
V. 2. 1. - Modo bivariante.....	27
V. 2. 1. 1. - Volumen.....	27
V. 2. 1. 2. - Profundidad.....	32
V. 2. 1. 3. - Oxígeno.....	35

V. 2. 2. - Modo univariante en temperatura.....	38
V. 2. 3. - Modo univariante en salinidad.....	42
V. 3. - Dominio Costero.....	49
V. 3. 1. - Ciclos Estacionales T-S.....	50
V. 3. 2. - Modo bivariante.....	67
V. 3. 2. 1- Volumen.....	67
V. 3. 2. 2. - Profundidad.....	73
V. 3. 2. 3. - Oxígeno.....	78
V. 3. 3. - Modo univariante en temperatura.....	81
V. 3. 4. - Modo univariante en salinidad.....	87
V. 4. - Variabilidad Espacial.....	92
V. 4. 1. - Dominio Oceánico.....	92
V. 4. 2. - Dominio Costero.....	96
VI. - DISCUSION	
VI. 1. - Capa Superficial.....	100
VI. 1. 1. - Ciclos estacionales T-S a 10 m.....	101
VI. 2. - Capa Intermedia.....	104
VI. 3. - Capa Profunda.....	105
VI. 3. 1. - Ciclos Estacionales T-S a 200 m.....	105
VI. 3. 2. - Resultados volumétricos.....	108
VI. 3. 2. 1. - Dominio Oceánico.....	115
VI. 3. 2. 2. - Dominio Costero.....	119
VII. - CONCLUSIONES.....	125
LITERATURA CITADA.....	128
ANEXO.....	132

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Cobertura de muestreo CALCOFI.....	2
2 Corrientes oceánicas superficiales frente a la Costa Oeste de Norte América. Anomalías de altura dinámica (0 sobre 1000 db) a.- Agosto, b)- Noviembre, c.- Marzo. (tomadas de Reid et al, 1958).....	6
3 Corrientes oceánicas subsuperficiales frente a la Costa Oeste de Norte América. Anomalías de altura dinámica (200 sobre 500 db) a.- Agosto b.- Marzo (tomadas de Reid et al, 1958) c).- Carta Promedio a 500 db (sobre 1000 db, tomada de Wyllie, 1966).....	7
4 Vectores típicos del esfuerzo del viento sobre la Región de la Corriente de California en el mes de marzo. (tomada de Nelson, 1977).....	9
5 Vectores típicos del esfuerzo del viento sobre la Región de la Corriente de California en el mes de mayo. (tomada de Nelson, 1977).....	10
6 Análisis particular y comparativo de la información (caso: temperatura) de cada estación hidrográfica empleada para el análisis mensual (caso: mayo) de cada línea hidrográfica (caso: línea 90).....	17
7 División del área de estudio.....	20
8 Curvas T-S que definen los porcentajes de mezcla entre el agua Ecuatorial y la Subártica del Pacífico Norte.....	22
9 Porcentajes (distribución mensual) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 60 a 80 % en el Dominio Oceánico de la línea 130.....	28
10 Porcentajes (distribución estacional) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 60 a 80 % en el Dominio Oceánico de la línea 130.....	28
11 Porcentajes (distribución mensual) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 40 a 60 % en el Dominio Oceánico de la línea 110.....	28
12 Porcentajes (distribución estacional) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 40 a 60 % en el Dominio Oceánico de la línea 110.....	28
13 Porcentajes (distribución mensual) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 30 a 50 % en el Dominio Oceánico de la línea 90.....	30
14 Porcentajes (distribución estacional) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 30 a 50 % en el Dominio Oceánico de la línea 90.....	30

15	Porcentajes (distribución mensual) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 30 a 50 % en el Dominio Océánico de la línea 70.....	30
16	Porcentajes (distribución estacional) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 30 a 50 % en el Dominio Océánico de la línea 70.....	30
17	Porcentajes (distribución mensual) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 20 a 40 % en el Dominio Océánico de la línea 50.....	31
18	Porcentajes (distribución estacional) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 20 a 40 % en el Dominio Océánico de la línea 50.....	31
19	Espesor del núcleo profundo en distribución mensual en la Región II de la línea 130.....	33
20	Espesor del núcleo profundo en distribución mensual en la Región II de la línea 110.....	33
21	Espesor del núcleo profundo en distribución mensual en la Región II de la línea 90.....	34
22	Espesor del núcleo profundo en distribución mensual en la Región II de la línea 70.....	34
23	Espesor del núcleo profundo en distribución mensual en la Región II de la línea 50.....	36
24	Rango de Oxígeno (ml/l) en el núcleo profundo en distribución mensual para la Región II de la línea 130.....	37
25	Rango de Oxígeno (ml/l) en el núcleo profundo en distribución mensual para la Región II de la línea 110.....	37
26	Rango de Oxígeno (ml/l) en el núcleo profundo en distribución mensual para la Región II de la línea 90.....	39
27	Rango de Oxígeno (ml/l) en el núcleo profundo en distribución mensual para la Región II de la línea 70.....	39
28	Rango de Oxígeno (ml/l) en el núcleo profundo en distribución mensual para la Región II de la línea 50.....	40
29	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante de temperatura (7.0-11.0 C) en la región II de la línea 130.....	41

30	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante de temperatura (7.0-11.0 C) en la región II de la línea 130.....	41
31	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante de temperatura (6.5-10.0 C) en la región II de la línea 110.....	41
32	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante de temperatura (6.5-10.0 C) en la región II de la línea 110.....	41
33	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante de temperatura (5.5-9.0 C) en la región II de la línea 90.....	43
34	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante de temperatura (5.5-9.0 C) en la región II de la línea 90.....	43
35	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante de temperatura (5.5-9.0 C) en la región II de la línea 70.....	43
36	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante de temperatura (5.5-9.0 C) en la región II de la línea 70.....	43
37	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante de temperatura (5.0-8.5 C) en la región II de la línea 50.....	44
38	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante de temperatura (5.0-8.5 C) en la región II de la línea 50.....	44
39	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante de salinidad (34.3-34.5 ppm) en la región II de la línea 130.....	46
40	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante de salinidad (34.3-34.5 ppm) en la región II de la línea 130.....	46
41	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante de salinidad (34.2-34.4 ppm) en la región II de la línea 110.....	46
42	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante de salinidad (34.2-34.4 ppm) en la región II de la línea 110.....	46
43	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante de salinidad (34.0-34.2 ppm) en la región II de la línea 90.....	47

44	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante de salinidad (34.0-34.2 ppm) en la región II de la línea 90.....	47
45	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante de salinidad (34.0-34.2 ppm) en la región II de la línea 70.....	47
46	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante de salinidad (34.0-34.2 ppm) en la región II de la línea 70.....	47
47	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante de salinidad (33.9-34.1 ppm) en la región II de la línea 50.....	48
48	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante de salinidad (33.9-34.1 ppm) en la región II de la línea 50.....	48
49	Variación estacional T-S (a 10 m) de las estaciones costeras: a) estación 19 b) estación 25 c) estación 30 de la Línea 150.....	51
50	Variación estacional T-S (a 200 m) de las estaciones costeras: a) estación 19 b) estación 25 c) estación 30 de la Línea 150.....	53
51	Variación estacional T-S (a 10 m) de las estaciones costeras: a) estación 30 b) estación 35 c) estación 40 de la Línea 130.....	54
52	Variación estacional T-S (a 200 m) de las estaciones costeras: a) estación 35 , b) estación 40 de la Línea 130.....	55
53	Variación estacional T-S (a 10 m) de las estaciones costeras: a) estación 33 b) estación 35 c) estación 40 de la Línea 110.....	57
54	Variación estacional T-S (a 200 m) de las estaciones costeras: a) estación 35 , b) estación 40 de la Línea 110.....	58
55	Variación estacional T-S (a 10 m) de las estaciones costeras: a) estación 28 b) estación 30 c) estación 37 de la Línea 90.....	60
56	Variación estacional T-S (a 200 m) de las estaciones costeras: a) estación 30 , b) estación 37 de la Línea 90.....	61
57	Variación estacional T-S (a 10 m) de las estaciones costeras: a) estación 51 b) estación 55 c) estación 60 de la Línea 70.....	62

58	Variación estacional T-S (a 200 m) de las estaciones costeras: a) estación 51 b) estación 55 c) estación 60 de la Línea 70.....	64
59	Variación estacional T-S (a 10 m) de las estaciones costeras: a) estación 50 b) estación 60 c) estación 70 de la Línea 50.....	65
60	Variación estacional T-S (a 200 m) de las estaciones costeras: a) estación 50 b) estación 60 c) estación 70 de la Línea 50.....	66
61	Porcentajes (distribución mensual) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 80 a 100 % en el Dominio Costero de la línea 150.....	68
62	Porcentajes (distribución estacional) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 80 a 100 % en el Dominio Costero de la línea 150.....	68
63	Porcentajes (distribución mensual) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 70 a 90 % en el Dominio Costero de la línea 130.....	68
64	Porcentajes (distribución estacional) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 70 a 90 % en el Dominio Costero de la línea 130.....	68
65	Porcentajes (distribución mensual) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 60 a 80 % en el Dominio Costero de la línea 110.....	70
66	Porcentajes (distribución estacional) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 60 a 80 % en el Dominio Costero de la línea 110.....	70
67	Porcentajes (distribución mensual) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 50 a 70 % en el Dominio Costero de la línea 90.....	70
68	Porcentajes (distribución estacional) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 50 a 70 % en el Dominio Costero de la línea 90.....	70
69	Porcentajes (distribución mensual) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 30 a 50 % en el Dominio Costero de la línea 70.....	72
70	Porcentajes (distribución estacional) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 30 a 50 % en el Dominio Costero de la línea 70.....	72
71	Porcentajes (distribución mensual) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 25 a 35 % en el Dominio Costero de la línea 50.....	72

72	Porcentajes (distribución estacional) del Modo Profundo con componente Ecuatorial de 25 a 35 % en el Dominio Costero de la línea 50.....	72
73	Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región I de la línea 150.....	74
74	Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región I de la línea 130.....	74
75	Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región I de la línea 110.....	76
76	Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región I de la línea 90.....	76
77	Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región I de la línea 70.....	77
78	Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región I de la línea 50.....	77
79	Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región I de la línea 150.....	79
80	Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región I de la línea 130.....	79
81	Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región I de la línea 110.....	80
82	Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región I de la línea 90.....	80
83	Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región I de la línea 70.....	82
84	Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región I de la línea 50.....	82
85	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante en salinidad (34.5-34.7 ppm) en la región I de la línea 150.....	84
86	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante en salinidad (34.5-34.7 ppm) en la región I de la línea 150.....	84

87	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante en salinidad (34.4-34.6 ppm) en la región I de la línea 130.....	84
88	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante en salinidad (34.4-34.6 ppm) en la región I de la línea 130.....	84
89	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante en salinidad (34.2-34.4 ppm) en la región I de la línea 110.....	85
90	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante en salinidad (34.2-34.4 ppm) en la región I de la línea 110.....	85
91	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante en salinidad (34.1-34.3 ppm) en la región I de la línea 90.....	85
92	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante en salinidad (34.1-34.3 ppm) en la región I de la línea 90.....	85
93	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante en salinidad (34.1-34.3 ppm) en la región I de la línea 70.....	86
94	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante en salinidad (34.1-34.3 ppm) en la región I de la línea 70.....	86
95	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante en salinidad (33.9-34.1 ppm) en la región I de la línea 50.....	86
96	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante en salinidad (33.9-34.1 ppm) en la región I de la línea 50.....	86
97	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante en temperatura (7.5-12.5 C) en la región I de la línea 150.....	88
98	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante en temperatura (7.5-12.5 C) en la región I de la línea 150.....	88
99	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante en temperatura (7.0-11.5 C) en la región I de la línea 130.....	88
100	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante en temperatura (7.0-11.5 C) en la región I de la línea 130.....	88

101	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante en temperatura (6.0-10.0 C) en la región I de la línea 110.....	89
102	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante en temperatura (6.0-10.0 C) en la región I de la línea 110.....	89
103	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante en temperatura (6.0-10.0 C) en la región I de la línea 90.....	89
104	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante en temperatura (6.0-10.0 C) en la región I de la línea 90.....	89
105	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante en temperatura (5.5-9.5 C) en la región I de la línea 70.....	91
106	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante en temperatura (5.5-9.5 C) en la región I de la línea 70.....	91
107	Porcentajes (distribución mensual) del Modo univariante en temperatura (5.0-9.0 C) en la región I de la línea 50.....	91
108	Porcentajes (distribución estacional) del Modo univariante en temperatura (5.0-9.0 C) en la región I de la línea 50.....	91
109	Valores extremos del Modo Profundo y época de ocurrencia estacional en el Dominio Océanico de cada región.....	95
110	Valores extremos del Modo Térmico y época de ocurrencia estacional en el Dominio Océanico de cada región.....	95
111	Valores extremos del Modo Salino y época de ocurrencia estacional en el Dominio Océanico de cada región.....	95
112	Valores extremos del Modo Profundo y época de ocurrencia estacional en el Dominio Costero de cada región.....	99
113	Valores extremos del Modo Térmico y época de ocurrencia estacional en el Dominio Costero de cada región.....	99
114	Valores extremos del Modo Salino y época de ocurrencia estacional en el Dominio Costero de cada región.....	99

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1	Promedios mensuales, estacionales y anual de la radiación efectiva (cal/cm ² .día) sobre la superficie del mar en las regiones estudiadas..... 14
2	Tabla de estadísticas particulares de la información (caso: profundidad) de cada estación hidrográfica empleada para el análisis mensual de cada región..... 16
3	División realizada para el estudio del Sistema de la Corriente de California y líneas hidrográficas representativas de cada nueva región..... 18
4	Numero de archivos usados para generar el análisis volumétrico mensual y estacional en cada línea hidrográfica trabajada en el Dominio Oceánico..... 26
5	Numero de archivos usados para generar el análisis volumétrico mensual y estacional en cada línea hidrográfica trabajada en el Dominio Costero..... 49
6	Numero promedio de intervalos de clase T-S en que se agrupó el Modo Profundo en el Dominio Oceánico de cada región..... 92
7	Volumenes promedio (%) del Modo Profundo en cada región dentro del Dominio Oceánico..... 92
8	Rango del porcentaje de Agua Ecuatorial Profunda, presente en el nucleo profundo de cada región, dentro del Dominio Oceánico..... 93
9	Valores promedio para la profundidad y la concentración de oxígeno del Modo Profundo, en el Dominio Oceánico de cada región..... 93

10	Epocas, mensuales y estacionales, de ocurrencia extrema del volumen del Modo Profundo en cada región en el Dominio Oceánico.....	93
11	Epocas, mensuales y estacionales, de ocurrencia extrema del volumen del Modo Salino en cada región en el Dominio Oceánico.....	94
12	Epocas, mensuales y estacionales, de ocurrencia extrema del volumen del Modo de Temperatura en cada región en el Dominio Oceánico.....	94
13	Número promedio de intervalos de clase T-S, en que se agrupó el Modo Profundo, en el Dominio Costero de cada región.....	96
14	Volumenes promedio (%) del Modo Profundo en cada región dentro del Dominio Costero.....	96
15	Rango del porcentaje de Agua Ecuatorial Profunda presente en el núcleo profundo de cada región, dentro del Dominio Costero.....	97
16	Valores promedio para la profundidad y la concentración de oxígeno del Modo Profundo en el Dominio Costero de cada región.....	97
17	Epocas, mensuales y estacionales, de ocurrencia extrema del volumen del Modo Profundo en cada región en el Dominio Costero.....	97
18	Epocas, mensuales y estacionales, de ocurrencia extrema del volumen del Modo Salino en cada región en el Dominio Costero.....	98
19	Epocas, mensuales y estacionales, de ocurrencia extrema del volumen del Modo de Temperatura en cada región en el Dominio Costero.....	98

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA VARIABILIDAD ESTACIONAL Y ESPACIAL DE LAS MASAS DE AGUA DE 0 A 500 M EN LA REGION DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

I. - INTRODUCCION

I.1. - Presentación del estudio

La región del Sistema de la Corriente de California se asocia al área comprendida entre los 23 y los 48 grados de latitud Norte (Sverdrup et al, 1942) con límite Oeste estimado entre 700 y 1000 km de la Costa Oeste Americana (Reid et al, 1958). Esta región del Pacífico Norte es una de las áreas oceánicas más estudiadas del mundo, pues es enorme la cantidad de trabajos con los que se ha intentado conocer los secretos de su complicada oceanografía. El interés por esta región es debido a la ocurrencia casi única de importantes fenómenos físicos, los cuales han representado, desde hace mucho tiempo, un fuerte atractivo para los investigadores del mar. Otro factor a considerar y el cual ha contribuido fuertemente a diversificar el interés por ella, es la abundancia de sus pesquerías, las cuales están fuertemente vinculadas al contexto socio-económico de esta región. En respuesta a esto y encaminado a la mejor descripción y entendimiento de sus fenómenos, en ella se han realizado un gran número de observaciones oceanográficas por diversas instituciones, principalmente de los Estados Unidos y México, particularmente, California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (CalCOFI), desde 1942, conduce un programa de muestreo sobre una amplia red de estaciones, que prácticamente cubren toda la región (Fig. 1)

Un tópico oceánico de particular relevancia son las masas de agua, pues ellas constituyen una importante característica de las regiones oceánicas. La influencia de éstas se manifiesta en mayor o menor grado en buena parte de la oceanografía típica de cada región y además, considerando la interacción océano-atmósfera, su influencia va más allá de las fronteras oceánicas.

El estudio cualitativo y sistemático de las masas de agua, nació cuando Helland-Hansen en 1912 introdujo los diagramas T-S cuyo uso se ha hecho universal en oceanografía, y con los cuales se ha logrado la caracterización de las masas de agua más conspicuas. Posteriormente, Montgomery (1955) introduce una extensión al análisis T-S convencional la cual permite realizar un análisis cualitativo y cuantitativo más compacto, al mostrar sobre un diagrama de correlación T-S y en distribución bivariante de frecuencias, una estimación de los volúmenes asociados a las masas de agua ahí representadas. Los primeros trabajos que mostraron el uso de esta técnica, fueron dados a conocer por Cochrane (1958) al presentar el

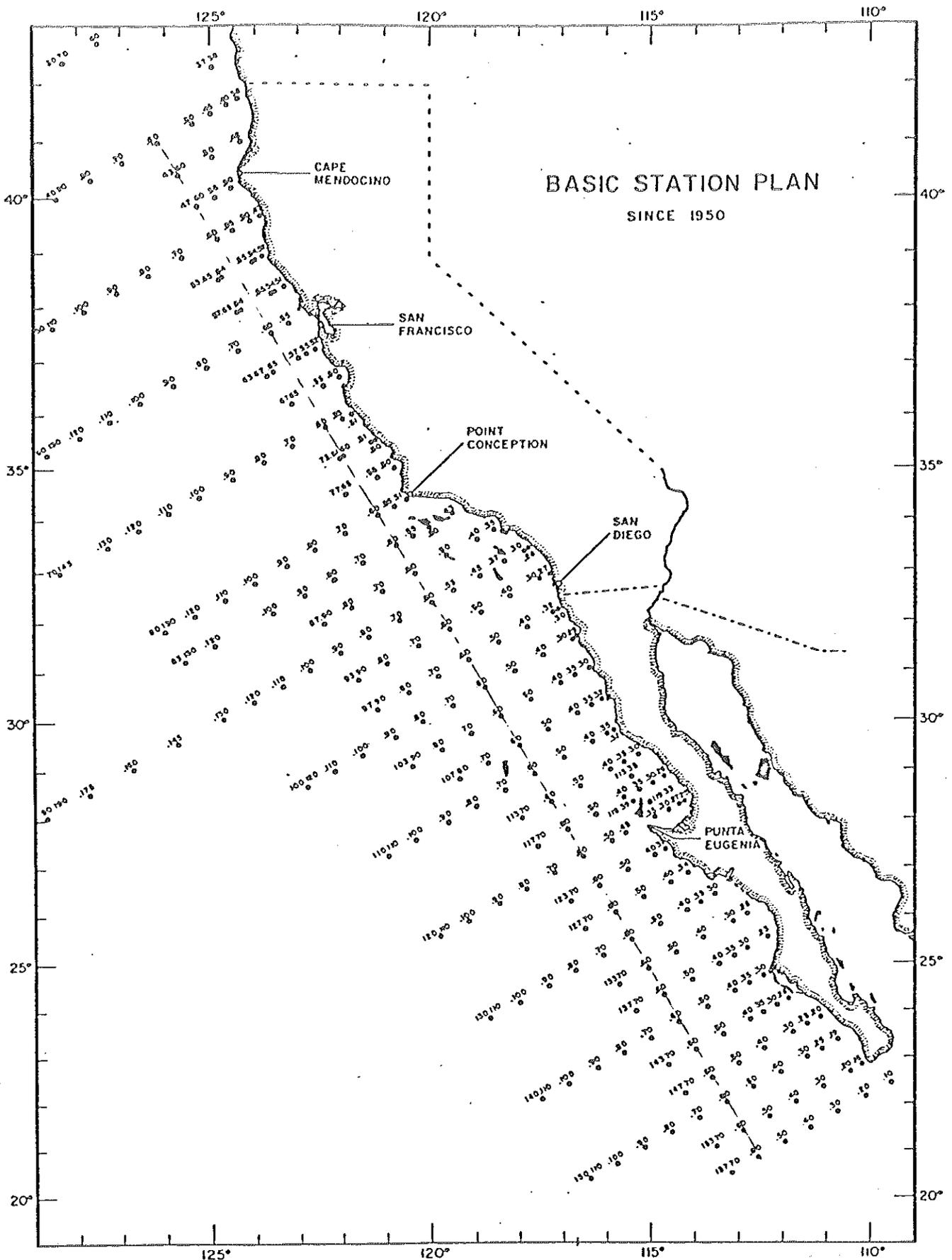


Fig 1.- Cobertura de muestreo CALCOFI

estudio volumétrico del Océano Pacífico, Pollak (1958) el del Indico y Montgomery (1958) el del Atlántico, además de que éste último conjunta los tres resultados y da estadísticas muy ilustrativas del Océano Mundial.

Esta técnica de análisis volumétrico ha sido usada muy ampliamente a partir de esa fecha (por ejemplo, en el Mar Árabe, Rojo, del Caribe, del Japón, de Weddell, sobre la Corriente de Kuroshio, en el mar de Indonesia, en el Mediterráneo, en el mar Negro, etc) y los resultados aportados representan un paquete de nuevas e interesantes conclusiones sobre las estructuras oceánicas de los cuerpos estudiados (Mamayev, 1975).

El análisis volumétrico de una región es el punto de inicio apropiado para trabajos más detallados sobre las masas de agua. Por ejemplo, mapeos de núcleos de masas de agua y modelos de circulación oceánica, pueden ser más representativos si éstos están basados en una distribución cuantitativa de propiedades (Carmack, 1973). Como ejemplo indicativo de lo antes expresado, Bolin y Stommel (1961) usaron esta técnica al estudiar la circulación abisal del Océano Mundial y Masuzawa (1965, citado por Mamayev, 1975) la uso para representar los flujos geostroficados en la Corriente de Kuroshio. Las posibilidades del análisis volumétrico T-S, por supuesto no están limitadas a los ejemplos antes dados, pues en combinación con el análisis T-S 'ordinario' provee una buena herramienta, por ejemplo, para la división del océano en regiones en base a factores como las características de la interacción estacional y espacial de las masas de agua o de su interacción con la atmósfera (Mamayev, 1975).

En el presente estudio se pretende establecer el análisis cuantitativo, en espacio y tiempo, de las masas de agua más importantes (sobre los 500 m) identificadas en la Región del Sistema de la Corriente de California, en base al análisis estadístico T-S introducido por Montgomery (1955) y a la extensión al método implementada por Carmack (1973), utilizando la información hidrográfica reportada por CalCOFI para el período 1950-1968.

Este trabajo nació con la idea de complementar el análisis volumétrico que Gómez-Valdés (1980) realizó frente a Ensenada Baja California, México en base a los datos de la línea hidrográfica número 100 de CalCOFI.

Ya que los resultados pueden ser de utilidad, tanto para el oceanógrafo físico como para el especialista en pesquerías, éste estudio presenta buenas perspectivas de aplicación; específicamente, los resultados pueden ser empleados como herramienta auxiliar de los trabajos teóricos de la circulación de Frontera Este.

I. 2. - ANTECEDENTES

I. 2. 1 .- El Sistema de la Corriente de California

Frente a las Costas Oeste de los Estados Unidos y Baja California, México, existe un flujo superficial dirigido hacia el ecuador, el cual representa el miembro noreste del giro anticiclónico que domina la circulación superficial en el Pacífico Norte (Sverdrup et al, 1942). Por abajo de ésta corriente y centrado sobre la pendiente continental, se desarrolla un contraflujo (hacia el polo). Este patrón de circulación (flujo superficial hacia latitudes bajas y contraflujo subsuperficial hacia latitudes altas) es referido como un Sistema de Corrientes de Frontera Este (Wooster et al, 1963), denotado en éste caso, como el Sistema de la Corriente de California. Otros ejemplos de tales sistemas son: la Corriente de Benguela, la Corriente del Peru y la Corriente de las Canarias. Sin embargo, en la región de estudio, ocurren otros importantes flujos y contraflujos permanentes o estacionales que deben ser considerados, de tal forma que el Sistema de la Corriente de California comprende: la Corriente de California, la Contracorriente Subsuperficial, la Corriente de Davidson y la Contracorriente del Sur de California (Hickey, 1978).

El flujo hacia el Sur (Corriente de California), frente a las Costas Oeste de Norteamérica, se ha mostrado en cartas de deriva superficial, en cartas de topografía dinámica y por mediciones directas (Wooster y Reid, 1963; Wyllie, 1966; Nelson, manuscrito no publicado, citado por Hickey, 1978). Mapas de topografía dinámica reportados por Wyrtky (1974, citado por Hickey, 1978) muestran un flujo difuso hacia el Sur que cubre gran parte del Pacífico Noreste y Reid et al., 1958 ha denominado como Corriente de California a todo aquel flujo dirigido hacia el Sur en el giro del Pacífico Norte.

La Corriente de California nace arriba de los 40 grados de latitud Norte y representa la extensión sur de la Corriente de las Aleutianas (Sverdrup et al, 1942). La masa de agua que la caracteriza en ésta zona es de tipo Subártica. Sin embargo, en su viaje al Sur, cruza por regiones de características muy diferentes a las de su origen, así, por mezcla con otras aguas (y por calentamiento y evaporación) poco a poco su tipo Subártico se modifica, en especial el porcentaje de Agua Subtropical se incrementa hacia el Sur y hacia el Oeste (Reid et al, 1958)

Pavlova (1966) al estudiar la variación estacional de la Corriente de California dentro de la región comprendida entre los 20 y 40 grados de latitud Norte y desde la costa hasta los 130 grados de longitud Oeste, encontró que de 25 a 30 grados Norte la Corriente de California presenta su desarrollo máximo

en primavera y principios de verano y su mínimo en invierno, mientras que de 35 a 40 grados Norte su máximo es en invierno y primavera. Sin embargo, establecer patrones específicos de comportamiento para ésta última región ha sido un tanto más difícil debido a la complejidad de la dinámica regional (Hickey, 1978).

Sobre gran parte del Sistema de la Corriente de California, de primavera a otoño los vientos presentan una componente del Norte la cual tiende a impulsar a la columna hacia el Sur. En invierno ésta componente se debilita o se invierte y una Contracorriente Superficial (Fig 2 b) se desarrolla de Baja California hasta el Sur de Punta Concepción (Reid et al, 1958).

Una Contracorriente Subsuperficial (bajo los 200 m) fluye hacia el Norte (Figs 3a y 3b) sobre el Talud Continental a lo largo de las Costas Oeste de Baja California, México y de los Estados Unidos (Sverdrup et al, 1942; Reid et al, 1958).

El origen de éste flujo no está totalmente entendido. Rossby (1936, citado por Reid et al, 1958) derivó una teoría de circulación oceánica en la cual una gran corriente oceánica tiene asociada sobre su margen izquierdo (visto corriente abajo) una contracorriente, y Sverdrup et al., 1942 mencionaron la posibilidad de que el Sistema de la Corriente de California fuera un ejemplo de este tipo de circulación. Sin embargo, las suposiciones que precisa el modelo no son todas aceptables y esta teoría no puede ser aplicada con mucha confianza en el presente (Reid et al, 1958).

Esta Contracorriente Subsuperficial (ó Contracorriente de California) representa el mecanismo principal de ingreso al Norte de la masa de Agua Ecuatorial, sin embargo, la variación estacional de los porcentajes de ésta masa de agua a lo largo de la costa todavía no ha sido investigada (Hickey, 1978)

La Corriente de Davidson es un flujo superficial hacia el polo, observado al Norte de Punta Concepción, asociado con el patrón de vientos de invierno (Hickey, 1978). Reid y Schwartzlose (1962) detectaron éste contraflujo frente a California Central (36 N) a 80 km de la costa. Las cartas de Wyllie (1966) indican que el flujo hacia el Norte (relativo a 500 db) frente a California central es más fuerte de noviembre a enero.

La Contracorriente del Sur de California es un flujo semipermanente localizado al Sur de Punta Concepción cuya dinámica es producto de la topografía de la región y del campo de viento (Sverdrup y Fleming, 1941). Sin embargo, Schwartzlose y Reid (1963) encontraron que éste contraflujo es una rama del remolino semipermanente observado frente a ésta región.

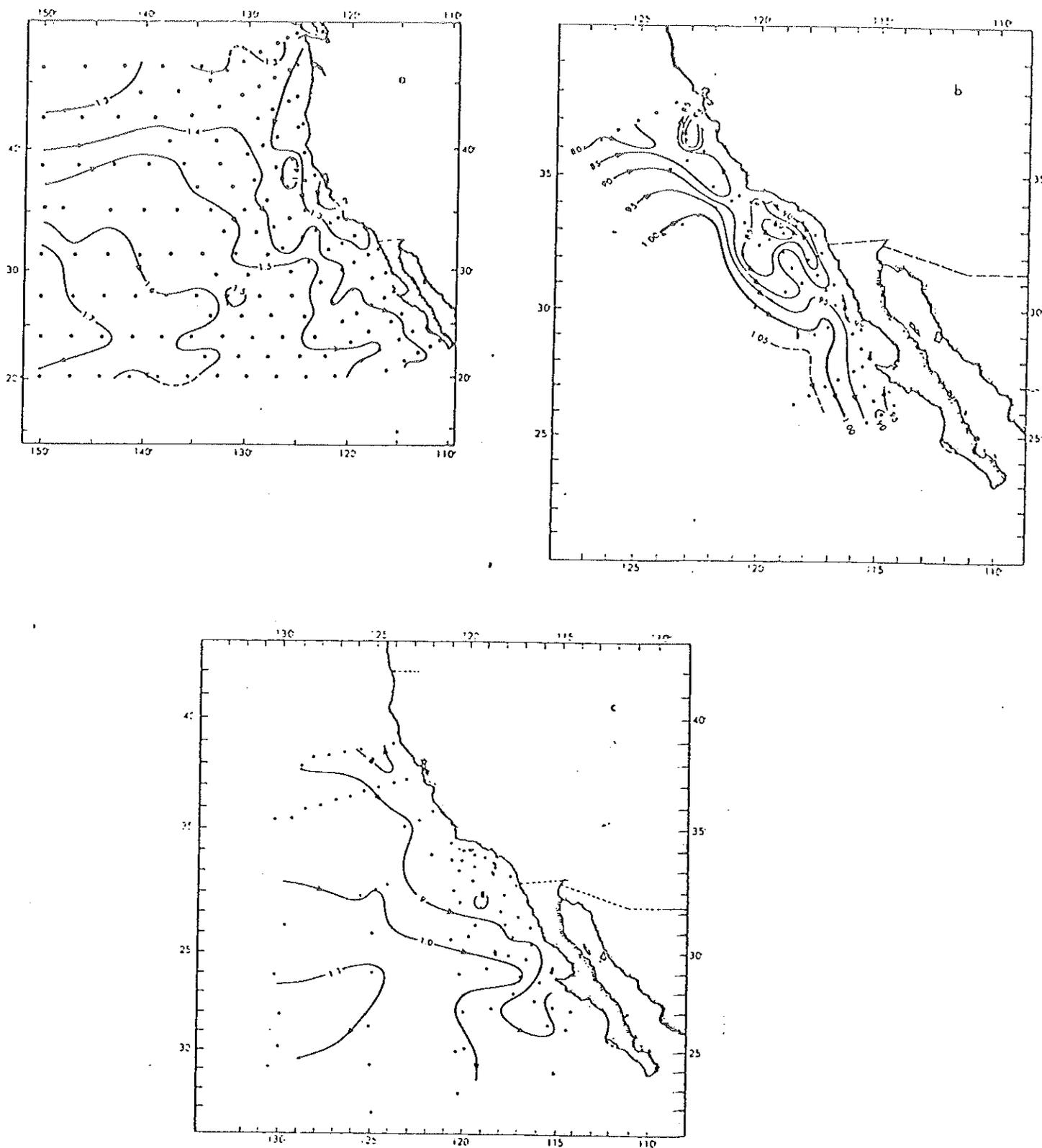


Fig 2.- Corrientes oceánicas superficiales frente a la Costa Oeste de Norte América. Anomalías de altura dinámica (σ sobre 1000 db) a.- Agosto. b)- Noviembre. c.- Marzo. (tomadas de Reid et al. 1958).

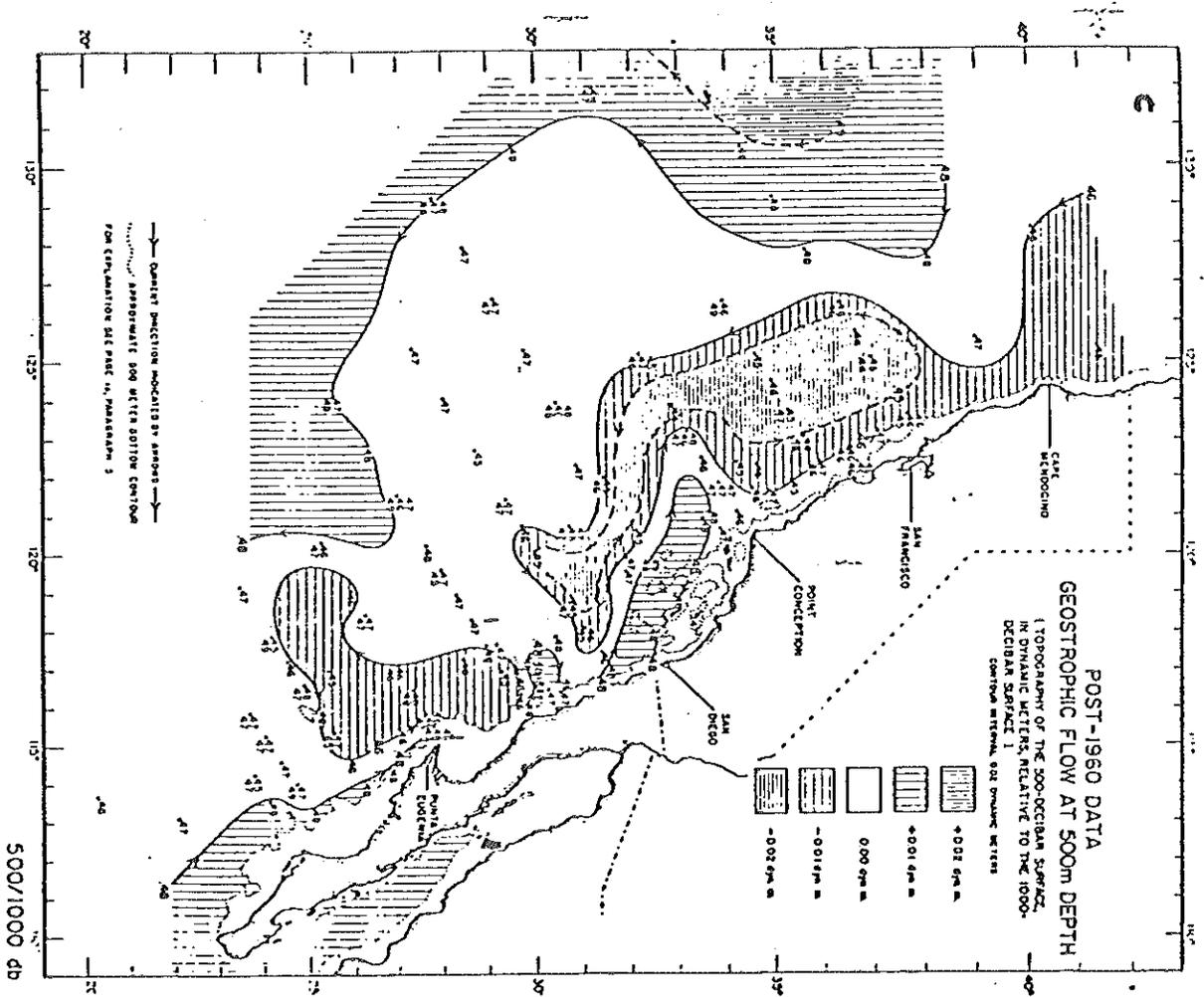
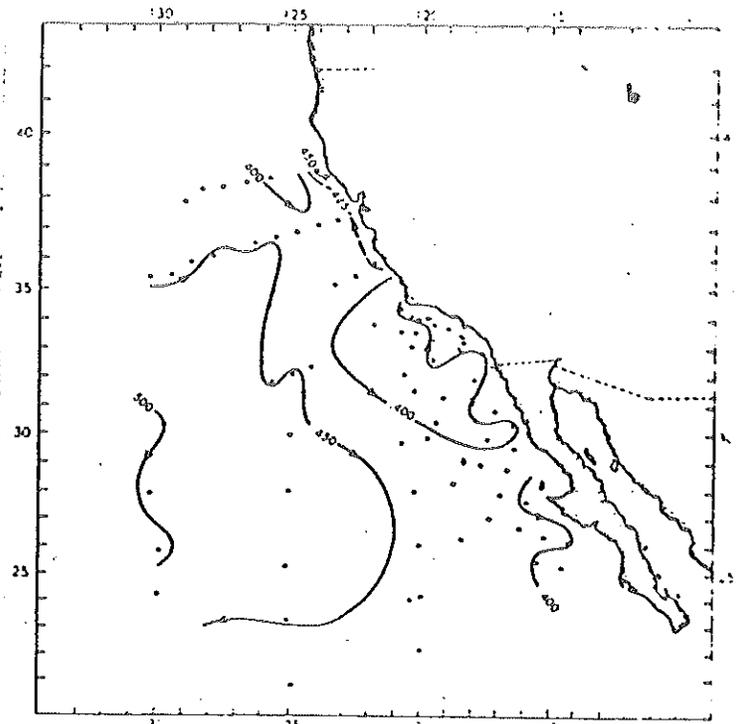
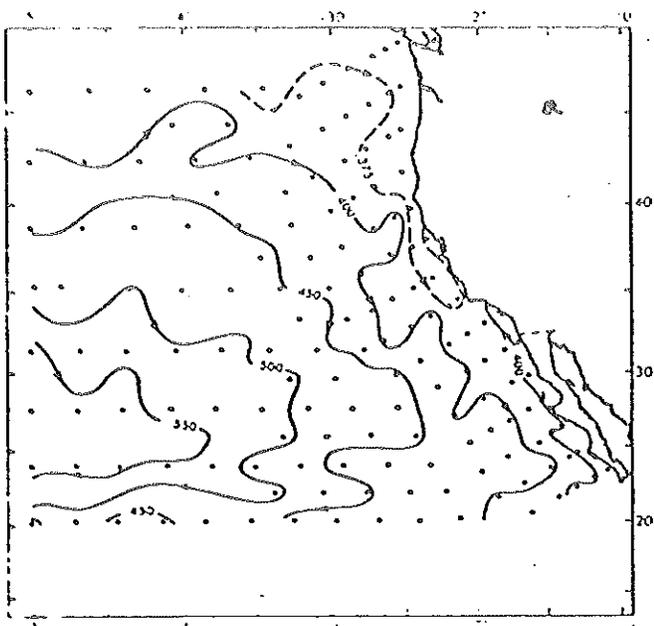


Fig 3.- Corrientes oceánicas subsuperficiales frente a la Costa Oeste de Norte América. Anomalías de altura dinámica (200 sobre 520 db)
 a.- Agosto b.- Marzo (tomadas de Reid et al. 1958) c.- Carta
 Proyectada a 520 db (sobre 1020 db, tomada de Wyllie, 1966).

1.2.2. - El esfuerzo del viento

En el Pacífico Norte un gran giro anticiclónico domina el patrón de vientos sobre la superficie del mar. La Corriente de California fluye al Sur entre un núcleo de alta presión atmosférica sobre su lado Oeste y un centro de baja presión situado sobre el Continente Americano (Reid et al, 1958).

La variación estacional de los vientos superficiales sobre la región de la Corriente de California ha sido discutida por Reid, et al., 1958. Ellos concluyeron que de primavera a otoño, los vientos sobre la mayor parte de la región, tienen una componente del Norte mientras que en invierno ésta componente se debilita o se invierte.

La distribución del esfuerzo del viento frente a Baja California ha sido discutida por Bakun y Nelson (1975). Ellos encontraron que la variación estacional del esfuerzo del viento es principalmente en su magnitud ya que su dirección tiende a ser en todos los meses a lo largo de la costa y hacia el ecuador.

Recientemente, Nelson (1977) obtuvo la distribución promedio mensual del esfuerzo del viento sobre toda la región CalCOFI en base a observaciones marinas superficiales del período 1858-1972. Sus resultados muestran que en promedio, en todo el año el esfuerzo del viento se dirige hacia el ecuador, desde Cabo Mendocino hasta Baja California, mientras que frente a las costas de Oregon y Washington, el esfuerzo del viento presenta marcada variabilidad estacional tanto en magnitud como en dirección

Nelson (1977) encontró que una característica importante en la distribución del esfuerzo del viento es la posición y extensión de los esfuerzos máximos (> 1.0 dinas/cm²). En marzo, estos máximos, son por vez primera evidentes al Sur de Punta Concepción (Fig 4), durante los meses sucesivos, el máximo persiste, incrementa su región de influencia y deriva hacia el Norte, así en abril, valores que exceden 1.0 dinas/cm² cubren el área de Punta Concepción a San Francisco. Este patrón de distribución del esfuerzo del viento se repite en mayo, donde ahora el límite Norte del máximo central llega al Sur de las costas de Cabo Blanco (Fig 5). El esfuerzo del viento alcanza su intensidad máxima durante junio y julio frente a Cabo Mendocino donde sus valores característicos exceden a 1.5 dinas/cm². Este patrón se extiende aproximadamente hasta 500 km fuera de la costa y 1000 km en dirección Sur. La distribución para agosto y septiembre, sugiere condiciones de relajamiento pues el máximo decae en intensidad y en extensión. En éstos meses se encuentra que el esfuerzo del viento está dirigido hacia el ecuador incluyendo las costas de Oregon y Washington, pero en octubre, la dirección del viento frente a éstas costas se invierte hacia

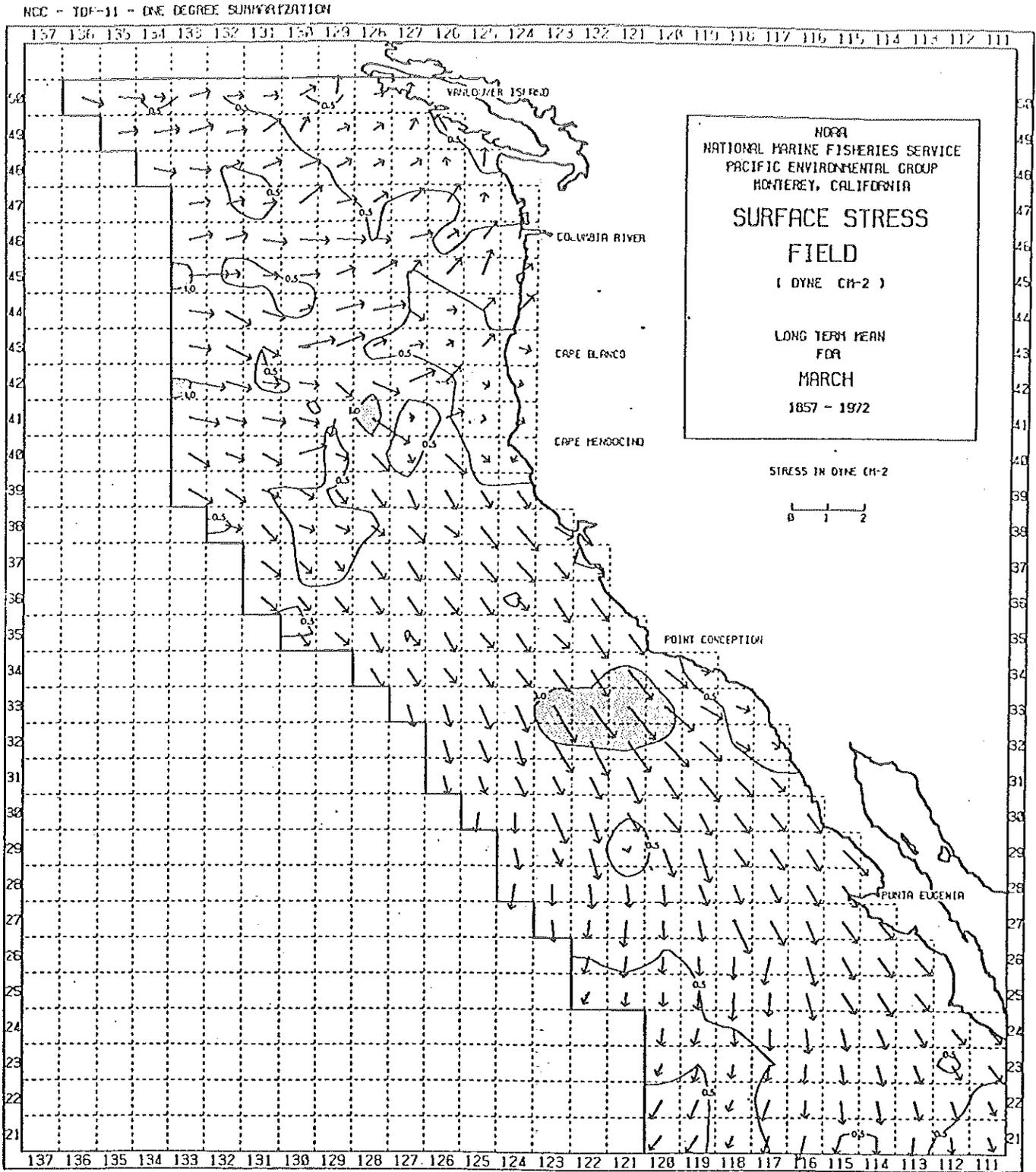


Fig 4.- Vectores típicos del esfuerzo del viento sobre la Region de la Corriente de California en el mes de marzo. (tomada de Nelson, 1977).

NCC - TDF-11 - ONE DEGREE SUMMARIZATION

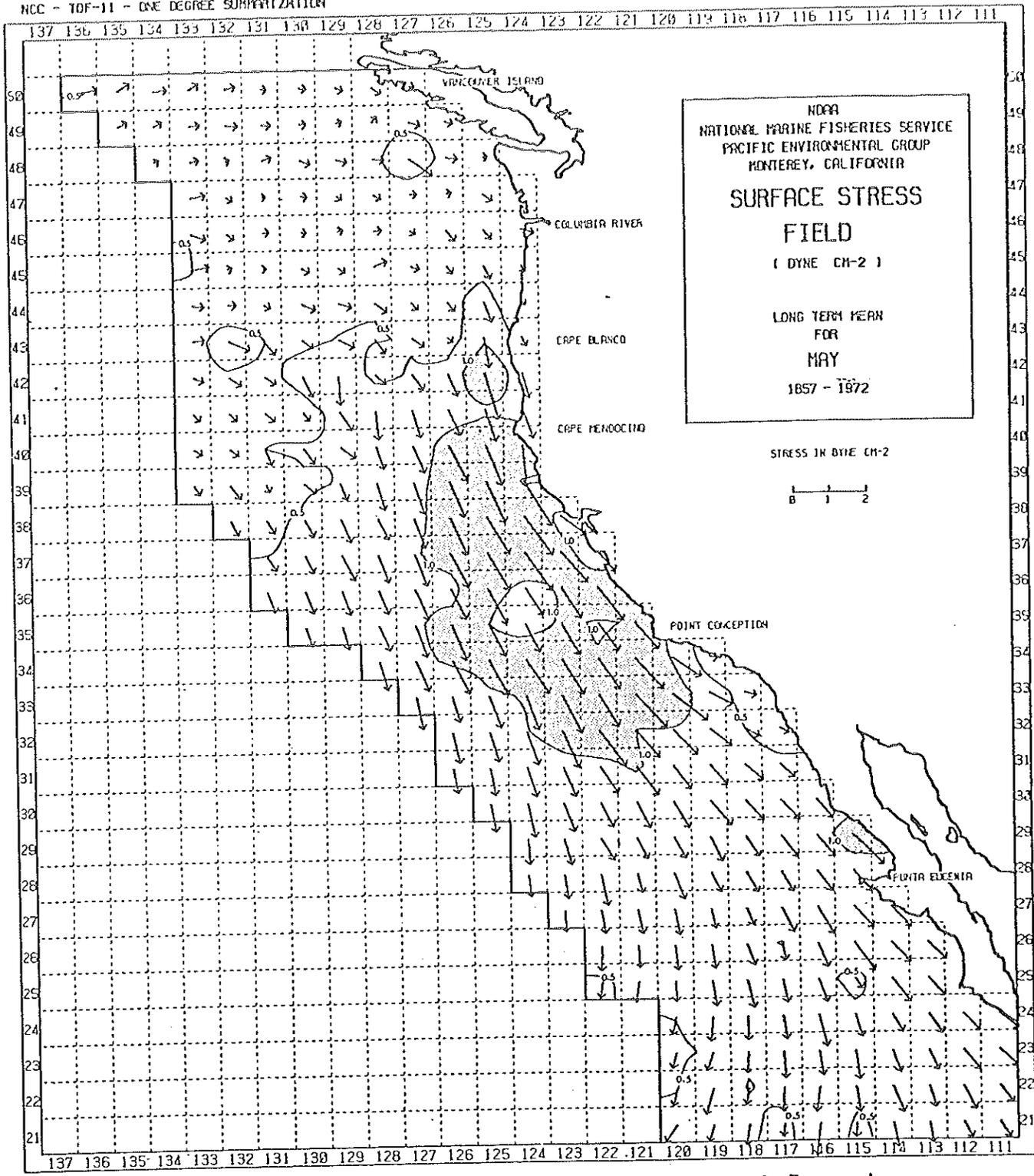


Fig 5.- Vectores típicos del esfuerzo del viento sobre la Region de la Corriente de California en el mes de mayo. (tomada de Nelson. 1977).

el Norte. La distribución de noviembre a febrero responde claramente a las condiciones de invierno, los valores promedio son generalmente menores que 0.5 dinas/cm^2 en toda la región excepto para Oregon y Washington donde las tormentas en el Pacífico Norte están asociadas con esfuerzos que exceden a 1.5 dinas/cm^2 .

I. 2. 3. - Surgencias

Un fenómeno relacionado con los Sistemas de Corrientes de Frontera Este es el proceso de surgencias costeras. Las surgencias pueden ser definidas como un movimiento ascendente de aguas subsuperficiales hacia las capas superficiales del océano, de donde son transportadas fuera de la región de surgencias por advección horizontal (Sverdrup, 1938; Wyrтки, 1963, citado por Smith, 1968). De acuerdo al modelo de Ekman-Sverdrup (1905-1938) un viento que fluye paralelo a la costa (sumado al efecto de la rotación de la tierra) puede producir surgencias, si su dirección es tal que un observador que mire en la dirección del viento tenga a la costa a su izquierda (derecha) en el hemisferio Norte (Sur).

En un gran número de estudios sobre la variación estacional y espacial de las surgencias frente a la Costa Oeste de América del Norte se ha mostrado, que puesto que las surgencias sobre ésta región, son el resultado de los vientos del Norte y Noroeste, entonces éstas deben ser fuertes cuando fuertes sean éstos vientos. Esta condición prevalece de abril a mayo frente a Baja California, de mayo a junio frente al Sur y Centro de California, en junio y julio en el Norte de California y en agosto frente a Oregon (Reid et al, 1958).

I. 2. 4. - Masas de agua

Una serie de curvas T-S de varias estaciones localizadas en diversos puntos de la Costa Oeste de América del Norte, muestran una transición regular en el carácter de las masas de agua y claramente indican que el agua a lo largo de la costa es una mezcla de masas de agua de características muy diferentes (Tibby, 1941).

En el Norte, donde la Corriente de California inicia su recorrido hacia el Sur, la masa de agua predominante ha sido llamada por Sverdrup et al., 1942: Agua Subártica del Pacífico Norte, sus características son : baja salinidad ($32.0-34.0 \text{ ppm}$), baja temperatura ($2.0-4.0 \text{ C}$) y alto contenido de oxígeno ($6-7 \text{ ml/l}$). A medida que se acerca a latitudes más bajas, su salinidad y su temperatura aumentan, debido a procesos de evaporación y calentamiento y a mezcla con aguas del Oeste y del Sur. En un diagrama T-S es identificada (a 50 N) por una línea característica entre los rangos antes dados (Sverdrup et al, 1942). Sin embargo de acuerdo con Kind'yushev (1968) ésta masa de agua (transformada), se

identifica en la región CALCOFI entre los 12.0 C y 33.5 ppm a los 9.0 C y 32.80 ppm y con un contenido de oxígeno entre 3 y 4 ml/l.

En la parte central del giro anticiclónico del Pacífico del Norte se encuentra un cuerpo de agua con características diferentes a la Subártica, el Agua Subtropical. Ya que éste cuerpo permanece por bastante tiempo en la región central del Pacífico Norte su temperatura y salinidad son altas mientras que los nutrientes en la capa superficial son escasos (Reid et al, 1958).

En el Sur, un enorme cuerpo de agua de características T-S bien definidas (T= 8-15 C; S= 34.6-35.15 ppm), es conocida como el Agua Ecuatorial del Pacífico (Sverdrup et al, 1942) e intrusión al Norte conducida por la Contracorriente Subs superficial.

En las capas superficiales otras dos masas de agua ocurren: la masa de Agua Tropical Superficial, identificada entre los 15 y 20 C y 33.5 a 34.2 ppm y la masa de Agua Ecuatorial Superficial, la cual tiene temperaturas entre 20 y 25 C y salinidades de 34.0 a 34.5 ppm (Kin'dyushev, 1968)

Finalmente, para completar el panorama de las masas de agua existentes en el Sistema de la Corriente de California (sobre 500 m) están las aguas que las surgencias conducen hacia las capas superiores, generalmente de baja temperatura, alta salinidad, bajo contenido de oxígeno y alta concentración de nutrientes. Estas aguas pueden provenir de niveles más bajos que los del Agua Subártica o del Agua Ecuatorial Transformada, es decir pueden tener su origen en las masas de agua profundas (Reid et al, 1958).

1.2.5. - Análisis Volumétrico

Como ya fué señalado, el análisis volumétrico efectuado de acuerdo a las ideas establecidas por Montgomery permite una descripción cuantitativa de las masas de agua, al mostrar los volúmenes contenidos en cada intervalo de clase bivariante sobre un diagrama de correlación T-S.

La importancia de ésta técnica ha motivado amplios estudios sobre ella (Mamayev, 1975) y un resultado de esto, es una nueva extensión, la cual fué dada a conocer por Carmack (1973) en su estudio volumétrico del Mar de Weddell, la cual consiste en mostrar sobre el diagrama de correlación T-S, la profundidad promedio de ocurrencia, el contenido promedio de oxígeno, de nutrientes ó de cualquier otro parámetro de interés en el estudio de las masas de agua.

Una de las grandes ventajas de éste tipo de análisis es que puede ser tan detallado como se quiera, en función de los

finés que se pretendan, es decir, el tamaño de los intervalos de clase puede ser tan pequeño como fina sea la resolución que se requiera. Por otra parte, una característica asociada a éste tipo de diagramas, es la posible separación de tres Modos: el univariante salino, el univariante en temperatura y el bivariante T-S, para los cuales puede hacerse análisis independiente y así obtener estadísticas particulares que pueden resultar una herramienta de análisis de mucho valor.

1.2.6. - Ciclos Estacionales T-S

Muchos de los cambios que sufren las propiedades físico-químicas del océano, pueden ser vistos como el resultado directo o indirecto de fenómenos que ocurren fuera de él, por ejemplo, se sabe que buena parte de la circulación oceánica superficial es principalmente inducida por el viento y así se ha encontrado que el patrón de circulación en el mar es el reflejo de el patrón de circulación atmosférica (Sverdrup et al, 1942; Reid et al, 1958; Wooster y Reid, 1962). Asimismo, podemos pensar que las fluctuaciones en temperatura y salinidad en las capas superficiales pueden ser parcialmente explicados a partir del ciclo anual de calentamiento y enfriamiento experimentado en cada región, sólo parcialmente pues en éste como en el otro caso, otros factores pueden intervenir.

La radiación efectiva que recibe la superficie del mar, varía con la latitud y con el tiempo. En la región de estudio el promedio anual varía de 300 cal/cm² día (en el Norte de California) a 450 cal/cm² día (frente al sur de Baja California). Las diferencias estacionales entre la parte Norte y Sur de la región son grandes en invierno y pequeñas en verano.

El mínimo de radiación siempre ocurre en diciembre (invierno), pero el máximo se experimenta en verano en el Sur de Baja California y en el Norte de California y de primavera a verano de Baja California Norte a California Central; esto, en parte, debido a la diferencia regional de la variación estacional de las nubes (Roden, 1959).

Para tener una idea de las características del ciclo estacional de calentamiento y enfriamiento típico de cada región, en la Tabla No. 1 se presenta la radiación efectiva sobre la superficie del océano que en promedio se experimenta en cada región.

línea	invierno			primavera			verano			otoño			anual
150	201	217	258	343	383	370	371	420	431	411	347	263	334
PRO		225			365			407			340		
130	154	176	208	317	356	388	389	395	408	370	288	213	305
PRO		179			354			397			290		
110	150	172	195	281	298	281	271	287	288	287	249	197	256
PRO		172			287			282			244		
90	113	138	169	258	307	318	326	314	291	270	205	160	239
PRO		140			294			310			212		
70	106	115	152	252	313	332	356	314	263	220	192	151	231
PRO		124			299			311			188		
50	50	72	119	233	281	321	336	315	278	221	165	91	207
PRO		80			278			309			159		

Tabla # 1.- Promedios mensuales, estacionales y anual de la radiación efectiva ($\text{cal/cm}^2\text{día}$) sobre la superficie del mar en las regiones estudiadas (tomada de Roden, 1959).

Por otra parte, para las capas profundas el efecto directo del ciclo de calentamiento puede ser despreciado y los cambios estacionales de éstas propiedades, deben ser explicados en función de otra información, por ejemplo, la circulación profunda y la mezcla tridimensional.

Los polígonos estacionales T-S, representan una forma de mostrar las características estacionales T-S de las regiones oceánicas ya que en éste tipo de análisis queda representada la influencia temporal que los diversos fenómenos oceánicos y/o atmosféricos ejercen sobre las características T-S de las masas de agua.

En éste estudio se obtuvieron los polígonos estacionales de la capa superficial y subsuperficial, niveles donde se manifiestan importantes fenómenos como son, las surgencias y la Contracorriente Subsuperficial, respectivamente. Para tal efecto, se eligieron los 10 y 200 m como las profundidades representativas de éstas capas y el análisis sólo fué efectuado en las tres primeras estaciones costeras de cada línea hidrográfica trabajada.

II. - OBJETIVOS

Como ya fué señalado en la presentación de éste estudio, su importancia puede resultar muy amplia, porque en terminos generales, el conocimiento de los patrones de variación estacional de los nucleos de masas de agua de una región oceánica puede ser de gran ayuda al intentar las conclusiones generales de su oceanografía.

Así, en base al análisis volumétrico T-S de la Región del Sistema de la Corriente de California dentro de la cobertura CALCOFI, el presente estudio pretende establecer :

1.- Una estimación cuantitativa de las masas de agua (volumétricamente importantes), su profundidad promedio de ocurrencia y su concentración promedio de oxígeno con que se caracterizan en la región.

2.- La variación estacional y espacial del volumen de las masas de agua identificadas en la región.

3.- El ciclo estacional T-S a 10 y 200 m en las estaciones costeras como una forma de presentar el ciclo estacional de surgencias y de la Contracorriente Subsuperficial, respectivamente.

III. - METODOS

III.1. - Análisis exploratorio de datos

Antes de pretender establecer patrones generales de comportamiento ó estructuras estadísticas significantes de un grupo de datos, se debe intentar conocer que tan representativos son éstos del fenómeno en cuestión. El análisis exploratorio o trabajo numérico 'detectivesco' (como acertadamente lo ha llamado Tukey (1977)) ha mostrado ser de gran ayuda en el procesamiento de los datos.

La mediana como un valor típico, los cuartiles (superior e inferior) como una medida de dispersión y el rango de los datos, nos pueden decir mucho acerca de ellos, y con la correcta utilización de éstos parámetros estadísticos se está en posición de detectar, entre otras cosas, datos 'sospechosos' a no ser parte fiel de su grupo. Su condición 'sospechosa' puede deberse a que simplemente ése dato ha sido mal muestreado o reportado, o bien a que él sea una manifestación sobresaliente del fenómeno en cuestión.

El análisis exploratorio de datos, en el presente estudio fué empleado para detectar datos anómalos, que en base a la estabilidad oceánica supusimos mal muestreados o editados y con ello tener una base para su eliminación.

El análisis exploratorio de datos fué efectuado con las ideas sugeridas por Tukey (1977) y la Tabla No. 2 es un ejemplo de una de las salidas clasificadas que resulta al aplicarlas, en este caso para el parámetro profundidad.

```

=====
0.000  20.000  40.000  60.000  90.000  17  5433
0.000  49.000  176.500  500.000  1000.000  14  5035
0.000  46.000  173.000  537.000  1000.000  15  5040
0.000  43.000  100.000  432.000  1000.000  17  5440
0.000  49.000  198.000  591.000  1000.000  15  5050
0.000  50.000  178.000  502.000  1000.000  14  5060
0.000  59.000  120.000  350.000  1000.000  17  5460
0.000  69.000  145.500  291.000  596.000  18  5960
0.000  50.000  199.000  595.000  1000.000  15  5070
0.000  48.000  193.000  565.000  1000.000  15  5080
MIN      QINF      MED      QSUP      MAX      SIZE  ESTA
=====

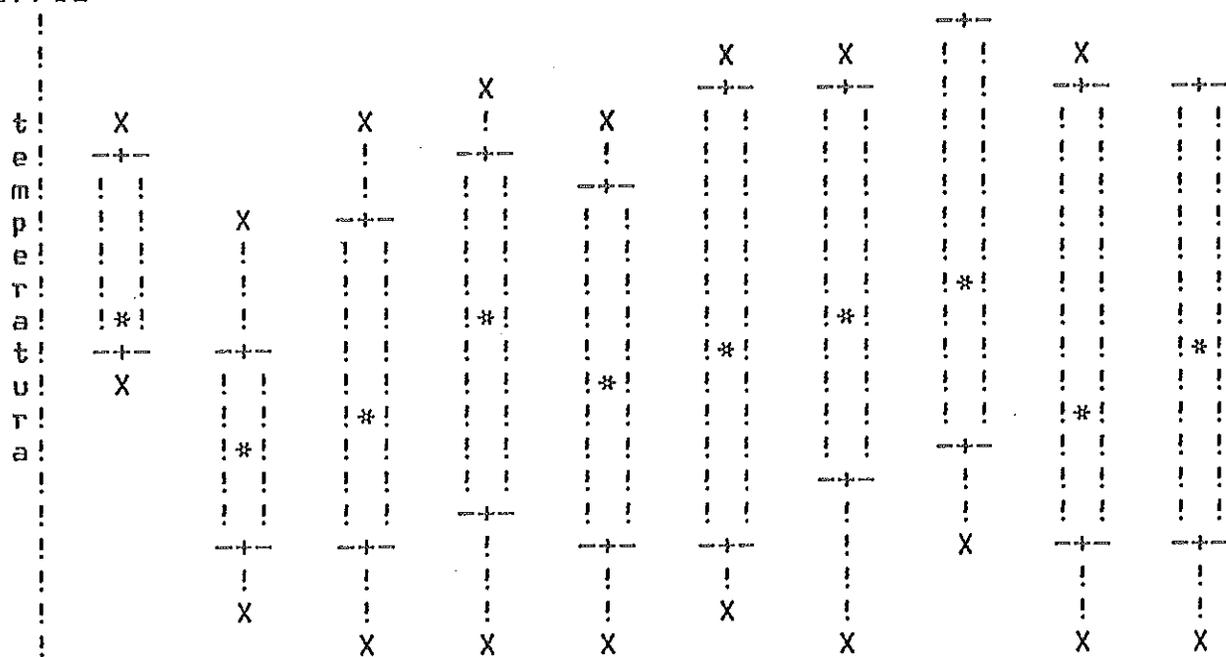
```

Tabla 2. - Tabla de estadísticas particulares de la información (caso: profundidad) de cada estación hidrográfica empleada para el análisis mensual de cada región.

La información disponible para cada estación (ESTA) es: el tamaño de la muestra (SIZE), el rango de los datos, representado por la diferencia entre el valor mínimo (MIN) y el máximo (MAX) del arreglo, su valor típico dado por la mediana (MED) y los cuartiles, superior (QSUP) e inferior (QINF) como una medida de dispersión. Particularmente útil resulta éste último parámetro para estimar el gradiente de profundidad, sobre todo en la capa profunda donde los muestreos son más espaciados.

Otra forma de salida se muestra en la figura # 6, la cual representa una forma gráfica y condensada de mostrar la tabla anterior, en este caso para el parámetro temperatura.

17. 53



3. 83

5433 5035 5040 5440 5050 5060 5460 5960 5070 5080
estaciones

Fig 6.- Análisis particular y comparativo de la información (caso: temperatura) de cada estación hidrográfica empleada para el análisis mensual (caso: mayo) de cada línea hidrográfica (caso: línea 90).

Cada caja representa una estación hidrográfica y la información que contiene, puede ser resumida así: la longitud de la caja es la distancia intercuartílica, la cual puede ser vista como una medida de la dispersión de los datos. El asterisco representa el valor típico (mediana) y su localización dentro de la caja es indicativa del tipo de distribución sesgada o no sesgada que describen los datos. Los extremos de las cajas son los cuartiles (superior e

inferior), las 'Xs' representan valores que están a ≤ 1.5 veces la distancia intercuartílica, es decir dan una medida de lo fuerte del incremento (o decremento) del arreglo. Lo más importante para nuestro análisis son los datos que están aun más lejos de estas 'Xs', los cuales se indican por números o signos especiales (en esta figura no aparecen) según sea la distancia al valor medio. Estos valores fueron los que se analizaron especialmente, pues podían representar datos anómalos (lo cual en muchos casos ocurrió), por ejemplo se reportaban temperaturas de más de 50 C o salinidades de 333.0 ppm, ó huecos de muestreo, lo cual evidentemente era un error de edición.

III.2. - Análisis volumétrico

III.2.1. - Diagramas volumétricos

Para generar los diagramas volumétricos de la Región de la Corriente de California se emplearon los siguientes pasos :

1. - El área de estudio fué dividida en seis regiones en base a la similitud general de sus condiciones oceanográficas, de acuerdo a Eber et al., 1976, en :

- 1). - Región del Cabo
- 2). - Región de Baja California Sur
- 3). - Región de Baja California Norte
- 4). - Región del Sur de California
- 5). - Región de California Central
- 6). - Región del Norte de California

2. - Se eligió una línea hidrográfica (en base a su frecuencia de muestreo) como representativa de cada región, tal como se indica en la tabla siguiente

Región	Línea Representativa
del Cabo	150
de Baja California Sur	130
de Baja California Norte	110
del Sur de California	90
de California Central	70
del Norte de California	50

Tabla 3. - División realizada para el estudio del Sistema de la Corriente de California y líneas hidrográficas representativas de cada nueva región.

3. - Cada nueva región fué dividida (Fig 7) en un Dominio Costero (Región I) y un Dominio Oceánico (Región II).

4. - A cada estación hidrográfica se le asignó una fracción del área superficial total, subsecuentemente a ser usada como un factor de peso. Esta fracción de área, tuvo anchura unitaria y longitud igual a la distancia media entre la estación anterior (o la costa) y la posterior a la considerada.

5. - Los datos observados de cada estación fueron interpolados linealmente a un intervalo de 10 mts. El rango de influencia de cada muestra fué también la distancia media entre el dato superior e inferior al considerado (o sea 10 mts), excepto el dato superficial cuyo rango fué de 5 mts.

6. - El intervalo de clase bivalente elegido fué de 0.5 C x 0.1 ppm

7. - Para obtener el volumen parcial de cada intervalo de clase T-S, el espesor de influencia de cada muestra, fué multiplicado por la fracción del área superficial total correspondiente, sumando para toda la clase.

8. - A fin de que el volumen reportado dentro de cada línea hidrográfica fuese independiente del numero de archivos usados (siempre mayor o igual a un numero mínimo requerido) para generar cada diagrama volumétrico mensual, dentro de cada intervalo de clase bivalente, la suma volumétrica de cada estación hidrográfica fué dividida entre el numero de archivos pertenecientes a esa estación, de tal forma, que al sumar el volumen de todas las estaciones que conformaron cada Dominio, el resultado estuviera estandarizado al numero mínimo de archivos requeridos, el cual fué igual al numero de estaciones hidrográficas de cada Dominio, de cada línea hidrográfica particular.

9. - Para obtener la profundidad y el oxígeno promedio de cada masa de agua asociada a 'x' intervalo de clase se hicieron promedios ponderados dada la siguiente relación :

$$W = \{w(1)*v(1) + w(2)*v(2) + \dots + w(n)*v(n)\} / \{v(1) + v(2) + \dots + v(n)\}$$

donde :

W= Profundidad u Oxígeno Promedio

w(i)= Profundidad u Oxígeno de cada muestra, i=1,n

v(i)= Volumen parcial de cada muestra, i=1,n

n= Numero de datos en la clase

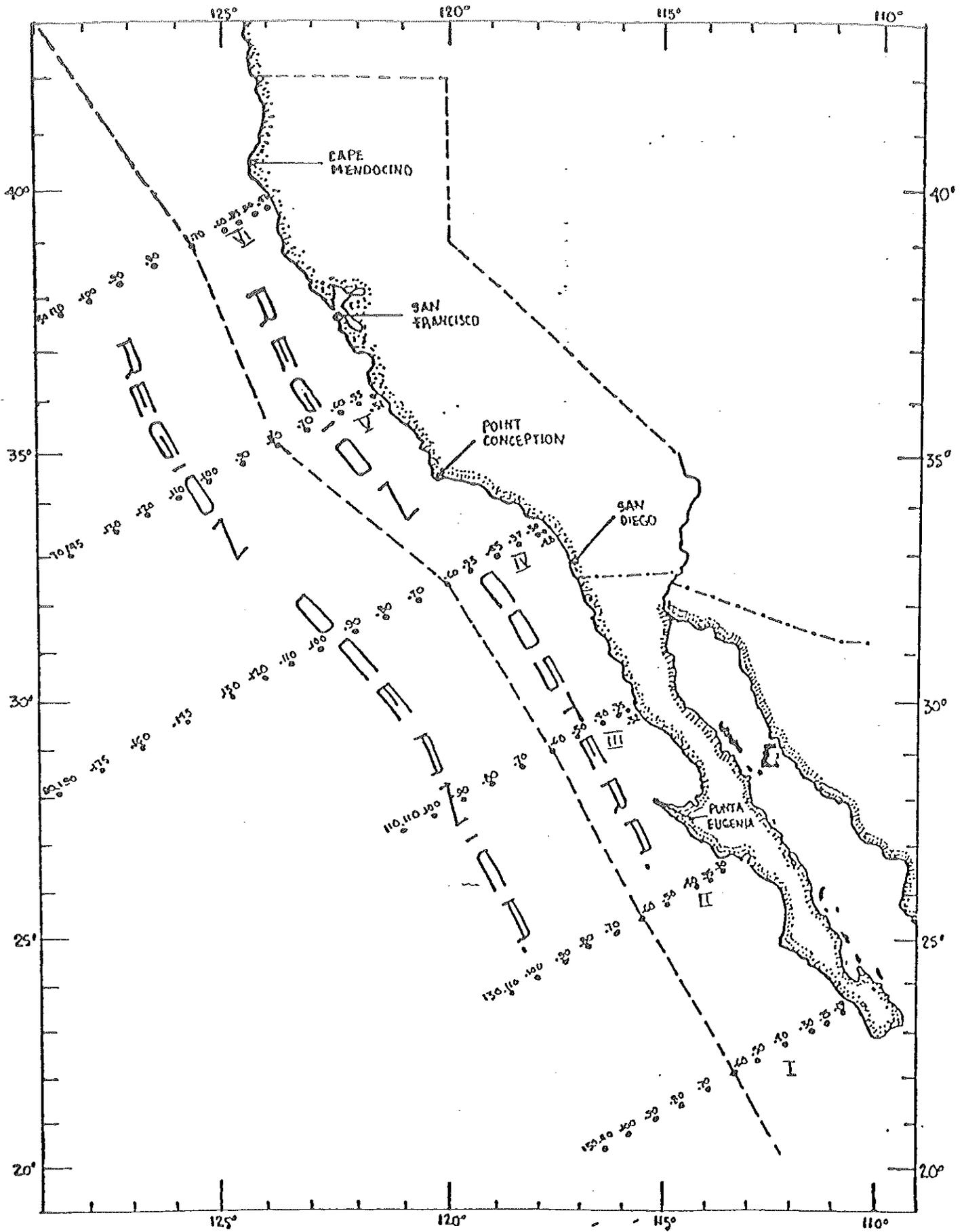


Fig. 7.- División del Area de Estudio

III.2.2. - Análisis de Modos

1. - Siguiendo un criterio de conteo sistemático en base al volumen mínimo significativo para el Modo Bivariante (1.5 %) y el univariante en temperatura (5.0 %) y tomando sólo las dos clases principales en salinidad se localizaron los tres Modos principales (bivariante, univariante salino y univariante térmico) en cada diagrama volumétrico mensual.

2. - Cada diagrama volumétrico fué pasado por su correspondiente diagrama de Profundidad y Oxígeno, para definir en cuanto a estas Propiedades las características del Modo profundo.

3. - En base a los resultados de Tibby (1941), condensados en su diagrama T-S (Fig B), el cual define las componentes de Agua Ecuatorial y Subártica en un nucleo dado para ésta región, se pasó cada diagrama mensual por éste diagrama a fin de establecer la componente Ecuatorial en el Modo Profundo en cada región y para cada mes.

4. - La información mensual así obtenida fué promediada para obtener la estacional correspondiente.

III.3. - Ciclos Estacionales T-S

Para generar los ciclos estacionales T-S se promediaron los datos (a 10 o 200 mts) correspondientes a los meses de cada estación climática. Diciembre, enero y febrero fueron los representativos de invierno; marzo, abril y mayo de primavera; junio, julio y agosto de verano y septiembre, octubre y noviembre de otoño.

Entonces, para cada profundidad (y para cada estación) resultaron cuatro valores (de invierno, primavera, verano y otoño) los cuales fueron graficados y etiquetados (I, P, V, O) en una tabla T-S y unidos mediante rectas, siguiendo el orden antes dado (I, P, V, O, I), resultando una curva cerrada que representa el ciclo (ó polígono) estacional T-S de cada estación hidrográfica.

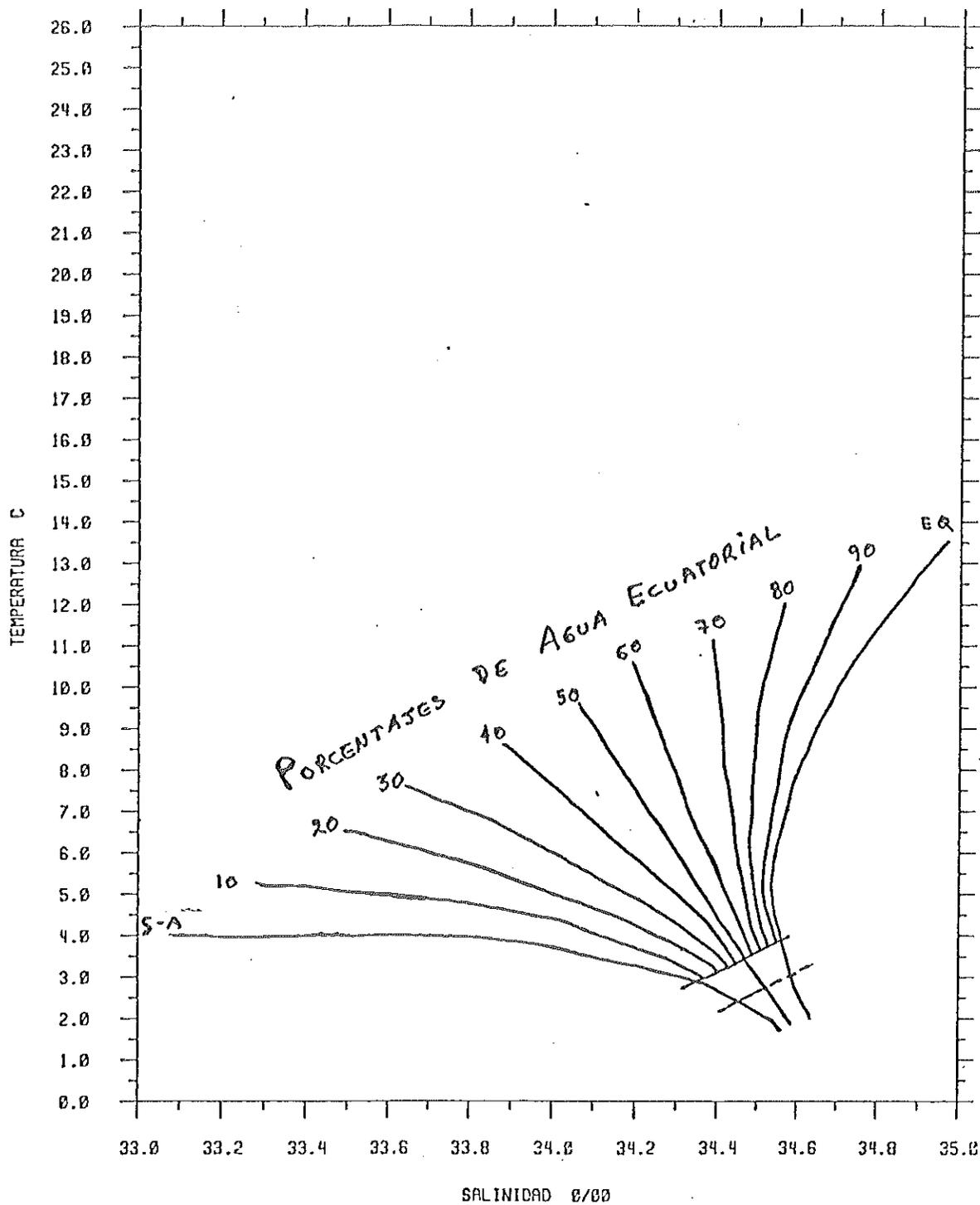


Fig 8.- Curvas T-S que definen los porcentajes de mezcla entre el Agua Ecuatorial y Subártica del Pacífico Norte (Tibby, 1941)

IV. - EQUIPO Y MATERIALES

Dadas las características del trabajo a desarrollar sólo fué necesario el procesado de datos, lo cual se efectuó en la computadora PRIME 400 del Centro de Cálculo del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (C. I. C. E. S. E.)

IV. 1. - Información CalCOFI

El patrón de estaciones CalCOFI está basado sobre un conjunto de líneas hidrográficas normales a la línea de costa. Las estaciones fueron seleccionadas para proporcionar una cobertura significativa del Sistema de la Corriente de California (Eber, 1977). En general, los cruceros conducidos por CalCOFI tuvieron un intervalo de muestreo de un mes en el período de 1950-1960 y un intervalo de cuatro meses en los primeros años de la década 1961-1970. La cobertura del patrón de estaciones ha variado considerablemente durante el período de las observaciones por cambios en la estrategia de muestreo o por falta de barcos oceanográficos ó por mal tiempo (Eber et al; 1976).

El plan de estaciones CalCOFI está basado en un conjunto de estaciones básicas (cuya etiqueta es un número múltiplo de 10) y en un grupo de líneas auxiliares. El espaciamiento entre las líneas principales es de 120 millas náuticas (222.24 km). La nomenclatura de las estaciones sobre una línea es tal que una unidad de diferencia en el número de la estación corresponde a 4 millas náuticas, entonces la distancia entre las estaciones 50 y 60 de cada línea es de 40 millas náuticas. En nuestro estudio, la etiqueta de cada registro fué la siguiente: EN5035, con las letras se indica el mes del muestreo (en este caso corresponde a enero), los primeros dos números representan el año y los últimos la estación (esto es para cada línea trabajada)

En general, las muestras de agua fueron obtenidas por medio de botellas reversibles Nansen y la temperatura fué obtenida por medio de termómetros reversibles. La salinidad en algunas ocasiones fué determinada por el método usual de titulación de clorinidad y en otras por salinómetro de inducción. El contenido de oxígeno fué determinado por el método Winkler. La medida de los parámetros oceanográficos, por éstos métodos, están usualmente sujetos a los siguientes errores al azar: temperatura ± 0.02 C, salinidad ± 0.03 ppm, profundidad ± 5 m. (arriba de los 1000 m) y oxígeno ± 0.04 ml/l (Oceanic observations of the Pacific, 1950).

V. - RESULTADOS

V.1. - Significancia de los resultados.

Cuando se tiene la información con la que presuntamente se establece el comportamiento o las características particulares de algún fenómeno es necesario, antes de tomarla como cierta, analizar diversas cuestiones fundamentales.

Por ejemplo, se debe estimar la 'pureza' de los datos y también, conocer las limitaciones del método de análisis empleado, para con esto tener una idea bien fundamentada de hasta que punto esta información puede dar el conocimiento que pretende y hasta donde y con que confianza, éste conocimiento puede ser tomado como un hecho establecido.

Es de notar que los datos empleados son de una a tres décadas atrás (1950-1968) y que aquí se presentan estadísticas que intentan ser válidas para el presente.

El uso de datos 'históricos' en éste caso, parece ser apropiado ya que por un lado las técnicas que se usaron en la estimación de las propiedades son las mismas que en la actualidad se emplean (ver pag 23) o en su caso el error de estimación es muy parecido y por otra parte, porque en el presente, no se tiene evidencia que algo radicalmente distinto esté ocurriendo en el océano (salvedad hecha a la contaminación oceánica originada por el hombre).

Aunque ciertamente, en nuestra región de estudio, se cree que aperiodicamente ocurren situaciones anómalas y análogas al fenómeno del Niño de las costas Peruanas, y que en nuestro período de estudio estén dos ciclos representados (1953, 1957-58), no creemos que esto se manifieste fuertemente en nuestros resultados ya que se hizo el análisis de éstos años y ningún cambio cuantitativamente significativo se notó respecto al promedio, lo cual es concordante, pues pese a un buen número de trabajos aun no se tiene una idea clara de la magnitud de la respuesta la cual se cree muy pobre y reducida en espacio.

El problema principal de la información CalCOFI, el cual es una consecuencia de la enorme magnitud de su área de acción, es la cobertura de muestreo en tiempo, es decir, existen casos particulares para cierto mes (o meses) para los que en ciertas líneas no se tuvo la cobertura suficiente como para efectuar su análisis correspondiente, o sólo se tenía registro para uno, dos o tres años, mientras que los restantes (generalmente los meses más representativos de cada estación climática) fueron muestreados en muchos más años.

Los huecos de muestreo en éste caso crearon algunas situaciones anómalas tales como, diagramas volumétricos

mensuales basadas en uno, dos o tres años y promedios estacionales en base a uno o dos meses.

Pese a que no todos los resultados fueron encontrados en base a un mismo número de observaciones, esto no es tan grave como parece, pues los promedios estacionales en función de uno o dos meses generalmente incluían al mes que la literatura regional señala como típico de su estación climática y por otro lado los diagramas volumétricos que incluyeron pocos años, sin excepción estuvieron basados en años promedio es decir años donde no se tiene evidencia de situaciones anómalas y su resultado, aunque no del todo representativo sí puede ser tomado como un fuerte indicador de las condiciones oceánicas observadas en esos meses.

Para tener una idea de la representatividad de cada resultado (mensual o estacional), al presentar los resultados de cada Dominio (Costero u Oceánico) se muestran tablas con el número de archivos empleados para el análisis de cada mes, en cada línea hidrográfica, además, como un factor de referencia se da el mínimo de archivos requeridos para generar los diagramas volumétricos, éste mínimo representa la cantidad de estaciones hidrográficas tomadas en cada línea trabajada.

Finalmente, respecto al método de análisis volumétrico empleado, éste ha demostrado a través del gran número de trabajos basados en él, ser de gran estabilidad, de relativamente fácil aplicación y de gran confianza (Mamayev, 1975; Christensen, comunicación personal). Sin embargo, demostrar matemáticamente lo anterior queda fuera de los alcances de este trabajo, pues el hacerlo fácilmente es tema de todo un estudio completo, dentro de un campo diferente, es decir el análisis teórico de los diagramas T-S. Aunque ciertamente aquí se ha usado una extensión del original, al interpolar linealmente los datos en profundidad, sin embargo, respecto a esta modificación se tuvo especial cuidado con el gradiente de esta propiedad para evitar interpolar entre grandes distancias y eventualmente inventar estructuras oceánicas.

Por lo anterior, podemos concluir que salvo las reservas de casos particulares, los resultados que se presentan son válidos para describir en términos del estudio, el comportamiento estacional promedio del campo de masa en la región de la Corriente de California, ya que están basados en series de tiempo suficientemente largas, en datos suficientemente buenos y en un método de análisis suficientemente estable.

V.2. - Dominio Océánico (Región II)

	! Invierno			! Primavera			! Verano			! Otoño			
! Línea!	! Mínimo!	! DI	! EN	! FE	! MA	! AB	! MY	! JU	! JL	! AG	! SE	! OC	! NO!
150	--												
130	3			7		14			7	5	3	5	
110	3		6	15		19	6		11			9	
90	4			19	11	19	8	15	14		8	11	
70	4		8		6	14	15	17	13	6	10	11	6
50	3			3	3	4	4	6	9	5	4		

Tabla 4. - Numero de archivos usados para generar el análisis volumétrico mensual y estacional en cada línea hidrográfica trabajada en el Dominio Océánico.

V.2.1. - Modo bivariante (profundo)

V.2.1.1. - Volumen

a). - Región de Baja California Sur

El análisis de ésta región fué efectuado en base a seis meses, siendo febrero el mes representativo de invierno, abril de primavera, julio y agosto de verano y septiembre y octubre de otoño. La cobertura del Dominio Océánico en esta zona fué de 185.20 km, estando localizada su primera estación a 240.76 km de la costa.

El volumen del nucleo profundo representa, en esta zona, del 40 al 57 % del volumen total ($935 \times 10^5 \text{ m}^3$). La componente Ecuatorial en sus aguas es muy alta (de 80 a 60 %) y su localización en los diagramas T-S fué entre 7.0 y 10.0 C y de 34.2 a 34.6 ppm.

En la figura # 9 se da la distribución mensual del volumen del Modo y el comportamiento que se observa es el siguiente: los valores mínimos ocurren en los primeros meses del año, con mínimo absoluto en julio (40 %), mientras que los máximos ocurren en agosto (54 %), septiembre (57 %) y octubre (55 %).

En distribución estacional (Fig 10) el volumen del Modo presenta un incremento regular de estación a estación. Invierno con el 43 % es el mínimo absoluto, para primavera hay un ligero aumento y su valor característico es de 46 %, en verano de 47 % y en otoño de 56 %

b). - Región de Baja California Norte

El área estudiada en ésta región tuvo una longitud de 185.20 km y el análisis sólo fué efectuado para seis meses. El Modo Profundo se localizó en los diagramas T-S entre 6.0 y 9.5 C y de 34.0 a 34.4 ppm y representa del 35 al 56 % del volumen total ($935 \times 10^5 \text{ m}^3$), la componente Ecuatorial en sus aguas es de 60 a 40 %.

En la figura # 11 se muestra la distribución mensual del volumen del Modo y el comportamiento que se observa es poco uniforme pues valores altos se alternan con valores bajos. La influencia máxima de éste nucleo sobre la columna es en febrero (51 %), mayo (55 %) y octubre (56 %) y la mínima en enero (44 %), abril (35 %) y julio (41 %). Por efectos del promedio aritmético la distribución estacional (Fig 12) es más regular, siendo invierno y primavera épocas de alto valor (48 y 46 % respectivamente), en verano se alcanza el mínimo (41 %) y en otoño el máximo (56 %), sin embargo debe notarse que estas dos ultimas estaciones no han sido promediadas.

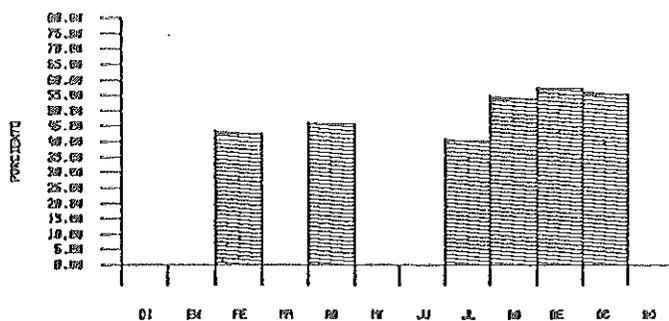


Fig 9.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo profundo con componente Equatorial de 58 a 88 % en el Dominio

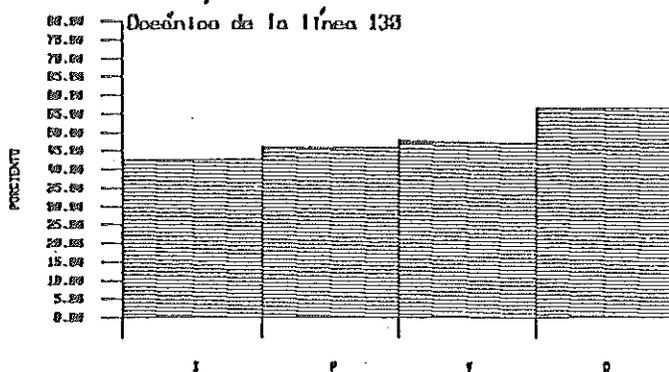


Fig 10.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo profundo con componente Equatorial de 58 a 88 % en el Dominio

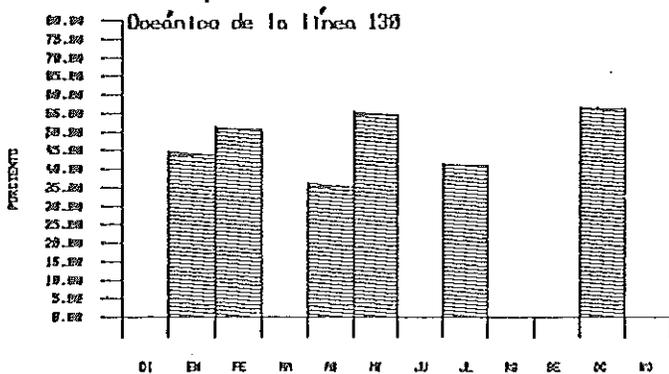


Fig 11.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo profundo con componente Equatorial de 48 a 68 % en el Dominio

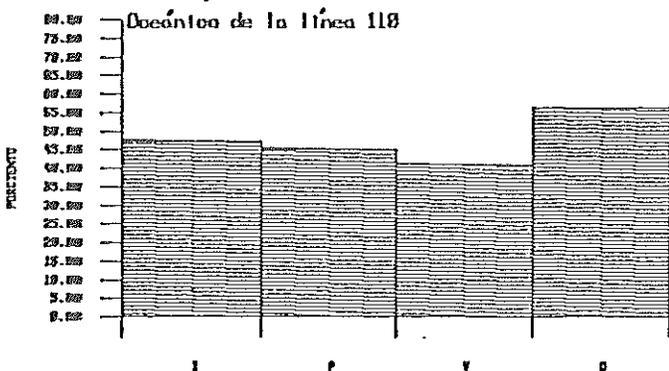


Fig 12.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo profundo con componente Equatorial de 48 a 68 % en el Dominio

c). - Región del Sur de California

El área estudiada en ésta región tuvo una longitud de 259.28 km y el análisis fué efectuado para ocho meses. El Modo se localizó en los diagramas T-S entre 5.5 y 9.0 C y de 33.9 a 34.3 ppm, representando del 40 al 63 % del volumen total ($1309 \times 10^5 \text{ m}^3$), siendo la componente Ecuatorial en sus aguas del 50 a 30 %.

La distribución mensual (Fig 13) muestra un patrón bien uniforme, el mínimo (40 %) es en febrero y el máximo (63 %) en octubre y valores altos en marzo (55 %), mayo (58 %), junio (55 %) y julio y septiembre (~ 59 %). La distribución estacional (Fig 14) presenta el siguiente comportamiento: invierno es el mínimo estacional (40 %), primavera y verano son época de transición (~ 55 %) y otoño es el máximo estacional (61 %).

d). - Región de California Central

El análisis de ésta región es para diez meses, la distancia cubierta fué de 259.28 km, el Modo estuvo localizado en los diagramas T-S entre 5.5 y 8.5 C y de 33.8 a 34.3 ppm, representando del 55 al 68 % del volumen total ($1309 \times 10^5 \text{ m}^3$) presentando una componente Ecuatorial entre el 50 y 30 %.

La distribución mensual resultante (Fig 15) es muy regular, el valor máximo (68 %) es en agosto y el mínimo (~ 55 %) en marzo, mayo y octubre, existiendo un valor alto (63 %) en enero. La distribución estacional (Fig 16) presenta el comportamiento siguiente, en invierno se experimenta un máximo (63 %) y en primavera un mínimo (57 %), en verano ocurre un valor alto (61 %) y en otoño un valor intermedio (59 %).

e). - Región del Norte de California

El Dominio Océánico en ésta región tuvo una longitud de 185.20 km, teniendo su primera estación a los 227.80 km fuera de la costa y el análisis fué efectuado para ocho meses. El Modo Profundo se localizó en los diagramas T-S entre 5.0 y 8.0 C y de 33.8 a 34.2 ppm y representó del 49 al 69 % del volumen total ($935 \times 10^5 \text{ m}^3$), siendo la componente Ecuatorial de sus aguas del 40 al 20 %.

En distribución mensual (Fig 17), febrero y abril son los meses cuando el volumen del Modo es máximo (~ 69 %) y en julio y agosto cuando es mínimo (~ 50 %) observandose en los meses restantes valores muy regulares. En distribución estacional (Fig 18) invierno representa el máximo volumétrico (69 %), verano el mínimo (56 %), ocurriendo en primavera y otoño un volumen de transición (~ 63 %).

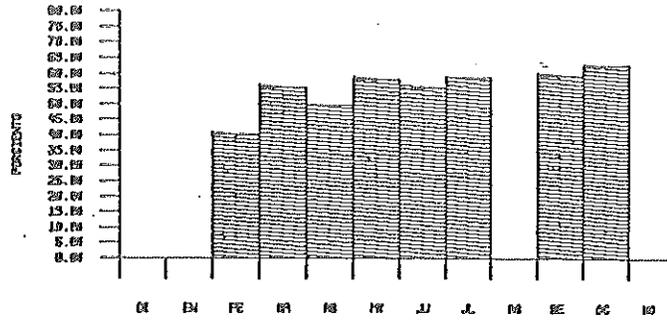


Fig 13.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo profundo con componente Ecuatorial de 30 a 50 X en el Dominio Oceanico de la línea 58

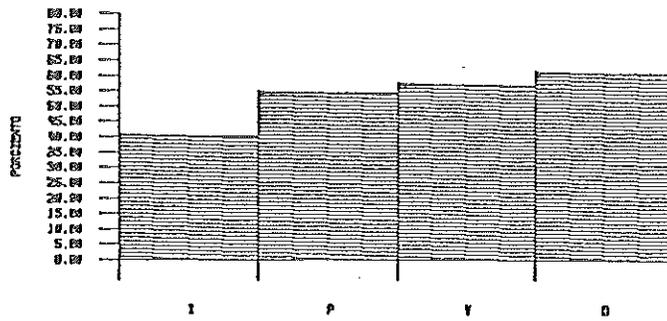


Fig 14.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo profundo con componente Ecuatorial de 30 a 50 X en el Dominio Oceanico de la línea 58

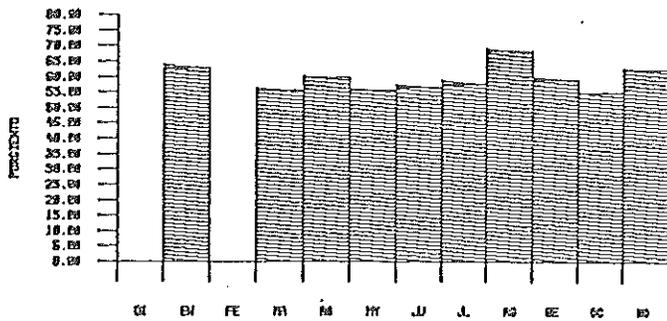


Fig 15.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo profundo con componente Ecuatorial de 30 a 50 X en el Dominio Oceanico de la línea 78

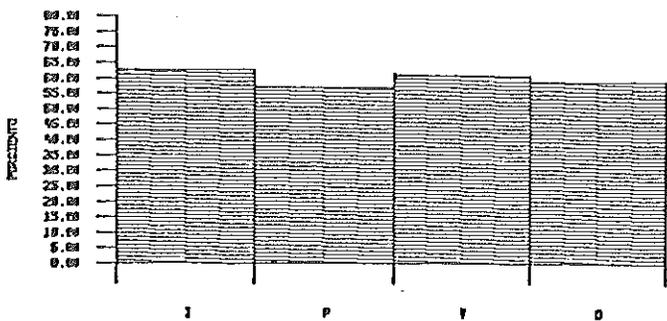


Fig 16.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo profundo con componente Ecuatorial de 30 a 50 X en el Dominio Oceanico de la línea 78

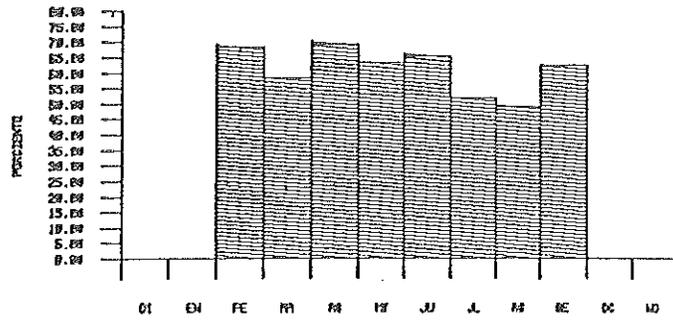


Fig 17.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo profundo con componente Equatorial de 20 a 40 Z en el Océano Pacífico de la línea 50

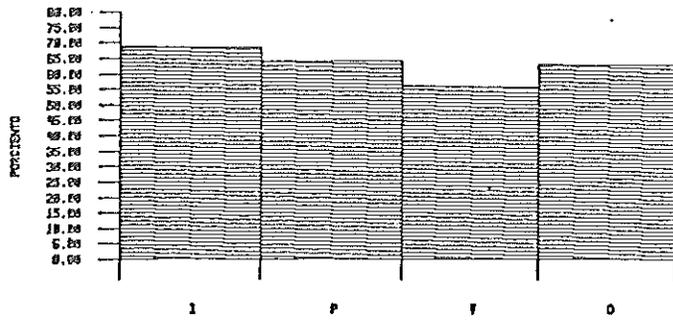


Fig 18.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo profundo con componente Equatorial de 20 a 40 Z en el Océano Pacífico de la línea 50

V. 2. 1. 2. - Profundidad

En éste Dominio el análisis para la profundidad y el oxígeno del Modo Profundo sólo fué realizado para los meses más representativos de cada estación climática, pues normalmente son los mejor muestreados.

a). - Región de Baja California Sur

Los resultados para la profundidad del Modo Profundo en ésta región estan dados en la figura 19. Los meses que se reportan son febrero, abril, agosto y octubre. El límite inferior se localiza entre 450 y 480 m y el superior entre 180 y 225 m. En febrero el espesor del nucleo es de 225 m y en octubre de 300 m, siendo el espesor en los meses centrales de 280 m.

b). - Región de Baja California Norte

La figura 20 muestra la distribución mensual del Modo Profundo en la columna de agua; los meses reportados son: febrero, abril, julio y septiembre. El límite inferior del nucleo esta localizado en 470 y 450 m y el superior entre 200 y 260 m. El espesor máximo (270 m) ocurre en febrero y septiembre y el mínimo (210 m) en julio. Las características generales de la distribución son : en febrero y septiembre el límite superior del nucleo es más somero y en abril más profundo, mientras que el límite inferior es más somero en julio y más profundo en abril.

c). - Región del Sur de California

Los meses que se reportan son febrero, abril, julio y octubre y sus resultados se muestran en la figura 21. En ésta región, el límite superior del nucleo esta relativamente a poca profundidad (150- 200 m), mientras que el inferior se ha mantenido entre 470 y 480 m. Esta situación sugiere la ocurrencia de espesores entre 280 (para febrero y abril) y 330 m (en julio y octubre).

d). - Región de California Central

En la figura 22 se muestra la distribución en profundidad del nucleo profundo en ésta región para los meses de enero, mayo, julio y octubre. El límite inferior está nuevamente bien definido entre 470 y 480 m; mientras que el superior lo está entre 140 y 150 m. Estos valores amparan un espesor de 290 a 340 m.; ocurriendo el máximo en enero, julio y octubre y el mínimo en mayo.

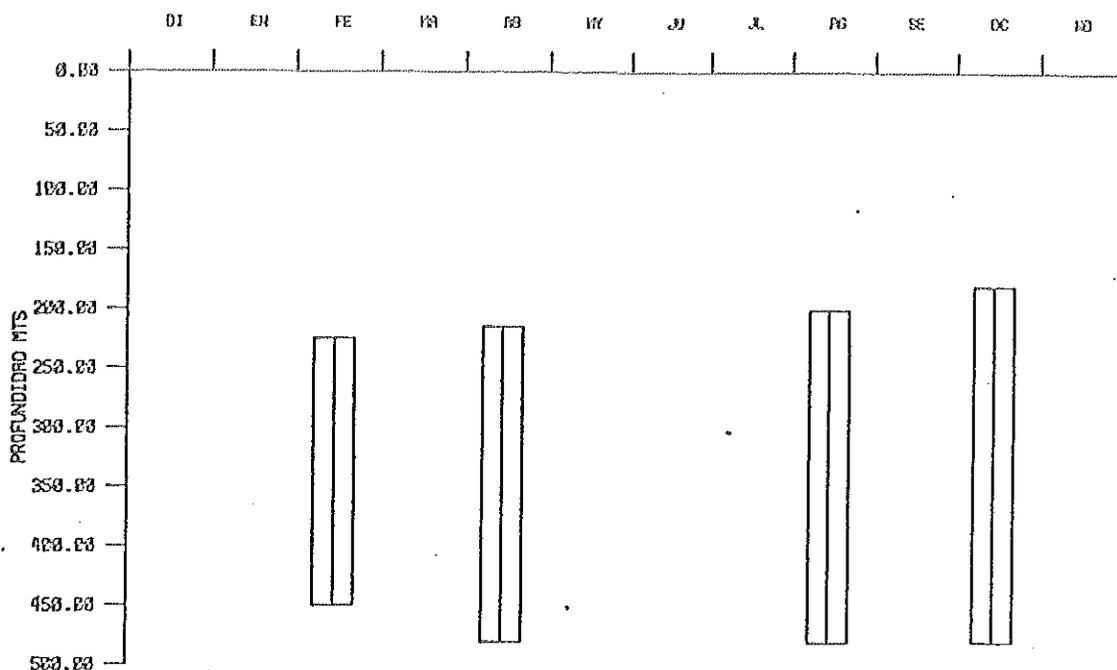


Fig 19.- Espesor del núcleo profundo en distribución mensual en la Región II de la línea 130

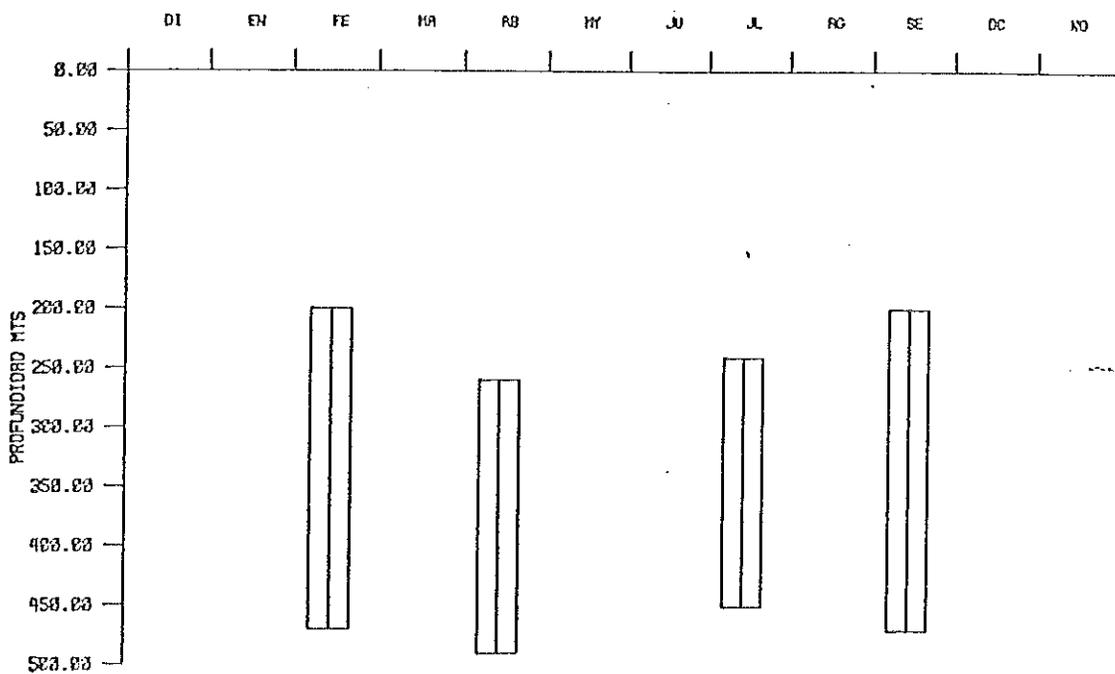


Fig 20.- Espesor del núcleo profundo en distribución mensual en la Región II de la línea 110

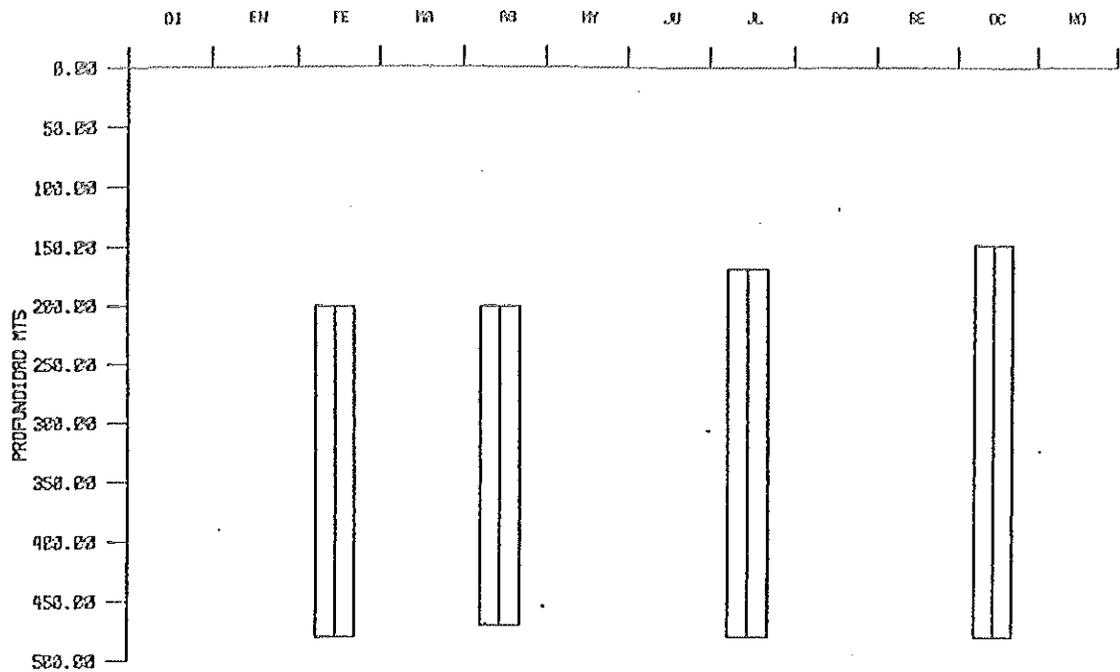


Fig 21.- Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Region II de la línea 90

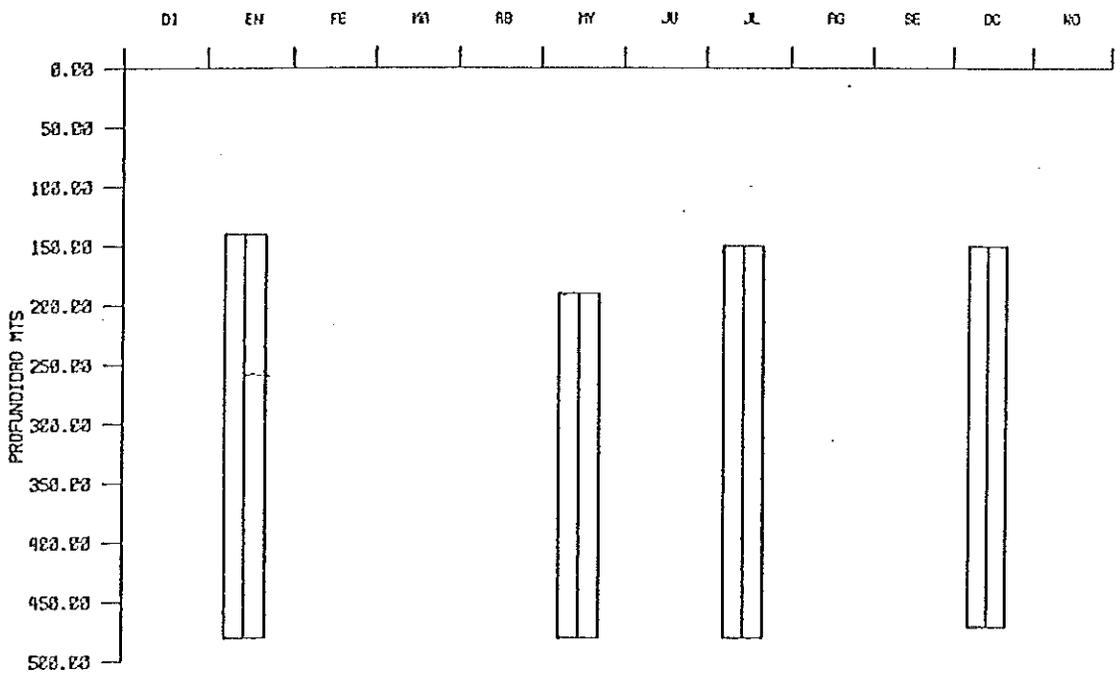


Fig 22.- Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Region II de la línea 70

e). - Región del Norte de California

Los resultados para la profundidad del Modo en ésta región son dadas en la figura 23 y los meses reportados son febrero, mayo, julio y septiembre. El límite inferior está localizado entre 480 (febrero, julio) y 490 m (para mayo y septiembre). El límite superior está entre 170 (para febrero y mayo) y 210 m (en julio). Los espesores son entonces de 270 a 320 m, con máximo en febrero y mayo y mínimo en julio y septiembre.

V. 2. 1. 3. - Oxígeno

a). - Región de Baja California Sur

La distribución del rango de las concentraciones de oxígeno observadas en el núcleo profundo de ésta región se muestra en la figura 24 para los meses de febrero, abril, agosto y octubre. El contenido mínimo de oxígeno es entre 0.2 y 0.3 ml/l y el máximo de 1.0 a 1.7 ml/l,

Los rangos mensuales son entonces de 0.7 a 1.4 ml/l, con máximo en abril y agosto y mínimo en febrero y octubre. Estos resultados sugieren que de otoño a invierno las aguas son más pobres en oxígeno que en primavera y verano.

b). - Región de Baja California Norte

En la figura 25 se muestra la distribución mensual de las concentraciones de oxígeno en las aguas del núcleo profundo en ésta región. Los meses analizados fueron febrero, abril, julio y octubre. Los valores mínimos de oxígeno son de 0.5 a 0.7 ml/l y los máximos de 1.9 a 2.5 ml/l. Los rangos mensuales reportados son entonces de 1.2 a 1.9 ml/l, ocurriendo las más altas concentraciones en las estaciones de invierno y otoño.

c). - Región del Sur de California

Los valores de oxígeno dentro del Modo Profundo en ésta región son mostradas en la figura 26 para los meses de febrero, abril, julio y octubre. Los rangos de ésta propiedad son ahora de 2.1 a 2.5 ml/l, con máximo en julio y octubre y mínimo en febrero y abril. Los valores mínimos de oxígeno son de 0.5 (julio y octubre) y 0.6 ml/l (febrero y abril) y los máximos son de 2.7 (en febrero y abril) a 3.0 ml/l (en julio y octubre).

d). - Región de California Central

Las distribuciones de las concentraciones de oxígeno del Modo Profundo de ésta región es mostrada en la figura 27 para los meses de enero, mayo, julio y octubre. Los valores bajos

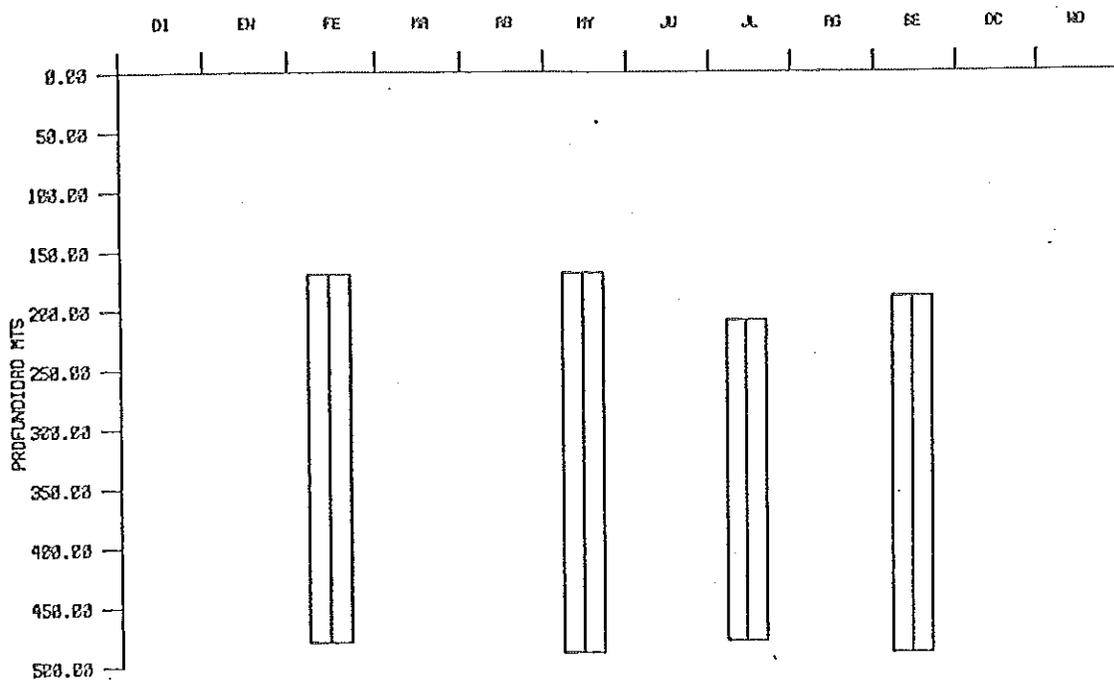


Fig 23.- Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región II de la línea 50

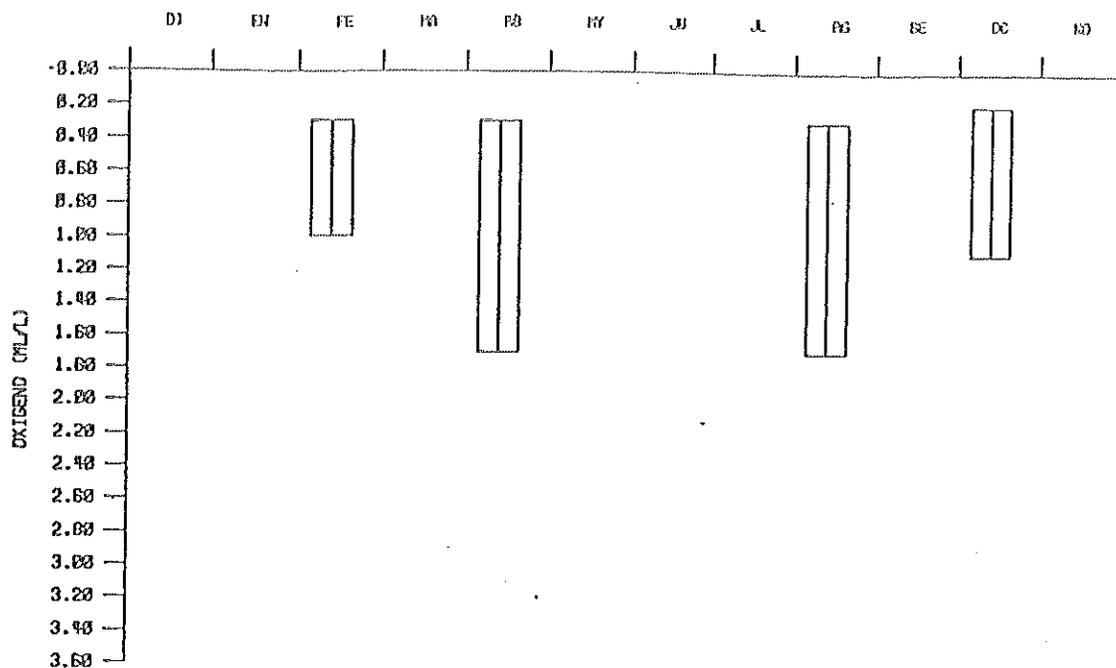


Fig 24.- Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región II de la línea 130

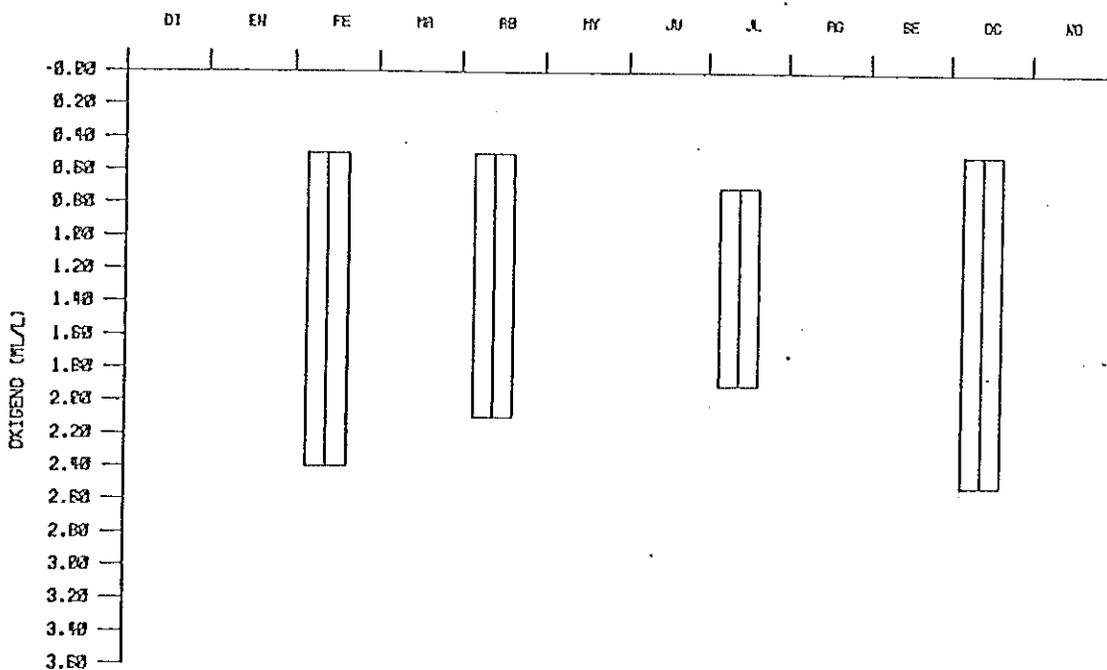


Fig 25.- Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región II de la línea 110

son de 0.5 (enero) a 0.7 ml/l (en octubre) y los altos de 3.0 (julio) a 3.6 ml/l (para enero y mayo). Entonces los rangos de ésta propiedad son aquí de 2.4 a 3.1 ml/l, con máximo en enero y mayo y mínimo durante los meses de verano y otoño.

e). - Región del Norte de California

El análisis de oxígeno en ésta región fué realizado para los meses de febrero, mayo, julio y septiembre y sus resultados se muestran en la Fig 28. Los rangos mensuales de ésta propiedad van de 2.1 a 2.8 ml/l, ocurriendo el máximo en septiembre y el mínimo en mayo. Los valores mínimos son de 0.9 a 0.8 ml/l y los máximos de 2.9 (en mayo) a 3.7 ml/l (para septiembre).

V.2.2. - Modo univariante en temperatura

a). - Región de Baja California Sur

El Modo de Temperatura en ésta región ampara volúmenes del 38 al 78 % del volumen total y su rango va de 7.0 a 11.0 C. En la distribución mensual (Fig 29), resalta la gran diferencia (40 %) entre los valores extremos. El volumen máximo ocurre en septiembre, pero valores altos existen también en febrero (63 %), abril (65 %) y agosto (68 %), ocurriendo los mínimos en julio (50 %) y octubre (38 %). La distribución estacional (Fig 30) resulta mucho más suave, aunque tal vez poco representativa dadas las fuertes fluctuaciones experimentadas a fines del año. En invierno existe un volumen de 62 %, en primavera de 65 % representando con esto el máximo estacional, en verano de 59 % y en otoño de 58 %. Debe notarse que este último valor es resultado del promedio del máximo y mínimo mensual, los cuales extrañamente (dado el amplio rango de variación) ocurren en meses sucesivos.

b). - Región de Baja California Norte

El Modo de Temperatura en ésta región fué localizado de 6.5 a 10.0 C y contiene volúmenes entre el 53 y el 67 % del volumen total. El patrón mensual (Fig 31) es muy regular pues aquí la diferencia entre épocas extremas es del 14 %. El volumen máximo (67 %) es en mayo, con valores altos (~ 64 %) en febrero, julio y octubre. El volumen mínimo (53 %) ocurre en enero y un valor intermedio (58 %) caracteriza a abril. La distribución estacional resultante (Fig 32) es muy uniforme, el mínimo (58 %) es en invierno y el máximo (~ 63 %) es compartido por las estaciones restantes.

c). - Región del Sur de California

En ésta región el Modo de Temperatura representa volúmenes del 64 al 70 % del volumen total para temperaturas entre 5.5 a 9.0 C. La pequeña diferencia (6 %) entre valores extremos es

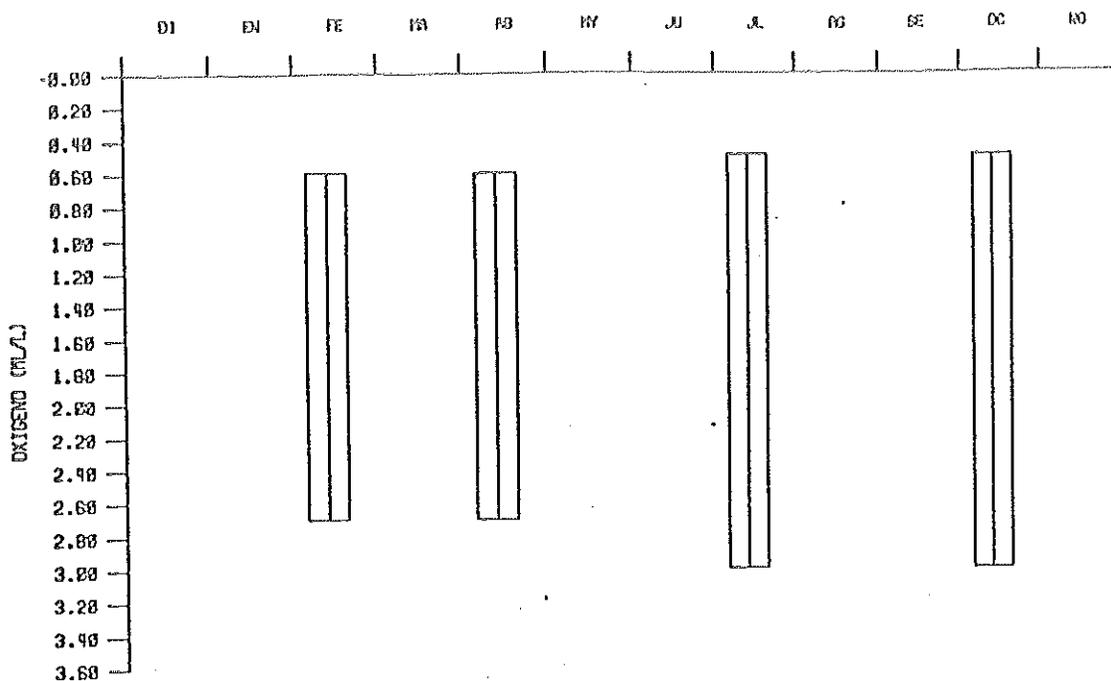


Fig 26.- Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región II de la línea 90

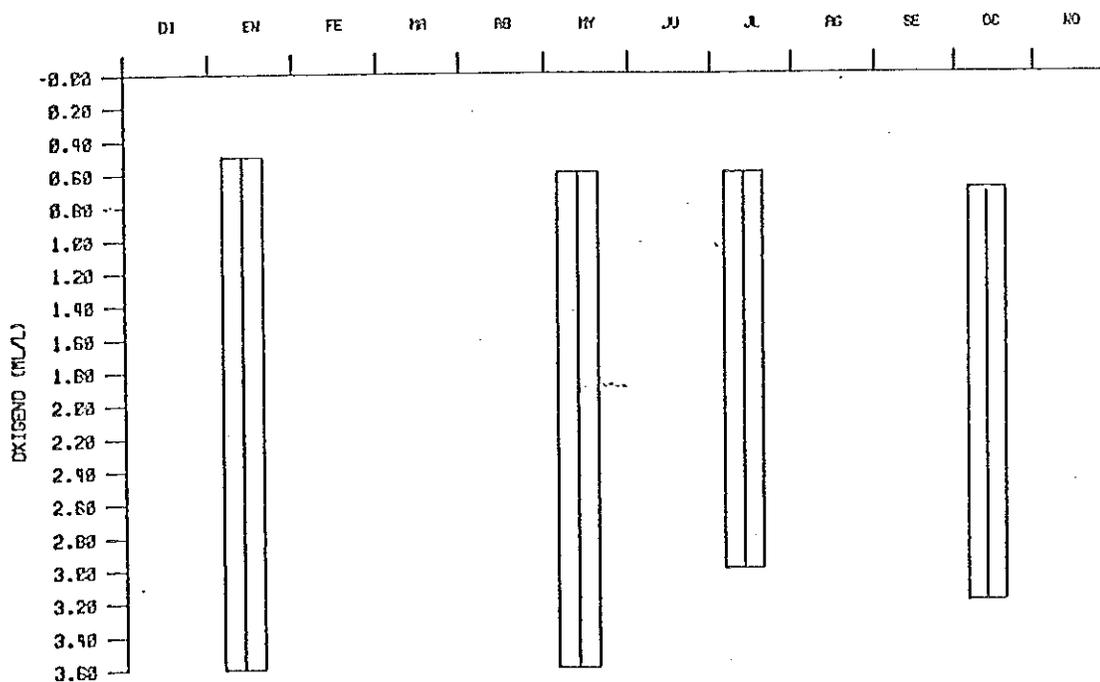


Fig 27.- Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región II de la línea 70

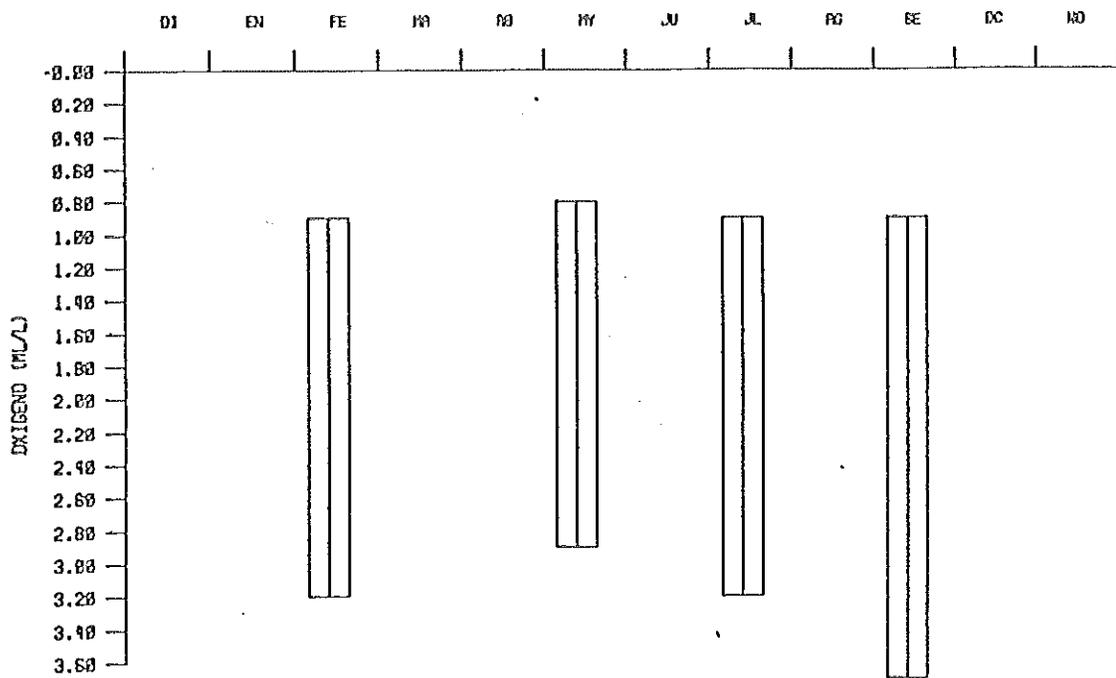


Fig 28.- Rango de Oxígeno (ml/l) en el núcleo profundo en distribución mensual para la Región II de la línea 50

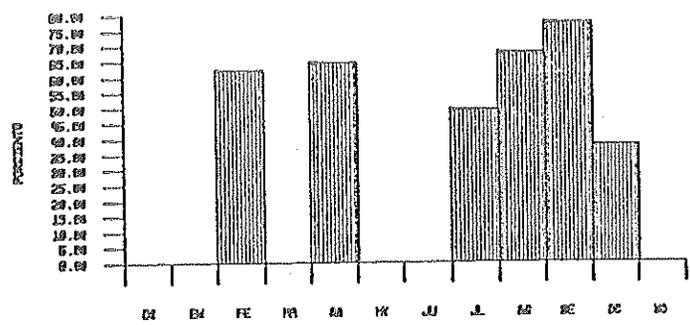


Fig 29.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo univariante en temperatura (7.8-11.8 C) en la región II de la línea 139

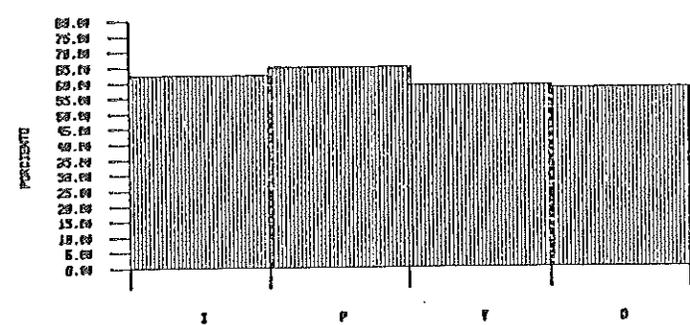


Fig 30.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo univariante en temperatura (7.8-11.8 C) en la región II de la línea 139

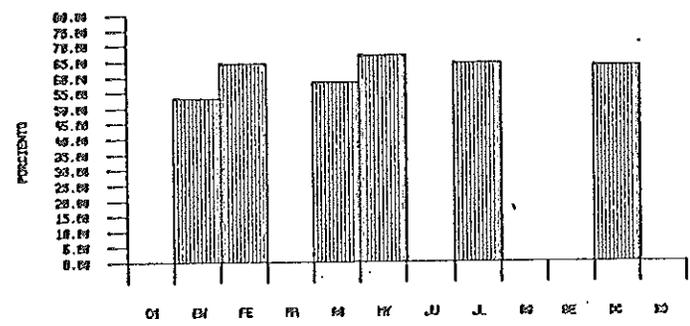


Fig 31.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo univariante en temperatura (6.5-10.8 C) en la región II de la línea 118

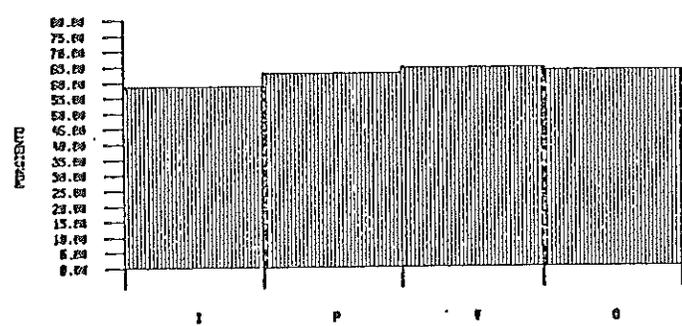


Fig 32.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo univariante en temperatura (6.5-10.8 C) en la región II de la línea 118

indicativa de la uniformidad de la distribución mensual (Fig 33). La influencia máxima ($\sim 70\%$) ocurre en marzo, mayo, junio y julio y la mínima ($\sim 64\%$) en febrero y abril. El mínimo estacional (64%) corresponde a invierno (valor no promediado) y el máximo ($\sim 70\%$) es compartido por las estaciones restantes (Fig 34).

d). - Región de California Central

El Modo de Temperatura en ésta región fué localizado entre 5.5 y 9.0 C y representa del 58 al 76 % del volumen total. El comportamiento mensual (Fig 35) presenta el siguiente patrón: los valores altos del Modo ocurren en enero (75 %), junio (69 %), agosto (76 %) y septiembre (74 %), mientras que el bajo (58 %) está bien definido en noviembre. En la distribución estacional resultante (Fig 36) el máximo (75 %) es en invierno (valor no promediado), existiendo en verano un valor alto (70 %), mientras que los volúmenes bajos ocurren en primavera (67 %) y otoño (66 %).

e). - Región del Norte de California

El Modo de Temperatura en ésta región fué localizado entre 5.0 y 8.5 C y los volúmenes que ampara son del 68 al 81 % del volumen total. La distribución mensual (Fig 37) es bastante compacta, con máximo (81 %) en febrero, valores altos en marzo (77 %), abril (75 %), mayo (78 %) y junio (76 %) y bajos en julio (71 %), agosto (68 %) y septiembre (69 %). En la distribución estacional (Fig 38) el decremento de volumen, conforme avanza el año, es más manifiesto, siendo de 81, 77, 72 y 69 % los volúmenes característicos de invierno, primavera, verano y otoño respectivamente.

V. 2. 3. - Modo univariante en salinidad

a). - Región de Baja California Sur

El Modo Salino en ésta región fué localizado entre 34.3 y 34.5 ppm y representó volúmenes entre el 35 y el 59 % del volumen total. La distribución mensual (Fig 39) es muy irregular, con valores altos en abril (56 %) y septiembre (59 %) y bajos en julio (35 %) y octubre (39 %). Estacionalmente, el máximo (56 %) es en primavera y el mínimo (41 %) en verano (Fig 40).

b). - Región de Baja California Norte

El Modo Salino en ésta región representó volúmenes entre el 31 y el 47 % del volumen total y fué localizado entre 34.2 y 34.4 ppm. La distribución mensual (Fig 41) presenta valores altos en enero (43 %) y octubre (47 %) y bajos ($\sim 33\%$) en los meses centrales. Este mismo patrón se observa en los resultados estacionales (Fig 42), los valores altos se

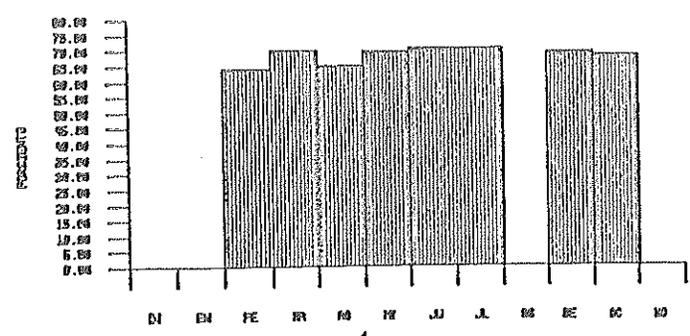


Fig 33.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo univariante en temperatura (5.5-9.0 C) en la región II de la línea 90

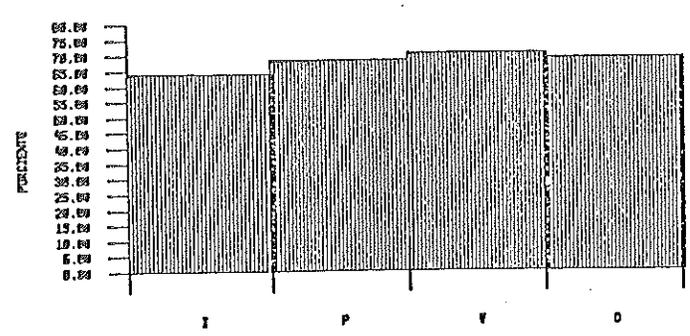


Fig 34.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo univariante en temperatura (5.5-9.0 C) en la región II de la línea 90

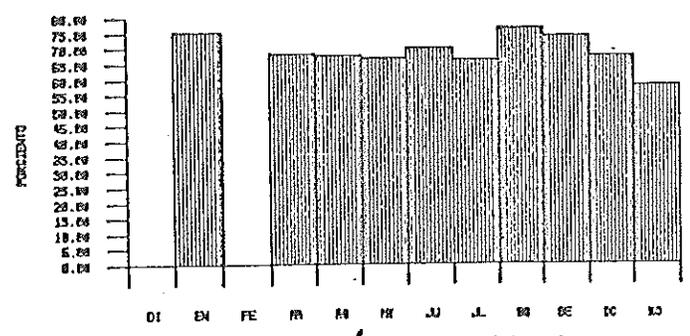


Fig 35.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo univariante en temperatura (5.5-9.0 C) en la región II de la línea 70

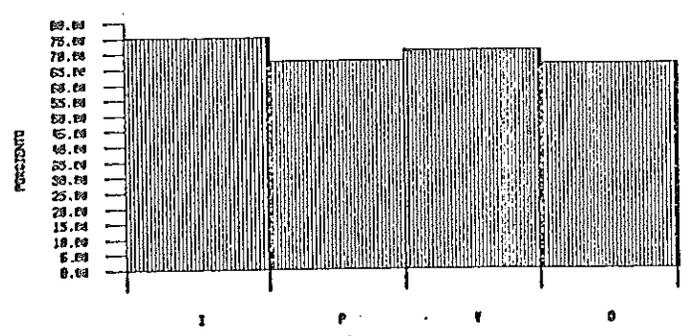


Fig 36.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo univariante en temperatura (5.5-9.0 C) en la región II de la línea 70

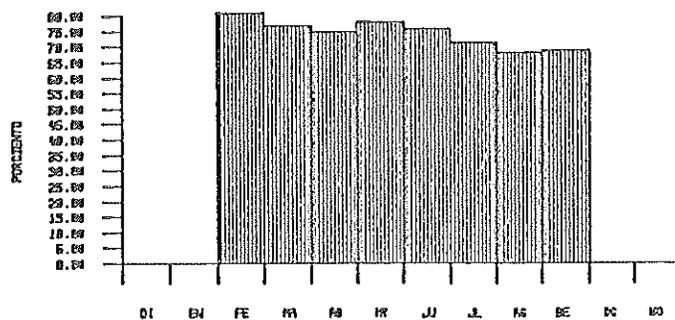


Fig 37.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo univariante en temperatura (5.0-8.5 C) en la región II de la línea 50

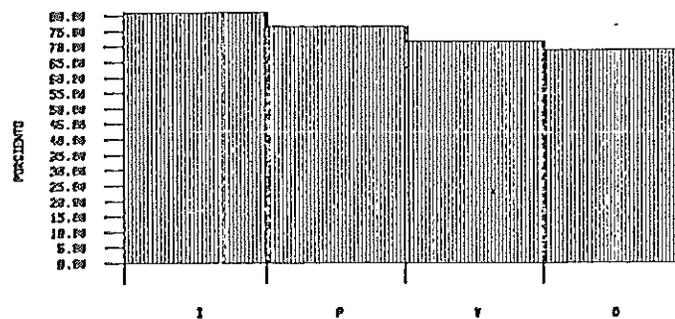


Fig 38.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo univariante en temperatura (5.0-8.5 C) en la región II de la línea 50

presentan en invierno (41 %) y otoño (47 %) y los bajos en primavera (32 %) y verano (35 %).

c). - Región del Sur de California

El Modo Salino en ésta región representó del 31 al 40 % del volumen total y fué localizado entre 34.0 y 34.2 ppm. La pequeña diferencia (9 %) entre los valores extremos es un índice de la uniformidad de la distribución mensual (Fig 43) donde en febrero, marzo, mayo, septiembre y octubre existe un valor volumétrico alto (~ 39 %) y en abril, junio y julio un bajo (~ 32 %). La distribución estacional (Fig 44) presenta el siguiente patrón, los valores altos (~ 39 %) se presentan en invierno, primavera y otoño, ocurriendo en verano un mínimo (32 %) bien definido.

d). - Región de California Central

En ésta región el Modo Salino representó del 28 al 45 % del volumen total y su localización está entre 34.0 y 34.2 ppm. El patrón mensual (Fig 45) presenta altos valores (~ 42 %) en los meses extremos del año y bajos (~ 38 %) en los centrales con excepción del mínimo (28 %) de agosto y un alto valor (43 %) en julio. El patrón estacional (Fig 46) es básicamente similar al mensual; los valores altos (41 %) ocurren en las estaciones extremas y los bajos (36 %) en las centrales.

e). - Región del Norte de California

El Modo Salino representó aquí entre el 39 y el 52 % del volumen total y tuvo salinidades entre 33.9 y 34.1 ppm. El comportamiento mensual (Fig 47) es muy regular, con valores altos (45 - 52 %) de febrero a junio, ocurriendo en julio un mínimo (39 %) bien definido seguido de valores altos (~ 44%) en agosto y septiembre. El patrón estacional (Fig 48) responde fielmente al patrón mensual, así, en invierno, primavera y otoño existen los volúmenes mayores (~ 48 %) y en verano el volumen menor (43 %).

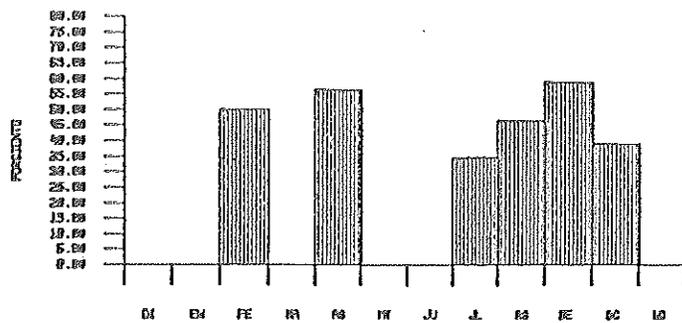


Fig 39.- Porcentajes (distribución mensual) del modo univariante en salinidad (34.3-34.5 ppt) en la región II de la línea 130

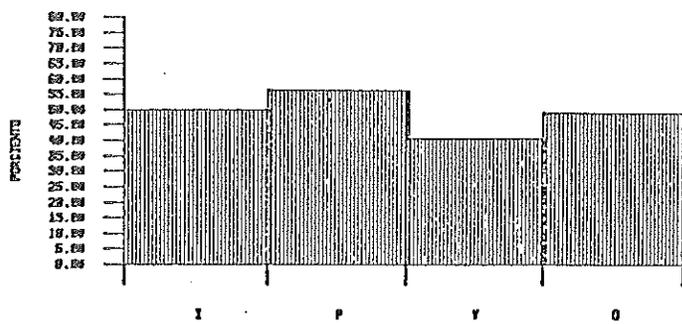


Fig 40.- Porcentajes (distribución estacional) del modo univariante en salinidad (34.3-34.5 ppt) en la región II de la línea 130

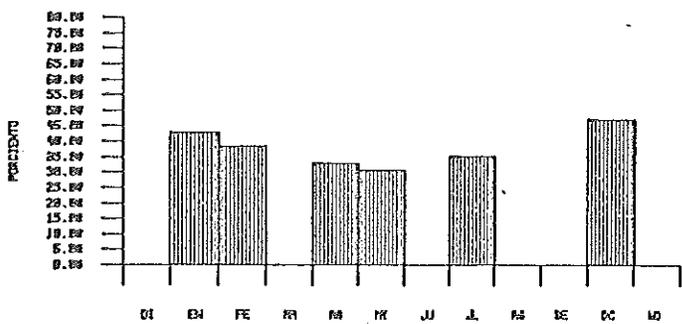


Fig 41.- Porcentajes (distribución mensual) del modo univariante en salinidad (34.2-34.4 ppt) en la región II de la línea 110

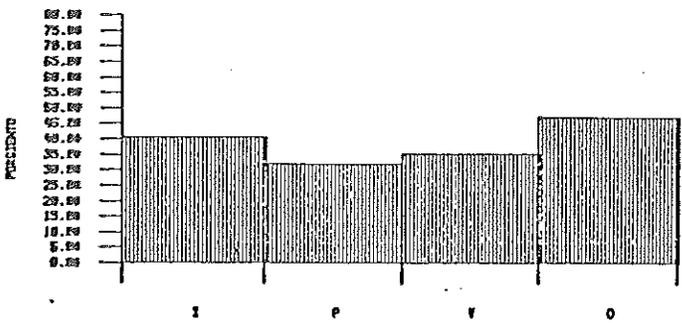


Fig 42.- Porcentajes (distribución estacional) del modo univariante en salinidad (34.2-34.4 ppt) en la región II de la línea 110

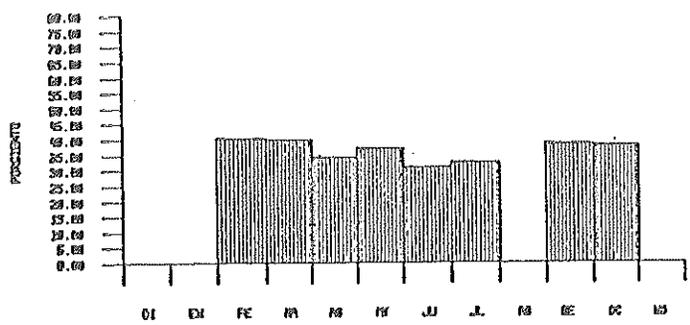


Fig 43.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo univariante en salinidad (34.8-34.2 ppt) en la región II de la línea 98

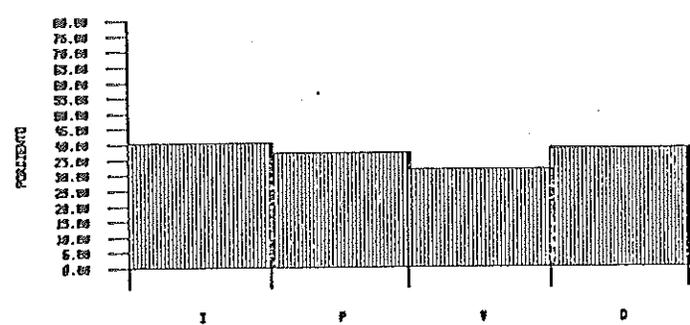


Fig 44.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo univariante en salinidad (34.8-34.2 ppt) en la región II de la línea 98

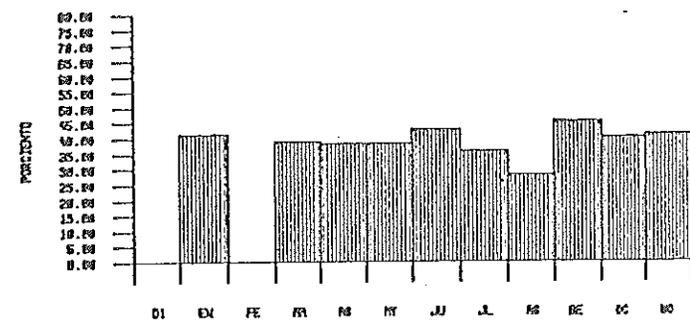


Fig 45.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo univariante en salinidad (34.8-34.2 ppt) en la región II de la línea 78

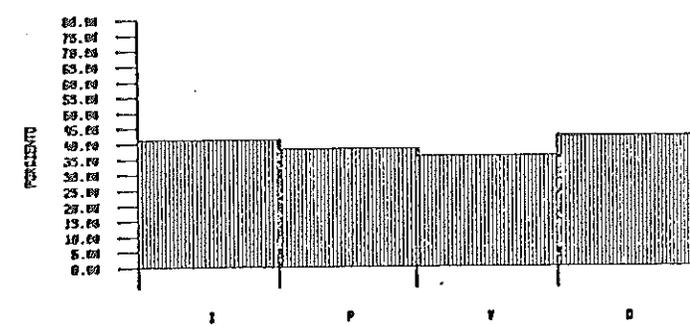


Fig 46.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo univariante en salinidad (34.8-34.2 ppt) en la región II de la línea 78

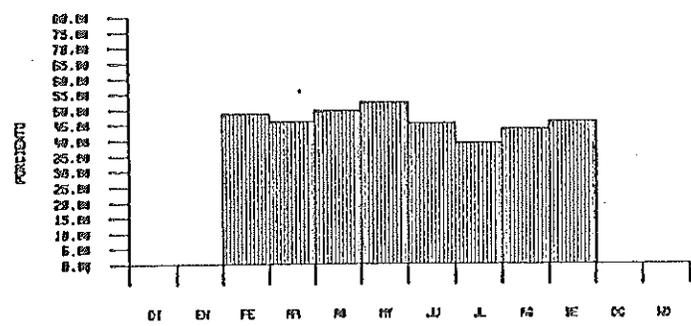


Fig 47.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo univariante en salinidad 33.9-34.1 ppt en la región II de la línea 58

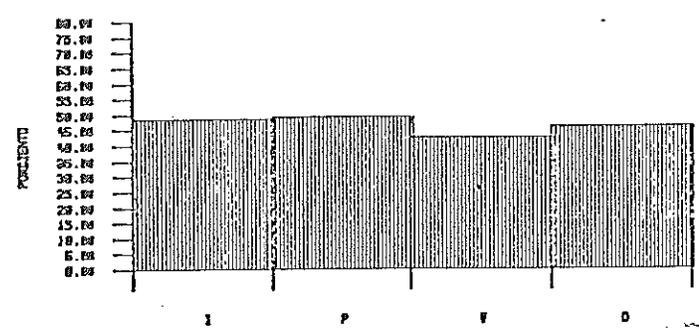


Fig 48.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo univariante en salinidad 33.9-34.1 ppt en la región II de la línea 58

V.3. - Dominio Costero (Región I)

	! Invierno			! Primavera			! Verano			! Otoño			
! Línea!	! Mínimo!	DI	EN	FE	MA	AB	MY	JU	JL	AG	SE	OC	NO!
! 150 !	! 6 !		17	12		10				6		6	6!
! 130 !	! 5 !	12	13	21		33	8	11	19	14	7	17	!
! 110 !	! 5 !	8	6	13		26	8	11	22	7		13	!
! 90 !	! 6 !	18	8	28	21	28	13	21	20	12	14	19	6!
! 70 !	! 5 !		9		8	19	15	20	22	11	11	17	8!
! 50 !	! 5 !		5	5	5	5	5	17	15	8	5	6	!

Tabla 5. - Numero de archivos usados para generar el análisis volumétrico mensual y estacional en cada línea hidrográfica trabajada en el Dominio Costero.

V.3.1. - Ciclos Estacionales T-S

a). - Región del Cabo (Línea 150)

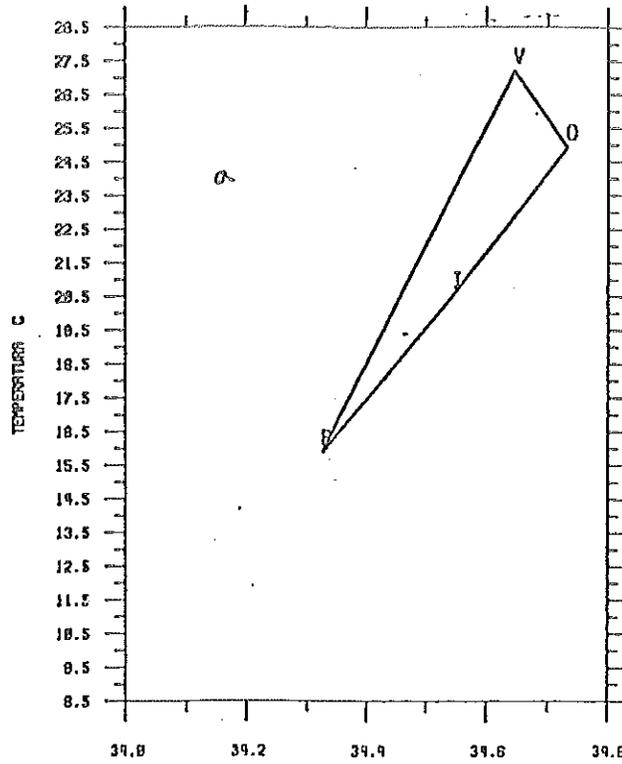
Esta región representa el límite sur de la Corriente de California y por tanto, de la masa de Agua Subártica del Pacífico Norte, la cual aquí converge con la masa de Agua Ecuatorial, en la llamada Convergencia Subtropical del Pacífico Norte. Esta es la región más ecuatorial del área estudiada y es también donde se detectan las temperaturas y salinidades más altas de todo el sistema; siendo los valores extremos de su columna (0-500 m), de 7.5 a 29.0 C en temperatura, y de 33.6 a 35.2 ppm en salinidad.

El ciclo estacional T-S de su capa superficial (Fig 49), claramente indica los efectos de surgencias y circulación, ya que su comportamiento es un tanto distinto al que sugeriría un desarrollo apegado al ciclo anual de calentamiento y enfriamiento. La temperatura mínima (16 C) ocurre en primavera y la máxima (27 C) en verano; mientras que el máximo salino (34.7 ppm) es generalmente en otoño y el mínimo (34.2 ppm) en primavera. El patrón presentado difiere, respecto al esperado, en cuanto a la época de ocurrencia del mínimo T-S, el cual normalmente debería ser en invierno.

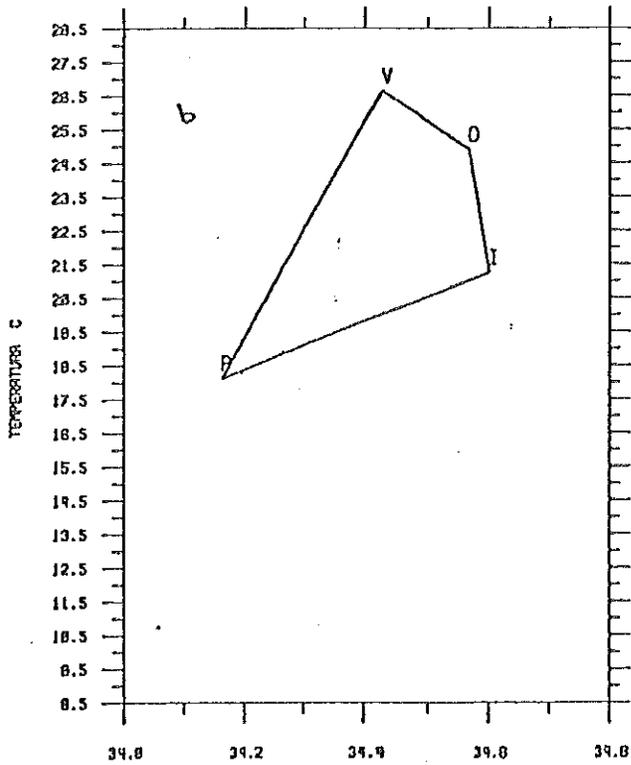
El área encerrada por la curva es un buen indicador de las variaciones estacionales T-S que suelen experimentar las regiones oceánicas, algunas veces drásticas y bidimensionales (sugeridas por la magnitud y pendiente de las rectas). Así, claramente se observa que una característica de la zona costera de ésta región es el cambio brusco de las características T-S de primavera a verano y la tendencia, en temperatura de sólo existir dos estaciones climáticas en dirección hacia el mar. La forma y localización de la curva estacional T-S de la estación 19 sugiere que, a lo largo del año, existen grandes fluctuaciones de temperatura, aproximadamente de 12 C entre primavera-verano (estaciones extremas), mientras que los cambios en salinidad son conservadoramente pequeños, aproximadamente de 0.4 ppm. Para la estación 25, los cambios en salinidad tienen un ligero aumento, pues su orden de variación es de 0.5 ppm, con máxima (34.6 ppm) en invierno, mientras que en temperatura hay una disminución, siendo de 9.0 C el máximo rango observado. En la estación 30, no existe un cambio importante en el rango de sus propiedades respecto a la anterior, pero si en la época en que ocurre el máximo estacional salino, el cual nuevamente es en otoño, es decir el máximo salino de invierno sólo es una característica de la estación 25.

El comportamiento T-S de la capa profunda (Fig 50) es

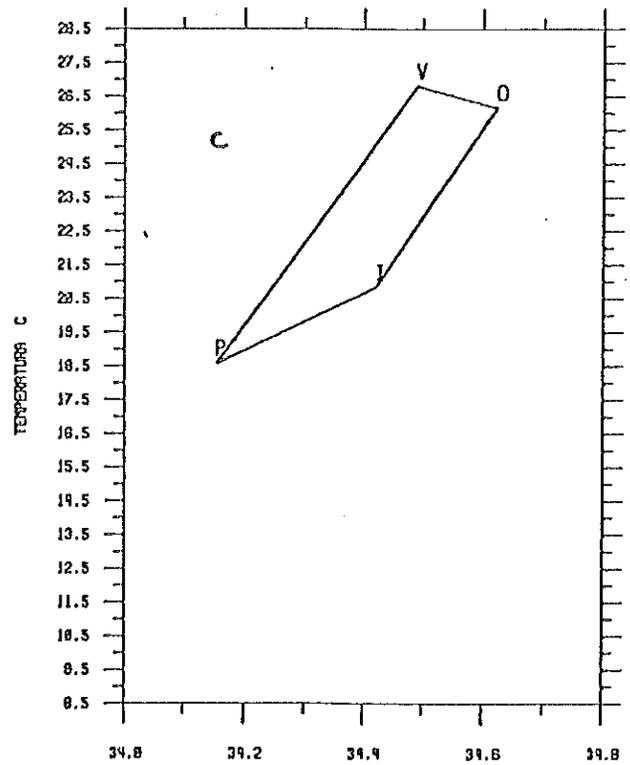
- LINEA : 150 -



SALINIDAD 0/20



SALINIDAD 0/20



SALINIDAD 0/20

Fig 49.- Variación estacional T-S (a 18 m) de las estaciones oosteras: a) estación 19 b) estación 25 c) estación 30

marcadamente diferente al de la superficie, y una característica importante de señalar, es la notable reducción del área de las curvas (notar también que se ha reducido la escala), lo cual es una consecuencia de que la estabilidad aumenta con la profundidad.

En la estación 19 existe un cambio máximo de salinidad de aproximadamente 0.1 ppm a lo largo del año y de 2.0 C en temperatura, cuyo máximo (13.2 C) ocurre en verano y el mínimo (11.2 C) en primavera-invierno. En la estación 30, claramente se observa la existencia de sólo dos estaciones climáticas respecto a temperatura, la máxima (12.4 C) en verano-otoño y la mínima (11.7 C) en primavera-invierno, mientras que los cambios en salinidad son, también, del orden de 0.1 ppm. El comportamiento de la estación 25, vuelve a ser marcadamente diferente al de sus estaciones adyacentes, los cambios en salinidad son ahora más importantes (del orden de 0.24 ppm), con máximo (34.84 ppm) en verano y mínimo (34.6 ppm) en otoño. En temperatura el cambio máximo es de 2.0 C, pero ahora invierno es la segunda estación más cálida del estrato.

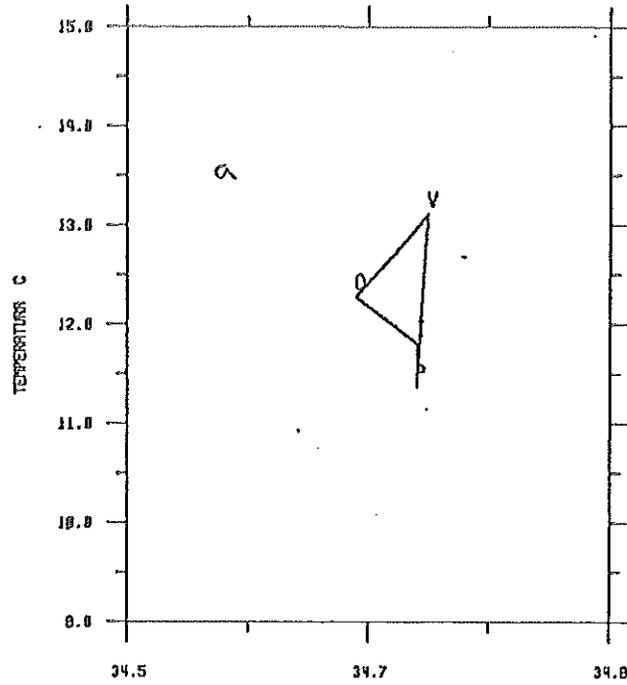
b). - Región de Baja California Sur (Línea 130)

La línea 130 nace de la costa a los 27 N al sur de Punta Eugenia. Esta zona de Baja California se caracteriza por la fuerte intensidad de sus eventos de surgencia. En esta región, el rango de temperatura va de 6.5 a 26.0 C y en salinidad de 33.3 a 34.8 ppm.

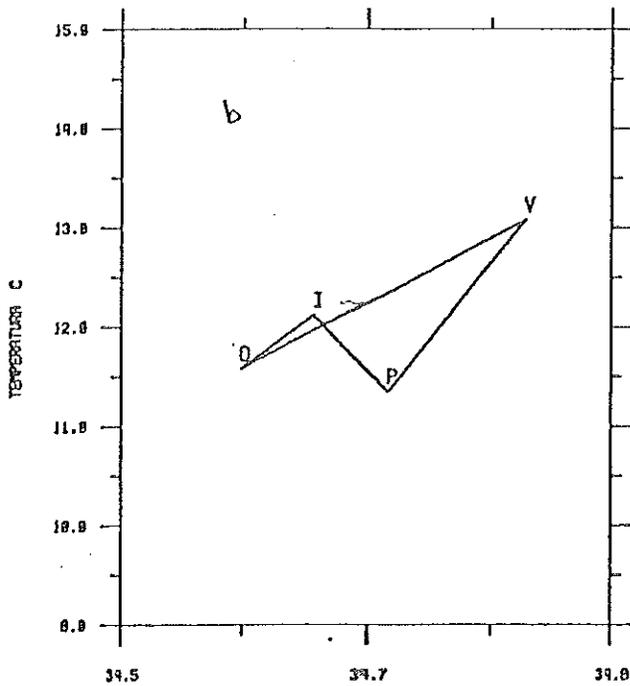
El ciclo estacional T-S de su capa superficial (Fig 51) presenta, en temperatura, un patrón muy simple de describir; otoño es el máximo estacional (22.5 C), verano e invierno se presentan como épocas intermedias y de valor similar (19.0 C), siendo primavera la estación más fría (~ 15.5 C). Los cambios máximos experimentados en la temperatura son de 8.0, 7.5 y 6.0 C para las estaciones 30, 35 y 40 respectivamente. El patrón salino es también muy simple y válido para toda la región, el máximo (34.2 ppm) ocurre en otoño-invierno y el mínimo (33.7 ppm) en primavera-verano, siendo de 0.6 ppm la diferencia entre estas épocas extremas.

El ciclo T-S de su capa profunda (Fig 52), por razones batimétricas, sólo fue analizado para dos estaciones (35 y 40), observándose un comportamiento muy distinto en ambas. La curva que corresponde a la estación 35 está centrada en salinidad entre los 34.55 y 34.65 ppm y en temperatura de 10.7 a 12.0 C, mientras que la correspondiente a la estación 40 lo está entre 34.35 y 34.45 ppm en salinidad y de 10.1 a 10.9 C en temperatura, es decir existe un total desfaseamiento (relativo) en cuanto a su localización, lo cual sugiere la existencia de alguna frontera entre estas dos estaciones. El máximo estacional de temperatura en verano y el mínimo en primavera es una característica global de la capa aunque los

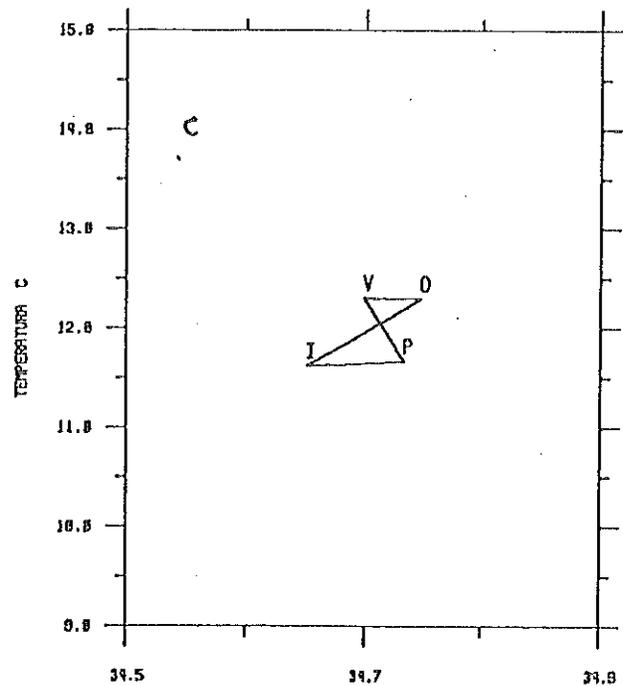
- LINER : 150 -



SALINIDAD g/33



SALINIDAD g/33



SALINIDAD g/33

Fig 50.-Variación estacional T-S (a 200 m) de las estaciones costeras: a) estación 19 b) estación 25 c) estación 30

- LINER : 130 -

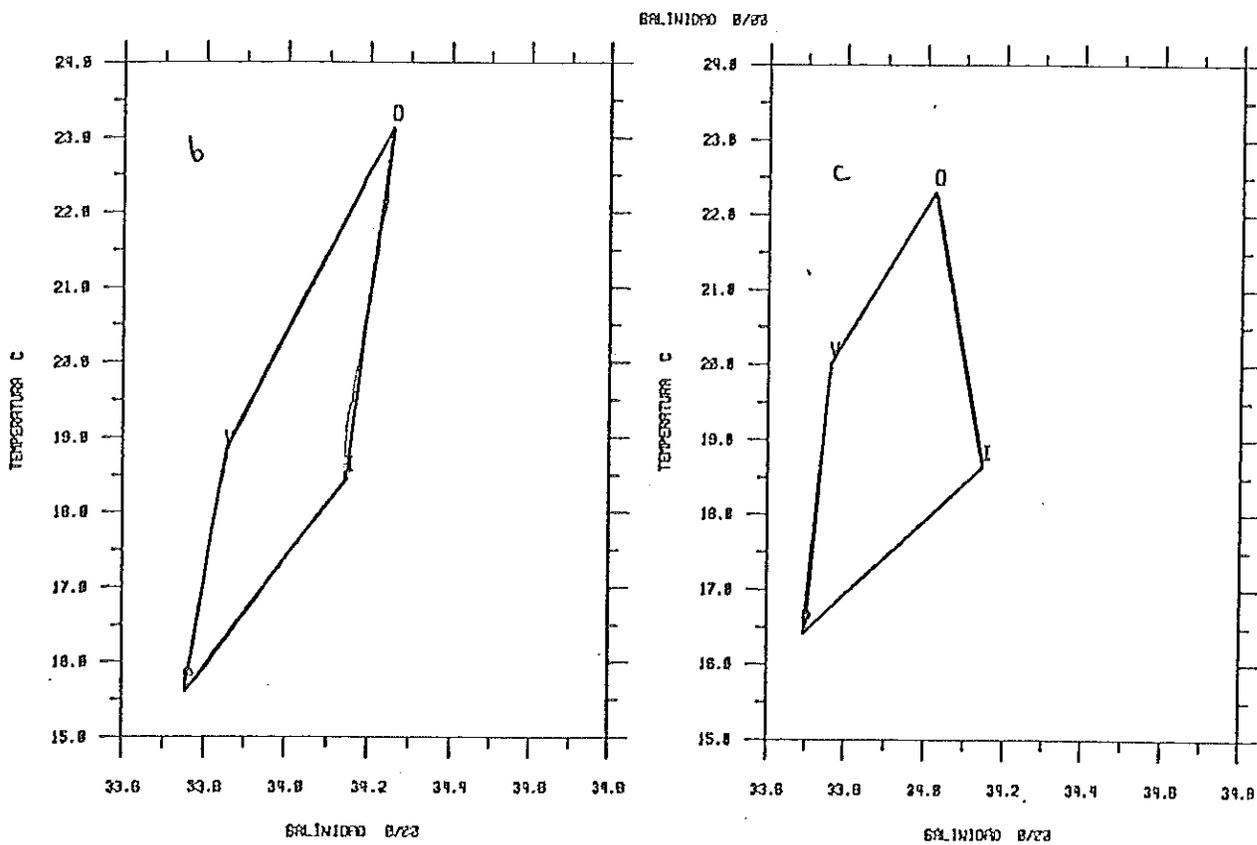
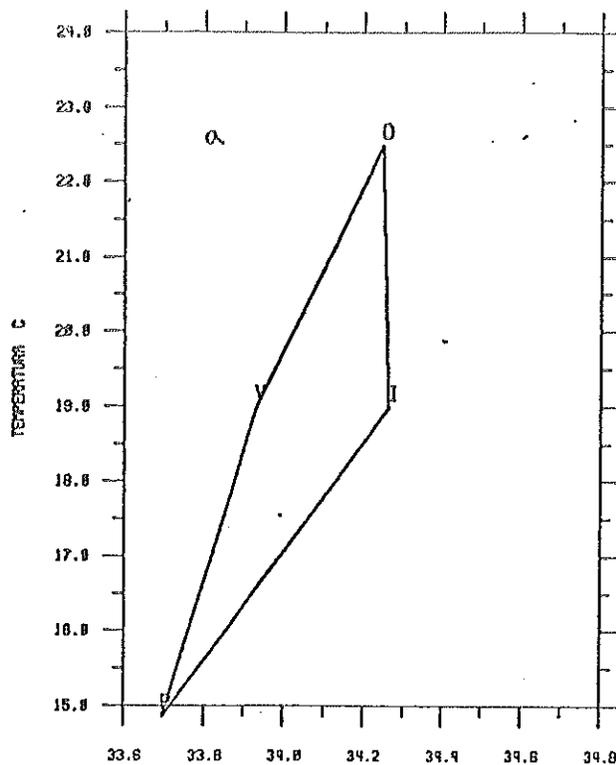


Fig 51.- Variación estacional T-S (a 18 m) de las estaciones costeras: a) estación 30 b) estación 35 c) estación 40

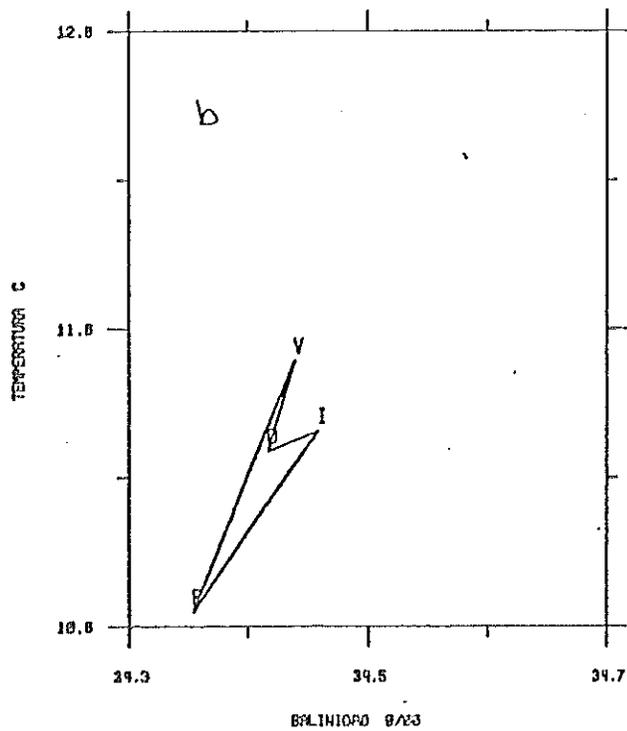
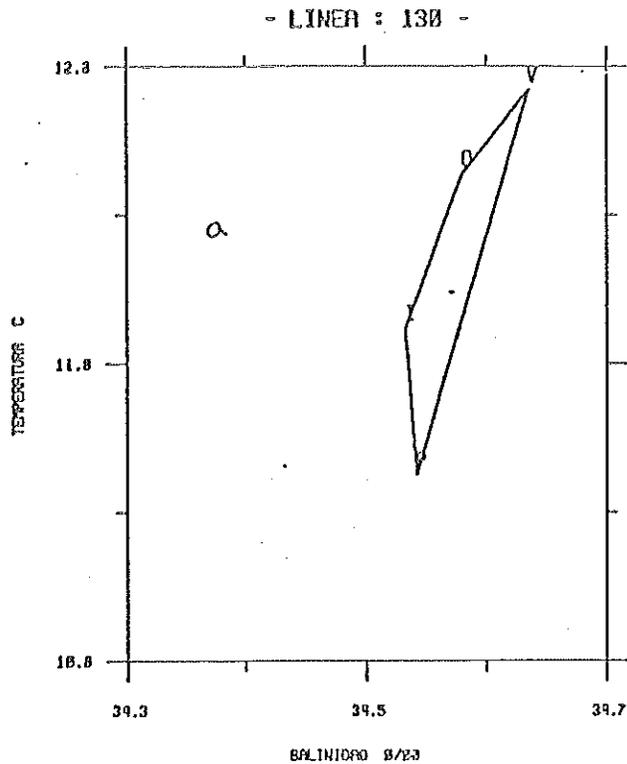


Fig 52.-Variación estacional T-S (a 200 m) de las estaciones costeras: a) estación 35 b) estación 42

valores característicos en cada estación son distintos. Pero otoño e invierno presentan un comportamiento particular en cada estación. En la 35 existe respecto a temperatura una pequeña diferencia (0.5 C) en cuanto a su localización y en la estación 40 casi no la hay. Por otra parte, en la estación 35 invierno representa la época del mínimo salino (34.52 ppm) y de máximo (34.45 ppm) en la 40. Finalmente los cambios máximos estacionales de temperatura son del orden de 1.5 C en la estación 35 y de 0.8 C en la 40, mientras que, los de salinidad son de 0.1 ppm en ambas estaciones, es decir muy similares a los de la región anterior.

c). - Región de Baja California Norte (Línea 110)

La línea 110 nace de la costa sobre los 29.5 N, punto situado al norte de Punta Eugenia. Su campo de masa presenta un rango anual de propiedades de 6.0 a 21.0 C en temperatura y de 33.0 a 34.6 ppm en salinidad.

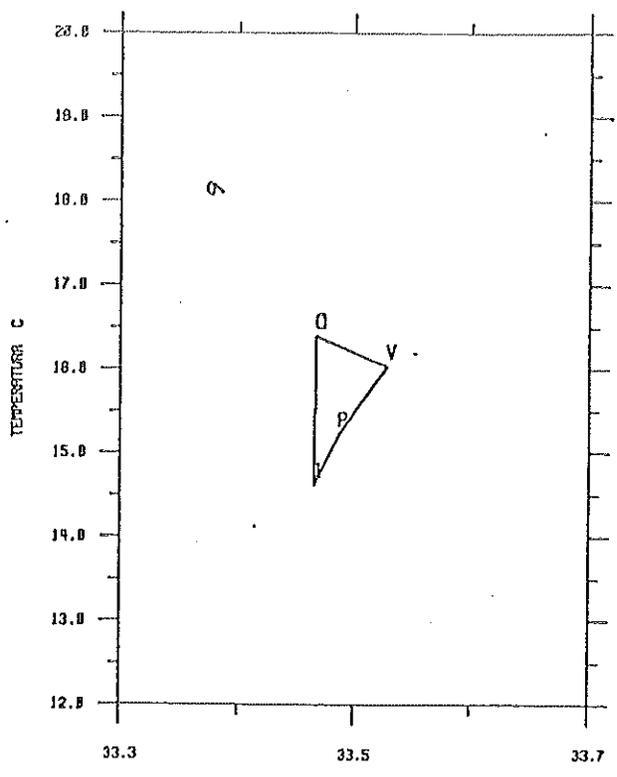
El ciclo estacional T-S de su capa superficial (Fig 53), muestra a otoño como la estación climática más cálida (16.5-19.5 C) y generalmente más salina del año, siendo primavera e invierno las estaciones más frías (~ 14.5 C). Es importante hacer notar que los rangos de variación en ésta línea, son marcadamente menores a los que presentaban las líneas del Sur. En temperatura, el cambio mínimo (2.0 C) es observado en la estación más costera (33), y el máximo (5.0 C) en la intermedia (35). Los cambios en salinidad son también muy pequeños, del orden de <0.2 ppm, ocurriendo en otoño-verano las salinidades máximas y en primavera-invierno las mínimas.

El ciclo estacional de su capa profunda (Fig 54), por la misma razón anterior, sólo es analizado para dos estaciones la 35 y la 40. El comportamiento de éstas estaciones a 200 m es muy diferente uno de otro, además existe, como en la anterior, un marcado desfaseamiento (aunque ahora sólo en salinidad). En la estación 35, los cambios principales son en temperatura (~ 1.2 C), mientras que en la 40 lo son en salinidad (~ 0.18 ppm). Primavera resulta ser la época más fría (8.6 C) de la estación 35, y verano (~ 8.9 C) en la 40. Otoño es en ambas la estación más cálida (~ 9.7 C). El comportamiento salino, numérico y representativamente es distinto en ambas. El máximo salino (34.27 ppm) en la estación 35 ocurre en verano y el de la 40 en otoño (34.23 ppm), mientras que el mínimo (34.2 ppm) de la 35 es en primavera y el de la 40 en invierno (34.07 ppm).

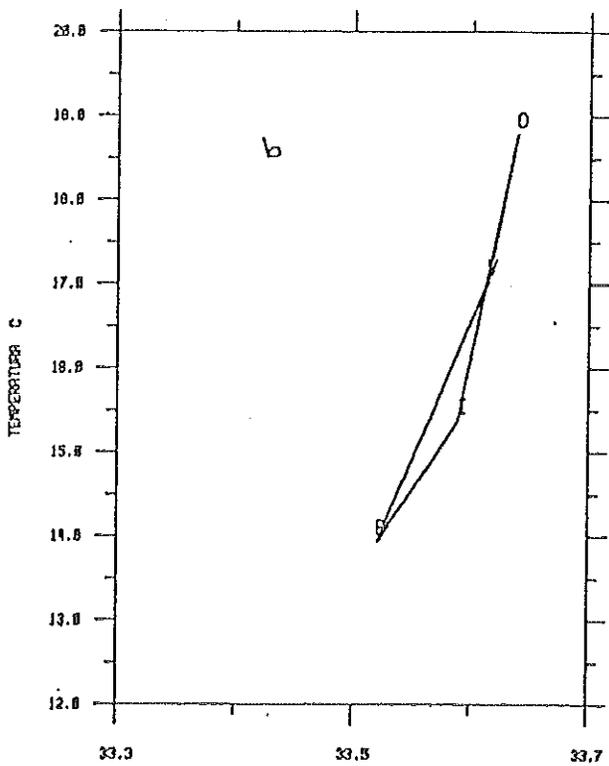
d). - Región del Sur de California (Línea 90)

La línea CalCOFI número 90, nace a los 33 N y representa la zona media de la Región de la Corriente de California. Las características de su campo de masa respecto a temperatura y

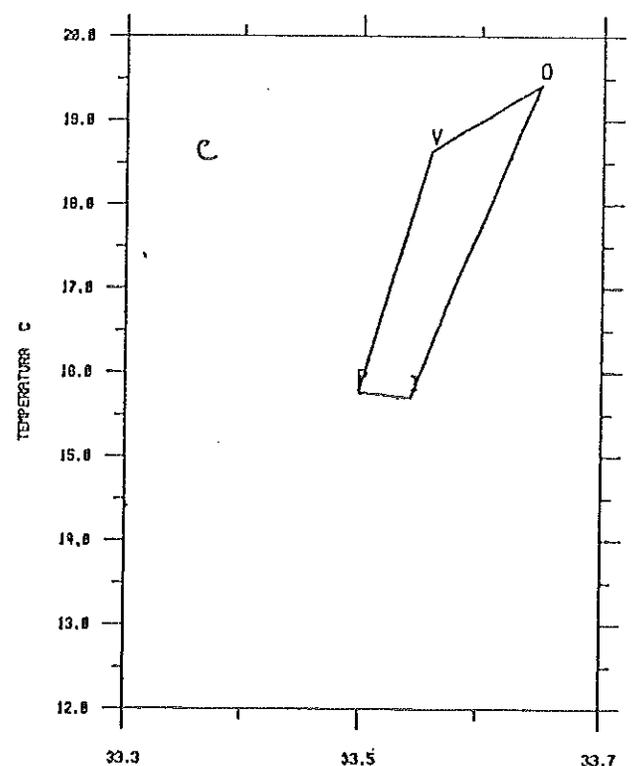
- LINEA : 110 -



68L1N1060 8/23



68L1N1060 8/23



68L1N1060 8/23

Fig 53.- Variación estacional T-S (a 10 m) de las estaciones costeras: a) estación 33 b) estación 35 c) estación 40

- LINEA : 110 -

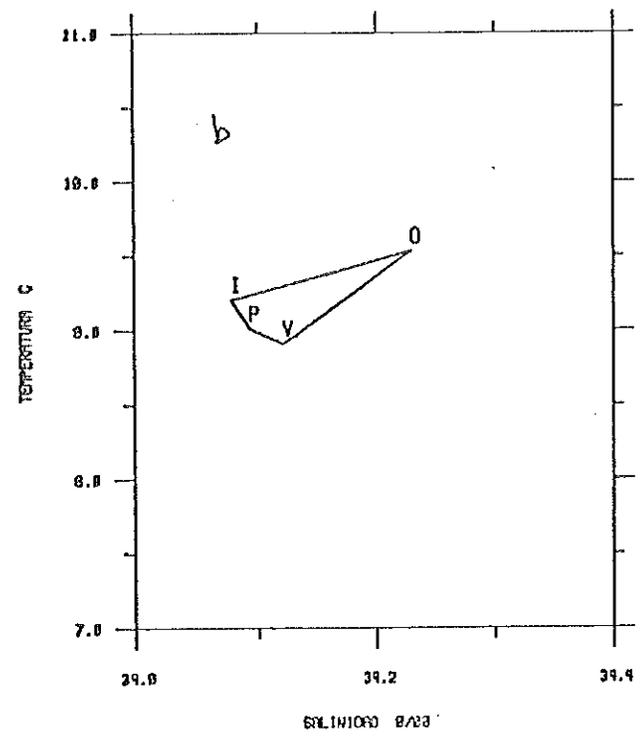
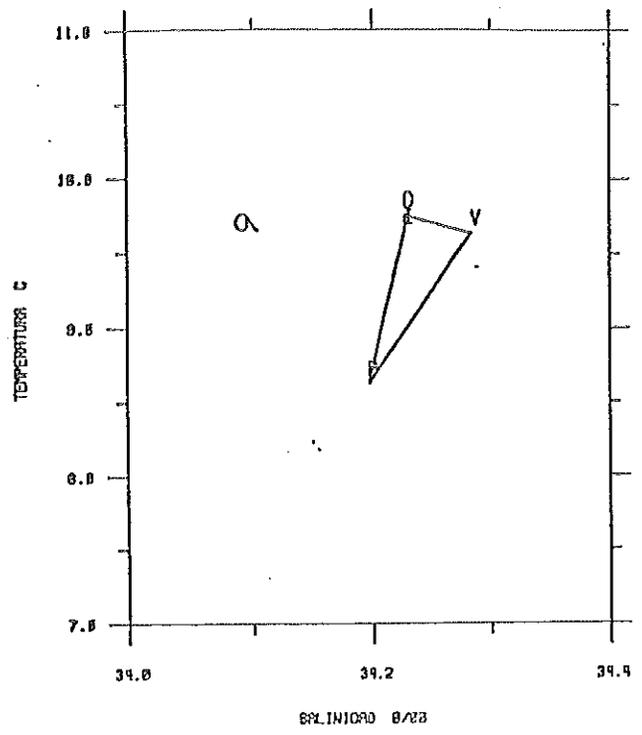


Fig 54.-Variación estacional T-S (a 200 m) de las estaciones costeras: a) estación 35 b) estación 43

salinidad están en el rango de 5.5 a 22.0 C y de 33.1 a 34.4 respectivamente.

El ciclo estacional de su capa superficial (Fig 55), claramente indica la existencia de dos semiregiones, la primera representada por la estación más costera (28), y la segunda por las estaciones 30 y 37. El comportamiento T-S de estas últimas es muy similar pero debe señalarse el aumento experimentado en el rango de variación de temperatura, respecto al observado en la línea 110, 4.5 C es en esta línea, la diferencia entre estaciones extremas, es decir dos veces mayor que en la anterior. Otoño representa la época cálida (19.0 C), y primavera e invierno la fría (14.5 C) y menos salina (33.5 ppm), encambio verano es la más salina (33.63 ppm) de toda la región. Finalmente, algo importante de notar, en esta semiregión es que primavera e invierno representan por igual la época fría y menos salina del año, es decir existen seis meses de homogeneidad en su capa superficial. La estación más costera (28), presenta un desarrollo bastante distinto al antes descrito, verano resulta ser aquí la época fría y salina, y primavera la fría pero poco salina, es decir existe una inversión, al menos en temperatura, de las épocas de ocurrencia de los valores extremos, respecto a las estaciones más hacia el mar.

El ciclo estacional T-S de la capa profunda (Fig 56), es sólo analizado para dos estaciones (la 30 y 37), las curvas resultantes muestran, como antes, semejanzas y diferencias importantes, por ejemplo su localización y rangos de variación son de hecho los mismos, 0.5 C en temperatura y 0.1 ppm en salinidad, pero las épocas representativas de sus valores extremos son distintas, aunque tal vez poco representativas dado el corto margen de variación que experimentan.

e). - Región de California Central (Línea 70)

La línea 70 tiene su primera estación costera a los 36 N, localizada entre Punta Concepción y San Francisco, las condiciones extremas de su campo de masa son, en temperatura, de 5.0 a 17.0 C, y en salinidad de 32.9 a 34.4 ppm.

El ciclo estacional de su capa superficial (Fig 57), no muestra un patrón de comportamiento sostenido, exceptuando el mínimo de temperatura el cual ocurre generalmente en primavera. El orden de variación de las propiedades es en promedio, 3.0 C en temperatura y 0.2 ppm en salinidad. En la estación más costera (51), invierno es la época más cálida (12.0 C) y verano-primavera la más fría (10.5 C). Entre verano e invierno y de este a primavera, una gran diferencia de propiedades T-S es observada. En las estaciones restantes (55 y 60), otoño representa la época cálida y salina,

- LINEA : 90 -

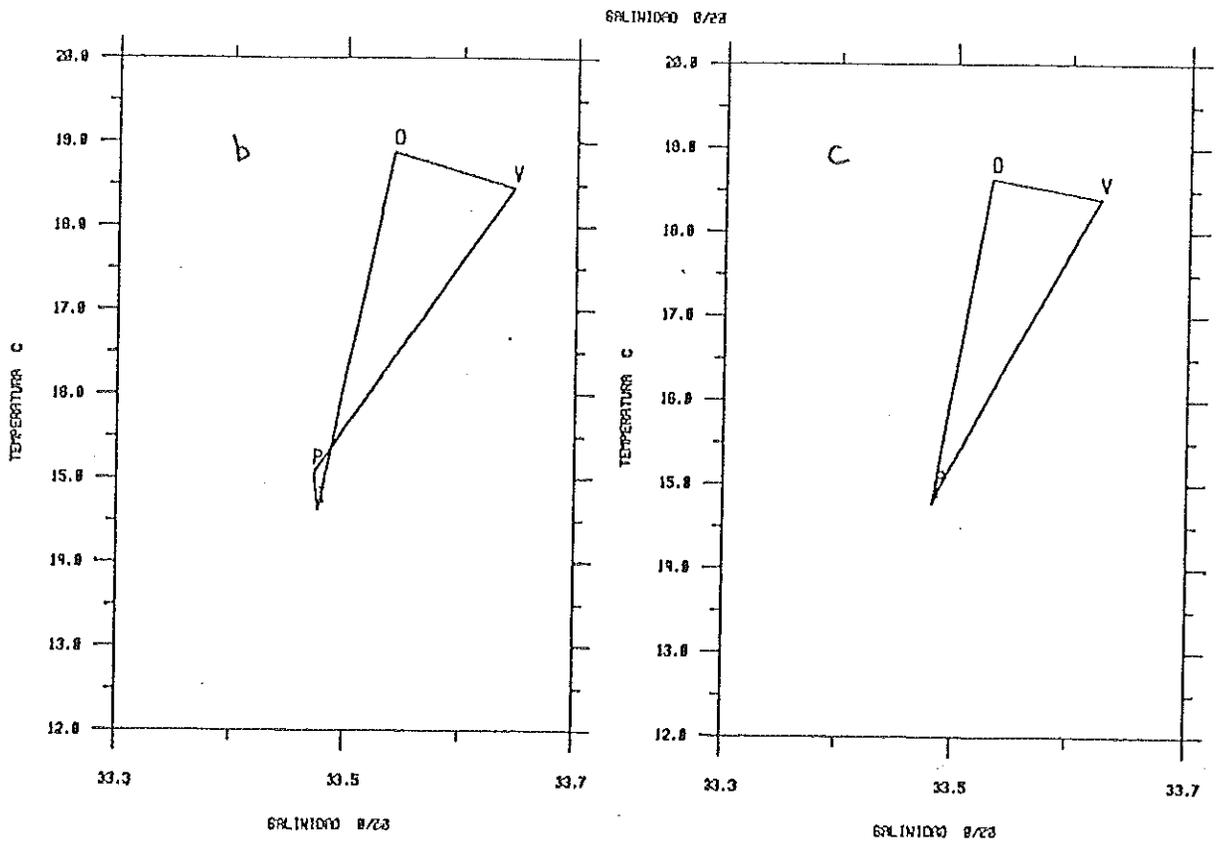
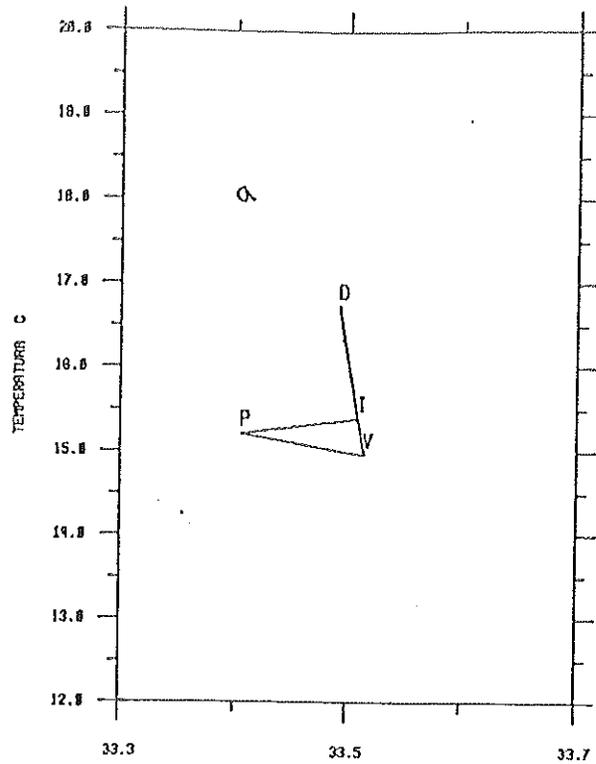


Fig 56.- Variación estacional T-S (a 10 m) de las estaciones costeras: a) estación 28 b) estación 38 c) estación 37

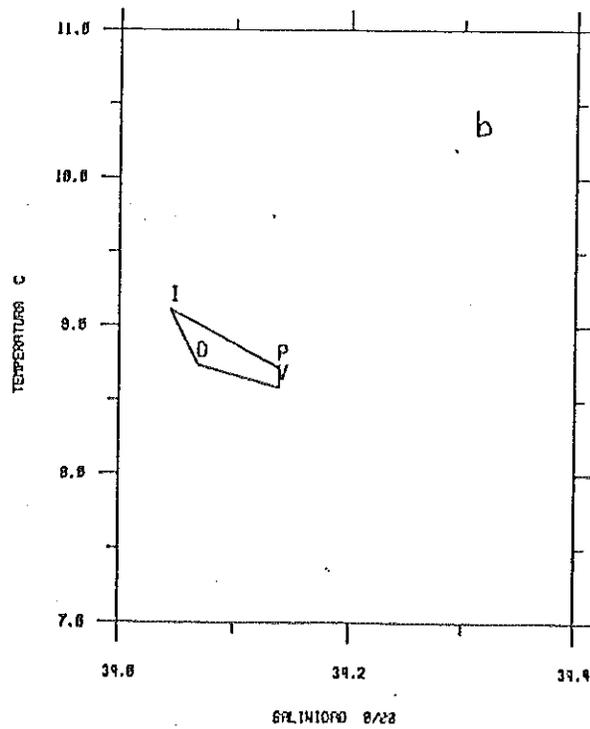
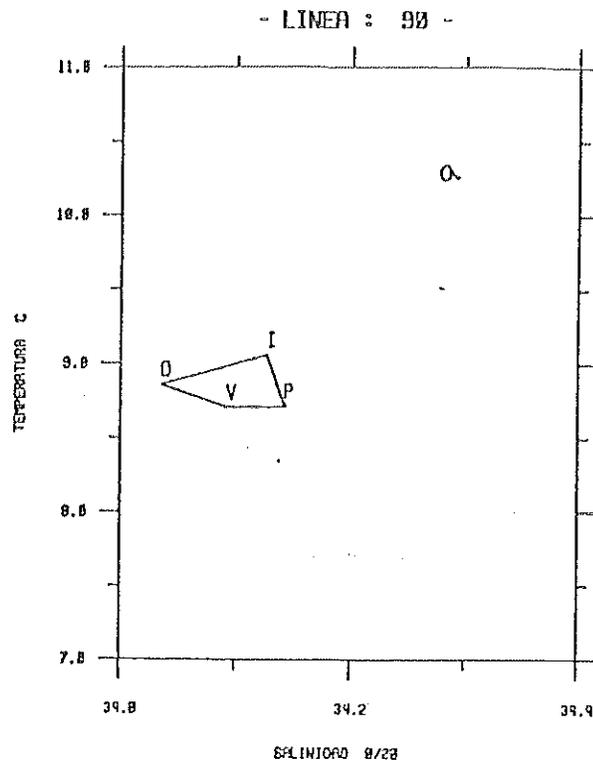
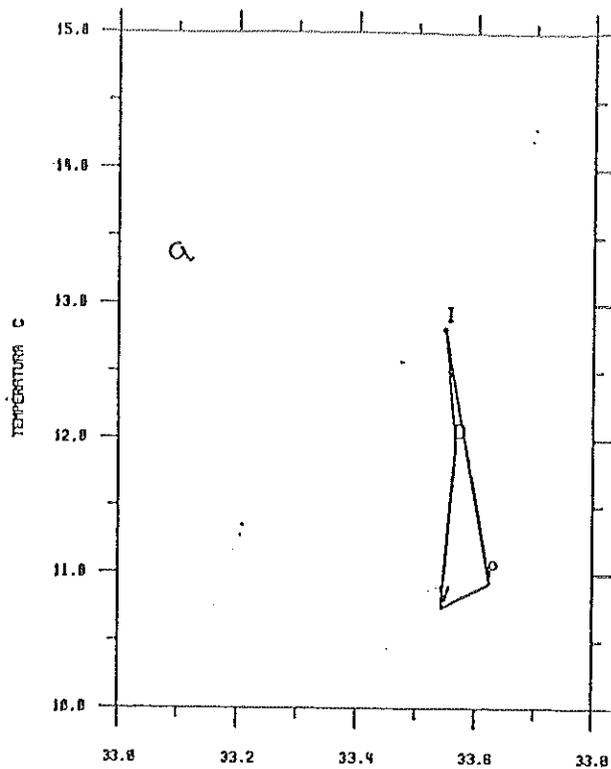
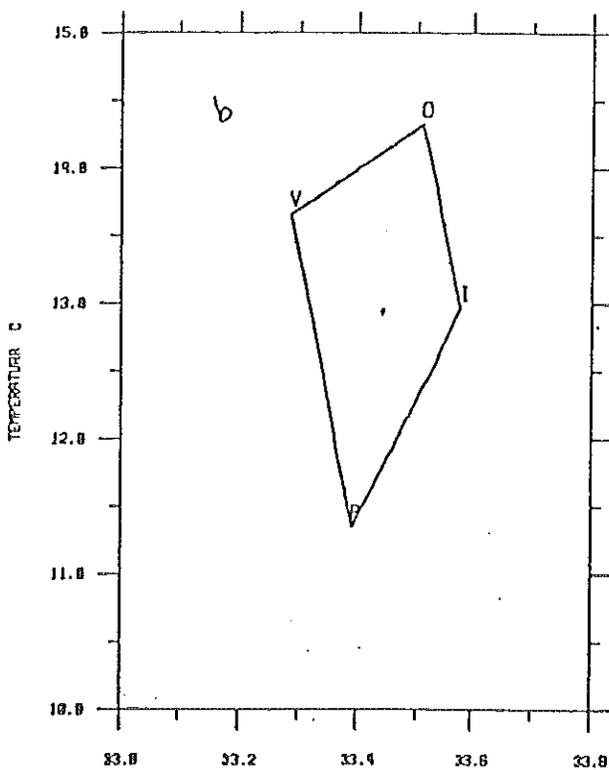


Fig 56.-Variación estacional T-S (a 203 m) de las estaciones costeras: a) estación 38 b) estación 37

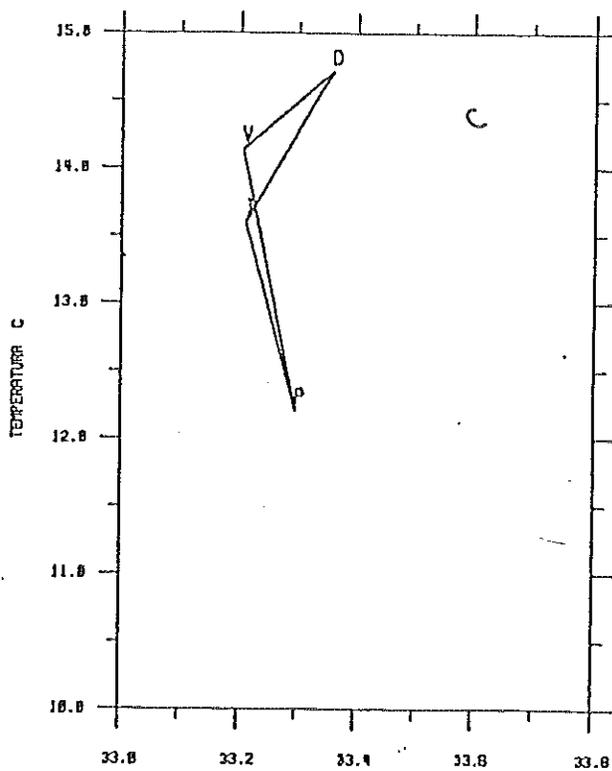
- LINER : 7B -



SALINIDAD 0/20



SALINIDAD 0/20



SALINIDAD 0/20

Fig 57:- Variación estacional T-S (a 10 m) de las estaciones
 rosetas: a) estación 51 b) estación 55 c) estación 60

primavera la fría y verano la salina. Finalmente, los resultados indican que, sólo en la estación intermedia (55), las cuatro estaciones climáticas del año están bien definidas.

El ciclo estacional profundo (Fig 58), muestra a invierno y otoño como las estaciones climáticas cálidas (8.5 C), siendo verano y primavera las más frías (7.8 C). Estos valores extremos representativos, sugieren una gran homogeneidad del estrato profundo y a la vez indican, lo subjetivo que puede resultar hablar (respecto a temperaturas) de épocas extremas. En salinidad, el cambio máximo observado es, en promedio, de 0.2 ppm. aunque también muy pobre puede resultar ser más significativo, debido al corto rango de variación de ésta propiedad. El máximo salino en primavera es una característica compartida por las tres estaciones, ocurriendo el mínimo entre verano e invierno.

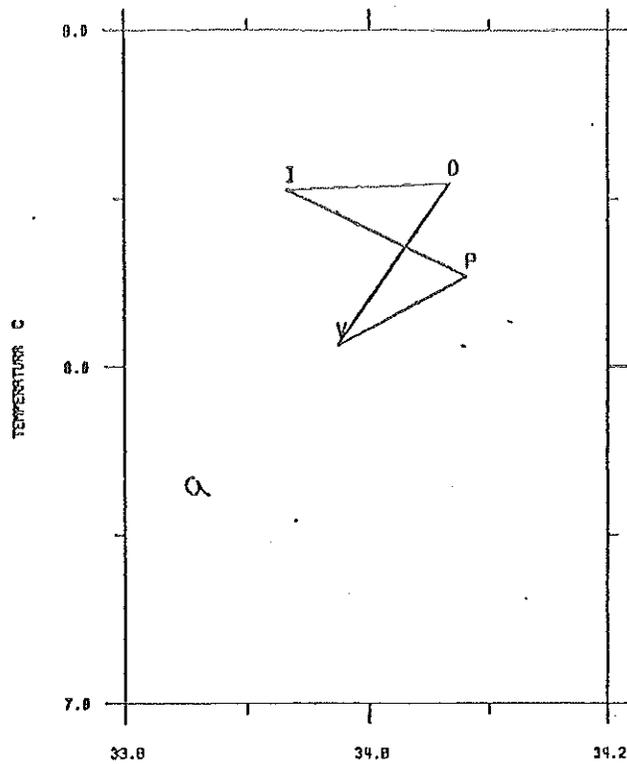
f). - Región del Norte de California (Línea 50)

La línea 50, última de nuestro estudio, está localizada cerca de los 40 N, ligeramente al Sur de Cabo Mendocino. En esta latitud el Agua Subártica del Pacífico Norte ya domina fuertemente la columna de agua, y un patrón de comportamiento T-S radicalmente distinto al de las primeras regiones es observado. Los rangos típicos de variación de su campo de masa son de 5.0 a 17.0 C en temperatura y de 32.6 a 34.2 ppm en salinidad.

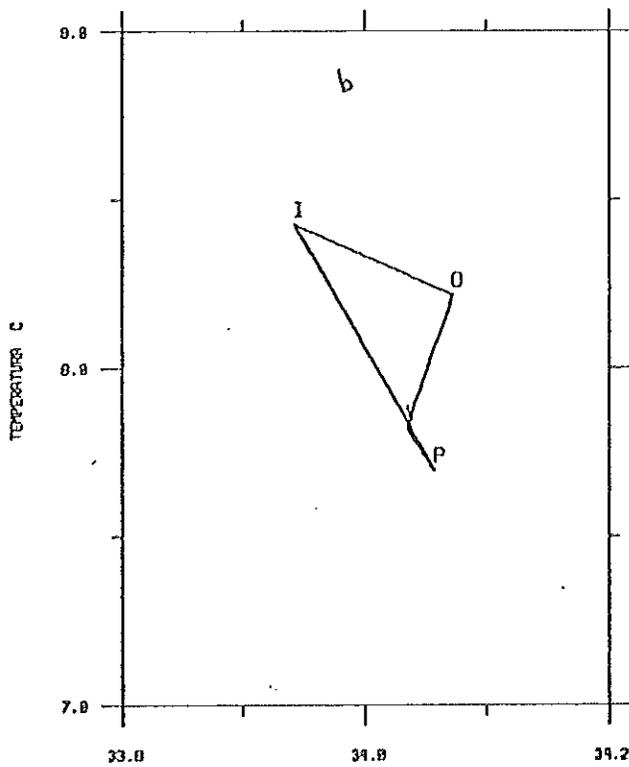
En su ciclo estacional superficial (Fig 59), se muestran resultados sobresalientes, por ejemplo, invierno es la época más cálida (14 - 15.5 C) de toda región y verano-primavera la más fría (~ 11.0 C), es decir, el comportamiento es inverso al esperado en base al ciclo anual de calentamiento y enfriamiento. Primavera y verano, en general presentan características similares, pero entre verano e invierno existe un cambio fuerte de propiedades. Finalmente, las fluctuaciones que ocurren en éste campo de masa son más importantes que en la región anterior, siendo de 4.0 C en temperatura y 0.4 ppm en salinidad.

El ciclo estacional profundo (Fig 60) es sumamente difícil de analizar y ningún comportamiento substancialmente generalizado puede sugerirse. Debe notarse que los cambios en salinidad a través del año son muy pobres (~ 0.1 ppm), mientras que en temperatura son del orden de 1.0, 0.25 y 1.0 C para las estaciones 50, 60 y 70 respectivamente. Estos valores hablan por sí solos acerca de la gran homogeneidad de este campo de masa pero, ciertamente, los cambios de 1.0 C experimentados en la temperatura, pueden indicar que algún proceso detectable está ocurriendo, aunque las épocas representativas de cada valor, sugieren que de hecho existe una situación particular en cada estación.

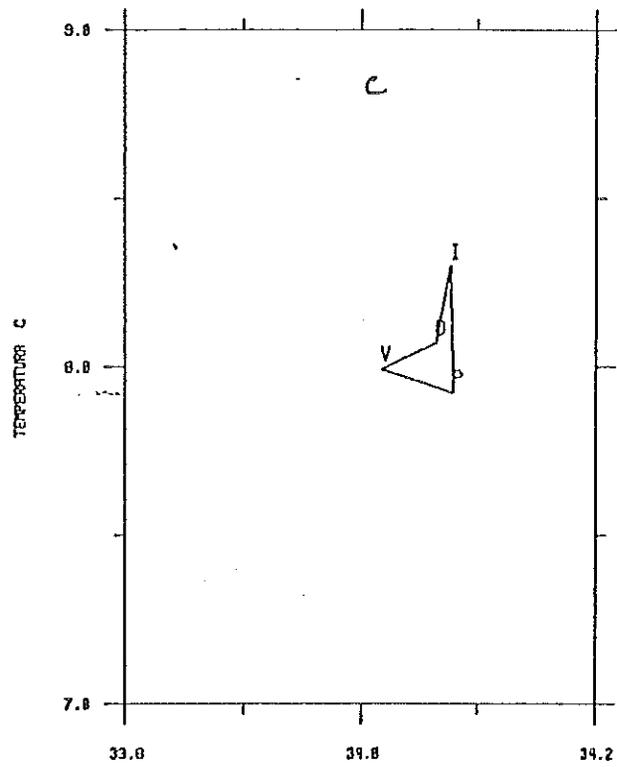
- LINEA : 70 -



SALINIDAD 8/23



SALINIDAD 8/23



SALINIDAD 8/23

Fig 58.- Variación estacional T-S (a 2% s) de las estaciones costeras: a) estación 51 b) estación 55 c) estación 63

- LINEA : 50 -

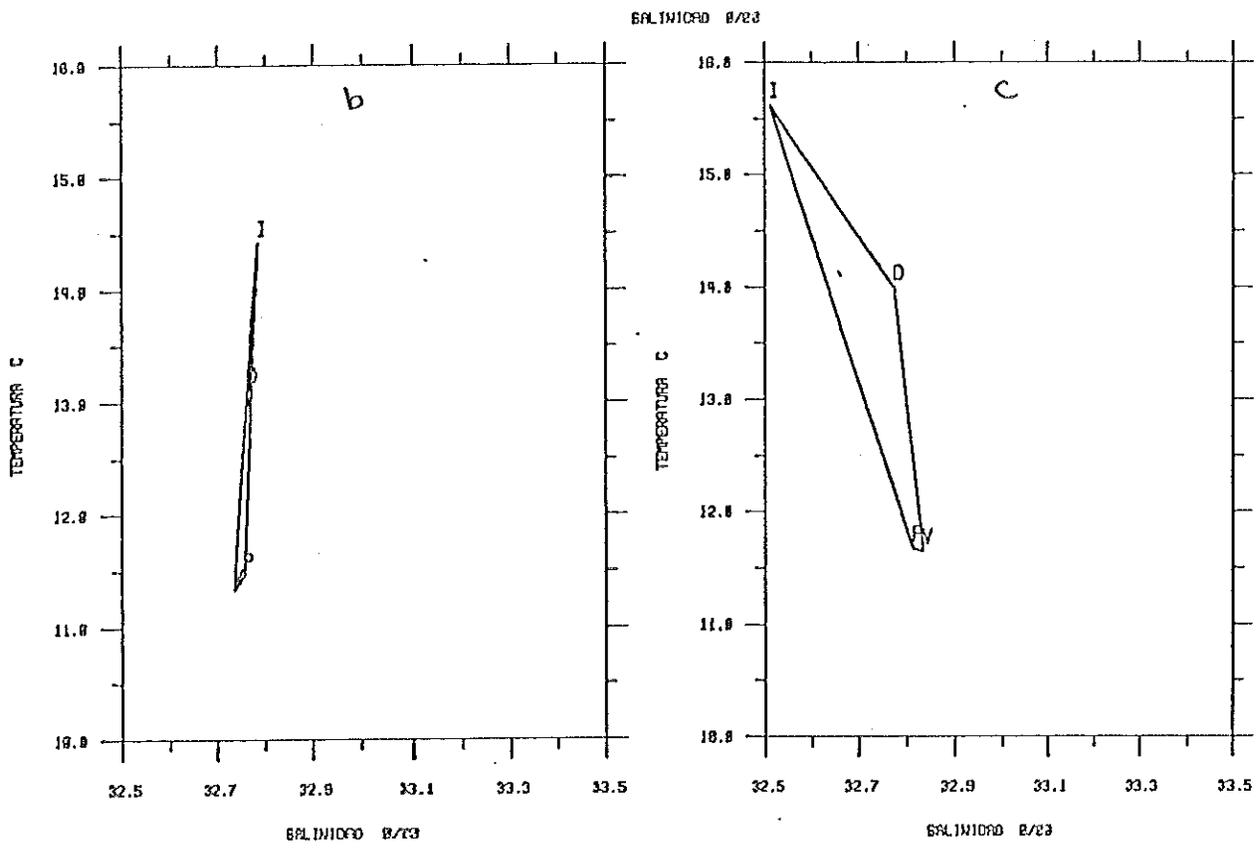
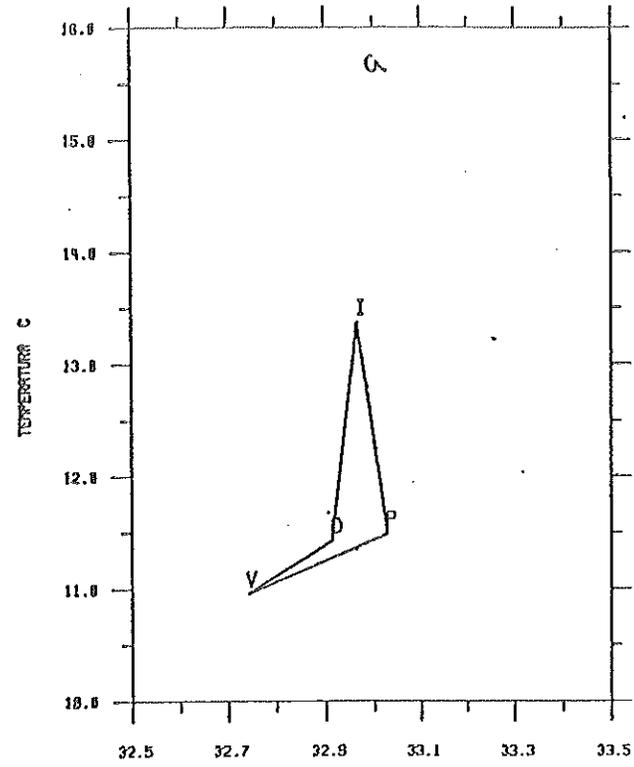
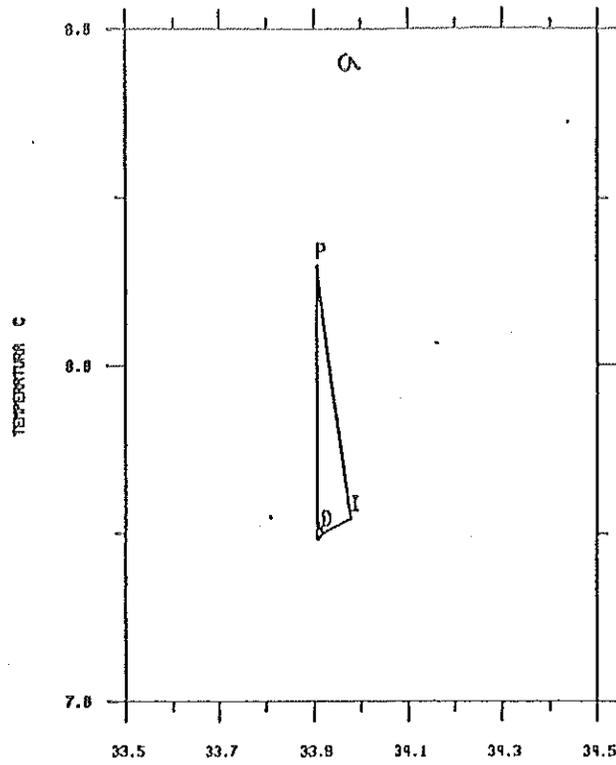
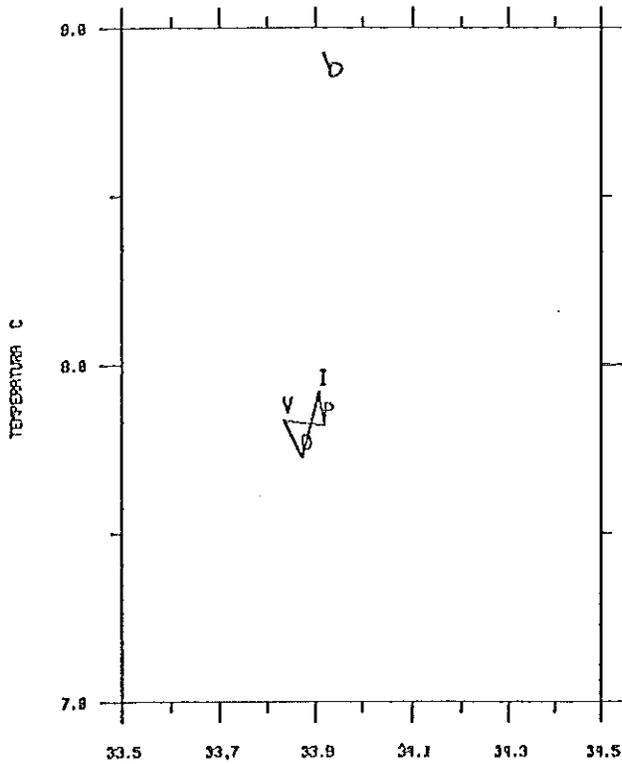


Fig 59.- Variación estacional T-S (a 18 m) de las estaciones costeras: a) estación 50 b) estación 63 c) estación 70

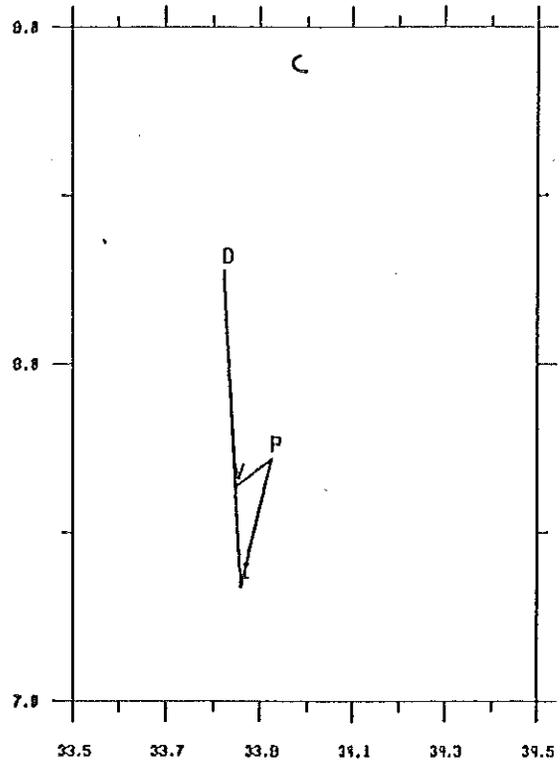
- LINER : 50 -



SALINIDAD g/20



SALINIDAD g/20



SALINIDAD g/20

Fig 60.- Variación estacional T-S (a 220 m) de las estaciones costeras: a) estación 50 b) estación 60 c) estación 70

V. 3. 2. - Modo Bivariante

V. 3. 2. 1. - Volumen

a). - Región del Cabo

El análisis volumétrico de ésta región sólo pudo ser realizado para seis meses, aunque éstos estuvieron espaciados de tal forma, que las cuatro estaciones climáticas del año estuvieron representadas, así: enero y febrero representaron la estación de invierno, abril la de primavera, agosto la de verano y octubre y noviembre la de otoño. La cobertura fué de 340.77 km a partir de la costa y el volumen total de la región fué de $1643 \times 10^5 \text{ m}^3$.

El volumen del núcleo profundo representa en ésta zona del 40 al 61 % del volumen total de la columna, su masa de agua contiene una componente muy alta de Agua Ecuatorial Profunda (80- 100 %) y su localización promedio en los diagramas T-S, esta entre 7.5 y 12.5 C y de 34.5 a 34.8 ppm.

La figura 61, representa la condensación de los conteos volumétricos y muestra que la influencia máxima del núcleo sobre la columna ocurre en febrero (61 %) y la mínima en agosto (40 %). Algo importante de notar, es la similitud volumétrica de los meses de invierno y primavera lo cual se reflejó en la representación estacional (Fig 62), en donde estas estaciones representan la época de volumen máximo (57 %), verano la de mínimo (40 %), ocurriendo en otoño un volumen de transición (51 %)

b). - Región de Baja California Sur

Los meses analizados para ésta región fueron 10, siendo marzo y noviembre los faltantes. La distancia cubierta a partir de la costa fué de 240.76 km, y el volumen total de la columna resultó ser de $957 \times 10^5 \text{ m}^3$. El volumen del Modo Profundo representa del 35 al 60 % del volumen total, teniendo una componente de Agua Ecuatorial Profunda entre 70 y 90 %, y estando localizado en los diagramas T-S, de 7.5 a 11.0 C en temperatura, y de 34.4 a 34.6 ppm en salinidad.

La distribución volumétrica mensual (Fig 63) de ésta región, presenta gradientes mensuales un tanto extraños, por ejemplo, el volumen máximo del modo (60 %), ocurre en mayo, pero un mes antes y uno después, los valores volumétricos son más bien bajos (~45 y 40 %), por otra parte, febrero que representaba el máximo volumétrico en la región anterior, aquí es relativamente bajo (40 %), aunque el mínimo real (35 %) ocurre en julio. Estos valores volumétricos extremos, se reflejan en la distribución estacional (Fig 64), donde otoño e invierno,

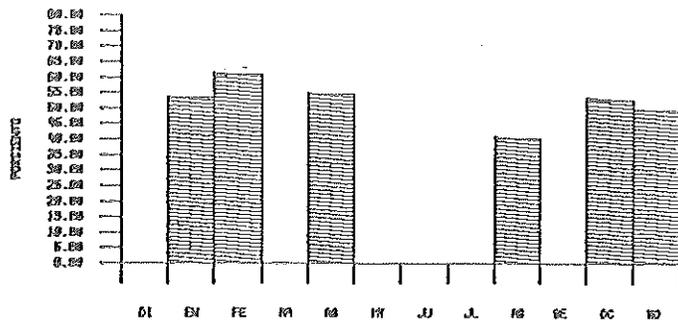


Fig 61.- Porcentajes (distribución mensual) del modo profundo con componente Equatorial de 88 a 100 % en el Dominio Costero de la línea 150

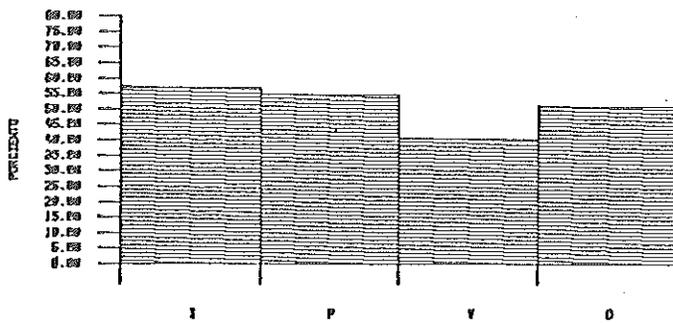


Fig 62.- Porcentajes (distribución estacional) del modo profundo con componente Equatorial de 88 a 100 % en el Dominio Costero de la línea 150

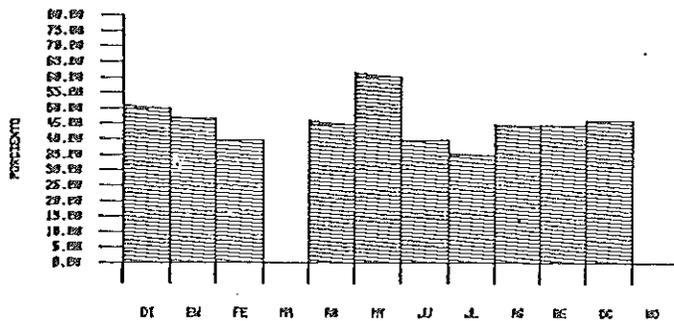


Fig 63.- Porcentajes (distribución mensual) del modo profundo con componente Equatorial de 70 a 88 % en el Dominio Costero de la línea 130

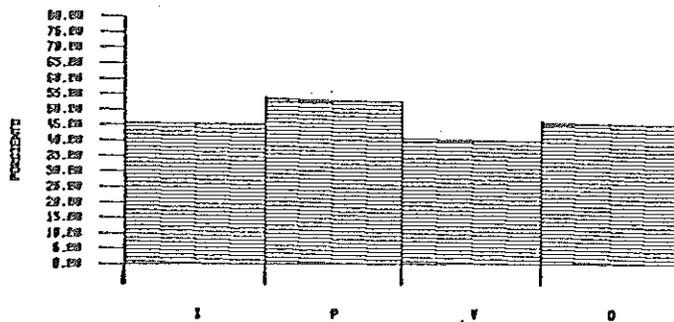


Fig 64.- Porcentajes (distribución estacional) del modo profundo con componente Equatorial de 70 a 88 % en el Dominio Costero de la línea 130

presentan un comportamiento similar (~ 45 %), primavera es la época de influencia máxima (52 %), y verano la de la mínima (40 %).

c). - Región de Baja California Norte

Los resultados volumétricos obtenidos son para 9 meses, siendo otoño la estación menormente muestreada. La cobertura fué de 218.54 km y el volumen total de la región de 987×10^5 m³. El volumen del núcleo profundo en ésta región representa del 32 al 59 % del volumen total, y sus aguas contienen del 50 al 70 % de Agua Ecuatorial Profunda. La localización del núcleo en los diagramas T-S esta entre 6.0 y 9.5 C y de 34.1 a 34.4 ppm.

El patrón volumétrico mensual (Fig 65) típico de ésta región, presenta tres máximos, en enero (59 %), mayo (57 %) y octubre (56 %) y un mínimo bien definido en julio (32 %). El comportamiento estacional resultante (Fig 66) es muy uniforme, aunque sobresale el hecho de que otoño no haya sido promediado. Otoño representa la época de volumen máximo (56 %), verano la del mínimo (45 %), y primavera-invierno la de transición (51 %).

d). - Región del Sur de California

El análisis de ésta región se basó en los 12 meses del año, se cubrió una distancia de 238.90 km a partir de la costa y el volumen total de la columna fué de 1099×10^5 m³. El Modo Profundo representa en esta zona del 54 al 71 % del volumen total y su masa de agua contiene entre 50.0 y 70.0 % de Agua Ecuatorial Profunda, estando localizada en los diagramas T-S entre 6.0 a 9.5 C y de 33.9 a 34.4 ppm.

La distribución volumétrica mensual (Fig 67) es muy uniforme en esta zona. Diciembre y septiembre representan con el 54 % los meses de influencia mínima del núcleo sobre la columna, ocurriendo en mayo y julio el volumen máximo (~ 70 %). La uniformidad volumétrica antes señalada es bien manifiesta en la representación estacional (Fig 68), donde claramente se observan dos ciclos semianuales, el primero que comprende a otoño e invierno, representa la época de volumen mínimo (57.5 %) y el segundo para el período primavera-verano representa un volumen máximo (65 %)

e). - Región de California Central

El análisis volumétrico de ésta región se basó en 10 meses, siendo diciembre y febrero (ambos de invierno) los meses faltantes. La longitud del transecto fué de 218.54 km,

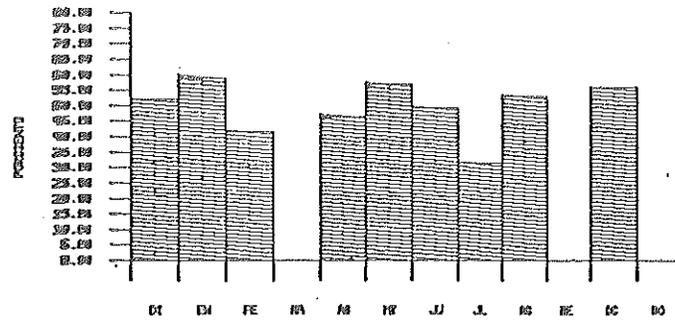


Fig. 65.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo profundo con componente Equatorial de 58 a 88 Z en el Dominio Costero de la línea 118

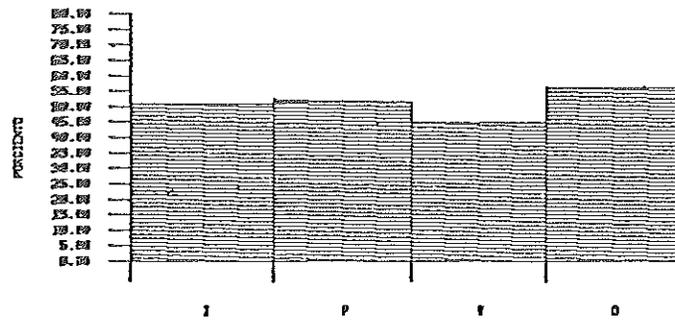


Fig. 66.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo profundo con componente Equatorial de 58 a 88 Z en el Dominio Costero de la línea 118

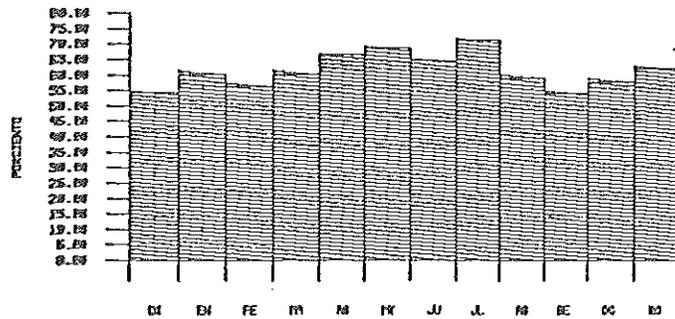


Fig. 67.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo profundo con componente Equatorial de 58 a 78 Z en el Dominio Costero de la línea 58

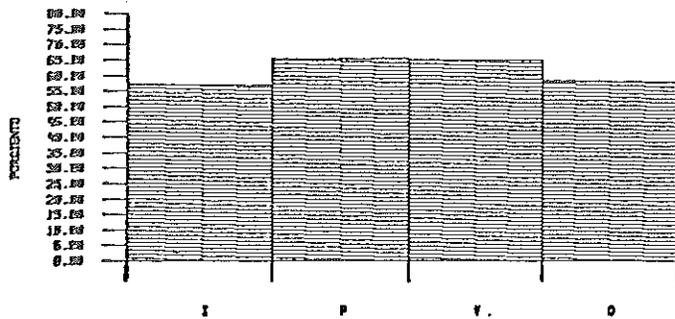


Fig. 68.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo profundo con componente Equatorial de 58 a 78 Z en el Dominio Costero de la línea 58

resultando un volumen total de $1048 \times 10^5 \text{ m}^3$. La masa de agua del Modo Profundo presenta un contenido de Agua Ecuatorial Profunda del 40.0 al 60.0 %, y su núcleo representa del 55 al 74 % del volumen total de la columna, localizándose en los diagramas T-S entre 5.5 a 9.0 C y de 33.9 a 34.3 ppm.

En la distribución volumétrica mensual (Fig 69) se observan a lo largo del año, una serie de picos de alto valor volumétrico, ocurriendo el primero en enero, siendo éste el máximo absoluto (74 %), después aparecen en marzo, junio y septiembre (68 %) y finalmente en noviembre (70 %).

El volumen mínimo ocurre en mayo (55 %) y julio (57 %). Es de notarse que entre máximos y mínimos hemos ya señalado seis meses, todos alternados, es decir, no existe un patrón suficientemente uniforme que pueda ser señalado para el comportamiento del Modo, sin embargo al promediar se suavizan los extremos y de esta forma la distribución estacional (Fig 70) resulta ser más uniforme. En esta distribución nuevamente existen indicios de los ciclos semianuales, así, en primavera-verano en promedio existen los volúmenes mínimos (61 %) y en otoño-invierno los máximos (66-74 %).

f). - Región del Norte de California

El análisis volumétrico para esta región se basó en 10 meses, siendo noviembre y diciembre los meses faltantes. La cobertura fué de 277.80 km a partir de la costa y el volumen total computado fué de $1403 \times 10^5 \text{ m}^3$. El volumen del Modo Profundo representa del 53 al 69 % del volumen total, tiene una componente de Agua Ecuatorial Profunda del 20.0 al 40.0 % y se localiza en los diagramas T-S entre 5.0 a 8.5 C y de 33.7 a 34.2 ppm.

La distribución volumétrica mensual (Fig 71) es bastante uniforme a excepción del máximo y mínimo volumétrico, los cuales ocurren en febrero (69 %) y en junio (53 %) respectivamente, valores alrededor de 60 % son característicos para los meses restantes. En la distribución estacional correspondiente (Fig 72), el patrón mensual extremo se manifiesta claramente; invierno se presenta como la época de influencia máxima (65 %) y verano la de mínima (56 %), ocurriendo en primavera y otoño un volumen de transición muy similar (~ 61.5 %).

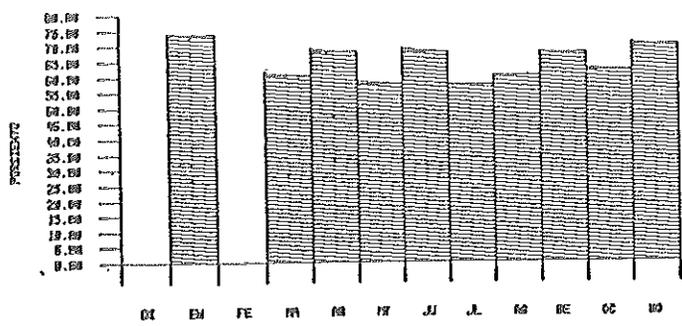


Fig 69.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo profundo con componente Equatorial de 38 a 58 % en el Distrito Costero de la línea 7B

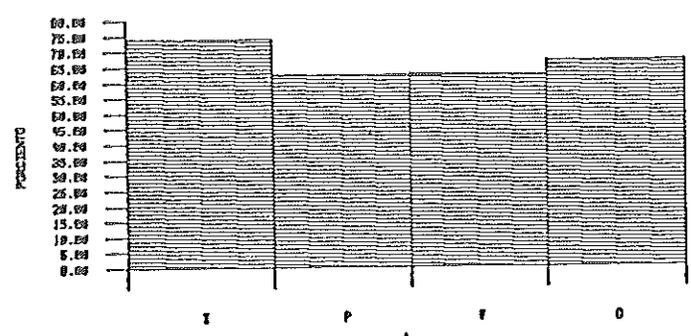


Fig 70.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo profundo con componente Equatorial de 38 a 58 % en el Distrito Costero de la línea 7B

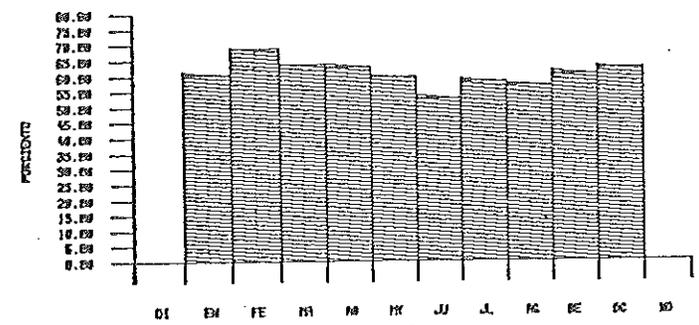


Fig 71.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo profundo con componente Equatorial de 25 a 35 % en el Distrito Costero de la línea 5B

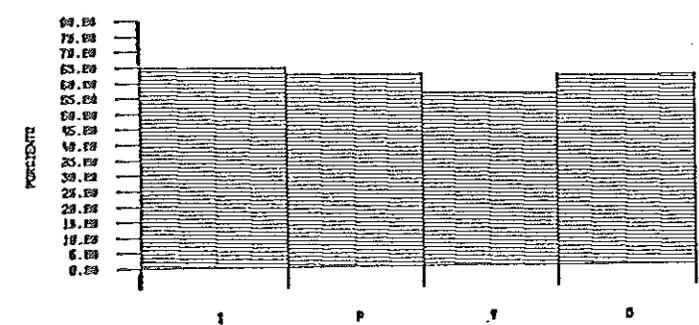


Fig 72.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo profundo con componente Equatorial de 25 a 35 % en el Distrito Costero de la línea 5B

V.3.2.3. - Profundidad

a). - Región del Cabo

En la Fig 73 se muestra la localización promedio en profundidad del núcleo rastreado, y un resultado importante que en ella se enmarca es que el núcleo, en todos los meses, alcanza la profundidad límite de nuestro estudio o sea los 500 m, esta situación deja abierta la posibilidad de que éste núcleo esté presente aun más abajo de éste nivel, es decir que para ésta zona, éste trabajo no alcanza a limitar exactamente el espesor del núcleo. Por el contrario, el límite superior es bien determinado y en promedio se localiza entre 150 y 240 mts., lo cual, al menos, ampara un espesor de 260 a 350 mts.

Ahora, los valores en profundidad que se reportan establecen que en los meses de noviembre y abril el núcleo tiene un límite superior más somero (150 y 170 m respectivamente) y en agosto más profundo (240 m), ocurriendo condiciones intermedias en los restantes.

b). - Región de Baja California Sur

Los resultados para la profundidad del Modo en ésta región, estan dados en la Fig 74, donde resaltan cuestiones de interés. Contrariamente a la anterior, en ésta región, el límite inferior del núcleo queda bien determinado salvo para los meses de junio y julio donde nuevamente el Modo alcanza los 500 mts. Aunque ciertamente, los valores que resultan (480-490 m) puedan ser un tanto inciertos, dadas las características del método (basado en promedios) y al corto margen de profundidad que estos valores observan respecto a la barrera de los 500 m, aun así, estos valores pueden ser un claro indicio de que el Modo es un tanto más somero, que en la región anterior.

La distribución mensual respecto al límite inferior es muy uniforme, con valor máximo en junio y julio (500 m) y mínimo en abril, mayo y octubre (470 m), ocurriendo valores de 480 a 490 m en los meses restantes. El límite superior del Modo, ocurre entre los 150 m en mayo y los 230 m en febrero, junio y septiembre, valores abajo de los 200 m son característicos en los meses restantes, salvedad hecha a abril cuyo límite superior ocurre a los 180 m. Lo anterior sugiere que el espesor del núcleo es, en esta región, un tanto menor que en la anterior.

c). - Región de Baja California Norte

A partir de ésta región, el análisis de profundidad y oxígeno fué hecho sólo para los meses más representativos de cada estación climática, dado que la uniformidad de los valores que localizan al Modo en la columna, que ya se sugería

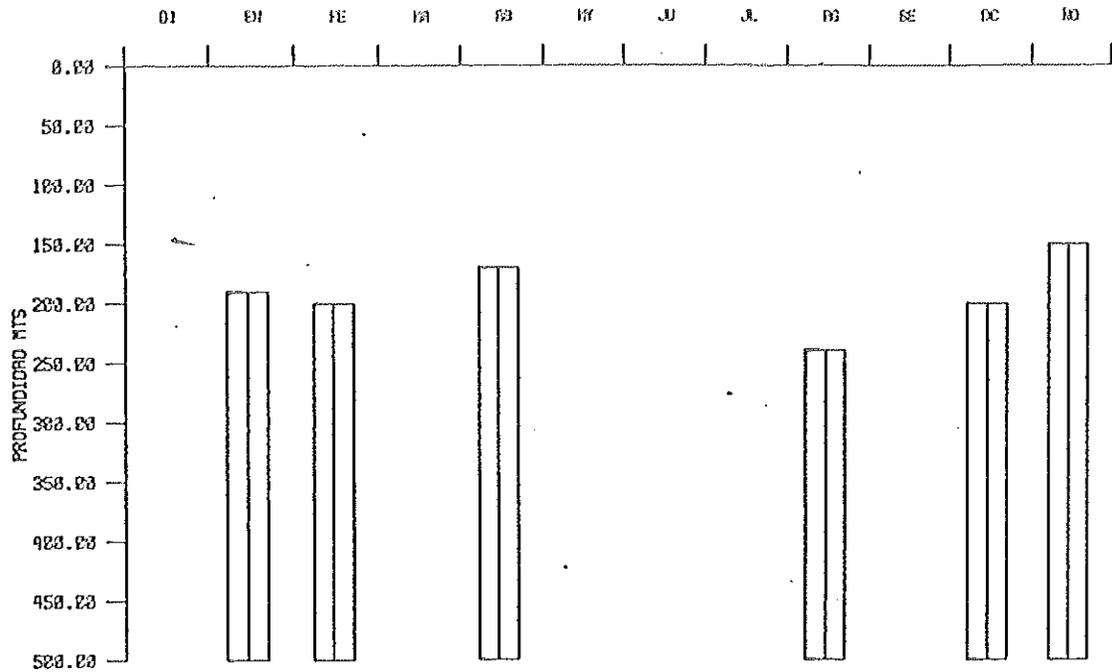


Fig 73.- Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región I de la línea 150

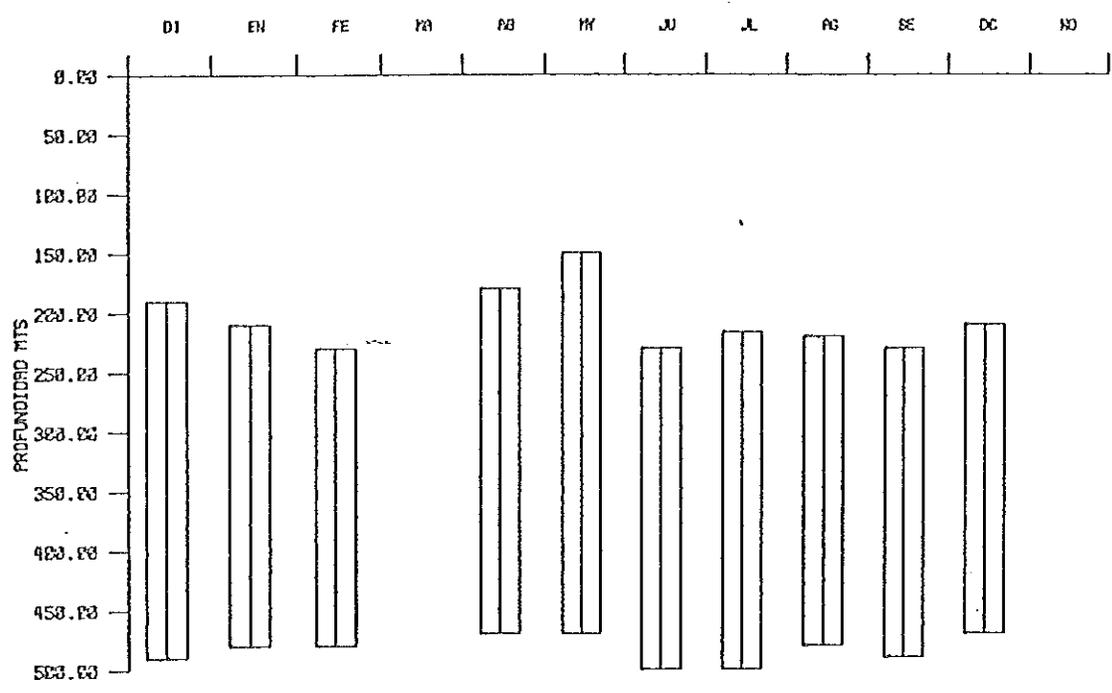


Fig 74.- Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región I de la línea 130

en la región anterior, se acentúa en éstas últimas regiones, por lo que el paso de un análisis mensual a uno estacional parece ser acertado.

La Fig 75 da la localización del Modo en la columna, ahora en forma estacional. Febrero, abril, julio y octubre fueron los meses elegidos a representar las cuatro estaciones del año. El límite inferior del Modo, ocurre en febrero y octubre a los 490 m y en abril y julio a los 480 m, es decir básicamente al mismo nivel. El límite superior del Modo es bien uniforme en las tres primeras estaciones del año, siendo sus valores de: 240, 230, y 230 respectivamente, experimentándose en otoño una elevación bastante significativa, ya que alcanza los 170 m. Por lo anterior, podemos asociar en ésta región, con un poco de más certeza, espesores de 240 a 310 m para el núcleo en cuestión.

d). - Región del Sur de California

Siguiendo con nuestra misma forma de análisis, los meses representativos de las estaciones climáticas, en ésta región, fueron los mismos que en la anterior, pero aquí un cambio bastante significativo ha ocurrido, en cuanto al límite superior se refiere, tal como se ilustra en la Fig 76; 185, 114, 111 y 148 m, son ahora los valores para la profundidad superior, mientras que, 490, 470, 470 y 480 m lo son para el límite inferior. De lo anterior se deduce que el grosor del núcleo se ha incrementado significativamente, respecto a las estaciones anteriores y sus valores sugieren, por otra parte, algo importante, pues en el ciclo primavera-verano, el grosor del núcleo (360 m) es un tanto mayor que el correspondiente al periodo otoño-invierno (330 a 300 m), es decir, existe una diferencia más o menos marcada en la localización del Modo sobre la columna para estos dos ciclos.

e). - Región de California central

En ésta región los meses analizados fueron: enero, mayo, julio y octubre, para representar a invierno, primavera, verano y otoño respectivamente. Los resultados se muestran en la Fig 77, en ella se observa que la tendencia de la región anterior persiste, ya que como antes, el límite inferior del Modo, no ha sufrido cambios importantes puesto que sus valores característicos son de 460 a 480 m y el límite superior también ha sostenido su nivel somero, estando ahora entre 122 y 164 m, lo cual ampara espesores de 314 a 348 m. Pero en ésta región, un cambio importante ha ocurrido, ya que a diferencia de la anterior, el núcleo tiene menor grosor en el periodo primavera-verano que en el de otoño-invierno.

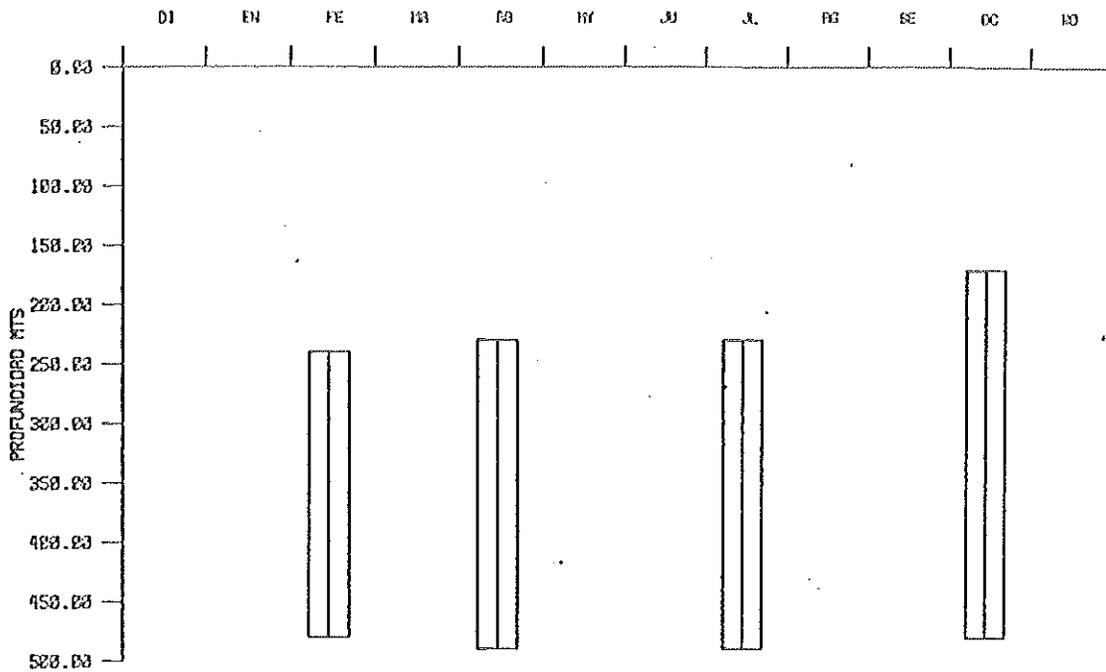


Fig 75.- Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región I de la línea 110

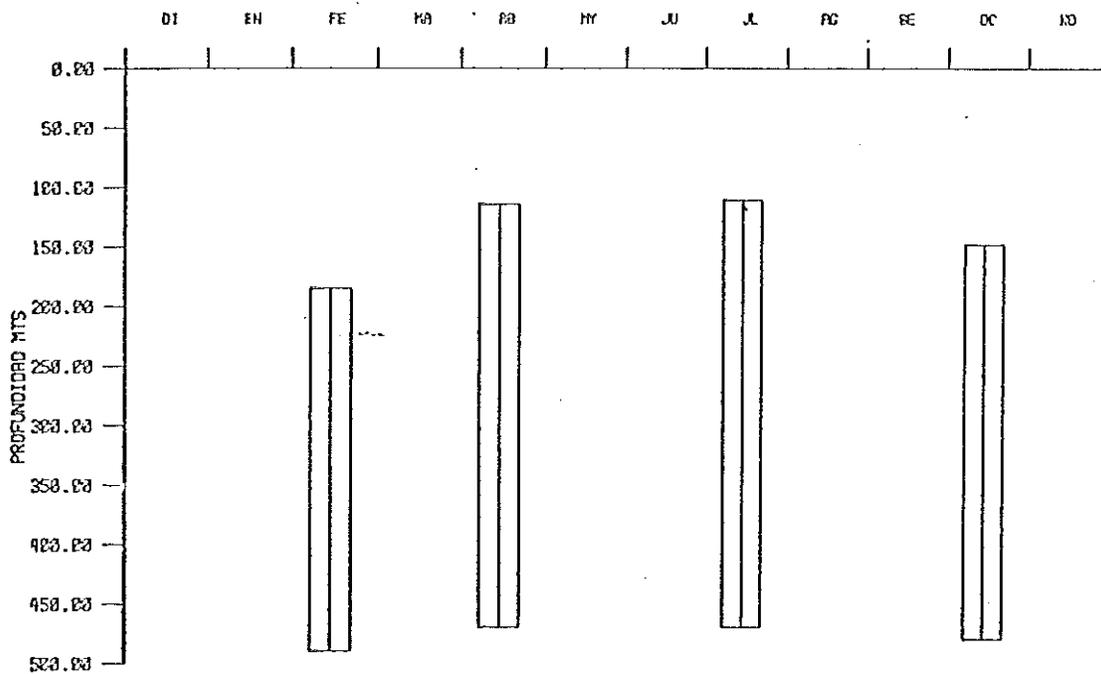


Fig 76.- Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región I de la línea 90

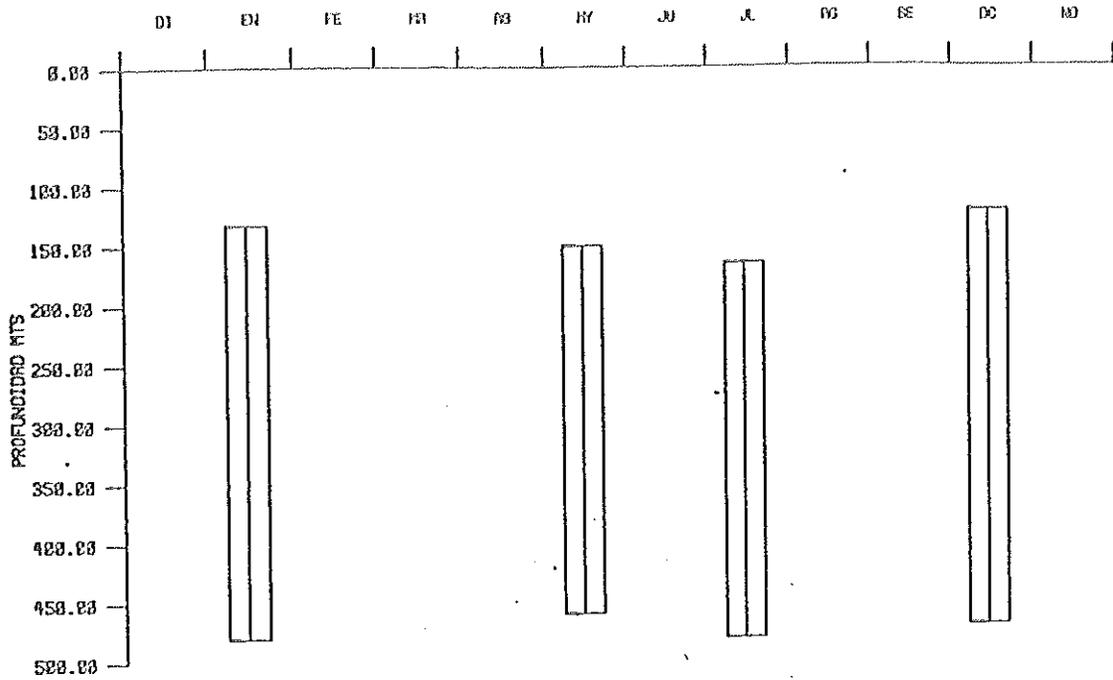


Fig 77.- Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región I de la línea 70

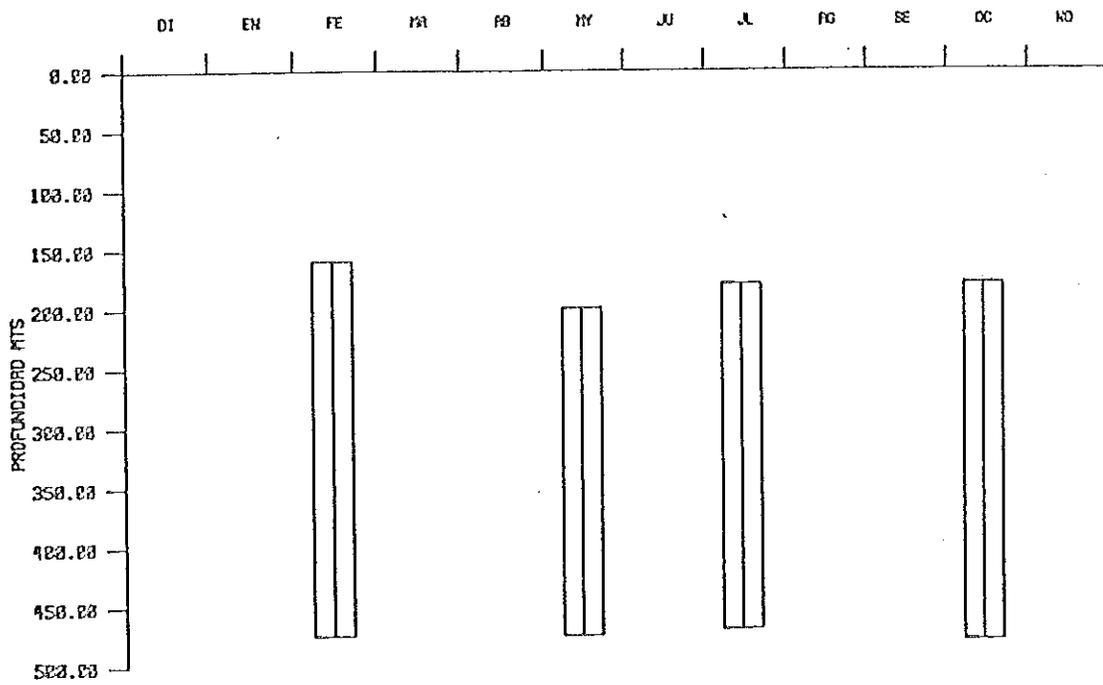


Fig 78.- Espesor del nucleo profundo en distribución mensual en la Región I de la línea 50

f). - Región del Norte de California

En ésta región los meses analizados fueron: febrero, mayo, julio y octubre y sus resultados se muestran en la Fig 78. En ella se observa que las características del Modo en ésta región, tienden a retornar hacia los que imperaban en las primeras regiones, es decir, el límite superior se hace más profundo, mientras que el inferior se sostiene entre los 470 y 480 m. La localización del nivel superior corre ahora entre los 160 a 200 m, lo cual aporta espesores de 275 a 315 m, conservandose ligeramente la tendencia de menor grosor para el período primavera-verano respecto a otoño-invierno.

V. 3. 2. 3. - Oxígeno

a). - Región del Cabo

La distribución de las concentraciones de oxígeno, observadas en el nucleo profundo de ésta región es dada en la Fig 79. En esta distribución resaltan los pequeños valores que ocurren (de 0.1 a 0.7 ml/l) y la uniformidad con que se distribuyen a lo largo del año. Los rangos mensuales en el nucleo van desde 0.1 a 0.5 ml/l, los valores bajos son de 0.1 a 0.2 ml/l y los altos de 0.3 a 0.7 ml/l. Finalmente, la distribución presentada, muestra que en los meses centrales, las aguas del nucleo son pobres en oxígeno, con valor máximo de 0.3 y mínimo de 0.1 ml/l, mientras que, para los meses de otoño y principios de invierno son más ricas, ocurriendo valores hasta de 0.7 ml/l.

b). - Región de Baja California Sur

El contenido de oxígeno en las aguas del Modo Profundo de ésta región (Fig 80) es marcadamente mayor que en la anterior, a la par, que la uniformidad de la distribución es un tanto menor. Los rangos mensuales en el nucleo van de 0.5 a 0.9 ml/l, con valores mínimos de 0.1 a 0.3 ml/l y máximos de 0.7 a 1.1 ml/l. La tendencia observada anteriormente, consistente en que en los meses centrales se tiene menor contenido de oxígeno, también se presenta en esta región, ocurriendo ahora, en agosto y en los meses de otoño, los valores máximos (\sim 0.9 ml/l).

c). - Región de Baja California Norte

El aumento experimentado en el contenido de oxígeno de las aguas del Modo en la ultima región, es en ésta aun mayor. Los valores máximos observados (Fig 81) son ahora de 1.1 a 2.7 ml/l, los mínimos de 0.3 a 0.6 ml/l y los rangos mensuales de esta propiedad de 0.9 a 2.1 ml/l. La uniformidad de la distribución (ahora estacional), es un tanto menor a las observadas anteriormente, pero la tendencia de mínimos de

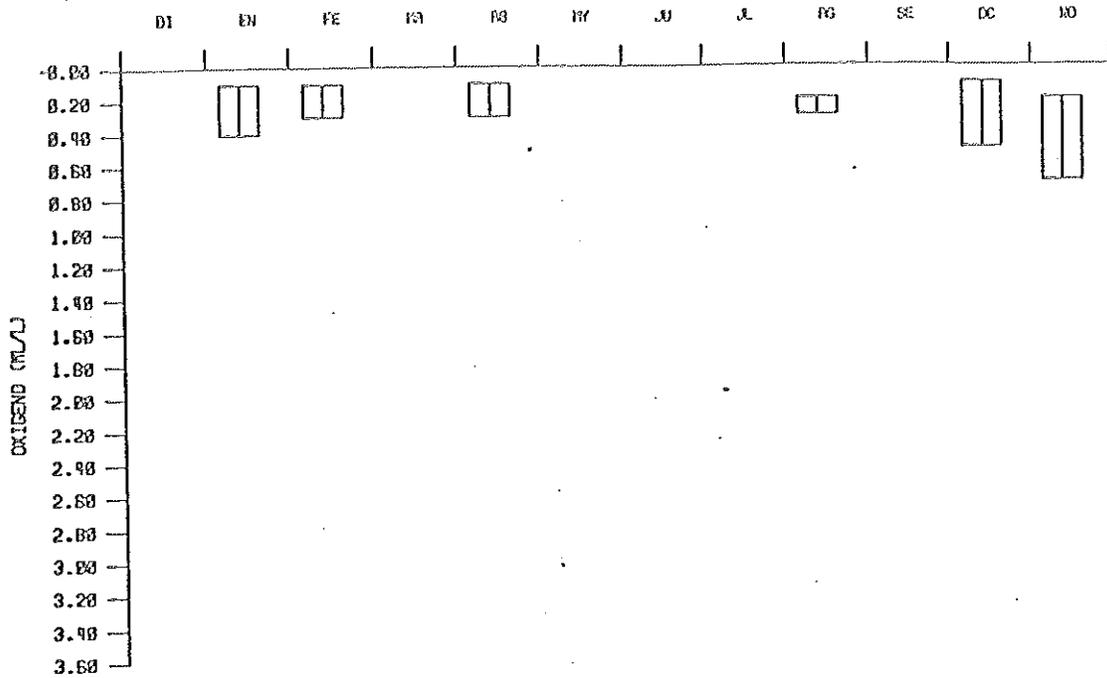


Fig 79.- Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región I de la línea 150

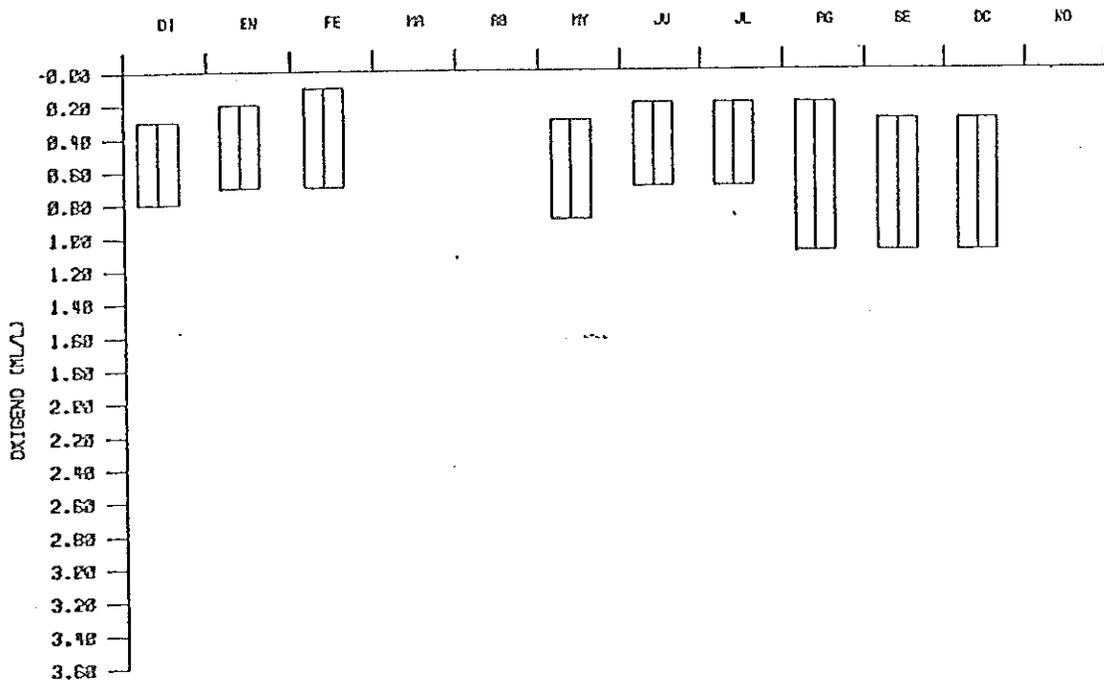


Fig 80.- Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región I de la línea 130

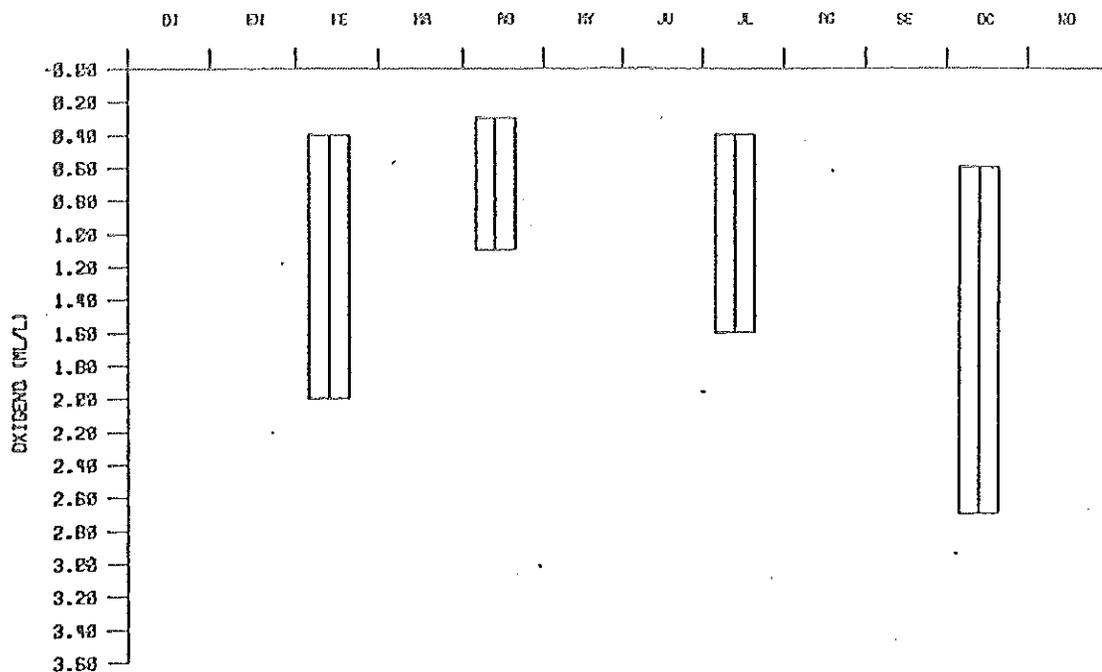


Fig 81.- Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región I de la línea 110

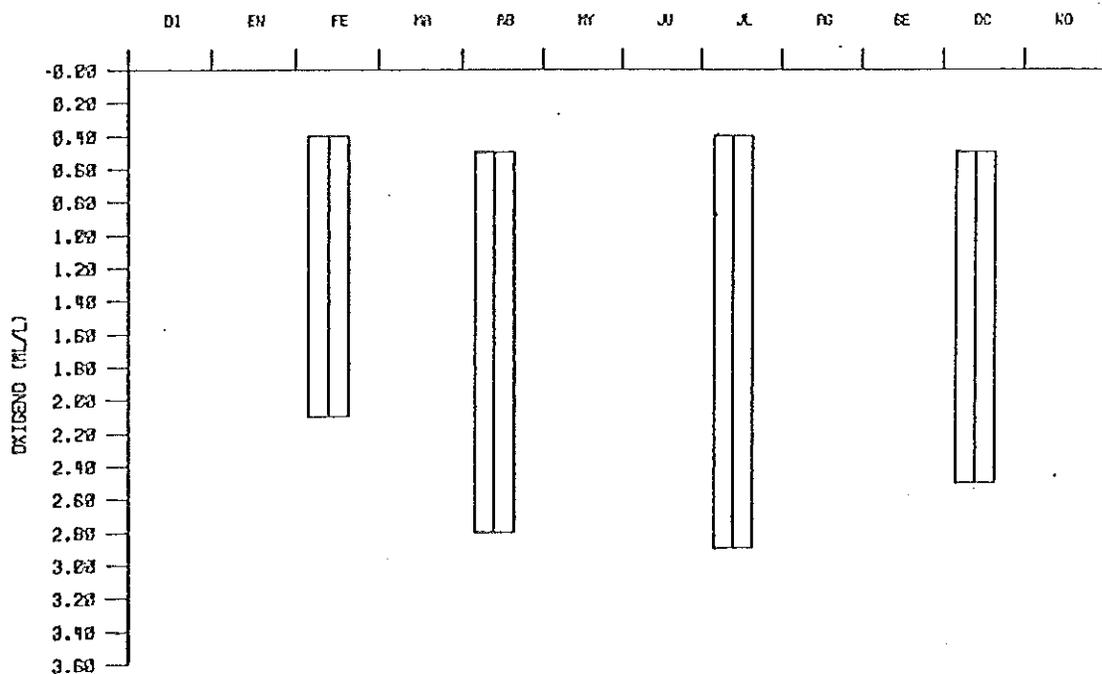


Fig 82.- Rango de Oxígeno (ml/l) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región I de la línea 90

oxígeno durante los meses centrales es aun bien manifiesta, ocurriendo nuevamente el máximo anual en otoño.

d). - Región del Sur de California

La distribución de la concentración de oxígeno dentro del Modo Profundo de ésta región, está dada en la Fig 82; en ella se aprecia que la tendencia de aumento de la cantidad de oxígeno, conforme vamos hacia el norte prevalece, aunque ahora la diferencia fué mínima (0.2 ml/l). Los rangos mensuales van de 1.7 a 2.5 ml/l, con valores máximos de 2.1 a 2.9 ml/l y mínimos de 0.4 a 0.5 ml/l. En ésta región ha ocurrido un cambio importante, pues la tendencia observada en las tres ultimas regiones, respecto a la época de ocurrencia de las máximas concentraciones, se ha invertido y ahora, es en los meses centrales cuando ocurren las aguas mayormente oxigenadas.

e). - Región de California Central

La distribución del contenido de oxígeno en ésta región (Fig 83), es un tanto diferente a las anteriormente presentadas, aunque los rangos mensuales no han sufrido cambios importantes, pues van de 2.0 a 2.2 ml/l, con valores máximos de 2.5 a 2.8 ml/l y mínimos de 0.5 a 0.6 ml/l, lo cual ha resultado en una distribución un poco más compacta respecto a las ultimas observadas. El aumento en la cantidad de oxígeno experimentado de región a región, no sólo se ha detenido, sino que hubo una ligera disminución (0.1 ml/l) y las épocas de ocurrencia de los valores máximos, es una mezcla de las dos anteriores, es decir, el ciclo de mínimo oxígeno es para invierno y primavera y el de máximo para verano-otoño.

f). - Región del Norte de California

En la distribución del contenido de oxígeno de ésta región (Fig 84), se observa un gran aumento (1.0 ml/l) en el contenido máximo de éste parámetro, respecto al típico de la región anterior. Los rangos mensuales son ahora de 1.9 a 2.9 ml/l, con valores máximos de 2.7 a 3.8 ml/l y mínimos de 0.8 a 0.9 ml/l. En ésta ultima región, la ocurrencia de los valores extremos, presenta el patrón de las tres primeras regiones del sur, pues es en los meses centrales cuando ocurren las aguas más pobremente oxigenadas.

V. 3. 3. - Modo univariante en temperatura

a). - Región del Cabo

El Modo de Temperatura de ésta región ampara del 53 al 74 % de las aguas de la columna (Fig 85), las cuales tienen una temperatura de 7.5 a 12.5 C. La influencia máxima (74 %) es en noviembre y abril (70 %), la mínima ocurre en agosto (53 %)

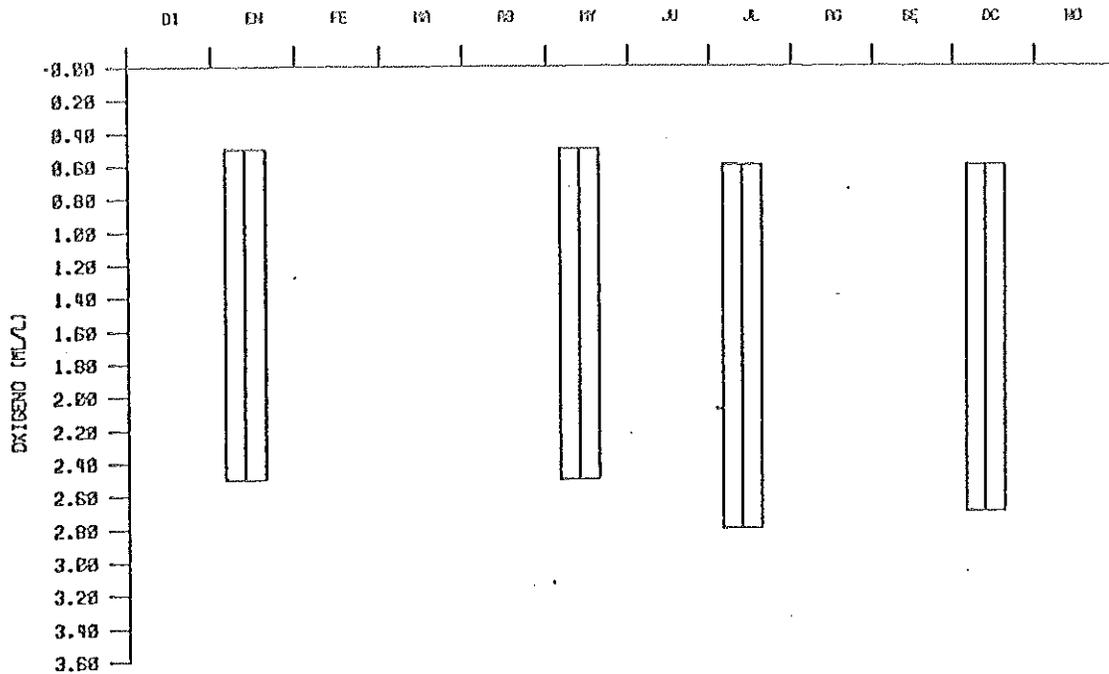


Fig 83.- Rango de Oxígeno (mg/L) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región I de la línea 70

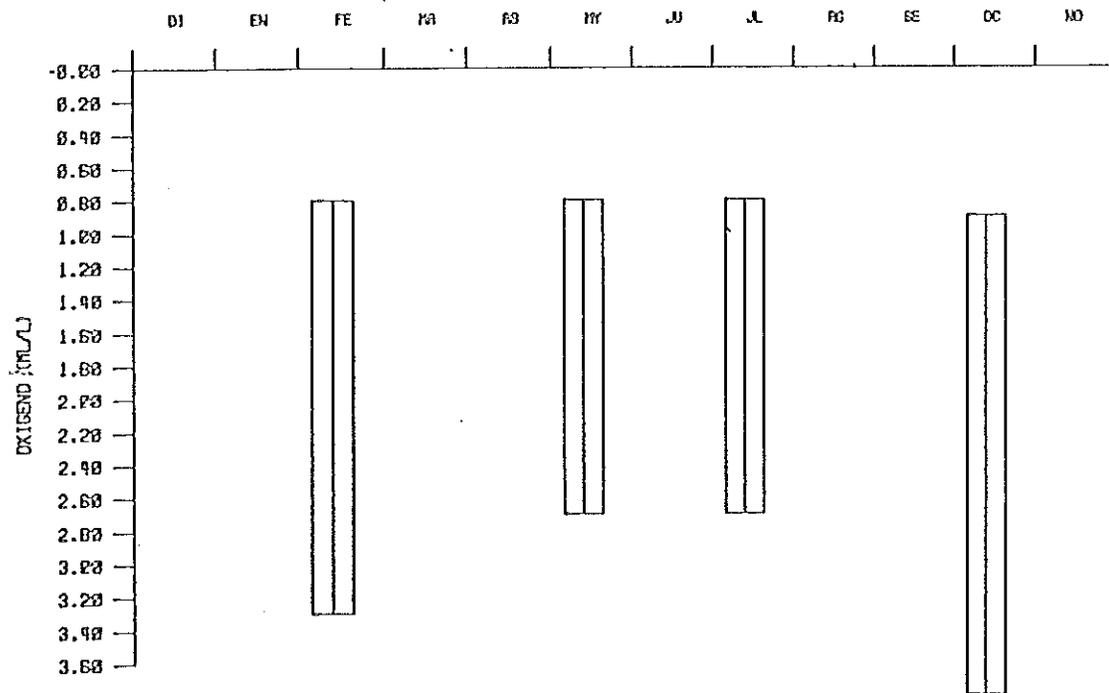


Fig 84.- Rango de Oxígeno (mg/L) en el nucleo profundo en distribución mensual para la Región I de la línea 50

y la época de transición (~63 %) en los meses de invierno. La distribución estacional (Fig 86), indica una aparición alternada de las épocas de máxima y mínima influencia del modo. Invierno con el 63 % del volumen total, representa un mínimo relativo, en primavera se observa un valor alto (70 %), verano con el 53 % es el mínimo absoluto y otoño (74 %) el máximo.

b). - Región de Baja California Sur

El Modo de Temperatura en ésta región está centrado entre 7.0 y 11.5 C, rango que contienen del 59 al 74 % de las aguas de esta columna. La distribución mensual (Fig 87) es más o menos uniforme, con valor máximo (74 %) en junio y valores altos en diciembre (72 %) y abril (70 %). El mínimo ocurre en octubre (59 %) y septiembre (61 %). La distribución estacional (Fig 88) es aun más uniforme, existiendo en invierno, primavera y verano un alto valor (~69 %) y en otoño un mínimo (60 %).

c). - Región de Baja California Norte

El Modo de Temperatura en ésta región, ampara volúmenes del 68 al 76 % y temperaturas en el rango de 6.0 a 10.0 C. La distribución mensual (Fig 89) es bien uniforme, con valor máximo (~76 %) en diciembre, abril, junio y julio y mínimo (~68 %) en enero, febrero, mayo, agosto y octubre. Esta uniformidad se acentúa en la distribución estacional (Fig 90), donde la diferencia entre la época de influencia máxima (primavera) y la de mínima (otoño) es de sólo 3.6 %.

d). - Región del Sur de California

En ésta región, el Modo de Temperatura se localiza entre 6.0 y 10.0 C, su distribución mensual (Fig 91) presenta un patrón bastante uniforme y su influencia en la columna representó volúmenes entre el 66 y el 81 %. Junio, julio y agosto son los meses de influencia máxima (~80 %) y octubre y noviembre los de mínima (~66 %). En distribución estacional (Fig 92) verano resulta ser la época de alto volumen (80 %), otoño la de mínimo (70 %), observándose en invierno y primavera un volumen promedio (75 %) de las épocas extremas.

e). - Región de California Central

El Modo de Temperatura en ésta región, contiene volúmenes entre el 77 y el 83 % del volumen total y su rango va de 5.5 a 9.5 C. La pequeña diferencia (~6 %) entre los valores extremos, es representativa de la gran uniformidad mensual (Fig 93) de éste Modo. El valor máximo (~80 %) aparece en abril, agosto, septiembre y noviembre, mientras que la influencia mínima (~77 %) es en enero, marzo y octubre. En la distribución estacional (Fig 94), la diferencia entre épocas

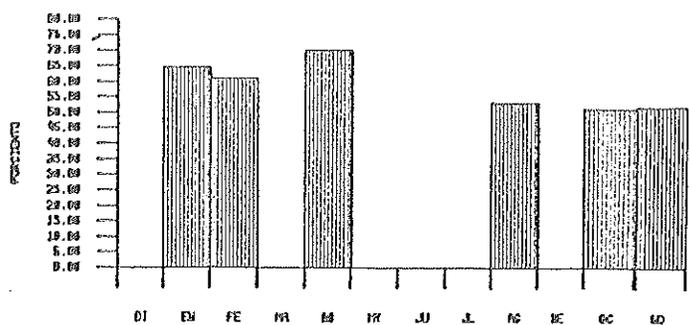


Fig 85.- Porcentajes (distribución mensual) del modo univariante en temperatura (7.5-12.5 C) en la región I de la línea 150

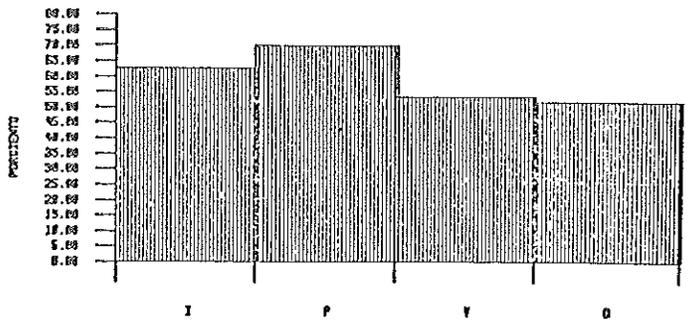


Fig 86.- Porcentajes (distribución estacional) del modo univariante en temperatura (7.5-12.5 C) en la región I de la línea 150

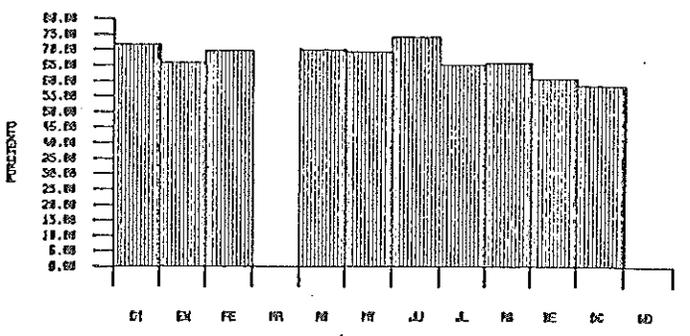


Fig 87.- Porcentajes (distribución mensual) del modo univariante en temperatura (7.0-11.5 C) en la región I de la línea 130

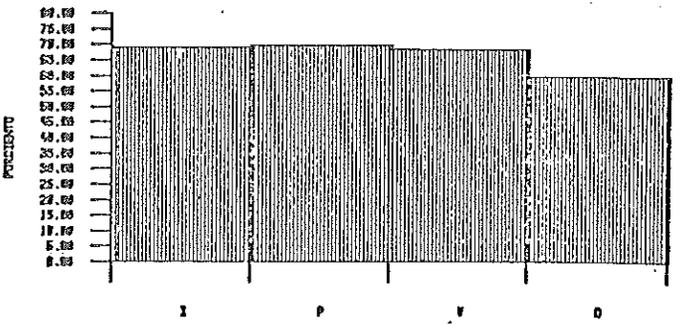


Fig 88.- Porcentajes (distribución estacional) del modo univariante en temperatura (7.0-11.5 C) en la región I de la línea 130

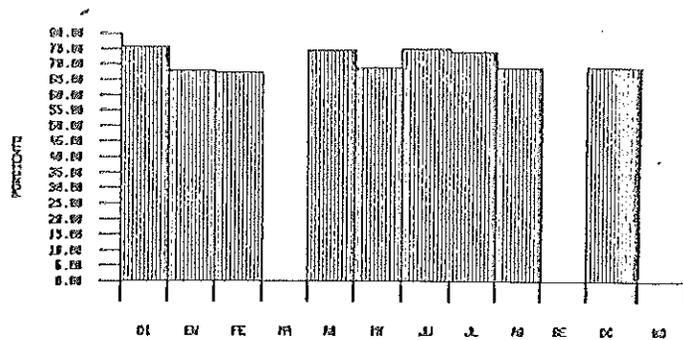


Fig 89.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo univariante en temperatura (6.0-10.0 C) en la región I de la línea 110

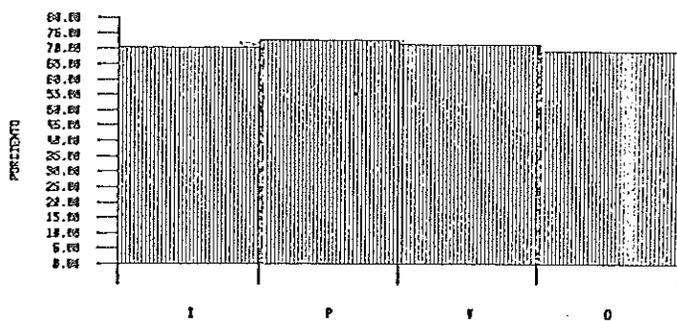


Fig 90.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo univariante en temperatura (6.0-10.0 C) en la región I de la línea 110

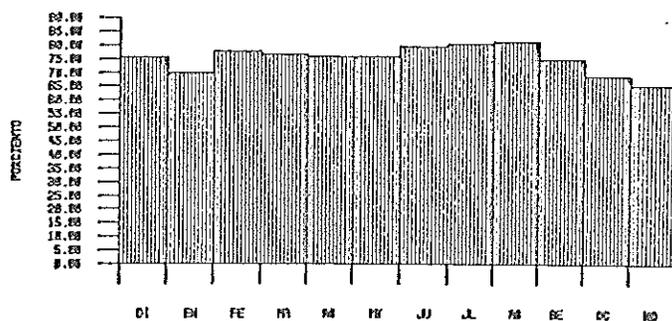


Fig 91.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo univariante en temperatura (6.0-10.0 C) en la región I de la línea 32

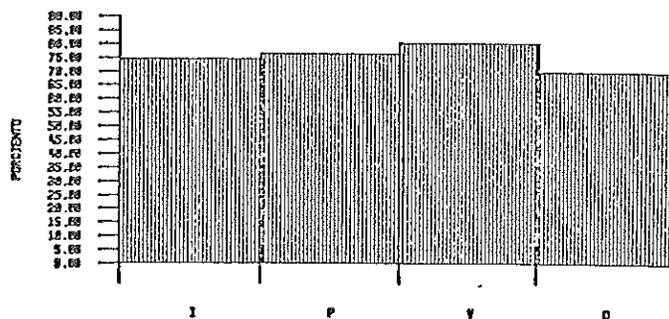


Fig 92.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo univariante en temperatura (6.0-10.0 C) en la región I de la línea 32

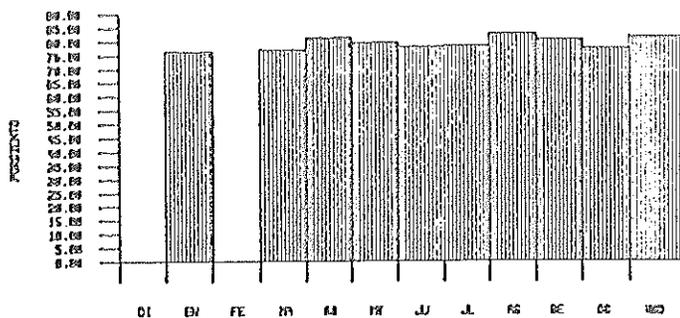


Fig 93.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo univariante en temperatura (5.5-9.5 C) en la región I de la línea 7B

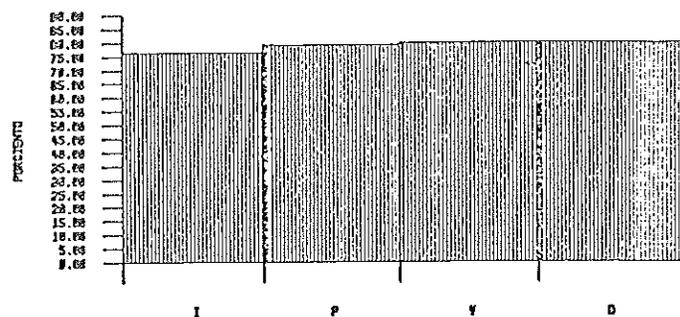


Fig 94.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo univariante en temperatura (5.5-9.5 C) en la región I de la línea 7B

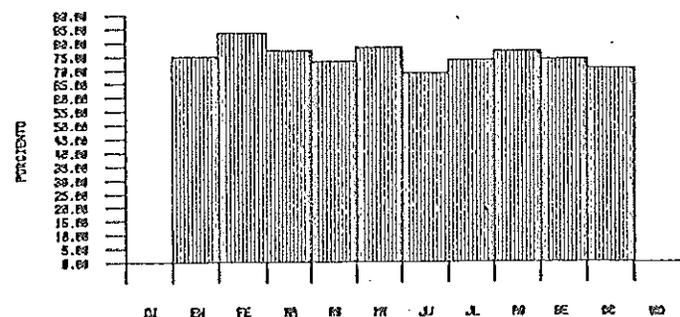


Fig 95.- Porcentajes (distribución mensual) del nodo univariante en temperatura (5.0-9.0 C) en la región I de la línea 5B

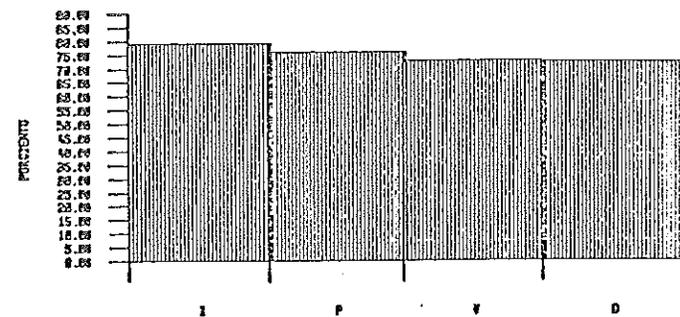


Fig 96.- Porcentajes (distribución estacional) del nodo univariante en temperatura (5.0-9.0 C) en la región I de la línea 5B

extremas es aun más pequeña (~3.5 %). El máximo volumétrico (~79 %) ocurre en primavera, verano y otoño y el mínimo (76 %) en invierno.

f). - Región del Norte de California

En ésta región el Modo Volumétrico de Temperatura se localiza entre 5.0 y 9.0 C y contiene del 69 al 84 % del volumen total. La distribución mensual (Fig 95) es un tanto menos uniforme que la de la región anterior. El volumen máximo (84 %) se presenta en febrero y el mínimo (69 %) en junio. La distribución estacional (Fig 96) presenta tres épocas volumétricas, la máxima (79 %) corresponde a invierno, la mínima (~72 %) a verano-otoño y la de transición (76 %) a primavera.

V.3.4. - Modo univariante en salinidad

a). - Región del Cabo

El Modo Salino en ésta región se localiza entre 34.5 y 34.7 ppm y contiene del 57 al 75 % del volumen total. La distribución volumétrica mensual (Fig 97) es poco uniforme. El valor máximo (75 %) ocurre en febrero y el mínimo (57 %) en agosto. En la distribución estacional (Fig 98), invierno resulta ser la época de influencia máxima (74 %), agosto la de mínima (57 %), mientras que en primavera y verano existen volúmenes de 61 y 65 % respectivamente.

b). - Región de Baja California Sur

El Modo Salino en ésta región se localiza entre 34.4 y 34.6 ppm y ampara volúmenes del 32 al 61 % del volumen total, es decir, existe una gran diferencia (del 29 %) entre las épocas extremas. La distribución mensual (Fig 99) es bastante abrupta pues los máximos y mínimos ocurren alternados. El valor volumétrico mayor (~61 %) aparece en enero y mayo y el menor (32 %) en septiembre. La ocurrencia alternada de altos y bajos valores volumétricos permite (al promediar) que la distribución estacional (Fig 100) sea mucho más suave. Así, primavera e invierno representan el tiempo de ocurrencia del volumen máximo (54 %) y verano-otoño el del mínimo (43 %).

c). - Región de Baja California Norte

En ésta región del 36 al 59 % del volumen de la columna presenta un valor de salinidad entre 34.2 y 34.4 ppm. La diferencia volumétrica entre los valores extremos es muy grande (23 %), pero existe cierta uniformidad en la distribución mensual (Fig 101). La influencia máxima del Modo Salino es en enero (57 %) y agosto (59 %) y la mínima (~37 %)

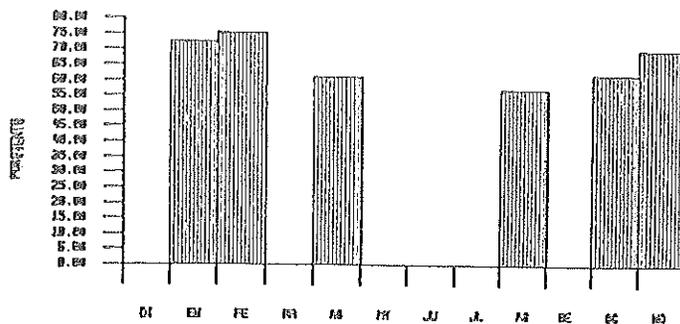


Fig 77.- Porcentajes (distribución mensual) del modo univariante en salinidad (34.5-34.7 ppt) en la región I de la línea 158

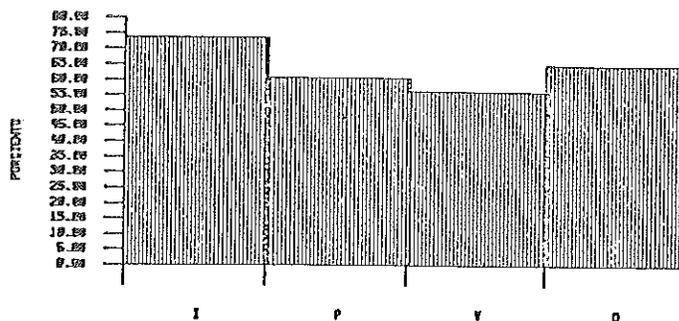


Fig 78.- Porcentajes (distribución estacional) del modo univariante en salinidad (34.5-34.7 ppt) en la región I de la línea 158

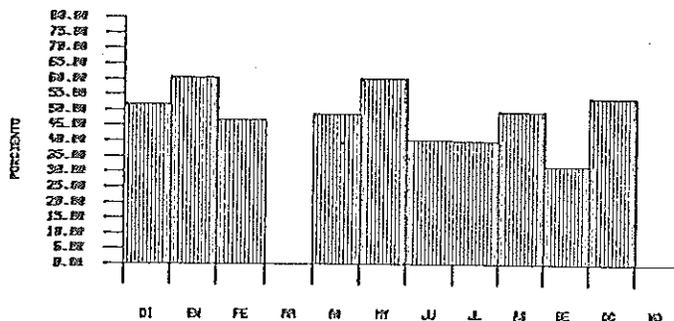


Fig 79.- Porcentajes (distribución mensual) del modo univariante en salinidad (34.4-34.6 ppt) en la región I de la línea 138

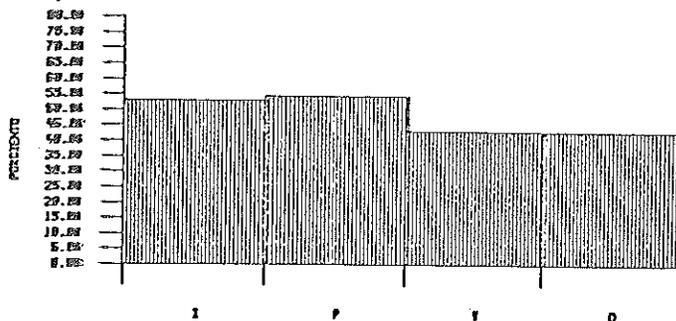


Fig 70.- Porcentajes (distribución estacional) del modo univariante en salinidad (34.4-34.6 ppt) en la región I de la línea 138

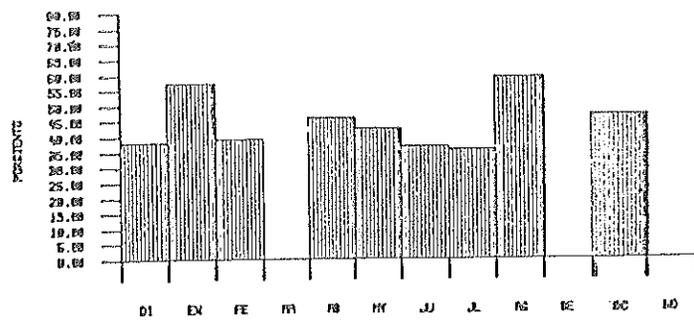


Fig 101.- Porcentajes (distribución mensual) del modo univariante en salinidad [34.2-34.4 ppt] en la región I de la línea 118

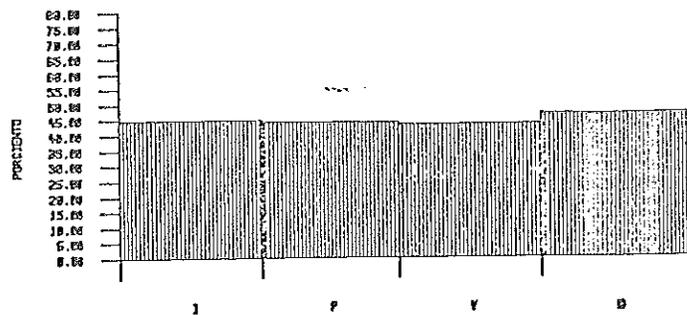


Fig 102.- Porcentajes (distribución estacional) del modo univariante en salinidad [34.2-34.4 ppt] en la región I de la línea 118

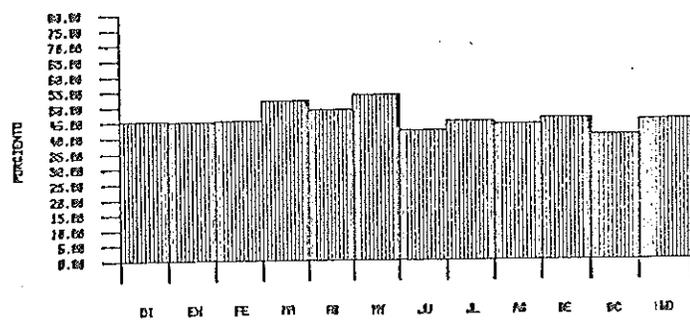


Fig 103.- Porcentajes (distribución mensual) del modo univariante en salinidad [34.1-34.3 ppt] en la región I de la línea 92

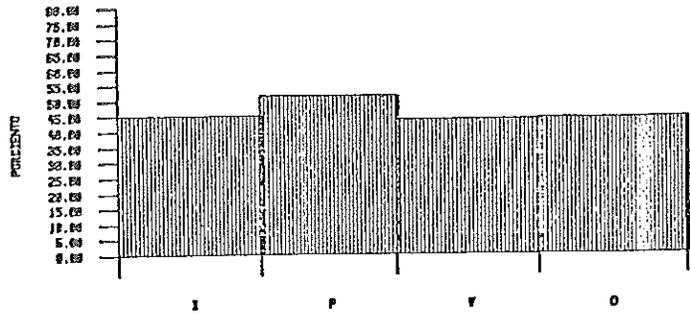


Fig 104.- Porcentajes (distribución estacional) del modo univariante en salinidad [34.1-34.3 ppt] en la región I de la línea 92

en febrero, junio, julio y diciembre. En la distribución estacional (Fig 102), la diferencia entre épocas extremas es muy pequeña (~3 %) y en promedio, invierno, primavera y verano son épocas de influencia mínima (~44 %) y otoño de máxima (47 %).

d). - Región del Sur de California

En ésta región, la distribución mensual del Modo Salino (Fig 103) es muy uniforme, siendo del 41 al 54 % el volumen que representa, en un rango de salinidad de 34.1 a 34.3 ppm. El volumen máximo (54 %) ocurre en mayo y el mínimo (~41 %) en junio y octubre, teniendo los meses restantes valores cercanos a 45 %. La distribución estacional (Fig 104) presenta el siguiente patrón, el mínimo relativo (~44 %) ocurre en verano, otoño e invierno, y el máximo (52 %) en primavera.

e). - Región de California Central

En ésta región, entre el 39 y 50 % del volumen total está contenido en el Modo Salino, representado por el rango que va de 34.1 a 34.3 ppm. La diferencia entre las épocas extremas es pequeña (11 %) y grande la uniformidad de la distribución (Fig 105). El máximo mensual (~50 %) es en noviembre y enero, mientras que el mínimo (39 %) es en septiembre. La distribución estacional (Fig 106) presenta una diferencia de ~4.0 % entre las épocas extremas, donde invierno representa el máximo (49 %) y primavera, verano y otoño el mínimo (~44 %).

f). - Región del Norte de California

El Modo Salino en ésta región represento del 37 al 49 % del volumen de la columna y fué localizado entre 33.9 y 34.1 ppm de salinidad. La distribución mensual (Fig 107) es bastante uniforme, siendo en octubre y febrero cuando éste Modo domina más fuertemente la columna (~49 %), ocurriendo en septiembre lo contrario (con 37 %). La distribución estacional (Fig 108) resulta un fiel reflejo de la uniformidad mensual, así, en primavera, verano y otoño existe un valor volumétrico del 43 % e invierno es la época de influencia máxima (46 %).

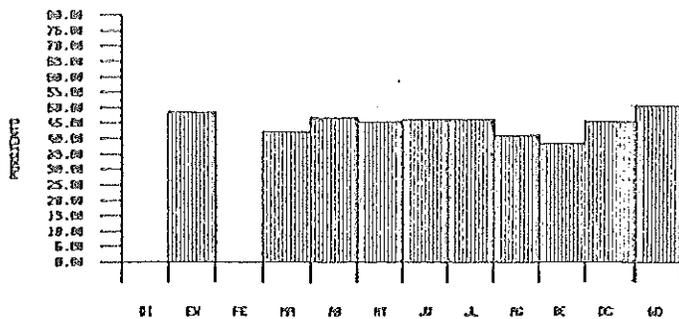


Fig 105.- Porcentajes (distribución mensual) del modo univariante en salinidad (34.1-34.3 ppa) en la región I de la línea 7B

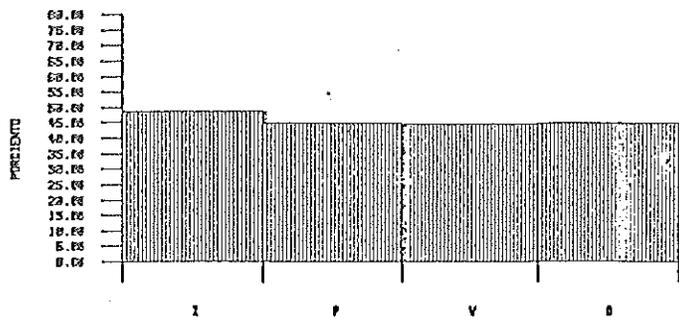


Fig 106.- Porcentajes (distribución estacional) del modo univariante en salinidad (34.1-34.3 ppa) en la región I de la línea 7B

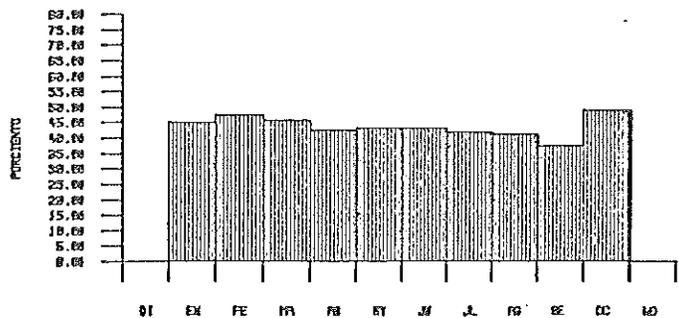


Fig 107.- Porcentajes (distribución mensual) del modo univariante en salinidad (33.9-34.1 ppa) en la región I de la línea 5B

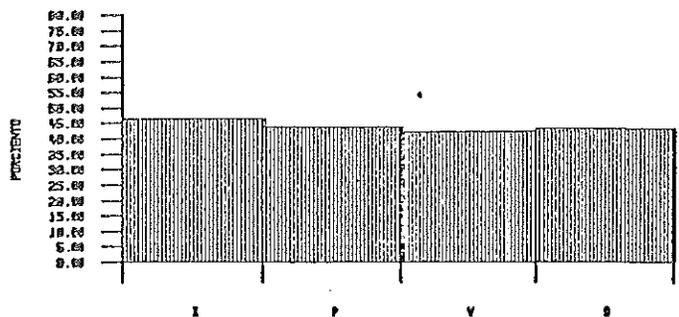


Fig 108.- Porcentajes (distribución estacional) del modo univariante en salinidad (33.9-34.1 ppa) en la región I de la línea 5B

V. 4. - Variabilidad Espacial

Los resultados más ilustrativos de las características globales de la región estudiada, pueden ser encontrados al comparar las características particulares de cada región en que ella fué dividida para su estudio. Lo más relevante del análisis, en este sentido, puede ser resumido así :

V. 4. 1. - Dominio Océánico

1. - El numero promedio de intervalos de clase en que se agrupó el Modo Profundo en el Dominio Océánico de cada región, se muestra en la siguiente tabla.

Línea	# de clases
130	12
110	14
90	17
70	19
50	14

Tabla 6. - Numero promedio de intervalos de clase T-S en que se agrupó el Modo Profundo en el Dominio Océánico de cada región.

2. - Generalmente existe un aumento hacia al Norte en el volumen (relativo) del nucleo. Los volúmenes promedio (porcientos) son dados en la tabla # 7

Línea	% de Volumen Promedio
130	49.30
110	47.41
90	53.14
70	59.86
50	62.70

Tabla 7. - Volúmenes promedio (%) del Modo Profundo en cada región dentro del Dominio Océánico.

3. - Para cada región existe una componente definida de Agua Ecuatorial, la cual se conserva más o menos invariante a lo largo del año y cuyos valores se muestran en la tabla # 8

Línea	% de Agua Ecuatorial
130	80 - 60
110	60 - 40
90	50 - 30
70	50 - 30
50	40 - 20

Tabla 8. - Rango del porcentaje de Agua Ecuatorial Profunda, presente en el núcleo profundo de cada región, dentro del Dominio Oceánico.

4. - La localización promedio en profundidad y el rango de la concentración de oxígeno dentro del núcleo profundo, son presentados en la tabla siguiente.

Línea	Profundidad (m)		Oxígeno (ml/l)	
	Mín	Máx	Mín	Máx
130	205	473	0.28	1.38
110	240	470	0.55	2.23
90	180	478	0.55	2.85
70	158	478	0.60	3.35
50	185	485	0.86	3.25

Tabla 9. - Valores promedio para la profundidad y la concentración de oxígeno del Modo Profundo, en el Dominio Oceánico de cada región.

5. - De la distribución mensual y estacional del Modo Profundo, ilustrada en forma de barras (Figs 9 a 18), resulta la siguiente tabla de valores extremos.

Línea	Mensual		Estacional	
	Máx	Mín	Máx	Mín
130	Se	Jl, Fe	O	I
110	Oc	Ab	O	V
90	Oc	Fe	O	I
70	Ag, En, No	Se, Di	I, V	P, O
50	Fe, Ab	Jl, Ag	I, P	V

Tabla 10. - Epocas, mensuales y estacionales, de ocurrencia extrema del volumen del Modo Profundo en cada región en el Dominio Oceánico.

6. - De la distribución mensual y estacional del Modo Salino ilustrada en forma de barras (Figs 39 a 48), resulta la siguiente tabla de valores extremos.

Línea	Mensual		Estacional	
	Máx	Mín	Máx	Mín
130	Ab, Se	Jl, Oc	P	V
110	En, Oc	Ab, My	O	P, V
90	Fe, Ma	Ju, Jl	I	V
70	Se	Ag	O, I	V
50	Fe, My	Jl	I, P	V

Tabla 11. - Epocas, mensuales y estacionales, de ocurrencia extrema del volumen del Modo Salino en cada región en el Dominio Océánico.

7. - De la distribución mensual y estacional del Modo de Temperatura ilustrada en forma de barras (Figs 29 a 38), resulta la siguiente tabla de valores extremos.

Línea	Mensual		Estacional	
	Máx	Mín	Máx	Mín
150		no trabajada		
130	Se	Oc	P	V
110	My	Oc	V	I
90	Ma, Ju, Jl	Fe, Ab	V	I
70	En, Ag	No	I, V	P, O
50	Fe, My	Ag, Se	I, P	O

Tabla 12. - Epocas, mensuales y estacionales, de ocurrencia extrema del volumen del Modo de Temperatura en cada región en el Dominio Océánico.

8. - Los valores volumétricos (%) de las épocas de influencia máxima y mínima de los Modos Univariantes y Bivariante son mostrados en las figuras 109 a 111.

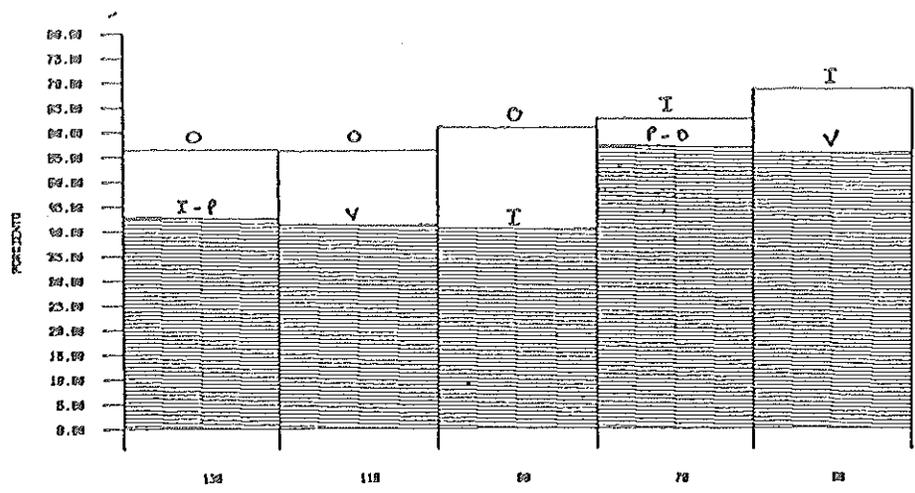


Fig 109.- Valores extremos del Modo Profundo y época de ocurrencia estacional en el Dominio Océanico de cada región

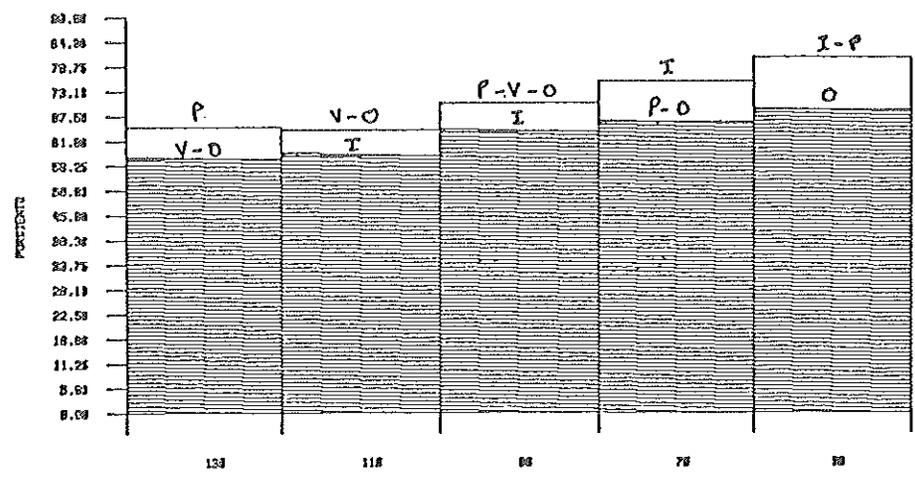


Fig 110.- Valores extremos del Modo Térmico y época de ocurrencia estacional en el Dominio Océanico de cada región

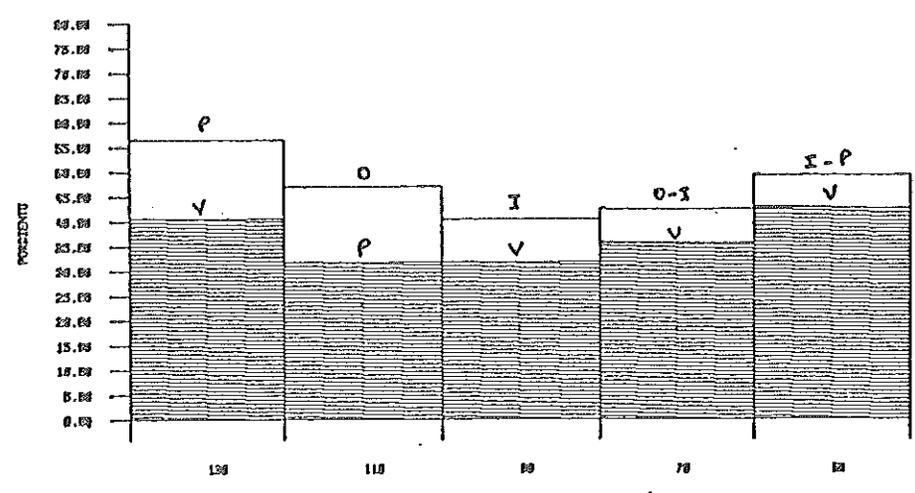


Fig 111.- Valores extremos del Modo Salino y época de ocurrencia estacional en el Dominio Océanico de cada región

V. 4.2. - Dominio Costero

1. - Generalmente existe un aumento siempre hacia el Norte en el numero de intervalos de clase en que se agrupa el Modo Profundo, este numero puede ser tomado como un índice de la homogeneidad del nucleo. En la tabla 13 se muestra el numero promedio de intervalos para cada región.

Línea	# de clases
150	11
130	13
110	14
90	15
70	17
50	15

Tabla 13. - Numero promedio de intervalos de clase T-S, en que se agrupó el Modo Profundo, en el Dominio Costero de cada región.

2. - Generalmente existe un aumento, también al Norte en el volumen (relativo) del nucleo. Los volúmenes promedio (porcientos) son dados en la tabla # 14

Línea	% de Volumen Promedio
150	50.81
130	45.71
110	50.85
90	61.30
70	65.85
50	60.88

Tabla 14. - Volúmenes promedio (%) del Modo Profundo en cada región dentro del Dominio Costero.

3. - Para cada región existe una componente definida de Agua Ecuatorial, la cual se conserva más o menos invariante a lo largo del año y cuyos valores se muestran en la tabla # 15

Línea	% de Agua Ecuatorial
150	100 - 80
130	90 - 70
110	70 - 50
90	60 - 40
70	50 - 30
50	35 - 25

Tabla 15.- Rango del porcentaje de Agua Ecuatorial Profunda presente en el núcleo profundo de cada región dentro del Dominio Costero.

4.- La localización promedio en profundidad y el rango de la concentración de oxígeno dentro del núcleo profundo, son presentados en la tabla siguiente.

Línea	Profundidad (m)		Oxígeno (ml/l)	
	Mín	Máx	Mín	Máx
150	192	500	0.13	0.41
130	207	483	0.23	0.87
110	218	485	0.43	1.85
90	140	478	0.45	2.33
70	142	473	0.55	2.63
50	180	475	0.83	3.13

Tabla 16.- Valores promedio para la profundidad y la concentración de oxígeno del Modo Profundo en el Dominio Costero de cada región.

5.- De la distribución mensual y estacional del Modo Profundo, ilustrada en forma de barras (Figs 61 a 72), resulta la siguiente tabla de valores extremos.

Línea	Mensual		Estacional	
	Máx	Mín	Máx	Mín
150	Fe	Ag	I	V
130	My	Jl	P	V
110	En, My	Jl	O	V
90	Jl, My	Se, Di	P, V	O, I
70	En	My, Jl	I	P, V
50	Fe	Ju	I	V

Tabla 17.- Epocas, mensuales y estacionales, de ocurrencia extrema del volumen del Modo Profundo en cada región en el Dominio Costero.

6.- De la distribución mensual y estacional del Modo Salino, ilustrada en forma de barras (Figs 97 a 108), resulta la siguiente tabla de valores extremos.

Línea	Mensual		Estacional	
	Máx	Mín	Máx	Mín
150	En, Fe	Ag	I	V
130	En, My	Jl, Se	I, P	V, O
110	En, Ag	Ju, Jl, Di	O	P, V
90	Ma, My	Ju, Oc	I	V, O
70	En, No	Ma, Se	I	P, V, O
50	Fe, Oc	Jl, Ag	I	P, V, O

Tabla 18.- Epocas, mensuales y estacionales, de ocurrencia extrema del volumen del Modo Salino en cada región en el Dominio Costero.

7.- De la distribución mensual y estacional del Modo de Temperatura ilustrada en forma de barras (Figs 85 a 96), resulta la siguiente tabla de valores extremos.

Línea	Mensual		Estacional	
	Máx	Mín	Máx	Mín
150	Ab	Ag, Oc, No	I	V, O
130	Di, Ab, Ju	Se	I, P, V	O
110	Di, Ab, Ju, Jl	En, Fe, My, Ag	P	O
90	Ju, Jl, Ag	No	V	O
70	Ab, Ag, No	En, Ma, Oc	I	P, V, O
50	Fe	Jl, Oc	I, P	V, O

Tabla 19.- Epocas, mensuales y estacionales, de ocurrencia extrema del volumen del Modo de Temperatura en cada región en el Dominio Costero.

B.- Los valores volumétricos (%) de las épocas de influencia máxima y mínima de los Modos Univariantes y Bivariante son mostrados en las figuras 112, 113 y 114.

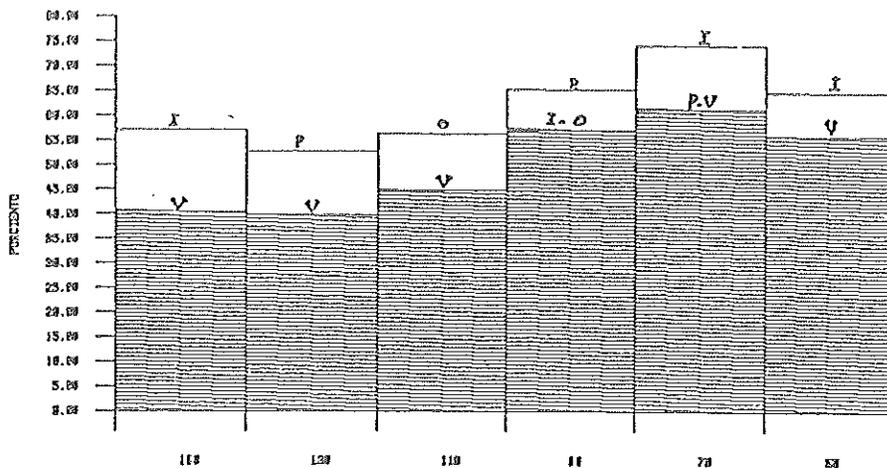


Fig 112.- Valores extremos del Modo Profundo y época de ocurrencia estacional en el Dominio Costero de cada región

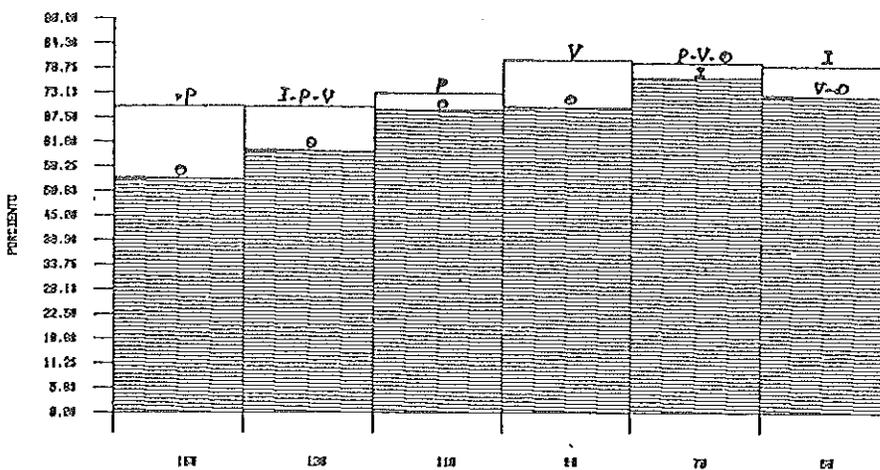


Fig 113.- Valores extremos del Modo Térmico y época de ocurrencia estacional en el Dominio Costero de cada región

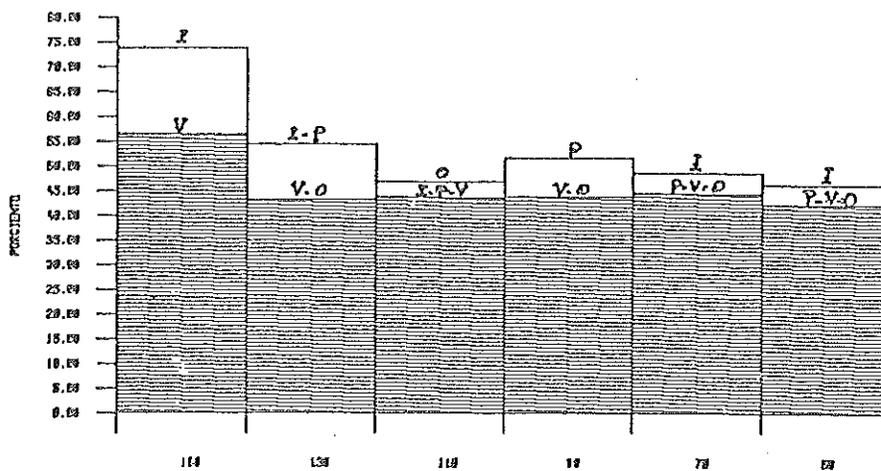


Fig 114.- Valores extremos del Modo Salino y época de ocurrencia estacional en el Dominio Costero de cada región

VI. - DISCUSION

La forma de los diagramas volumétricos (Figs. 1 a 33 del anexo) obtenidos en la Región de la Corriente de California, sugiere la existencia, generalmente bien definida, de tres capas principales en la columna estudiada, es decir, normalmente existieron al menos dos puntos de inflexión en las líneas T-S de cada región. De ésta forma, usualmente estuvieron bien definidas las siguientes tres capas: Capa Superficial (ó de mezcla), Capa de Transición (haloclina) y la Capa Profunda.

Bathen (1972) presentó el estudio de los cambios estacionales de la profundidad inferior de la capa de mezcla en el Océano Pacífico Norte. Sus resultados indican que la profundidad referida experimenta un cambio estacional considerable conforme se incrementa la latitud. En la región de estudio el rango de la profundidad inferior de ésta capa, va de los 40 m (normalmente el Sur) en verano a más de 100 m (generalmente en el Norte) en invierno.

Por otra parte, nuestros resultados indican que la Capa Profunda está bien definida a partir de los 150 ó 180 m. Entonces, en conjugación con los resultados de Bathen (1972) podemos asociar un máximo de 150 a 180 m para el espesor de las primeras dos capas y de 320 a 350 m para la profunda. Por lo tanto, dada ésta situación, el volumen máximo esperado para la Capa de Mezcla y la de Transición sería de 36 % y para la Profunda de 70 % (por supuesto no simultáneamente).

VI. 1. - Capa Superficial (o capa de mezcla)

La idea inicial para el análisis de ésta capa era localizar sus Modos importantes y por líneas o triangulos de mezcla analizar las propiedades de sus aguas. Sin embargo, los Modos que en ella se pudieron localizar para 'x' mes, fueron volumétricamente muy pobres e inconsistentes a través del año y más aun de región a región.

Dicha situación, se puede atribuir a que ésta es una capa frontera en una zona de surgencias.

Otro factor importante que influyó en la poca resolución del método en la Capa Superficial, fué la magnitud de la columna estudiada, lo cual, en conjugación con lo anterior, evitó que los Modos Superficiales se manifestaran debidamente (Reid, comunicación personal).

Así, dada la naturaleza altamente cambiante de la capa superficial en ésta región, se hace necesario, para aportar resultados más ilustrativos, un estudio más particular, es decir menos profundo y cuya característica sea una resolución

más gruesa tanto en temperatura como en salinidad para permitir un agrupamiento, volumétricamente reportable, de los Modos principales de las aguas de ésta capa.

VI. 1. 1. - Polígonos estacionales a 10 m

Para tener un marco de referencia en la discusión de éstos resultados tomaremos la información de la dinámica regional superficial, resumida en las gráficas de la anomalía de la altura dinámica (Fig. 2) sobre la región estudiada, presentadas por Reid, Roden y Wyllie (1958).

El mínimo T-S de la capa superficial en primavera, es una característica compartida por las líneas de Baja California. Sin embargo, un desarrollo estrictamente apegado a su ciclo anual de calentamiento y enfriamiento situarían a éste mínimo en invierno (Roden, 1959). La explicación para ésta aparente anomalía debe ser buscada en base a otra información.

Ya que los esfuerzos máximos del viento sobre gran parte del Sistema de la Corriente de California ocurren en primavera (Reid et al, 1958; Nelson, 1977), es en ésta época cuando el acarreo de aguas del Norte es más fuerte, propiciándose con ésto, la aparición en el Sur, de aguas cuyas temperaturas y salinidades son menores a las de las locales. Por otra parte estos vientos generan, a lo largo de la costa, eventos de surgencias (aunque en la Región del Cabo son de poca magnitud), con la consiguiente aparición, en la superficie, de aguas más frías y generalmente más salinas que las existentes. Así, debe ser la suma de estos procesos lo que origine el mínimo T-S que en primavera se observa en ésta región.

En la región del Cabo la temperatura máxima ocurre en verano, en una clara respuesta a su ciclo normal de calentamiento, pero la ocurrencia del máximo salino en otoño, puede ser consecuencia del transporte de aguas del Sur detectado a finales del año; éste contraflujo se debe a la inversión ó al relajamiento del campo de viento, provocado por la 'ruptura' en ésta época de los centros de alta y baja presión atmosférica detectados en el resto del año (Reid et al, 1958).

En la región de Baja California Sur (línea 130) el máximo de temperatura y generalmente de salinidad se observa en otoño, esto sugiere que el efecto del ciclo anual de calentamiento se vé un tanto obscurecido por otros factores, en éste caso la presencia de un Contraflujo Superficial, el cual transporta aguas del Sur (Fig. 2b), es bien manifiesta entre otoño e invierno (Reid et al, 1958).

Frente a Baja California Norte, el máximo de temperatura y generalmente de salinidad se conserva en otoño, pero la localización de los polígonos en el marco T-S, sugiere que en cada estación hidrográfica existen condiciones diferentes, tal situación se origina debido a que ésta zona es una región de transición entre la capa superficial, relativamente estable del Sur, y la altamente dinámica observada de Baja California Norte a California Central (Sverdrup y Fleming, 1941; Reid et al, 1958; Schwartzlose y Reid, 1963).

En el Sur de California (línea 90), la temperatura máxima es también observada en otoño, el máximo salino en verano y el mínimo T-S en primavera e invierno. Este patrón no difiere mucho respecto al descrito frente a Baja California, sin embargo, el comportamiento y la localización de los polígonos estacionales sugiere la existencia bien marcada de dos subregiones.

En la primera de ellas (zona costera), la ocurrencia en verano de la alta salinidad y la baja temperatura, es indicativa de las surgencias, las cuales ocurren en ésta época en la parte sur y central de California (Reid et al, 1958), sin embargo, éste efecto no parece alcanzar a las estaciones más hacia el mar (subregión 2), donde en verano se detecta alta temperatura, presuntamente en respuesta al máximo de radiación experimentado en éste tiempo (Tabla # 1).

Asimismo, el máximo térmico en otoño en todas las estaciones, claramente indica la presencia de la Contracorriente del Sur de California, la cual trae aguas cálidas y salinas del Sur y del Oeste. Numéricamente el valor T-S de invierno es similar en todas las estaciones analizadas en ésta línea, no obstante, su representatividad es distinta.

El comportamiento de otoño e invierno indica que la Contracorriente del Sur de California se manifiesta en las dos subregiones, pero en la primera los procesos costeros (surgencias y contracorriente) dominan el patrón de variación, mientras que las estaciones más hacia el mar se comportan más apegadamente a su ciclo de radiación.

Frente a California Central (línea 70) se observa un patrón un tanto distinto a los antes presentados y nuevamente la existencia de dos subregiones es sugerida por la forma, localización y representatividad de los polígonos estacionales, sin embargo, el mínimo de temperatura observado en primavera resulta ser una característica global de toda ésta zona en una clara respuesta a la circulación hacia el Sur.

En la estación más costera (subregión 1) el mínimo T-S

observado en verano parece ser la manifestación de las surgencias costeras, pero ahora con una nueva característica, la baja salinidad, la cual puede ser una manifestación de la existencia estacional de núcleos de baja salinidad en la termoclina, los cuales, sin duda, son la fuente de las aguas de surgencia (Reid et al, 1958; Lynn, 1970). Sin embargo, ésta situación es válida para las surgencias de otoño frente al Sur de California, por lo cual, la extrapolación, aunque explicaría perfectamente el mínimo, no es concordante con otros resultados. En ésta misma subregión, invierno ocurre como la estación más cálida lo cual denota la presencia de la Corriente de Davidson con el consiguiente acarreo de aguas del Sur (Reid et al, 1958; Hickey, 1978).

La segunda subregión está un tanto menos definida que las anteriormente descritas, es decir, el comportamiento de las estaciones más hacia el mar es menos afín, sin embargo, el máximo de temperatura en otoño, es una evidencia de la influencia de la Corriente de Davidson y la temperatura alta en verano, de la influencia del ciclo normal de calentamiento.

En el Norte de California la localización de los polígonos estacionales en el marco T-S nuevamente sugiere la existencia de alguna frontera entre las estaciones analizadas, sin embargo, la ocurrencia en invierno de la temperatura estacional máxima es ahora una característica de toda ésta región, lo cual es una respuesta a la circulación hacia el Norte caracterizada por la Corriente de Davidson. La temperatura mínima en primavera y verano puede ser debida al transporte de aguas del Norte, no obstante, el marcado mínimo T-S de verano en la región más costera, es una manifestación de las surgencias costeras y de las características de las aguas de ascenso.

Finalmente, los rangos de variación, indican el grado de homogeneidad anual en cada región. Partiendo de la línea 150 y avanzando hacia el Norte, las variaciones anuales en temperatura son de: 10, 8, 4, 4, 2.5 y 3 grados centígrados y de: 0.5, 0.5, 0.17, 0.2, 0.25 y 0.4 ppm en salinidad.

Respecto a la temperatura podemos observar lo siguiente: las fluctuaciones anuales mayores se observan en la parte Sur, como un resultado de la marcada diferencia que caracteriza a las masas de agua, que impulsadas por una singular circulación, convergen en ésta parte del sistema estudiado (Lynn, 1970).

En la parte central, los rangos de variación disminuyen considerablemente con respecto al Sur ésto debido a una mezcla más uniforme (a través del año) entre las dos principales masas de agua.

En la parte Norte, los cambios pequeños indican el creciente dominio de la Masa de Agua Subártica, aunque el ligero aumento experimentado en los rangos de variación en la última región (línea 50) es discordante con este patrón, sin embargo, sus causas están bien entendidas, ya que por un lado, esta zona es la única de todo el sistema estudiado donde estacionalmente la precipitación excede a la evaporación, efecto que evidentemente se refleja en la salinidad superficial (Roden, 1959), y por otro, la diferencia en la radiación efectiva característica de invierno y verano es la más alta ($230 \text{ cal/cm}^2 \text{ día}$) de todo el sistema (Roden, 1959). Además, la intrusión de agua del Sur, vía la Corriente de Davidson es tan importante que provoca, contra lo esperado, un máximo de temperatura en invierno (Reid et al, 1958). Finalmente, los cambios experimentados en la salinidad, muestran que esta propiedad responde al patrón de variación de la temperatura.

En resumen, los resultados indican que en general, son las surgencias y la circulación costera, los principales procesos que dominan sobre el patrón de variación de las características T-S de las estaciones más cercanas a la costa, mientras que las variaciones en las estaciones más hacia el mar, muestran una influencia más directa de sus ciclos anuales de radiación característicos, aunque ciertamente, los fenómenos costeros, eventualmente, extienden su influencia hasta estas estaciones.

VI. 2. - Capa Intermedia

Entre la capa de mezcla y la capa profunda existe una zona de transición cuyo espesor es altamente variable, pero cuya característica es única, originada por las siguientes condiciones: en la capa superficial, ocurre una mezcla importante de diversas masas de agua, pero cuya componente principal es el Agua Subártica que viaja al Sur con la Corriente de California. En la capa profunda existe el transporte de aguas del Sur (Ecuatoriales) cuya salinidad es mayor que la de las aguas superiores; por tanto, la principal característica de la capa de transición es la fuerte haloclina que en ella se experimenta.

Por otra parte, la causa de las fluctuaciones del espesor de esta capa ha quedado más o menos bien entendida en base a investigaciones como las de Bakun y Nelson (1963) y Nelson (1977), en las cuales se ha establecido que los vientos dominantes al presentar una marcada variación estacional en su intensidad, aunado a la topografía regional, hacen que los niveles de ascenso de las aguas de surgencias y la magnitud de estos transportes sean muy variables a lo largo de la costa y a través del año (Reid et al, 1958).

Debido a éstas condiciones, pequeños espesores y fuerte haloclina, en ésta capa tampoco se encontraron Modos volumétricos importantes que reportar, pues el agrupamiento incluía un gran número de intervalos de clase, normalmente de salinidad, y los volúmenes resultantes fueron poco significativos comparados con los típicos de la capa profunda.

VI. 3. - Capa Profunda

Las curvas T-S de cada estación hidrográfica presentadas como un todo en cada diagrama volumétrico mensual, los resultados para la profundidad superior del Modo Bivariante principal y el conocimiento de los rangos de variación estacional T-S a 200 m de las estaciones costeras, en conjunto, indican que la capa profunda dentro de la columna estudiada, puede ser considerada (en promedio) a partir de 150 a 180 m, con ligeras variaciones entre el Dominio Costero y el Océanico de cada región.

VI. 3. 1. - Polígonos estacionales a 200 m

La discusión de los polígonos estacionales a 200 m, contra lo esperado, es un tanto más compleja que la de sus similares a 10 m por las siguientes cuestiones:

a). - A éste nivel no existe un efecto directo del intercambio energético océano-atmósfera que pueda sugerir un patrón ideal de variación con el cual comparar el observado.
y

b). - Los efectos topográficos y las ondas internas pueden ser importantes en la fluctuación de los niveles de las aguas y ésta información por desgracia no está disponible con la frecuencia adecuada para todo el sistema.

Sin embargo, se tiene la suficiente información de la circulación geostrofica observada a éste nivel, la cuál fué presentada (Fig. 3) en forma de la anomalía de la altura dinámica a 200 db relativa a 500 db.

La primer característica importante que señalar respecto a las variaciones estacionales T-S a 200 m es la marcada reducción de las fluctuaciones de las propiedades T-S respecto a las experimentadas a 10 m. Esta situación era esperada debido a que la homogeneidad de la columna de agua, normalmente aumenta con la profundidad.

Por otra parte, un gran número de autores han estudiado las características dinámicas de la Contracorriente Subsuperficial con lo cual se ha llegado a establecer que

ésta se presenta todo el año, aunque sus velocidades máximas las alcanza de verano a otoño (Reid et al, 1958), Asimismo, el nivel superior de éste Contraflujo ha sido localizado, por mediciones directas, cercano a los 200 m y de hecho todas las cartas geostróficas con las que se intenta representarlo son reportadas para una superficie de 200 db. Entonces, en el nivel elegido, idealmente siempre tenemos la misma masa de agua. Esta situación queda confirmada por la magnitud de las fluctuaciones anuales de la temperatura y salinidad en éste núcleo, las cuales son de 0.5 a 1.5 C en temperatura y de 0.1 a 0.15 ppm en salinidad.

Frente a Baja California (líneas 150, 130 y 110) el mínimo de temperatura en primavera es una característica de toda ésta zona, lo cual es una consecuencia del transporte al Sur (Figs. 2c y 3b) que en ésta época ocurre desde la superficie (Reid et al, 1958), lo que de cierta forma limita la intrusión de aguas del Sur (Huang, 1972).

La localización de los polígonos en la Región del Cabo no manifiesta la existencia de núcleos frontera entre las estaciones pero si la representatividad de los valores estacionales. En general, el máximo estacional de temperatura y salinidad ocurre en verano, en una clara respuesta al flujo hacia el Norte observado en ésta época (Fig 3a)

En la línea 130 la localización de los polígonos si es indicativa de que alguna frontera existe entre sus estaciones, sin embargo, en las dos, las épocas representativas de los extremos estacionales T-S son básicamente las mismas, con máximo en verano y mínimo en primavera. Los valores característicos de los puntos T-S de la estación más costera sugiere que ésta se vé más fuertemente influenciada por la Contracorriente Subsuperficial que la estación más oceánica, éste hecho puede ser explicado en base a la intensificación hacia la costa (ó invasión de la Plataforma Continental) que algunas veces observa éste contraflujo (Reid y Wooster, 1963) y que en la carta geostrófica de ésta región (Fig 3 a) parece estar bien representado. Esta situación prevalece en la línea 110, aunque ahora otoño e invierno también, representan las épocas del máximo T-S en su estación más costera, mientras que en la restante solo en otoño se manifiesta éste efecto.

Frente al Sur de California el comportamiento T-S de las dos estaciones analizadas es muy distinto al de las anteriores. La localización de sus polígonos es similar pero la representatividad es un tanto distinta. En ésta región el máximo de temperatura ocurre en invierno y el de salinidad en primavera. Sin embargo, invierno es en una estación (la más costera) una época de alta salinidad y en la otra es de

mínima, pero, dada la magnitud de las fluctuaciones anuales (0.5 C y 0.1 ppm) en ésta región, es muy difícil hablar de épocas extremas y más aun el asociarlas con algún fenómeno, ya que ningún cambio significativo se observa a lo largo del año. Pese a ello la ocurrencia de invierno como época cálida puede resultar indicativo de que ha ocurrido un cambio en el patrón de circulación a éste nivel respecto a los anteriores.

En la región de California Central los cambios en las propiedades son básicamente los mismos que en la anterior e igualmente invierno, y ahora también otoño, representan la época cálida y primavera y verano la fría. Entonces, los resultados de éstas dos últimas líneas concuerdan con que el transporte al Sur es fuerte en primavera y verano y al Norte en otoño e invierno.

Finalmente, en la parte Norte de California, se observa un patrón diferente en cada estación analizada y ninguno es semejante a los antes descritos. En la estación intermedia existen fluctuaciones anuales de 0.25 C y de 0.1 ppm por lo cual no se puede hablar concretamente de épocas extremas. En la estación más costera se observa un cambio fuerte (1.0 C) en la temperatura entre primavera y verano y en la más oceánica entre otoño e invierno. Esta variabilidad en los resultados confirma que establecer patrones bien definidos en ésta región oceánica es mucho más difícil que en sus similares del Sur (Pavlova, 1966; Hickey, 1978).

En resumen, el análisis del ciclo estacional T-S en la capa profunda, ha mostrado que ha 200 m, en promedio, la presencia de la Contracorriente Subsuperficial es bien manifiesta de verano a otoño, desde la parte Sur a la Central del Sistema y entre otoño e invierno en la parte Norte. Además, que es en las estaciones más cercanas a la costa donde se manifiesta más fuertemente. Igualmente, éste análisis ha mostrado, que existe una buena correlación entre la intensificación del flujo al Sur y la ocurrencia de las surgencias costeras, lo cual era esperado ya que responden al mismo mecanismo, el esfuerzo del viento. Así a éste nivel, la intensificación del flujo al Sur fué detectado, en primavera, frente a toda Baja California y en primavera-verano, frente a California Central. Estos resultados concuerdan con las épocas de surgencias reportadas por Reid et al, 1958.

VI. 3. 2. - Resultados volumétricos

Otro de los problemas con la información CalCOFI, aparte de los ya discutidos en la sección V.1 (pag 24) es que la distancia entre la última estación y la costa no siempre fué la misma, en cada una de las regiones, lo cual aunado a la batimetría costera regional, dió como resultado volúmenes distintos en cada región, no obstante, para el análisis

particular de cada una de ellas, el volumen se conservó para todos los meses. De ésta forma, los resultados volumétricos mensuales o estacionales dentro de cada región, pueden ser comparados en volumen real pero las comparaciones de región a región deberán ser tomadas en cantidades relativas (porcentajes).

En el análisis volumétrico de los diagramas mensuales T-S, se observó que el Modo Volumétrico Bivariante principal siempre se localizó en la capa profunda (180-500 m) de nuestro estudio. Esta situación sugiere que abajo de 180 m existe un campo de masa bien definido, el cual es más o menos común para todas las estaciones que conformaron los Dominios estudiados. Esta afinidad está confirmada por la convergencia dentro de un rango común de las curvas T-S particulares de cada estación, lo cual se reflejó en la compactación del Modo, sugerida por la forma del T-S y los valores volumétricos representativos de él, los cuales numéricamente, fueron muy superiores a los de cualquier otro Modo Bivariante.

El número de intervalos en que se agrupó el Modo Bivariante en cada región puede ser tomado como un indicador de la homogeneidad de su masa de agua, es decir existe una relación, digamos lineal entre éste número y los porcentajes de las masas constituyentes, en los siguientes términos: en la medida en que una componente dominó sobre otra, el número de intervalos en que se agrupó el agua de mezcla fué menor y cuanto más parecidas fueron éstas, mayor fué el número de intervalos. Sin embargo, no existe una relación manifiesta entre éste número y el volumen que representa, lo cual, más bien es función de las características de la circulación, en éste caso, profunda.

Al dividir cada región en dos Dominios (conformados por un número 'x' de estaciones) se perdió de cierta forma resolución longitudinal, es decir en el presente estudio no podremos dar información concreta acerca de las características particulares de la masa de agua profunda de cada estación. Por ejemplo, tenemos resultados que nos indican que las aguas del núcleo profundo dentro de un Dominio presentan una componente ecuatorial de xx a zz %, con ello sabemos que la masa de agua profunda de cualquier estación dentro de ese Dominio, tiene características ecuatoriales dentro de ese rango, pero no podemos precisar exactamente cual es su valor particular.

Los resultados volumétricos de los Modos univariantes en salinidad y temperatura no son en general, representativamente concordantes con los del bivariante, aunque normalmente incluían parte de él.

El Modo de temperatura en conjugación con el Modo Bivariante, puede dar información acerca de la variabilidad volumétrica de la Capa Intermedia, es decir, los diagramas volumétricos (Figs. 1 a 33 del anexo) sugieren que en ésta capa se manifiesta un cambio fuerte en la salinidad pero no en la temperatura, entonces, normalmente en el Modo de ésta última propiedad quedaron representados los Modos Bivariantes profundo e intermedio, sin embargo, un análisis de la Capa Intermedia en éstos términos resultaría indirecto y los resultados que aportaría serían muy discutibles.

El Modo Salino es indicativo de la variación en tiempo y espacio del rango salino principal que contienen las aguas de cada región, no obstante, puesto que comprende a toda la columna, no podemos esperar (como de hecho sucede), que exista buena correlación entre sus resultados y los del núcleo rastreado.

Por las razones anteriores los resultados de los Modos Univariantes y Bivariante, en éste trabajo serán tomados como estadísticas independientes y los dos primeros sólo serán discutidos brevemente (en el Dominio Océánico), pues, pese a que éstos, parecen ser la herramienta auxiliar idónea para completar la descripción cuantitativa de las columnas estudiadas, en éste trabajo no fué posible la caracterización volumétrica en tiempo y espacio de las capas superiores y con ello se perdió la información necesaria para englobar los resultados.

Por otra parte, las fluctuaciones mensuales del volumen del Modo Profundo Bivariante en cada región, están altamente correlacionadas con las fluctuaciones del espesor del núcleo, es decir los resultados indican una gran homogeneidad en las aguas incluidas dentro de ese espesor ya que generalmente, el volumen reportado es muy similar al esperado en base al espesor correspondiente. Así, tanto el volumen como el rango de profundidad, pueden ser tomados como índices de la importancia cuantitativa de la influencia de la masa de agua del Sur.

Los resultados también muestran que, normalmente, la influencia volumétrica sobre la columna de agua, del Modo Bivariante, crece en dirección al Norte (Tablas 7 y 14), pero la componente del Sur en sus aguas decrece en esa misma dirección (Tablas 8 y 15).

La explicación más sencilla para el aumento volumétrico experimentado, puede ser hallada en base a la distribución de la masa de Agua Subártica, la cual en el Norte domina básicamente toda la columna estudiada (Sverdrup, 1941; Sverdrup et al, 1942), entonces, conforme vamos al Norte, el análisis T-S indica que el núcleo va ganando las

características de la masa de agua dominante, de tal forma que cada vez es más posible la inclusión Subártica en el Modo rastreado, con el consiguiente aumento volumétrico.

Al analizar la componente Ecuatorial presente en las aguas del núcleo rastreado, en cada región estudiada, se obtiene el patrón de comportamiento que describe, a grueso modo, la intensidad de los procesos de mezcla experimentados entre el agua Ecuatorial y la Subártica de región a región. De ésta forma, de la región del Cabo a Baja California Sur, la componente promedio disminuyó en 10 %, de Baja California Sur a Baja California Norte la disminución fué del 20 %, entre ésta última y el Sur de California la disminución fué del 10 %, entre el Sur de California y California Central aparentemente no existe mezcla detectable (en el Dominio Océanico, pero del 10 % en el Costero) y entre éstas regiones y el Norte de California el decaimiento observado fué del 10 %, es decir, los procesos de mezcla son más intensos de Baja California al Sur de California.

Este patrón y los valores típicos para la componente Ecuatorial presente en cada región, son altamente concordantes con lo encontrado por Tibby (1941). De ahí que un hecho importante resalta el comparar los dos resultados, y es que aparentemente entre 1941 y el tiempo de nuestro estudio no ha existido un cambio detectable en la componente Ecuatorial observada a lo largo de la costa.

Como preámbulo a la discusión volumétrica de la Capa Profunda del área estudiada, presentaremos en forma resumida, el patrón general de resultados.

El núcleo profundo representó entre el 46 y 66 % del volumen total de las columnas estudiadas (Tablas 7 y 14), el contenido de oxígeno 'promedio' $\{(O_{máx} + O_{mín})/2\}$ fué de 0.27 ml/l (en el Sur) a 2.0 ml/l (en el Norte), la temperatura típica en el Sur fué de 10.0 C y de 7.0 C en el Norte, finalmente la salinidad característica en el Sur fué de 34.6 ppm y en el Norte de 34.0 ppm.

La región de estudio incluye, de Sur a Norte, zonas subtropicales y subpolares y en base al intercambio energético entre el océano y la atmósfera típico de éstas regiones, el patrón normal de decrecimiento de las temperaturas y salinidades de la columna de agua, directa o indirectamente influenciada por éstos procesos, debe ser hacia el Norte, en cambio, dados los factores físicos, químicos y biológicos que caracterizan a cada una de éstas zonas, el decrecimiento de oxígeno debe ser hacia el Sur (Sverdrup et al, 1942). De ésta forma, nuestros resultados son concordantes con éste patrón de variación.

El análisis de las componentes de la masa de agua del núcleo profundo, utilizando el diagrama de Tibby, mostró la existencia de una importante componente Ecuatorial en toda la región estudiada, cuya estación más lejana estuvo entre 400 (línea 110) y 500 km (línea 90) retirada de la Costa Americana. Este resultado es concordante con lo encontrado por Tibby (1941) y Blanton y Pattullo (1970), los cuales señalan que la región de transición (vertical), entre la Masa de Agua Subártica y la Ecuatorial se extiende desde la Costa Americana hasta las 400 a 600 millas en dirección al mar.

La presencia de Agua Ecuatorial, en todo el Sistema estudiado, representa una clara evidencia de que ésta masa de agua, por medio de algún mecanismo, intrusión hacia Norte, dado que su origen es la parte central del Océano Pacífico (Sverdrup, 1941; Sverdrup et al, 1942).

Hickey (1978) ha establecido que la Contracorriente de California representa el mecanismo principal de ingreso al Norte de la masa de Agua Ecuatorial, sin embargo, recalca que ésta sólo representa la intensificación de ese contraflujo.

Tsuchiya (1979), empleando el análisis geostrófico, encontró que la Contracorriente de California presenta, en California Central, una anchura entre 100 y 400 km, sin embargo, por mediciones directas, en el Sur de California, la anchura es reportada entre 70 y 25 km, alcanzando velocidades de 13 a 30 cm/seg, para un transporte de 2 Sv (Reid, 1962, 1963; Wooster y Jones, 1970). Así, los resultados presentados, sugieren que la influencia horizontal de la Contracorriente de California, es más grande que la considerada por Reid (1962, 1963) y Wooster y Jones (1970), en cambio, coinciden con la estimación de Tsuchiya (1979).

Varias investigaciones encaminadas al conocimiento de la fuente energética que provoca la intensificación del contraflujo en cuestión, parecen concordar que, teóricamente, es muy posible la relación entre la intensidad de éste contraflujo y el signo y magnitud representativos del rotor del esfuerzo del viento (Sverdrup, 1947; Nelson, 1977; Hickey, 1978). Sin embargo, en adición al esfuerzo y al rotor del viento, el campo de densidad, la fricción y la topografía del fondo son importantes para determinar el patrón final de la distribución de corrientes (Allen, 1973, citado por Hickey, 1978).

De acuerdo al modelo de Sverdrup (1947), la componente meridional (M_y) del transporte de masa es, en ausencia de fricción horizontal e interacciones con la topografía del fondo, directamente proporcional a la componente vertical del rotor del esfuerzo del viento, tal como se expresa en la siguiente ecuación :

$$M_y = 1/\beta (\partial \tau_x / \partial y - \partial \tau_y / \partial x) = 1/\beta k \cdot \text{rot } T$$

donde : τ_x y τ_y son las componentes meridional y zonal del esfuerzo del viento y β es la derivada meridional del parámetro de Coriolis.

En base a éste modelo, un rotor positivo (negativo) tiene asociado un transporte al Norte (Sur) y una divergencia (convergencia) en la Capa de Ekman. Un rotor positivo (de acuerdo al sistema usual de referencia) es aquel en el cual para un viento del Norte existen mayores esfuerzos a la derecha de la dirección del viento. Un rotor así limita de cierta forma el flujo al Sur (inducido por el esfuerzo del viento) y teóricamente intensifica el flujo normal por densidad, hacia el Norte (Pedlosky, 1974, citado por Hickey, 1978), siendo el flujo al Sur más fuerte sobre las isopletras de rotor nulo (Hickey, 1978).

En la región CALCOFI, una característica del rotor del viento es la ocurrencia, en promedio, de rotores positivos cerca de la costa y negativos fuera de ella (Nelson, 1977). Esta característica está bien desarrollada de mayo a septiembre, ya que existe gran variabilidad espacial en la distribución de invierno. Durante las estaciones de surgencias de primavera y verano, el patrón dominante del rotor del esfuerzo del viento es fácilmente reconocido, la isopletra de rotor nulo es paralela a la costa, aproximadamente a 200 ó 300 km fuera de la costa, desde el Norte de Baja California hasta la isla de Vancouver (Nelson, 1977), pero, de junio a septiembre, se localiza hasta 500 km fuera de la costa (Yoshida y Mao, 1957). La distribución de diciembre a marzo, está caracterizada por un rotor positivo cerca de la costa, desde Baja California Norte a San Francisco y al Sur de Punta Eugenia (Nelson, 1977).

Hickey (1978) al comparar los resultados geostroficados, de diversas fuentes, con las características del esfuerzo y el rotor del viento, observadas por Nelson (1977), concluye que éstas son concordantes con el patrón de circulación observado en la Región de la Corriente de California, específicamente, con respecto a la corriente al Sur y a la intensificación al Norte.

De acuerdo a lo anterior, podemos establecer que los valores volumétricos del Modo Profundo son, en principio, indicadores del comportamiento cuantitativo (sobre 500 m) de la masa de agua del Sur, en las altas latitudes y parcialmente del comportamiento de la Contracorriente de California, solo parcialmente, ya que éste contraflujo representa el mecanismo de intrusión de solo una parte del total de Agua Ecuatorial presente en cada región, a un tiempo

dado.

La hipótesis fundamental que se plantea para explicar la presencia de Agua Ecuatorial sobre el Dominio Oceánico, es de que su mecanismo de intrusión, responde más fuertemente al gradiente de densidad, pero a la vez, es el campo de viento lo que directa o indirectamente favorece o limita ésta intrusión. Mientras que en el Dominio Costero, aparte de éstas fuentes, debe considerarse, de acuerdo al modelo de Sverdrup (1947), el aporte derivado de los procesos de surgencia (corrientes baroclínicas).

El establecimiento de ésta hipótesis descansa grandemente en los siguientes factores: el modelo de Sverdrup, la presencia de Agua Ecuatorial a través de todo el año, aun en épocas de rotors negativos, la existencia de la Contracorriente de California, la circulación geostrófica a 500 m (Fig 3c) y los resultados de Ekman (1905).

Respecto a los resultados de Ekman cabe señalar brevemente lo siguiente:

En el presente, el establecimiento de que la circulación atmosférica es la principal fuente energética para el movimiento de las capas superiores del océano, es un hecho totalmente aceptado, pero, ¿cual es la profundidad de influencia?

Existen cuatro modelos clásicos (de Ekman, Sverdrup, Stommel y Munk) los cuales predicen la respuesta dinámica del océano a los efectos del campo de vientos. El modelo de Stommel, dadas sus condiciones iniciales, solo es aplicable a las corrientes del Oeste y de los tres restantes, sólo el modelo de Ekman resuelve la variación de la velocidad con la profundidad.

La profundidad de Ekman (D_E) ó de influencia friccional, teóricamente representa el nivel donde el flujo llega a ser opuesto al inducido en la superficie y donde la velocidad es solo 0.04 ($= \exp(-\pi)$) de la superficial.

Esta profundidad es tomada, arbitrariamente, como la profundidad efectiva de las corrientes inducidas por el viento (Pond y Pickard, 1978). Así, de acuerdo al modelo de Ekman, la profundidad de influencia referida, por ejemplo, para velocidades del viento entre 10 y 20 m/seg (de 36 a 72 km/hr) y latitudes entre 10 y 45 grados, es entre 50 y 200 m.

Ciertamente, dadas las suposiciones de Ekman, la estimación de la profundidad de influencia es un tanto incierta, por ejemplo, el hecho de que la densidad se incrementa con la profundidad, implica modificaciones a la

teoría original.

Defant (1927, citado por Neumann y Pierson, 1966) ha mostrado que en el caso de un incremento gradual, las desviaciones respecto a un océano homogéneo son pequeñas. Pero, no así, cuando los cambios son abruptos (superficies de discontinuidad), aunque en éste caso, las desviaciones son más el resultado indirecto de los efectos de la estabilidad sobre el intercambio vertical de momentum (Neumann y Pierson, 1966). Por abajo de la discontinuidad de densidad, el coeficiente vertical de viscosidad turbulenta se vé fuertemente reducido y los efectos del viento están confinados, esencialmente, a la capa superior, es decir, ésta capa se desliza sobre la capa inferior, más densa, la cual prácticamente no es afectada por el viento. Esta condición fué probada durante la expedición Noruega al Polo Norte, por Sverdrup (1926, 1927, citado por Neumann y Pierson, 1966).

En resumen, Neumann y Pierson (1966) establecen que la teoría original de Ekman, aplicada en el océano profundo, parece dar una aproximación satisfactoria, sin embargo señalan, que esto puede ser el resultado de que existen muy pocas observaciones disponibles de corrientes de deriva 'puras' para probar teorías más refinadas.

Apoyados en ésta fundamentación, resulta lógico pensar que abajo de 200 m, la superposición de efectos (rotor+gradientes), sea ciertamente la fuente energética dominante, que en éste caso impulse la columna hacia el Norte.

Aun así, pueda ser que el patrón de circulación no sea tan simple, pues, aunque ciertamente, la distribución general de las características T-S, sugiere la existencia de un flujo al Norte sobre toda la región, cabe la posibilidad de que el mecanismo de intrusión sea solamente la Contracorriente de California y así, cuando su fuente de impulso se debilite, el agua llevada por todo lo largo de la costa hacia el Norte, se esparza y mezcle con las aguas de la Corriente de California y sea entonces un flujo al Sur y no al Norte, lo que distribuya a la masa de Agua Ecuatorial sobre toda la región.

VI.3.2.1. - Dominio Oceánico

MODOS BIVARIANTE : El límite superior del Modo Volumétrico T-S, en ésta región oceánica, fué localizado entre 160 m frente a California Central y 240 m frente a Baja California; mientras que su límite inferior generalmente estuvo bien definido sobre los 480 m. Este núcleo representó entre el 47 y el 62 % del volumen total de las columnas estudiadas (Tabla 7). La componente Ecuatorial promedio en sus aguas fué del 70 % en el Sur de Baja California al 30 % al sur de Cabo

Mendocino y el contenido promedio de oxígeno fué de 0.83 ml/l en el Sur a 2.0 ml/l en el Norte.

Las épocas de influencia extrema del Modo Profundo en las columnas estudiadas de Baja California al Sur de California, presentan el siguiente patrón: los volúmenes máximos normalmente ocurren en septiembre y octubre (otoño) y los mínimos generalmente en febrero y abril; de ésta forma, el patrón volumétrico estacional típico de toda la región central del área estudiada, muestra una considerable intensificación volumétrica (en promedio del 16 %) en otoño, respecto a los volúmenes observados en el resto del año (Fig. 105). Esta intensificación volumétrica, parece estar bien correlacionada con la ocurrencia en ésta época de un rotor positivo en la parte oceánica de toda ésta zona.

El comportamiento volumétrico del Modo Profundo, sobre toda ésta zona, se ajusta muy bien a la hipótesis planteada, ya que todo el año, buena parte de él bajo rotor negativo, se detecta Agua Ecuatorial, pero, la intensificación volumétrica en otoño, parece corresponder a la expansión en ésta época, del área de influencia del rotor positivo, reportada por Yoshida y Mao (1957).

Frente a California Central (35 N) el máximo volumétrico fué encontrado en verano e invierno y el mínimo en primavera y otoño. Este comportamiento es muy distinto al observado en la parte Sur, puesto que ha ocurrido una inversión en las épocas representativas de los valores extremos. Esta situación aunada a las diferencias volumétricas (5 %) observadas entre las épocas extremas, correlacionan bastante bien con las características del campo del viento, ya que ésta zona es una región de transición entre la región de rotor positivo todo el año (hacia la costa) y de negativo también todo el año (hacia el mar), de tal forma que en ésta región (34.5 N, 126-124 W) el rotor varía de ligeramente positivo en invierno y primavera a neutro en verano y parte de otoño. Así, dado éste patrón del rotor del viento, aunado al tiempo de respuesta que ésta capa del Norte debe observar respecto a los procesos que ocurren en las capas del Sur, fuentes de sus aguas; la ocurrencia de altos volúmenes en invierno, es un resultado bien entendido.

En el Norte de California (38 N) la intensificación volumétrica en invierno, está mejor representada que en su inmediata capa al Sur, ya que aquí la diferencia entre los valores extremos (invierno-verano) fué del 15 %, aunque volúmenes altos también ocurrieron en primavera y otoño, existiendo una diferencia máxima del 6 % entre éstas épocas de alto volumen. Por otra parte, en ésta zona el rotor es positivo solo en los meses extremos del año y neutro ó negativo en los centrales. De ésta forma, los resultados

volumétricos de ésta región oceánica son consistentes con las características del rotor del esfuerzo del viento, con la inversión hacia el Norte (en invierno) de la dirección de los vientos y con el tiempo de respuesta que ésta capa debe observar respecto a las capas del Sur.

Finalmente, la diferencia entre los valores volumétricos extremos en cada línea, dan una idea de la variabilidad cuantitativa que a lo largo del año se experimenta en las regiones estudiadas.

Estas variaciones pueden ser el resultado de muchos factores, entre ellos, la existencia de fluctuaciones en la vertical debido al campo de densidad, es decir, cabe la posibilidad que para algunos meses (mínimos volumétricos) el núcleo rastreado haya sobrepasado significativamente la frontera profunda de nuestro estudio y las variaciones volumétricas sean una consecuencia de la localización del núcleo en la columna y no de una disminución del volumen que viaja al Norte, es decir, aunque generalmente se considere a los 500 m como la máxima profundidad de ocurrencia del Contraflujo Subsuperficial (Wooster y Reid, 1963; Hickey, 1978), existen evidencias de que en regiones particulares puede alcanzar los 600 m (Pavlova, 1966) ó aun los 800 m (Kin'dyushev, 1968), por lo que es posible que hayamos perdido un poco de información al solo considerar el nivel referido.

Otra posibilidad la representa el rotor del viento. Hemos mostrado que aparentemente en éste Dominio existe una buena correlación entre el rotor y el comportamiento volumétrico del Modo Profundo y puedan ser entonces los cambios del rotor los que determinen las diferencias observadas.

Los resultados muestran que las diferencias en cuestión son más grandes frente a Baja California y el Sur y Norte de California (~ 16 %) y pequeñas (5 %) en California Central, mientras que las diferencias entre los valores extremos del rotor en cada región son de Sur a Norte de 29, 30, 38, 18 y 25 dinas/cm² 100 km. Entonces, parece que la relación con el rotor del viento es válida, pues la mínima diferencia en el rotor corresponde a la mínima diferencia volumétrica.

Sin embargo, no se debe olvidar que el rotor y el campo de densidad solo representan una posibilidad, pues la magnitud del volumen que viaja al Norte a través de la región estudiada también está influenciado por los procesos que ocurren en la parte Ecuatorial del Océano Pacífico, fuente de esas aguas y puedan ser éstos procesos los que se manifiesten, vía un tiempo de respuesta, sobre ésta región. De acuerdo a Sverdrup et al, 1942 la Contracorriente Ecuatorial intrusiva hacia el Norte principalmente en

verano, por tanto, la ocurrencia, en otoño de altos volúmenes, es un resultado concordante.

PROFUNDIDAD: La variación de región a región del nivel inferior típico del Modo Profundo presenta un máximo de 15 m, lo cual indica que dentro de las columnas estudiadas no existen cambios significativos respecto a la profundidad máxima de ocurrencia del núcleo rastreado.

El límite superior de éste núcleo ocurrió entre 160 m (al Norte de Punta Concepción) y 240 m (al Norte de Punta Eugenia), es decir con una diferencia de 80 m. Los resultados para las fronteras verticales del núcleo, indican que frente a Baja California Norte (28 N) el espesor del núcleo es menor que en cualquier otra región, con límite superior más profundo (240 m) e inferior más somero (470 m), para lo cual no tenemos una explicación bien fundamentada.

El patrón general de comportamiento muestra un estrechamiento (35 m) en el espesor del núcleo, de Baja California Sur a Baja California Norte y una elevación (80 m) del límite superior, de ésta última región a California Central, repartido en 60 m de Baja California Norte al Sur de California y 20 m de ésta a California Central, para de ahí nuevamente hundirse (25 m) hacia el Norte de California.

Un factor que idealmente puede provocar la elevación descrita, es la mezcla antes discutida, aunque la magnitud de los cambios en profundidad es tan grande que muy difícilmente puedan ser los efectos de mezcla la mejor explicación, sin embargo, existen evidencias de que el Contraflujo Subsuperficial por un mecanismo aun no entendido aflora en la superficie frente a Punta Concepción, dando lugar a la Corriente de Davidson observada de finales de otoño a invierno (Reid et al, 1958), por lo que un efecto menos drástico hacia el Sur y hacia el Oeste es otra posibilidad para explicar la elevación mostrada.

OXIGENO: los resultados relevantes que aporta el análisis de éste parámetro al presente estudio, pueden ser resumidos así: La concentración mínima dentro del núcleo profundo, va de 0.28 ml/l en el Sur a 0.86 ml/l en el Norte y la máxima de 1.38 ml/l en el Sur a 3.35 ml/l en California Central.

Respecto al contenido mínimo, se observa (tabla 9) que la concentración (de 0.55 ml/l) en Baja California Norte es el doble de la detectada en Baja California Sur, mientras que de Baja California Norte al Sur de California, no existió cambio detectable y de ésta a California Central, el aumento sólo fué de 0.05 ml/l, para de ahí aumentar hasta 0.86 ml/l hacia el Norte de California.

El comportamiento de la concentración máxima sigue básicamente el mismo patrón, desde la parte Sur de nuestro estudio hasta California Central, sin embargo, el valor reportado para el Norte de California es menor en 0.1 ml/l al observado en la capa inmediata del Sur, ésta disminución muy posiblemente se debe a huecos en el muestreo, es decir, no siempre la tríada profundidad, temperatura y salinidad tuvo su correspondiente dato de oxígeno, y dado que el valor reportado como máximo representa solo un número y no un promedio, cabe la posibilidad que cierta información se halla perdido. No obstante, otra posibilidad es de que efectivamente el núcleo lleve en esa zona menor contenido de oxígeno, pero dada su localización más al Norte y a la presencia inherente de aguas más oxigenadas, ésta posibilidad, aun con el consumo biológico de oxígeno parece remota.

En el comportamiento antes descrito, se observa fácilmente, la influencia que va teniendo el aporte de Agua Subártica conforme vamos hacia el Norte, así, el aumento de oxígeno entre Baja California Sur y Norte, es un claro indicador de la ganancia reportada (20 %) de Agua Subártica, también la similitud en el contenido de oxígeno, característico de toda la parte central de nuestro estudio, corresponde bastante bien con el pequeño cambio reportado, mientras que el aumento en el contenido mínimo (aunque no en el máximo) en la parte Norte, responde a una nueva ganancia de agua Subártica (del 10 %). De ésta forma, el comportamiento de oxígeno en ésta región es consistente con la transición observada de las componentes del agua del núcleo.

MODO TERMICO: La primer característica de éste Modo Univariante, es de que en todos los casos agrupa mayor volumen que el Modo Bivariante por las razones ya discutidas (pag 108). El patrón volumétrico se caracteriza por un aumento, siempre al Norte, del volumen agrupado y por pequeñas diferencias entre sus valores extremos, esto último parece tener una explicación muy sencilla, pues al involucrar dos capas, puede ser que la disminución volumétrica de una, se manifestara en el aumento de la otra, y con ello, la similitud volumétrica observada a través del año.

MODO SALINO : Este Modo Univariante, solo representó las dos principales clases volumétricas de cada columna, por tanto, sus valores son indicativos de la homogeneidad salina de ellas. El patrón extremo observado (Fig 111) es muy interesante dado que existe una disminución volumétrica de Baja California Sur al Sur de California para luego aumentar hasta el Norte de California. En el comportamiento descrito parecen estar bien representados los efectos de la circulación subsuperficial y su mezcla asociada, esto es, los

resultados sugieren la posible relación entre el volumen que éste Modo Univariante agrupa y el comportamiento volumétrico del Modo Profundo. Aunque ciertamente de las capas superiores puedan ser el factor que evite una relación mas estrecha.

VI.3.2.2. - Dominio Costero

MODO BIVARIANTE : En éste Dominio, el límite superior del Modo Profundo fué localizado entre 140 m en California Central y 218 m frente a Baja California, mientras que su inferior lo fué entre 470 y 500 m (Tabla 16). Su influencia volumétrica representó del 46 % en Baja California Sur al 66 % en California Central del volumen total de las columnas estudiadas (Tabla 14). La componente Ecuatorial promedio fué aquí entre el 90 % frente a Cabo San Lucas y el 30 % al Sur de Cabo Mendocino (tabla 15). Finalmente, el contenido promedio de oxígeno fué de 0.27 ml/l en el Sur a 2.0 ml/l en el Norte (Tabla 16).

Las diferencias principales encontradas entre la región costera y la oceánica pueden ser resumidas así: aquí, el Modo Profundo se agrupó en un mayor número de intervalos de clase (uno ó dos más), la componente Ecuatorial de cada región costera es mayor (en 10 %) comparada con la oceánica correspondiente hasta el Sur de California e igual en el Centro y Norte de California. El límite superior del Modo es en éste Dominio un tanto más somero (~ 20 m) y el contenido de oxígeno es un poco más bajo en las regiones del Sur y Centro, pero básicamente el mismo en la parte Norte; finalmente, las épocas representativas de los extremos volumétricos estacionales, sólo concuerdan frente a Baja California Norte y el Centro y Norte de California.

Por otra parte, los procesos de mezcla en éste Dominio, esencialmente siguen el mismo patrón observado en la región oceánica, es decir aquí también la mezcla es intensa de Baja California Sur a Baja California Norte (- 20 %, respecto a componente Ecuatorial) y ahora de California Central al Norte de California (- 15 %), observandose una diferencia del 10 % entre las demás.

Las épocas de influencia extrema del Modo rastreado sobre las columnas estudiadas (Tabla 17 y Fig. 112), muestran que la ocurrencia del mínimo volumétrico en verano, es una característica de toda Baja California, California Central y el Norte de California, mientras que en el Sur de California, la época del mínimo volumétrico fué entre otoño e invierno.

El volumen máximo, ocurrió de invierno a primavera en la región del Cabo, en primavera frente a Baja California Sur, en otoño, invierno y primavera frente á Baja California

Norte, en primavera-verano al Sur de California, en invierno frente a California Central y en invierno, primavera y otoño en el Norte de California. Por otra parte, las diferencias volumétricas entre las épocas extremas son del orden del 15 % en las regiones del Cabo y de Baja California Sur, del 10 % de Baja California Norte a California Central y de solo 5 % en el Norte de California. Sin embargo, en éste Dominio, las diferencias no son explicadas por el campo del rotor del viento.

De las características principales del patrón de ocurrencia extrema presentado, resaltan tres tendencias principales, la primera, es que el mínimo volumétrico sobre gran parte del sistema estudiado (en cinco de seis regiones) ocurre generalmente en verano, la segunda, es que dentro de un valor pequeño de tolerancia ($\sim 5\%$), los volúmenes máximos ocurren entre primavera, invierno y otoño, así, primavera es en cinco de seis regiones la época de volumen máximo y en tres de ellas comparte ésta condición con otoño e invierno. Finalmente la última tendencia a señalar, es que las diferencias volumétricas entre las épocas extremas disminuyen gradualmente en dirección al Norte.

Ahora, tal como fué hecho para el Dominio anterior, presentaremos las características generales del rotor del viento sobre la región costera, dado que posiblemente estén en éstas, muchas de las respuestas que sobre el patrón volumétrico presentado puedan surgir.

La región costera de Cabo San Lucas es, en promedio, una zona de rotor nulo, pues a lo largo del año, existen sin relación aparente, rotores ligeramente positivos y negativos aunque muy cercanos al rotor nulo, sin embargo, en abril, mayo y junio (primavera y principio de verano) se manifiesta un campo de rotor positivo bien definido, aunque de pequeña magnitud (~ 0.08 dinas/cm² 100 km).

En Baja California Sur, se reporta a lo largo del año, la existencia de un núcleo de rotor positivo, pero las grandes magnitudes (~ 0.12 dinas/cm² 100 km) se presentan de mayo a junio y las mínimas (~ 0.0) en enero, agosto, noviembre y diciembre.

Frente a Baja California Norte, persiste sobre gran parte del año, la línea de rotor nulo, aunque entre ésta zona y Punta Concepcion, existen valores negativos sobre gran parte del año, sin embargo, ésta condición se rompe en agosto, noviembre y diciembre.

En el Sur de California se manifiesta una zona de rotor positivo todo el año, siendo las magnitudes características del orden de 0.20 dinas/cm² 100 Km, no obstante, las máximas

(~ 0.30 dinas/cm² 100 km) las alcanza de primavera a verano.

Frente a California Central, en la primera mitad del año existe un rotor positivo, en un área cercana a la costa, pero ésta área se amplía en extensión a finales de año y las magnitudes del rotor aumentan.

Finalmente frente al Norte de California el rotor es positivo todo el año, pero las magnitudes máximas (~ 0.30 dinas/cm² 100 km) ocurren de abril a septiembre (Nelson, 1977).

El comportamiento volumétrico del Modo Profundo en la zona costera del sistema estudiado, es en general concordante con la hipótesis planteada, sin embargo, la relación entre el rotor positivo y la intensificación del flujo al Norte, es en la zona del Cabo un tanto obscura, ya que entre los meses de volumen extremo (febrero y agosto) no existe una diferencia aparente en el campo del rotor que produzca los extremos señalados, no obstante, el alto volumen en primavera corresponde muy bien a la ocurrencia del máximo rotor positivo.

En Baja California Sur, el máximo volumétrico en mayo, corresponde ampliamente con el rotor máximo, asimismo, los mínimos de invierno y verano, están bien correlacionados con los rotos mínimos, no obstante, el volumen pequeño de junio, no es concordante con la idea de relación.

En Baja California Norte, el máximo volumétrico experimentado en otoño, correlaciona muy bien con la ruptura, es ésta época, del área de rotor negativo, localizada ligeramente al Sur de ésta región, siendo la similitud volumétrica estacional, observada a través del año, una consecuencia de la ocurrencia (mensual) alternada de rotos positivos, negativos y nulos.

En el Sur de California el volumen máximo en primavera-verano correlaciona muy altamente con las magnitudes máximas del rotor, mientras que en California Central la respuesta volumétrica al campo del rotor es más o menos concordante, pero el máximo de volumen en enero es una excepción considerable.

Finalmente, frente al Norte de California, de acuerdo al comportamiento del rotor en ésta zona, debería ser en las épocas centrales del año cuando el flujo hacia el Norte fuese mayor y de ahí que la ocurrencia de los volúmenes máximos en los extremos del año no sea un resultado concordante con la hipótesis planteada. Sin embargo, en ésta región, se reporta que a finales de año, existen fuertes fluctuaciones en la magnitud y la dirección del viento, la cual en ésta época

resulta hacia el Norte (Reid et al, 1958; Nelson, 1977), ésta inversión se refleja en la superficie con un fuerte acarreo de aguas del Sur (Corriente de Davidson) y posiblemente ahora sea el efecto directo del esfuerzo del viento lo que impulse al Contraflujo Subsuperficial. Esta idea tiene cierta fundamentación a su favor, ya que el Modo es un tanto más somero (límite superior entre 140 y 180 m) que en la parte Sur del Sistema y un efecto más directo pueda ser posible. Sin embargo, en base a los resultados de Ekman (1905) esto no parece ser la mejor explicación, por lo que ésta región representa una excepción considerable respecto al patrón general de comportamiento antes observado.

De acuerdo a lo antes presentado, es evidente que el comportamiento volumétrico de la Capa Subsuperficial (profunda en nuestro estudio) se ve fuertemente influenciado por las características del campo de vientos, que actúa directamente sobre la superficie del océano. Este resultado no es sorprendente, pues aunque indirectamente, ya en otros trabajos se había mostrado, que el patrón general de circulación en el Sistema de la Corriente de California es consecuente con el patrón de vientos observado, sin embargo, esto hasta hace poco estaba limitado a los flujos superficiales (Corriente de California, de Davidson, del Sur de California y Contracorriente Superficial) y sólo después de los resultados de Nelson (1977) se analizó en esos términos, el patrón general de la circulación subsuperficial, habiéndose encontrado que la intensificación del flujo al Norte (Contracorriente de California) medido directa o indirectamente respondía satisfactoriamente al modelo de Sverdrup.

Nuestros resultados representan entonces, una extensión a los de esos trabajos, ya que el análisis fue efectuado en base a consideraciones 'estáticas', es decir, solo cuantificando la importancia volumétrica de la masa de agua del Sur en ésta capa.

Así, casi al término de ésta discusión, podemos establecer que una de las contribuciones importantes de éste trabajo, es haber mostrado que el comportamiento volumétrico de la Capa Subsuperficial es consistente con el modelo de Sverdrup y dentro de éste panorama general, es en el Dominio Oceánico donde existe una mejor respuesta, lo cual no es sorprendente puesto que en el modelo teórico de relación, se precisa de la no existencia de fricciones horizontales ni interacciones con el fondo oceánico y evidentemente son las condiciones batimétricas de la región oceánica, las que mejor se aproximan a las condiciones ideales.

Otro importante resultado es que aparentemente el patrón de circulación de la capa subsuperficial pueda estar más o

menos establecido, es decir, la diferencia promedio ($\sim 10\%$) de componente Ecuatorial entre el Dominio Océánico y el Costero, siempre en favor de éste último, desde la parte Sur del sistema hasta el Sur de California, sugiere que no existe una diferencia marcada entre los dos núcleos rastreados (océánico y costero), lo cual aparentemente nos lleva a pensar en un flujo continuado hacia el Norte sobre ésta capa, a lo largo de cada transecto, ya que si relacionamos la diferencia de componente Ecuatorial entre los Dominios a la interacción sobre el Dominio Océánico, de una tercer masa de agua, la Central del Este del Pacífico Norte, entonces, las diferencias en la concentración Ecuatorial entre los dos Dominios quedarían explicadas y así, podríamos establecer que el patrón general de resultados, es conducente con la hipótesis de circulación planteada.

Sin embargo, aun queda otra posibilidad, pues, también es posible que la masa de Agua Ecuatorial, llevada al Norte por la Contracorriente de California, retorne al Sur en el seno de la Corriente de California, pero si esto sucediera y no hubiera nuevo aporte Ecuatorial sobre éste núcleo, entonces las características Ecuatoriales, digamos desde la parte media a la parte Sur de nuestro estudio, cuando mucho podrían ser las de la parte Norte.

No obstante, el nuevo aporte Ecuatorial, puede venir de la mezcla lateral, pero, las cartas geostróficas tampoco dan evidencias de un flujo en tal dirección, el cual, debería ser de importantes magnitudes para lograr la homogeneidad reportada y un proceso de difusión no parece ser la mejor explicación.

Otra posibilidad, es la difusión vertical, es decir, Tibby (1941), mostró que el núcleo con alta componente Ecuatorial se extiende sobre toda la región hasta una profundidad cercana a los 1000 m y normalmente la componente es más alta en la frontera profunda de su estudio.

Por lo tanto, el establecimiento de nuestra hipótesis no es tan simple, ya que la circulación geostrófica a 200 m muestra que sobre la región oceánica se desarrolla un flujo hacia el Sur en todos los meses del año (Figs. 3a y 3b), mientras que a 500 m el flujo es netamente hacia el Norte (Fig. 3c), entonces, es muy posible que entre los 200 y 500 m de profundidad exista una inversión de corrientes y con ello cabe la posibilidad de que parte del núcleo que hemos rastreado vaya hacia el Sur y la otra parte lo haga hacia el Norte.

Estas suposiciones deberán quedar ahí, ya que no existe información detallada para establecer una respuesta final. De modo que de éste trabajo, ha resultado algo interesante,

pues, un estudio futuro pueda ser el encontrar el nivel donde el esfuerzo directo del viento, que sobre la región impulsa la columna hacia el Sur, cesa su influencia, para dar paso a la superposición de los mecanismos termohalinos y del rotor del viento que en éste caso impulsan la columna hacia el Norte. Por supuesto ésto excluye a la Contracorriente de California ya que su existencia, en la región costera, a partir de los 200 m es un hecho comprobado.

PROFUNDIDAD: El patrón de variación espacial del límite inferior del Modo Profundo, se caracteriza por una elevación de ~ 20 m entre Cabo San Lucas y el Sur de Punta Eugenia y de 10 m entre ésta y Baja California Norte, a partir de donde básicamente el nivel se conserva, ya que entre ésta y el Norte de California existe una diferencia de -10 m.

Las variaciones espaciales del límite superior son más marcadas, ya que existe una diferencia de casi 80 m entre la ocurrencia más somera (Sur y Centro de California) y la más profunda (Sur y Norte de Baja California). El comportamiento de éste límite se caracteriza por un aumento (25 m) de Cabo San Lucas a Baja California Norte y una disminución (de 80 m) entre ésta región y California Central, para nuevamente volver a aumentar (40 m) hasta el Norte de California. Sin embargo, dentro de la información que el presente estudio aporta y la bibliografía consultada, no existe alguna relación que pueda explicar el patrón de variación observado, no obstante, muy posiblemente sean los efectos de la topografía y más aun, sea la distribución vertical de la densidad de las aguas, propia de cada región, la fuente de ésas variaciones.

OXIGENO: El comportamiento de éste parámetro en éste Dominio presenta el mismo patrón de la región oceánica, sin embargo, en la parte Sur y Central los valores son ligeramente más bajos a los de su similar oceánica, mientras que en la parte Norte son básicamente los mismos.

Como ya fué establecido en la discusión del Dominio anterior, los resultados de oxígeno correlacionan muy altamente con la magnitud de la Componente Ecuatorial existente en cada región. Los resultados de éste Dominio confirman éste hecho, pues los valores bajos de oxígeno en el sur tienen asociada una componente más alta que la observada en el otro Dominio, mientras que la similitud de los valores de oxígeno en la parte Norte corresponden a la existencia de una misma componente Ecuatorial en ambas regiones.

VII. - CONCLUSIONES

En éste trabajo se han presentado las características en tiempo y espacio del Modo Volumétrico Principal que sobre 500 m existe en la región de la Corriente de California. Asimismo, se ha investigado las posibles causas a las que pueda responder su comportamiento. Las conclusiones principales de éste estudio son:

- 1.- La estratificación volumétrica de la columna de agua, en la región de la Corriente de California (sobre 500 m), ocurre normalmente en tres capas: La Capa Superficial, la de Transición (haloclina) y la Capa Profunda.
- 2.- El agrupamiento volumétrico importante es, en promedio, a partir de 200 m (capa profunda), cuyo Modo volumétrico significó entre el 46 y 66 % del volumen total de las columnas estudiadas.
- 3.- El análisis de la distribución vertical del núcleo principal definió que la frontera superior de éste núcleo ocurre por debajo de la haloclina principal. Esta frontera es más profunda (~220 m) en la parte Sur del sistema y más somera (~180 m) en la parte Norte. Sin embargo, con el presente estudio no es posible definir la máxima profundidad de influencia puesto que hay evidencias que ésta ocurre por abajo de 500 m.
- 4.- El Modo volumétrico principal presenta en cada región una relación más o menos invariante a través del año entre sus componentes principales, el Agua Ecuatorial y el Agua Subártica del Pacífico Norte.
- 5.- En promedio la Componente Ecuatorial en las aguas del núcleo rastreado, contribuye con el 90 %, en el Sur y el 30 % en el Norte.
- 6.- La transformación de las aguas del núcleo, de un dominio Ecuatorial en el Sur a un dominio Subártico en el Norte, generalmente ocurre a una razón del 10 % entre cada línea. Sin embargo, la transición entre el Sur y Norte de Baja California es del 20 %.
- 7.- A gran escala, toda la Región de la Corriente de California es la zona de transición entre la masa de Agua Ecuatorial y la Subártica, pero, a escala más pequeña y tomando como base el 50 % de contribución de cada componente, tal región ocurre entre Baja California Norte y el Sur de California, entonces

8. - Respecto a la razón de componentes de la masa de agua del núcleo profundo, la Región de la Corriente de California puede ser dividida en las siguientes zonas:

a). - Zona de dominio Ecuatorial. Parte Sur del Sistema (líneas 150 y 130)

b). - Zona de Transición. Parte Central del Sistema (líneas 110 y 90)

c). - Zona de dominio Subártico. Parte Norte del Sistema (líneas 70 y 50)

9. - Existe una diferencia, en promedio del 10 %, respecto al porcentaje de Componente Ecuatorial entre el Dominio Costero y el Océánico, siempre en favor del primero, desde la parte Sur del estudio hasta el Sur de California, a partir de donde los núcleos oceánico y costero presentan la misma relación de componentes.

10. - La distribución volumétrica estacional está caracterizada por la ocurrencia de dos estaciones volumétricas extremas, generalmente bien definidas.

11. - La diferencia volumétrica entre las estaciones extremas es, en el Dominio Océánico, aparentemente el resultado del patrón del rotor del viento, sin embargo, en el Dominio Costero sus causas no son tan claras.

12. - En general, el comportamiento volumétrico de la Capa Profunda es consistente con el Modelo de Sverdrup. Habiendo mejor correlación en el Dominio Océánico que en el Costero, entonces

13. - Un patrón de circulación de la Capa Profunda del Dominio Océánico, con dirección principalmente hacia el Norte y como fuente energética el rotor del viento y los gradientes de densidad es la mejor explicación para el patrón general de resultados volumétricos observado. Pero,

14. - En el Dominio Costero la relación no es tan simple, así, la menor correspondencia entre el patrón volumétrico y el modelo de circulación planteado, puede deberse a la ocurrencia de procesos de frontera.

15. - El análisis de los polígonos estacionales T-S a 10 y 200 m corroboró:

a). - Qué las surgencias y la circulación costera son los procesos principales que dominan el patrón de variación T-S de las estaciones más cercanas a la costa, mientras que las más hacia el mar reflejan una influencia más directa de sus ciclos anuales de radiación.

b). - Qué las surgencias son fuertes en primavera frente a Baja California y el Sur de California y de primavera a verano en la parte central de California.

c). - Qué los contraflujos superficiales: Contracorriente Superficial, Contracorriente del Sur de California y Corriente de Davidson ocurren, en su caso, entre verano y otoño en la parte Sur y entre otoño e invierno en la parte Norte.

d). - Qué las grandes variaciones T-S (~ 9.0 C, 0.5 ppm) ocurren en la parte Sur del Sistema las cuales se reducen (hasta ~ 3.5 C y 0.2 ppm) hacia el Norte.

e). - Qué en la región del Norte de California es muy difícil establecer patrones generales de comportamiento dada su dinámica altamente cambiante.

16. - Del análisis similar a 200 m se concluye:

a). - Qué el patrón de variación T-S está dominado por las características de la circulación a éste nivel, siendo el orden de las variaciones (en promedio 1.0 C, 0.1 ppm), sensiblemente menor al reportado a 10 m.

b). - Qué el flujo al Sur ocurre, principalmente, en primavera frente a Baja California y de primavera a verano del Sur al Centro de California, mientras que el flujo al Norte es fuerte en verano frente a Baja California Sur, de verano a otoño en Baja California Norte y en otoño-invierno en la parte Sur y Central de California.

c). - Qué generalmente, las épocas de intensificación del flujo Sur, a 200 m, coinciden con las las épocas de intensificación de las surgencias costeras.

d). - Qué tampoco a 200 m existe un patrón de comportamiento bien establecido en la Región del Norte de California.

LITERATURA CITADA

Bakun, A. y C. S. Nelson. 1975. Climatology of upwelling-related processes off Baja California. Proceedings of a Symposium on Fisheries Science. Autonomous University of Baja California, Fisher School of Marine Sciences, Ensenada, Baja California, 32 pp.

Bakun, A. 1973. Coastal upwelling indices, West Coast of North America, 1946-1971. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-671, 103 pp.

Bathen, K. H. 1972. On Seasonal Changes in the depth of mixed layer in The North Pacific Ocean. J. Geophys. Res., 77(36) : 7138-7150

Blaton, J. y J. G. Pattullo. 1970. The Subsurface boundary between Subarctic Pacific Water and Pacific Equatorial Water in The Transition zone off Southern California. Limnol. Oceanogr., 15 : 606-614

Bolin B. y Stommel H., 1961. On the abyssal Circulation of the world Ocean (IV). Origin and rate of Circulation of deep Ocean water as determined with aid of tracers. Deep-Sea Research, Vol B, pp 95-110

Carmack, E. C. 1974. A quantitative characterization of water masses in the Weddell Sea during summer. Deep-Sea Res. 21, 431-443.

Cochrane, J. D. 1958. The frequency distributions of water characteristics in the Pacific Ocean. Deep-Sea Research, 5, 111-127

Eber, L. E. y N. Wiley. 1976. A retrieval and display system for the CalCOFI oceanographic data file. National Marine Fisheries Service, Southwest Fisheries Center, Admin. Rep. No. LJ-76-16

Eber, L. E. 1977. Contoured depth-time charts (0 a 200 m) of temperature, salinity, oxygen and sigma-t at 23 CalCOFI stations in the California Current. CalCOFI Atlas No. 22.

Glazcov, V. V. 1970. Three dimensional statistical T-S analysis of the water masses of the Black Sea. *Oceanology*, Vol. 10, No. 6

Gómez, V. J. 1980. Variación estacional en el Sistema de la Corriente de California frente a Ensenada, B.C. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada., Ensenada, Baja California, Mexico, 159 pp.

Hickey, B. M. 1978. The California Current system-hypotheses y facts. Submitted to *Progress in Oceanography*, 59 pp.

Huang, J. C. K. 1972. Recent Decade Variation in The California Current System. *J. Phys. Oceanogr.*, 2(4) : 382-390

Kin'dyushev, V. I. 1968. Seasonal variations of water masses in the California region of the Pacific Ocean. *Oceanology* 10: 456-464.

Lynn, R. J. 1967. Seasonal variation of Temperature and Salinity at 10 meters in The California Current. *CalCOFI Rep.* II, 157-186

Mamayev, D. I. 1975. Temperature-Salinity analysis of world ocean waters. *Elsevier Oceanography Series*, Vol. 11, 374 pp

Montgomery, R. B. 1955. Characteristics of surface water at Weather Ship J. *Pap. Mar. Biol. Oceanogr. Deep-Sea Res.* 3 (suppl): 331-334.

Montgomery, R. B. 1958. Water characteristics of Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research*, 5, 134-148

Nelson, C. S. 1977. Wind stress and wind stress curl over the California Current. *NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-714*, 87 pp.

Neumann, G. y W. J. Pierson Jr. 1966. Principles of Physical Oceanography. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 545 pp.

Pavlova, Y.V. 1966. Seasonal variatons of the California Current. Oceanology, 6: 806-814.

Pollak, M.J. 1958. Frequency distribution of potential temperatures and salinities in the Indian Ocean. Deep-Sea Research, 5, 128-133

Pond, S. y G. L. Pickard. 1978. Introductory Dynamic Oceanography. Pergamon Press., 240 pp.

Reid, J.L., Jr., G.I. Roden y J.G. Wyllie. 1958. Studies of the California Current system. CalCOFI progress Rep., 1 July 1956- 1 January 1958, 28-56.

Reid, J.L., Jr., y R.A. Schwartzlose. 1962. Direct measurement of the Davidson Current off central California. Journal of Geophysical Research, 67 (6): 2491-2497.

Reid, J.L., Jr., R.A. Schwartzlose y D.M. Brown. 1963. Direct measurement of a small surface eddy off Northern Baja California. J. Mar. Res., 21: 205-218.

Roden, G. I. 1959. On the heat and salt balance of The California Current region. J. Mar. Res., 18(1): 36-61

Schwartzlose, R.A. 1963. Nearshore currents of the Western United States and Baja California as measured by drift bottles. CalCOFI Rp. 9: 15-12.

Scripps Institution of Oceanography, 1960. Oceanic observations of the Pacific: 1950. Berkely and Los Angeles, University of California Press, 536 pp.

Smith, R.L. 1968. Upwelling. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 6: 11-46.

Sverdrup, H. V. 1941. The Pacific Ocean, Science, September 26, Vol 94 No. 2439 pag 287-293

Sverdrup, H. V. y R. H. Fleming. 1941. The waters off the coast of Southern California, March to July, 1937. Bull. Scripps Inst. Oceanogr., 4: 261-378.

Sverdrup, H. V., M. W. Johnson y R. H. Fleming. 1942. The Oceans: Their Physics, Chemistry and General Biology, Prentice-Hall, Inc., New York, 1087 pp.

Sverdrup, H. V. 1947. Wind-driven currents in a baroclinic ocean; with application to the equatorial currents of the eastern Pacific. Proc. Natl. Acad. Sci. 33: 318-326.

Tibby, R. B. 1941. The water masses of the west coast of North America. J. Mar. Res., 4(2): 112-121.

Tsuchiya, M. 1975. California Undercurrent in The Southern California Bight. CalCOFI Rep. 18 : 155-158

Tukey, W. J. 1977. Exploratory data analysis. Addison-Wesley Publishing. 668 pp

Wooster, W. S. y J. L. Reid, Jr. 1963. Eastern boundary currents. The Sea, Vol. 2, John Wiley, New York, 253-276.

Wooster, W. S. y J. H. Jones. 1970. California Undercurrent off Northern Baja California. J. Mar. Res., 28 (2): 235-250.

Wyllie, J. G. y R. L. Lynn. 1971. Distribution of temperature and salinity at 10 meters, 1960-1969, and mean temperature, salinity and oxygen at 150 meters, 1950-1968, in the California Current. CalCOFI Atlas No. 15.

Wyllie, J. G. 1966. Geostrophic flow of the California Current at the surface and at 200 meters. CalCOFI Atlas No. 4, 288 pp.

Yoshida, K. y M. Tsuchiya. 1957. Northward flow in lower layers as an indicator of Coastal upwelling. Rec. Oceanogr. works Jap., 4 : 14-22

ANEXO

En ésta sección se presenta un extracto de los diagramas de volumen, profundidad y oxígeno que fueron empleados en el estudio presentado.

El paquete completo consta de 203 diagramas (entre volumen, profundidad y oxígeno) de los cuales 82 fueron usados para el estudio del Dominio Océánico y 121 correspondieron al Dominio Costero.

Debido al gran número de gráficas se decidió mostrar en éste anexo solo una tríada (volumen, Profundidad y oxígeno) de diagramas por línea, es decir, en total 33, de los cuales 15 corresponden al Dominio Océánico y 18 al Costero.

La presentación de los diagramas es como sigue:

Las dos cantidades que aparecen en el extremo superior derecho de los diagramas volumétricos, son especificaciones auxiliares, la horizontal representa el número de archivos empleados para generarla y la inclinada indica el volumen total de la columna, el cual fué conservado para todos los meses dentro de una misma región.

El volumen total y todas las conversiones a volumen real, deberán ser multiplicadas por 10^5 m^3 , esto debido a que la fracción de área superficial asociada a cada estación hidrográfica, ingresó al método en forma decimal. Por ejemplo, para una influencia lineal de 40 millas (74080 m) y anchura unitaria, el área fué tomada como 0.7408 m^2 y al multiplicarla por la influencia vertical (5 ó 10 m) de cada dato, resultó en el volumen correspondiente de cada nivel y cuya suma en el intervalo de clase apropiado, es el valor que se reporta.

Las cantidades del margen derecho, representan el volumen total asociado a cada intervalo de temperatura y las del margen superior a los de salinidad. Por otra parte, las marcas en éstos márgenes dan la localización de los modos univariantes principales en temperatura y salinidad respectivamente, mientras que la parte encerrada por línea continua dentro del diagrama representa la separación del modo bivariante principal.

Finalmente, en los diagramas de profundidad y oxígeno se presentan las características típicas en cuanto a éstas propiedades, de cada 'tipo de agua' asociado a cada intervalo de clase bivariante.

DOMINIO OCEANICO

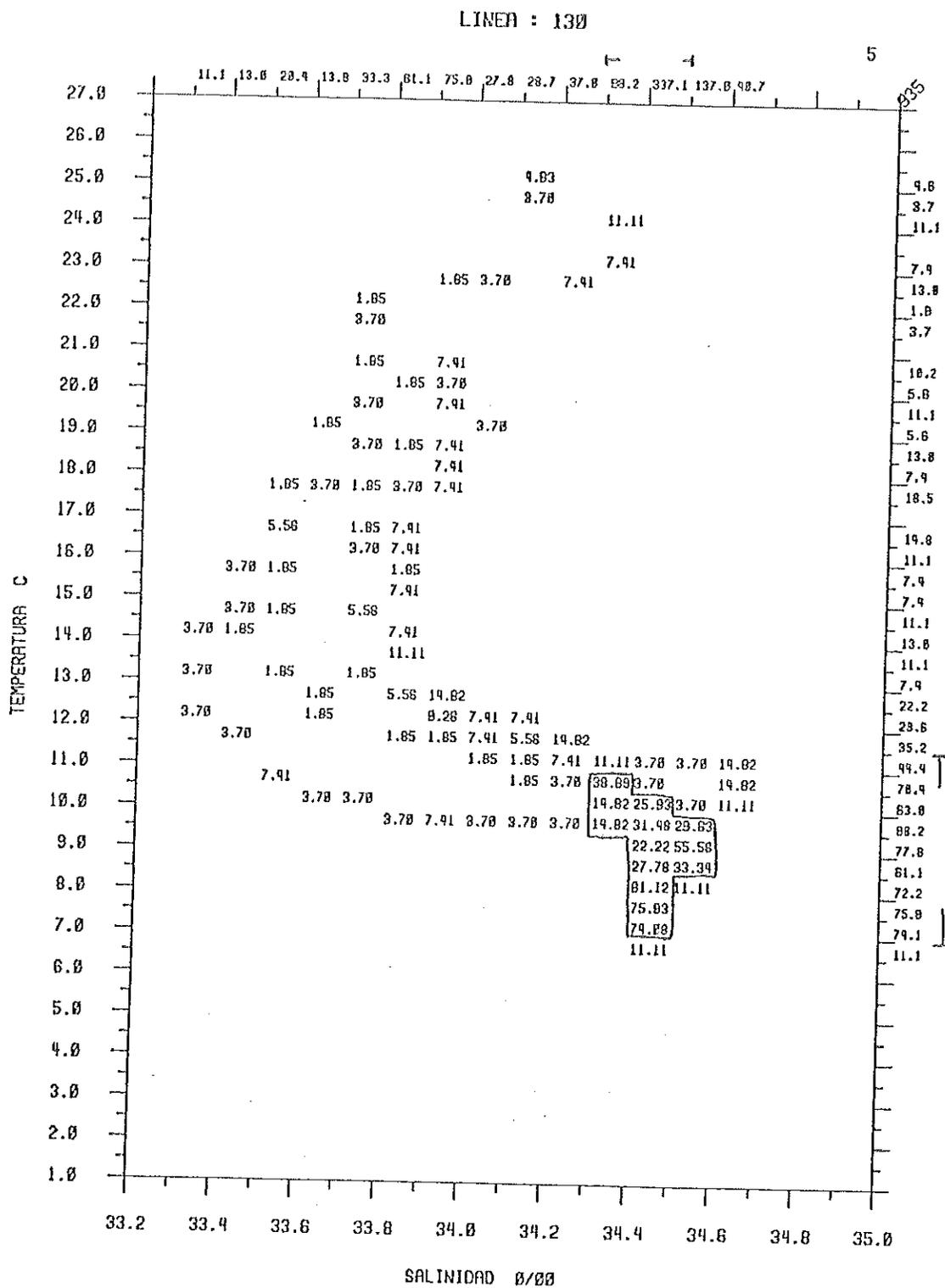


Figura 2.- Volumen total ($10^5 m^3$) de cada intervalo de clase bivalente en agosto, en la región II de la línea 130

LINEA : 130

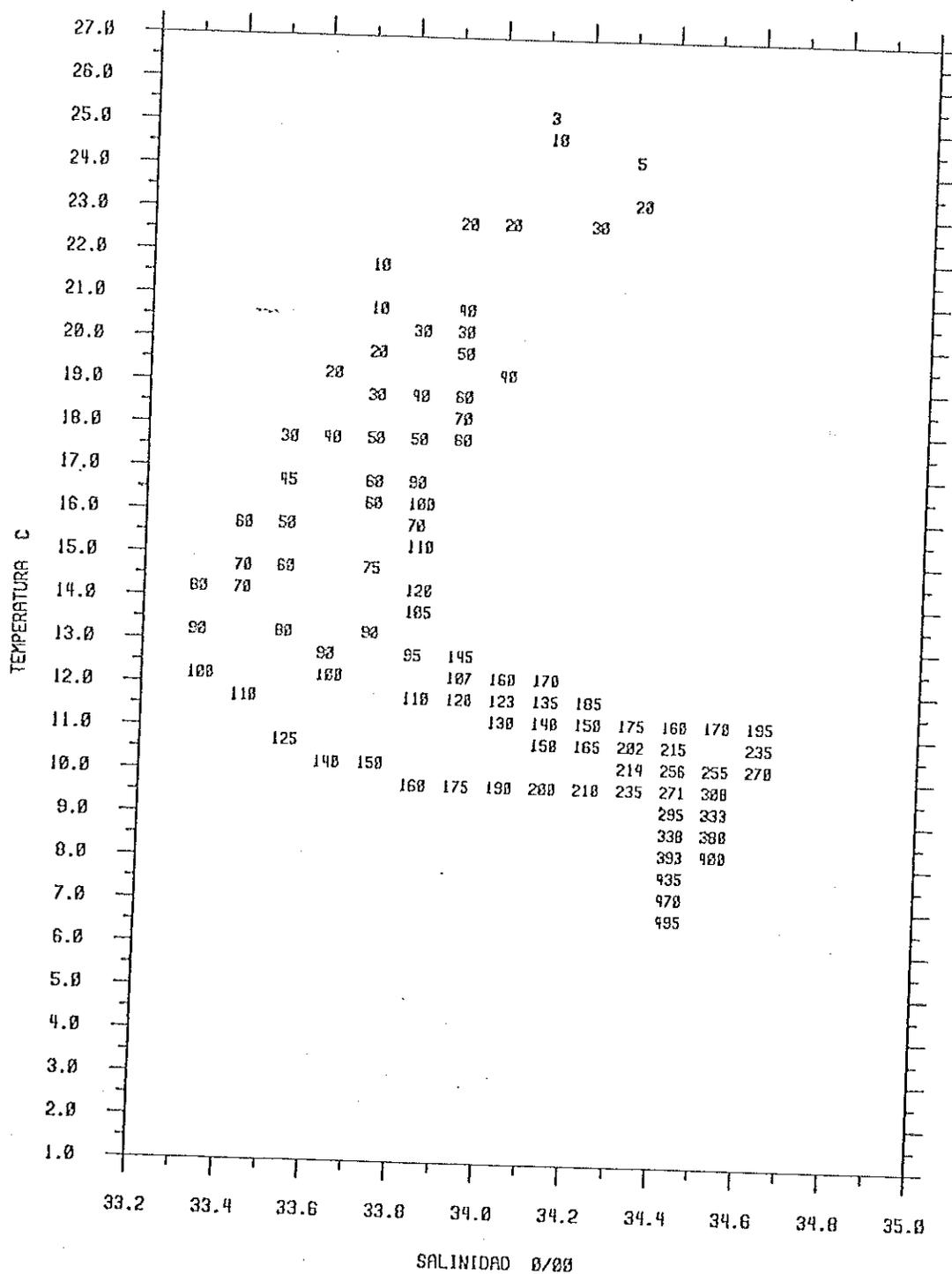


Figura 2 - Profundidad (m) promedio de cada intervalo de clase bivalente en agosto, en la región II de la línea 130

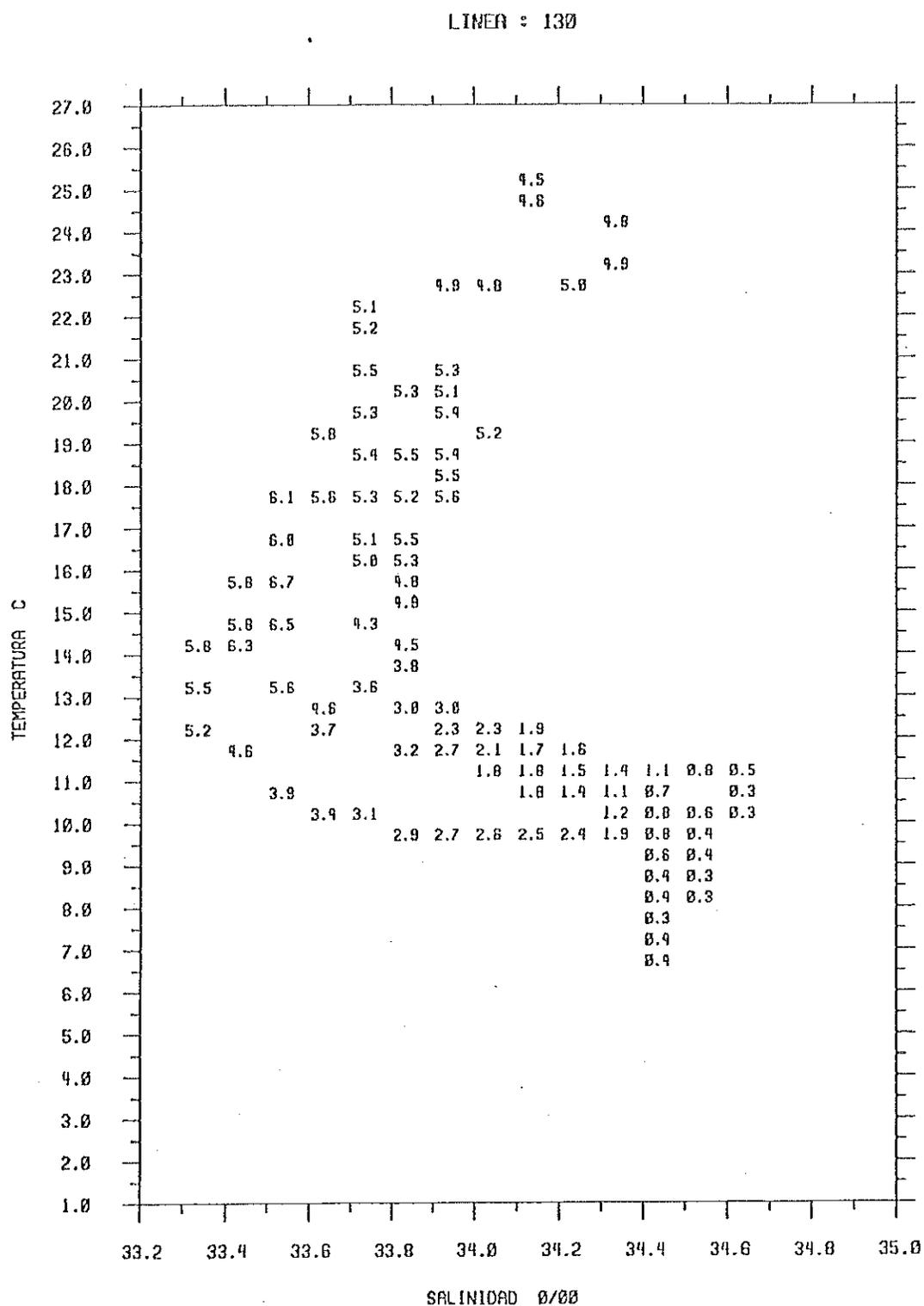


Figura 3.- Contenido de oxígeno (ml/l) promedio de cada intervalo de clase bivariente en agosto en la región II de la línea 130

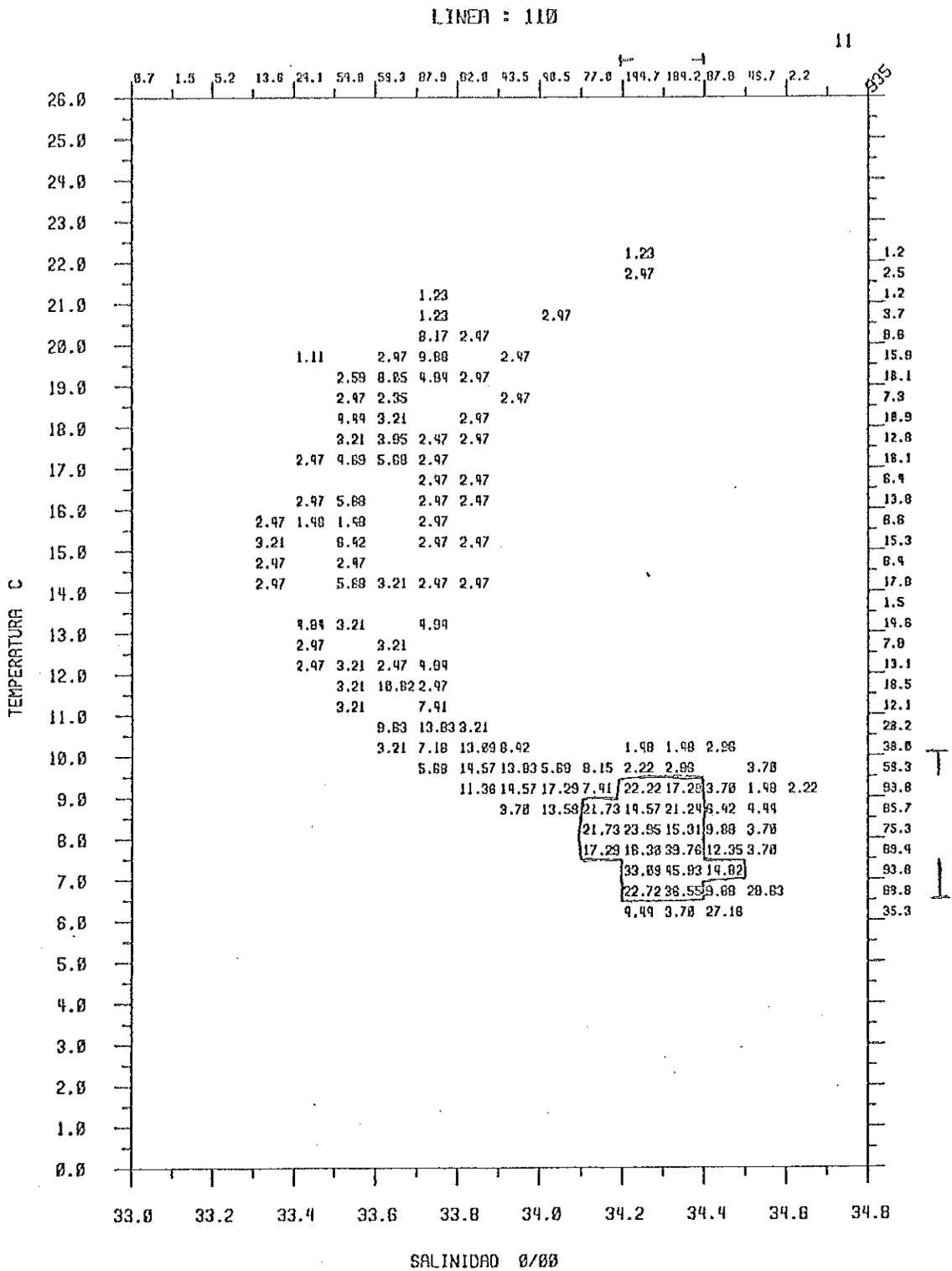


Figura 4.- Volumen total ($10^5 m^3$) de cada intervalo de clase bivariente en julio, en la región II de la línea 110

LINER : 110

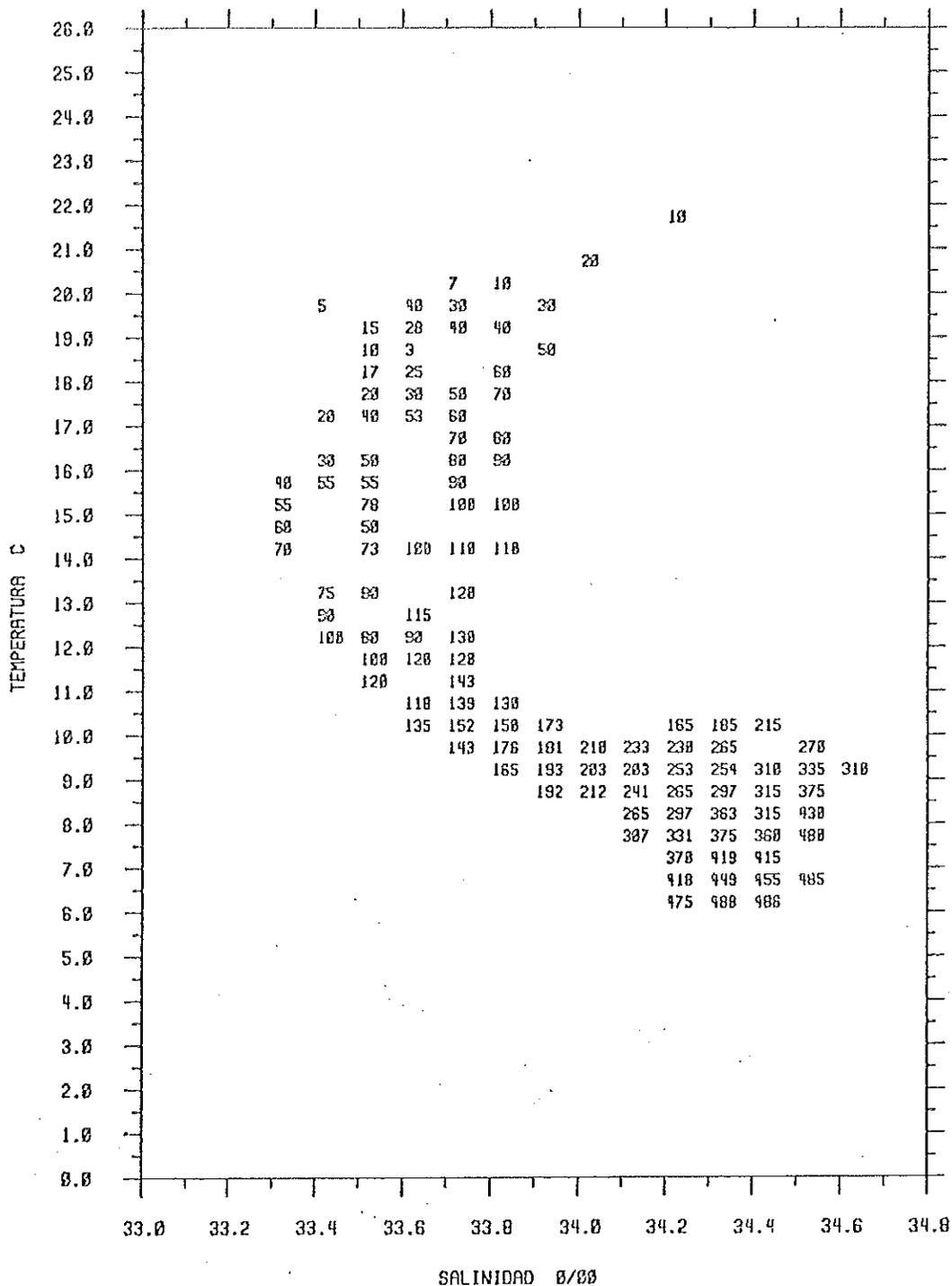


Figura 5.- Profundidad (m) promedio de cada intervalo de clase bivariente en julio, en la región II de la línea 110

LINEA : 110

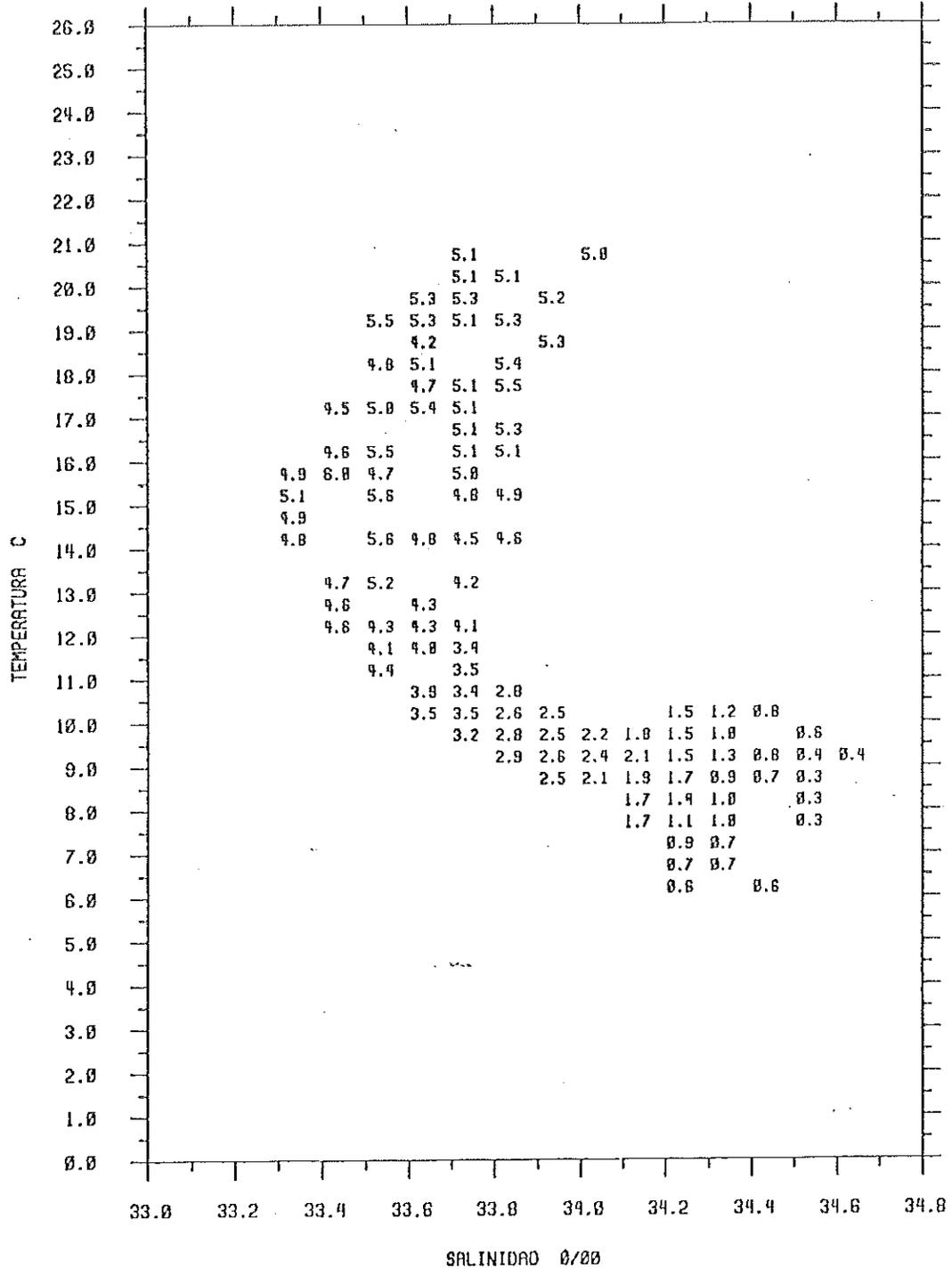


Figura 6.- Contenido de oxígeno (ml/l) promedio de cada intervalo de clase bivariente en julio en la región II de la línea 110

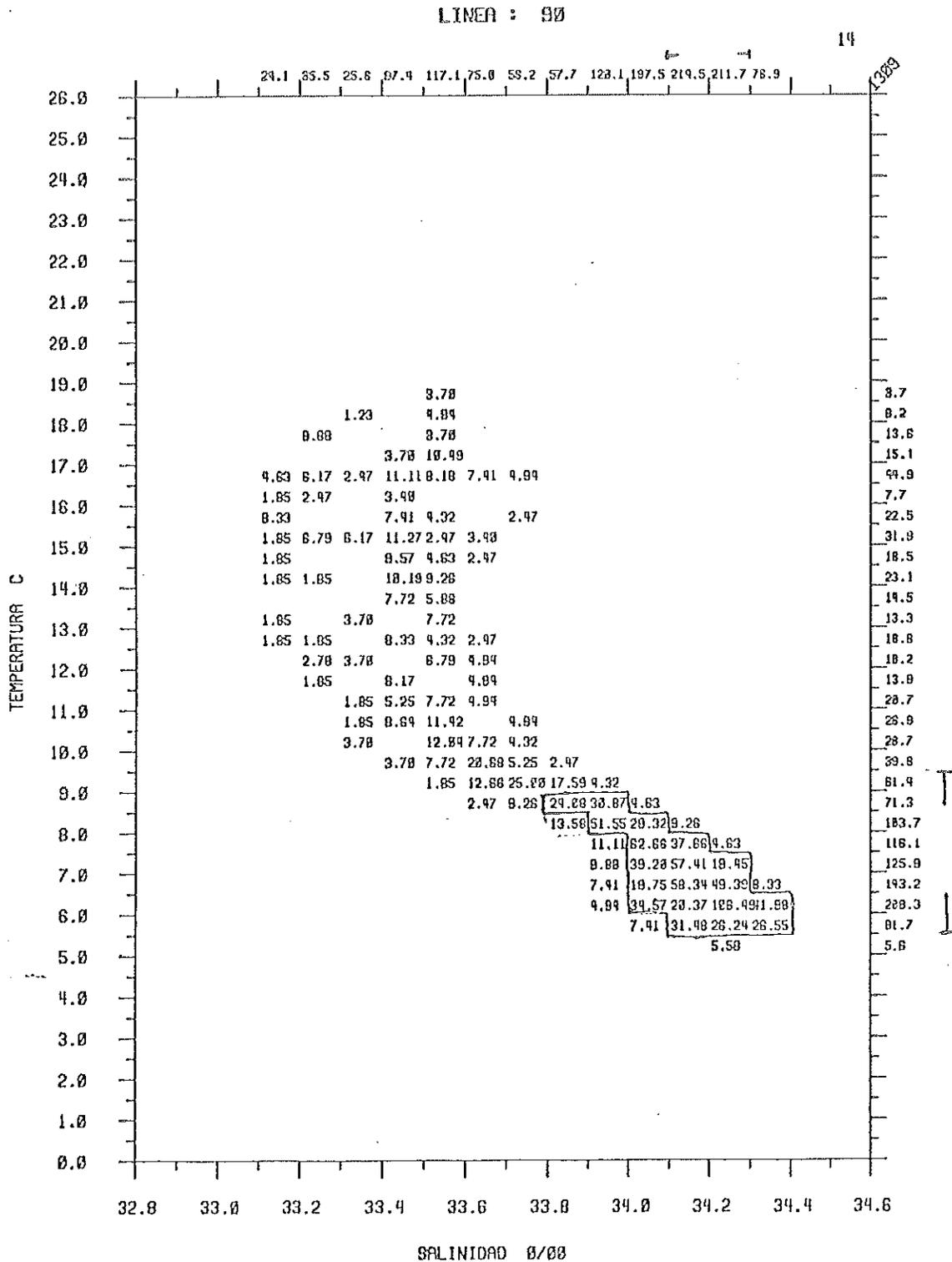


Figura 7.- Volumen total ($10^5 m^3$) de cada intervalo de clase bivariente en julio, en la región II de la línea 90

LÍNEA : 90

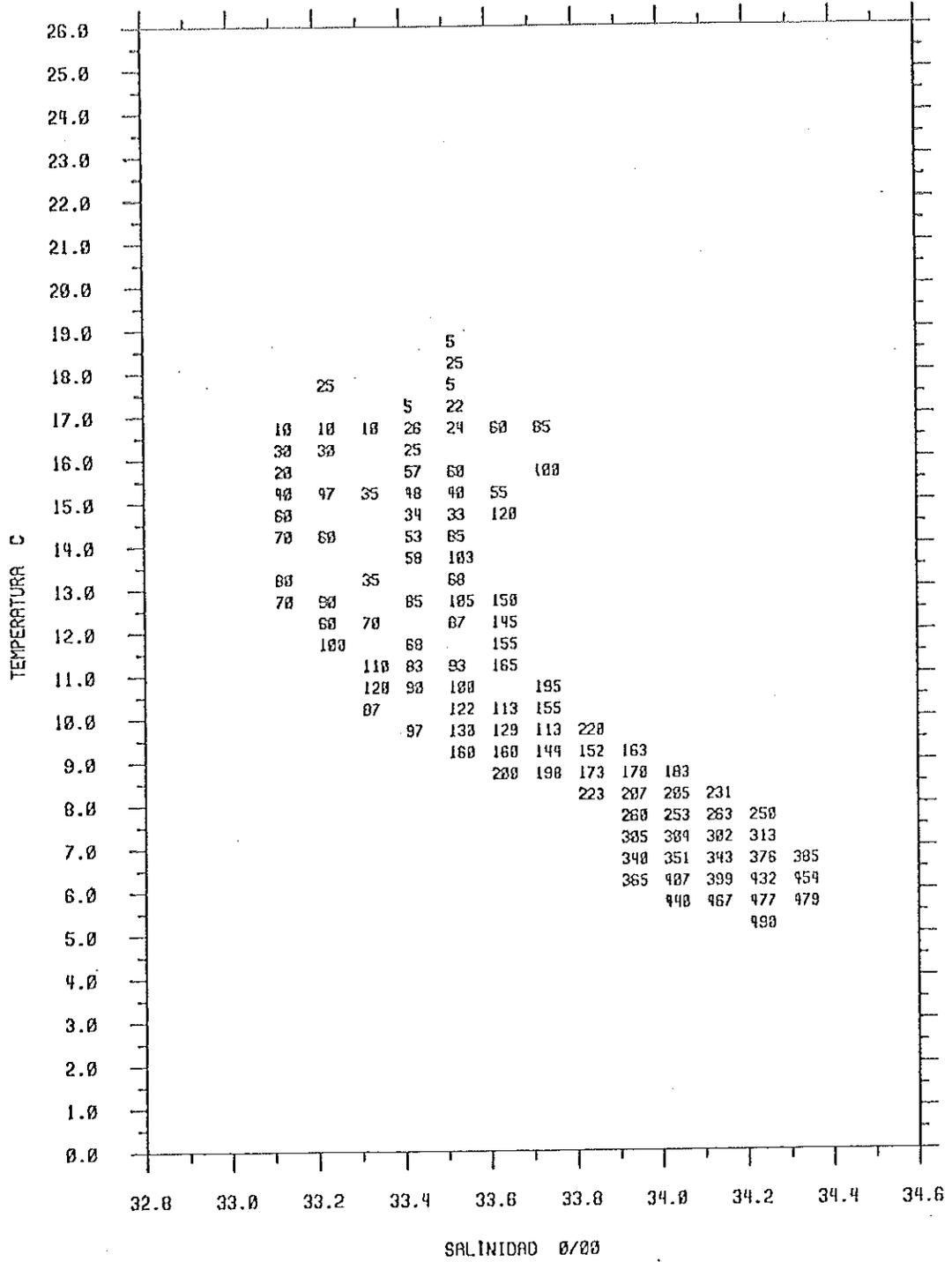


Figura 8.- Profundidad (m) promedio de cada intervalo de clase bivariente en julio, en la región II de la línea 90

LÍNEA : 90

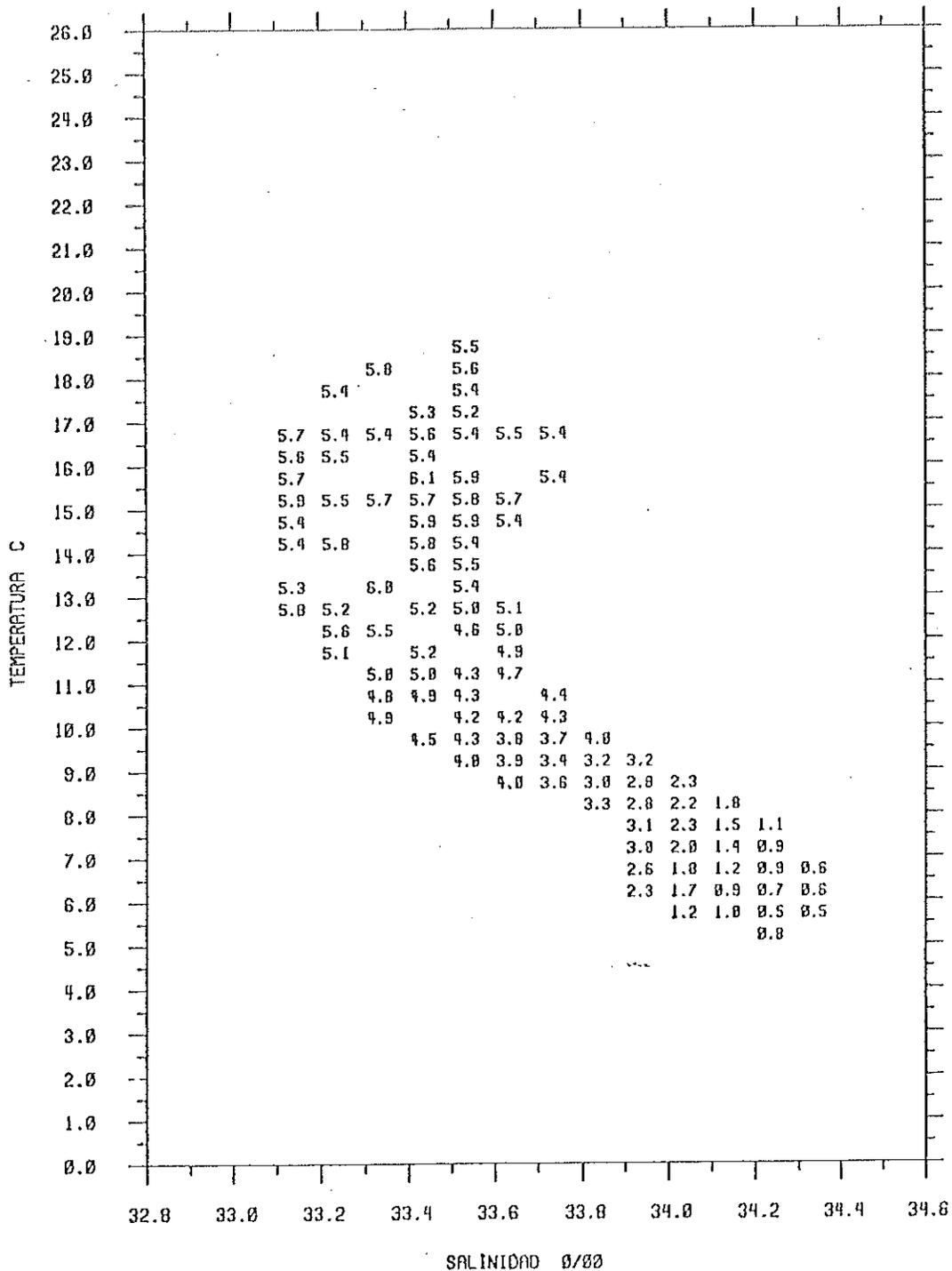


Figura 9.- Contenido de oxígeno (ml/l) promedio de cada intervalo de clase bivariente en julio en la región II de la línea 90

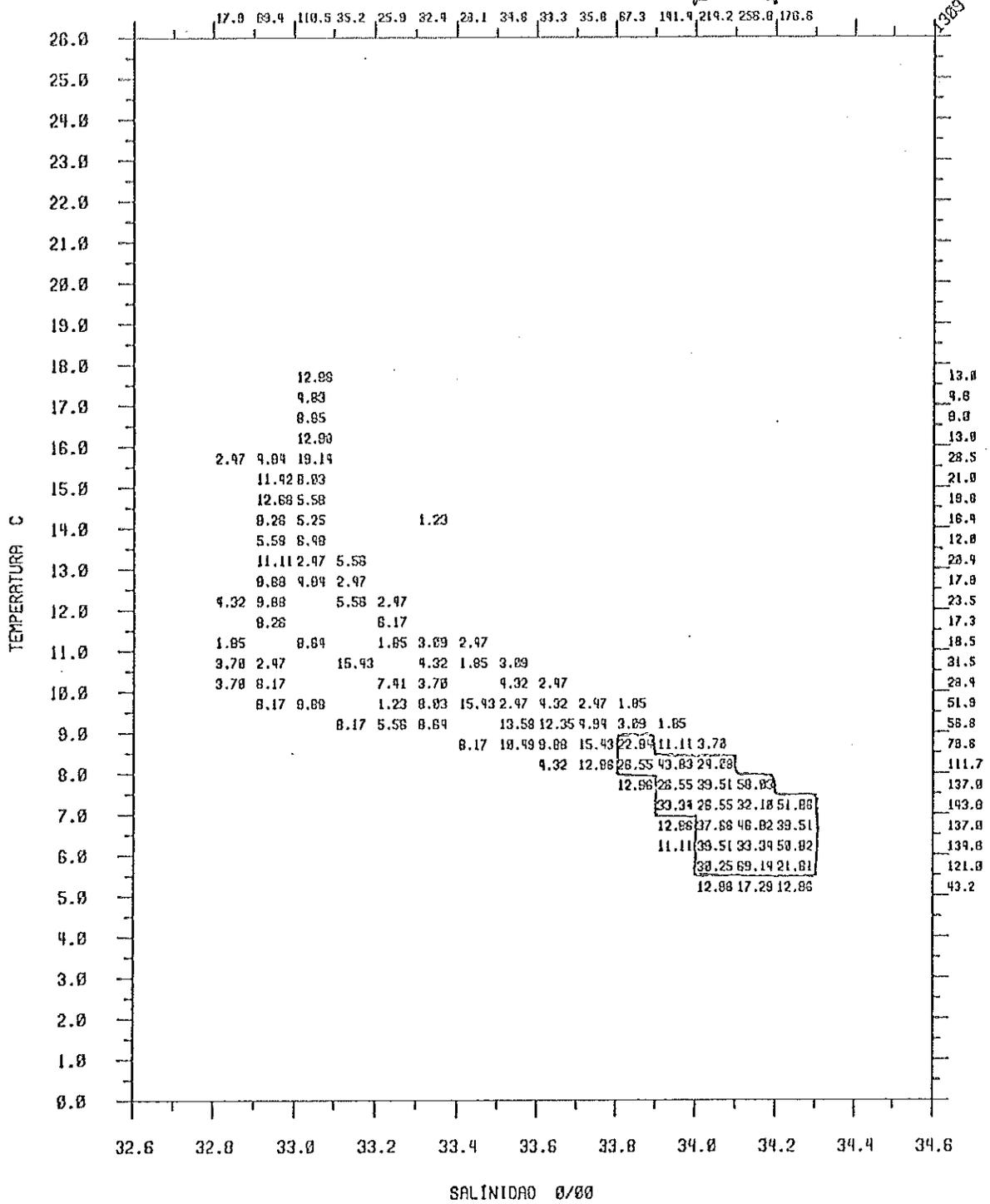


Figura 10.- Volumen total (10^5 m^3) de cada intervalo de clase bivariente en julio, en la región II de la línea 70

LINER : 70

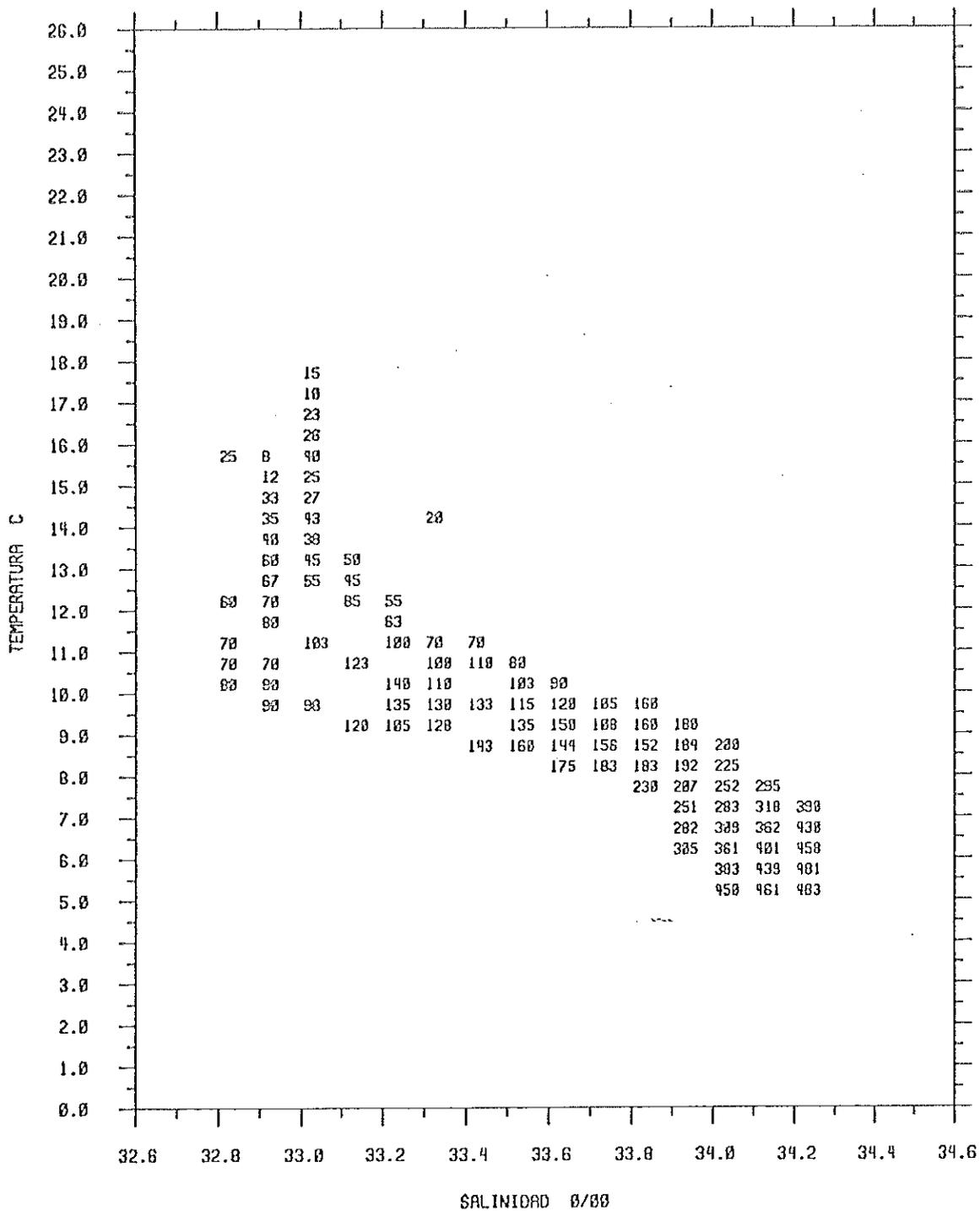


Figura 11.- Profundidad (m) promedio de cada intervalo de clase bivarante en julio, en la región II de la línea 70

LÍNEA : 70

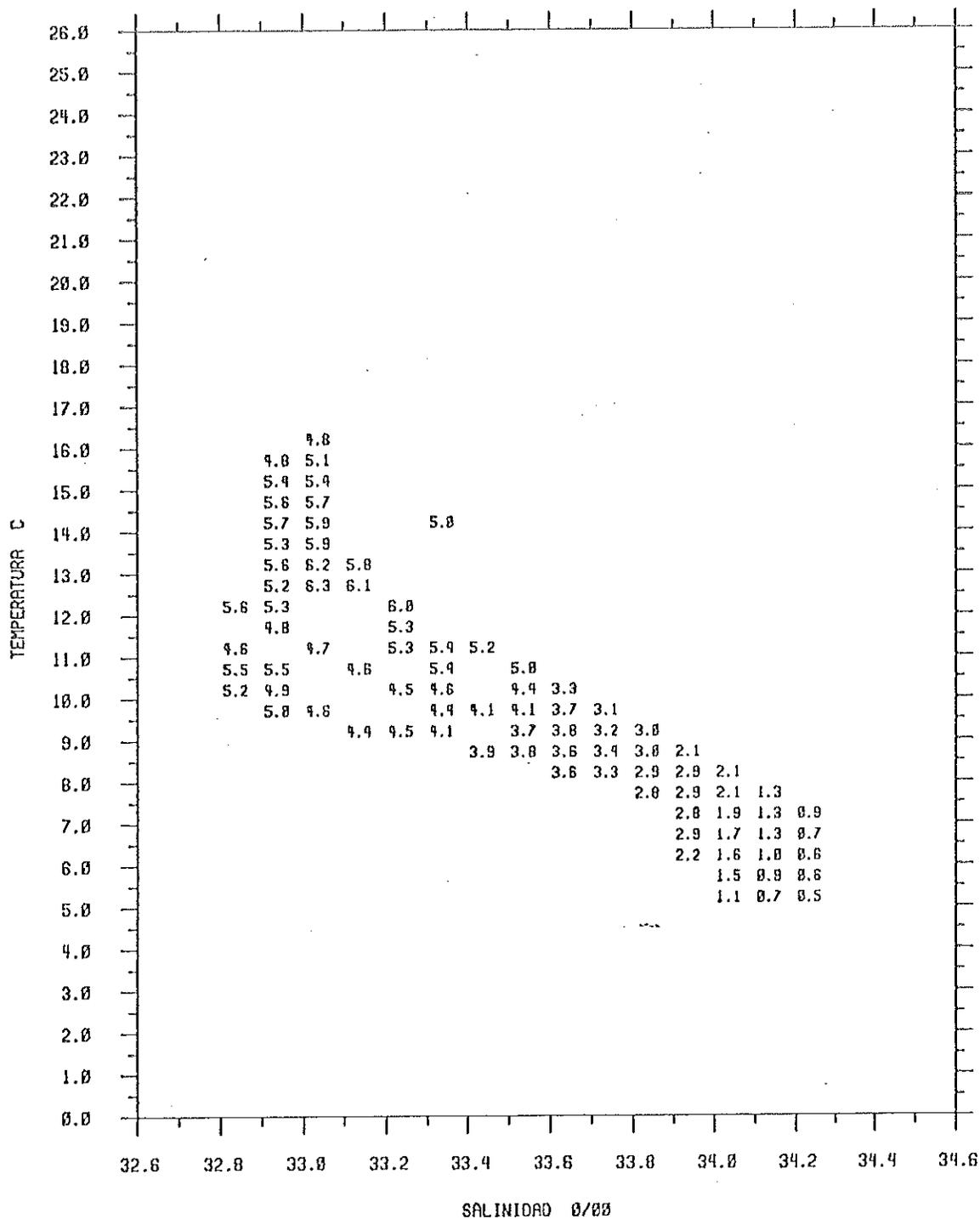


Figura 12.- Contenido de oxígeno (ml/l) promedio de cada intervalo de clase bivariente en julio en la región II de la línea -70

LINIA : 50

9

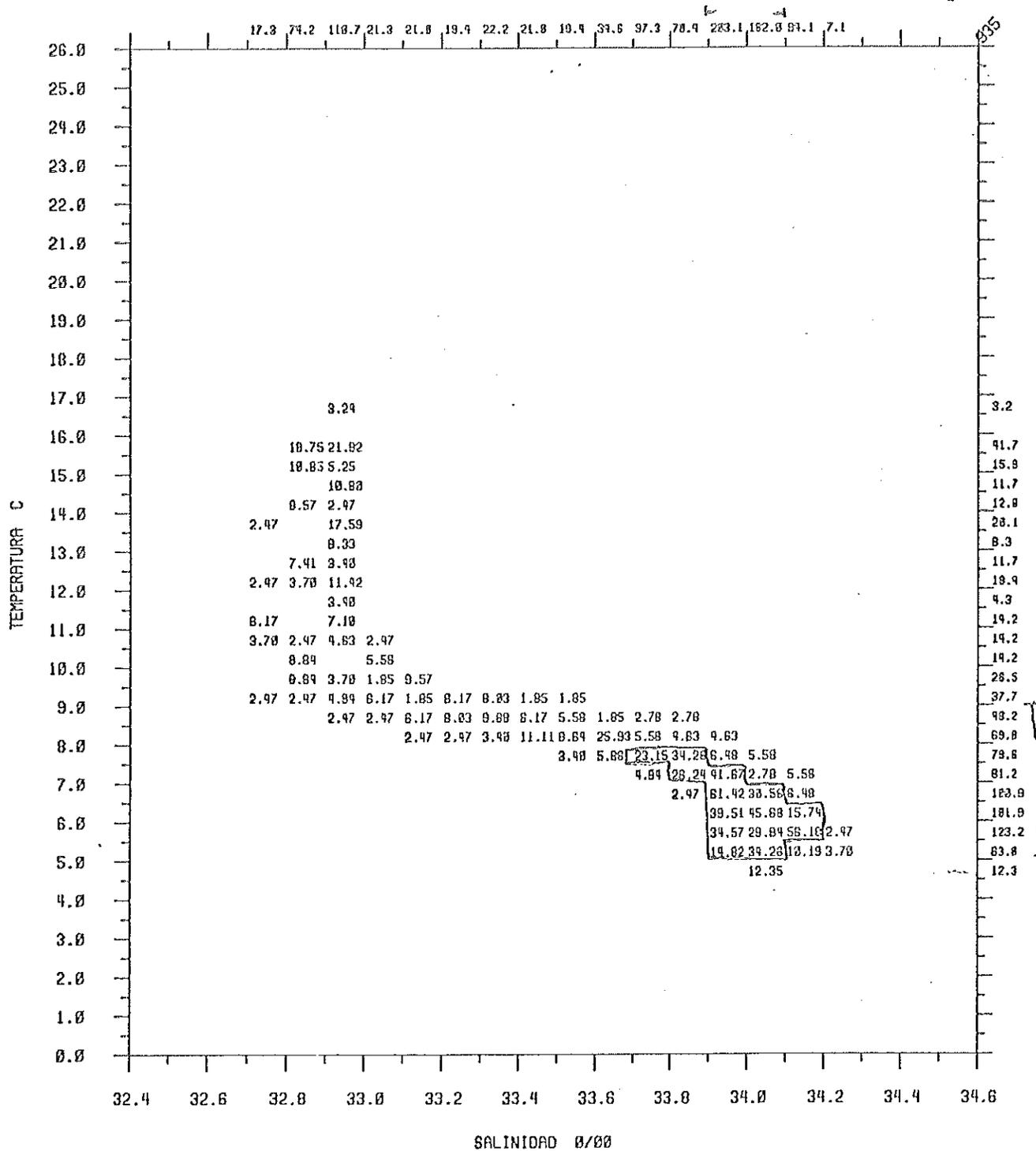


Figura 13.- Volumen total ($10^5 m^3$) de cada intervalo de clase bivariente en julio, en la región II de la línea 50

LÍNEA : 50

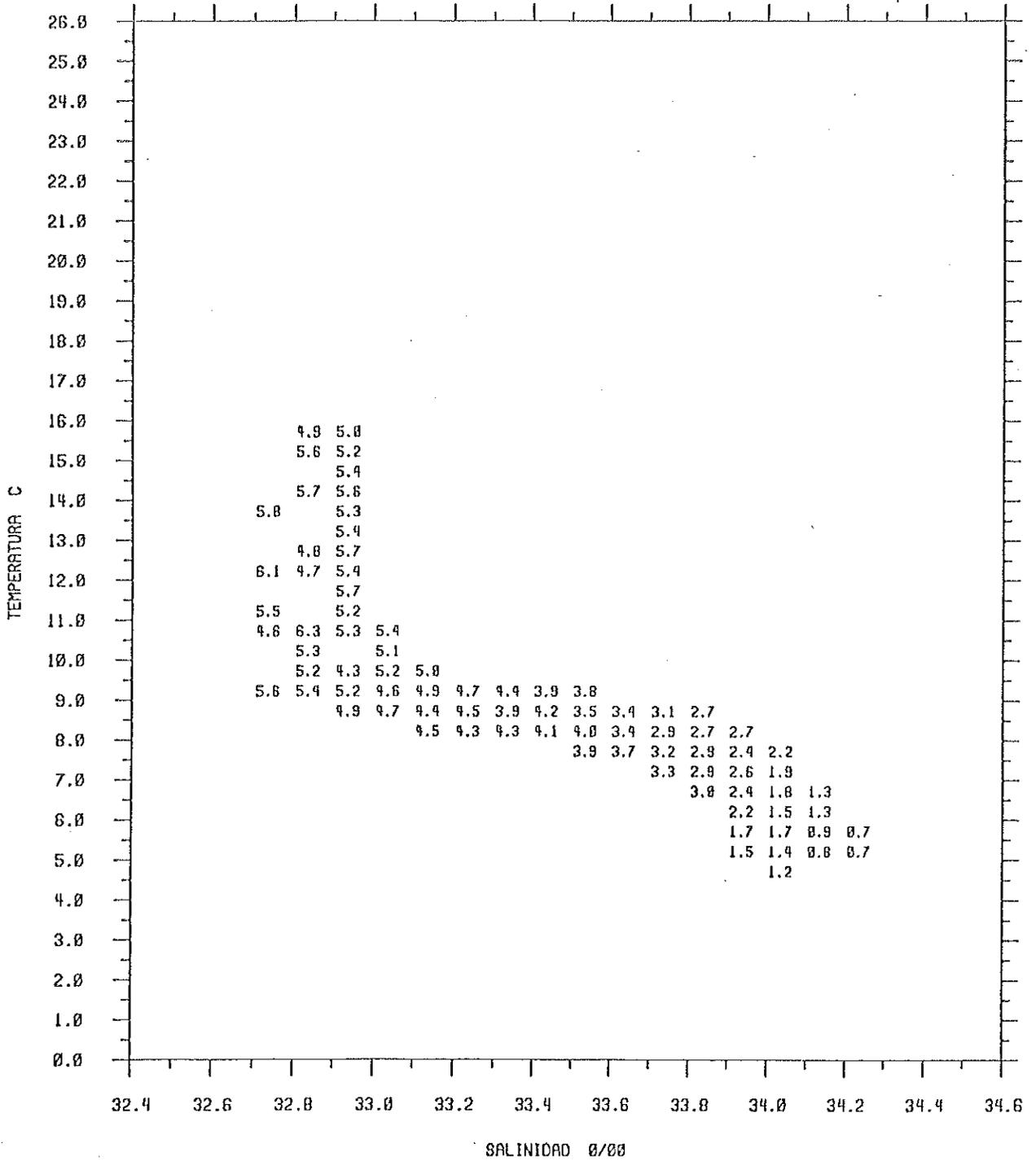


Figura 15.- Contenido de oxígeno (ml/l) promedio de cada intervalo de clase bivariente en julio en la región II de la línea 50

DOMINIO COSTERO

- LINER : 150 -

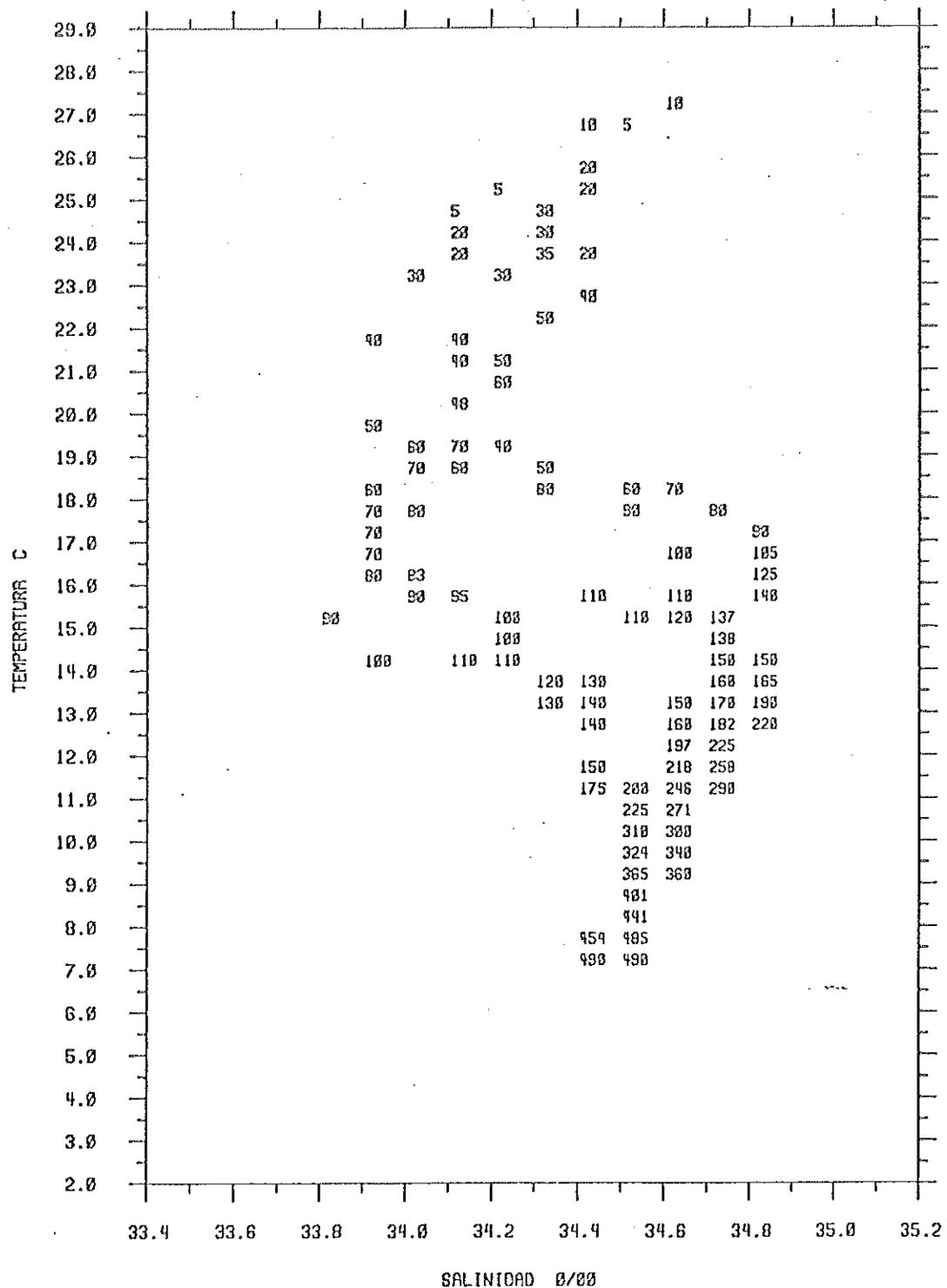


Figura 17.- Profundidad (m) promedio de cada intervalo de clase bivariente en agosto, en la región I de la línea 150

- LINEA : 150 -

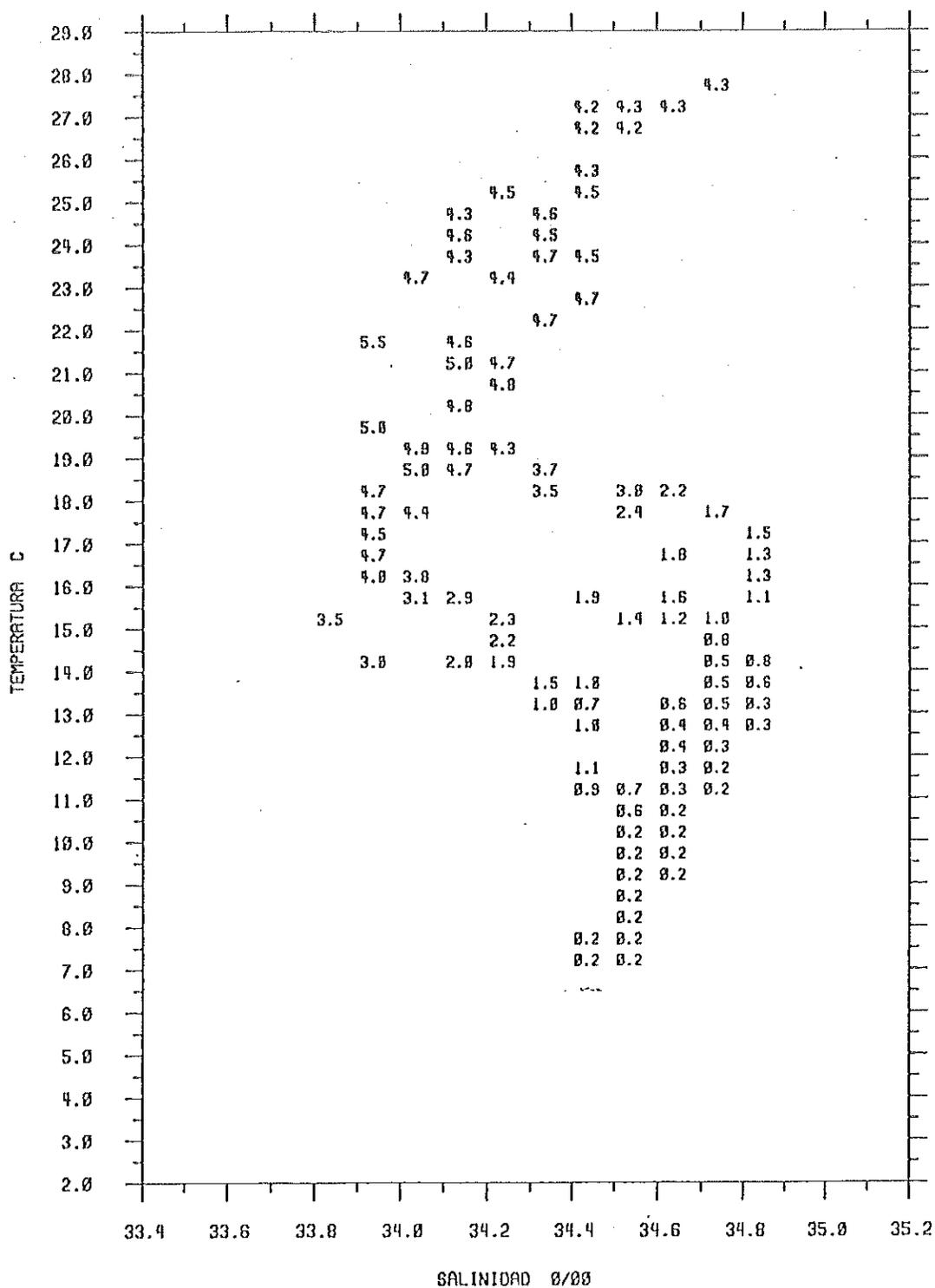


Figura 18.- Contenido de oxígeno (ml/l) promedio de cada intervalo de clase bivariante en agosto en la región I de la línea 150

LÍNEA : 130

19

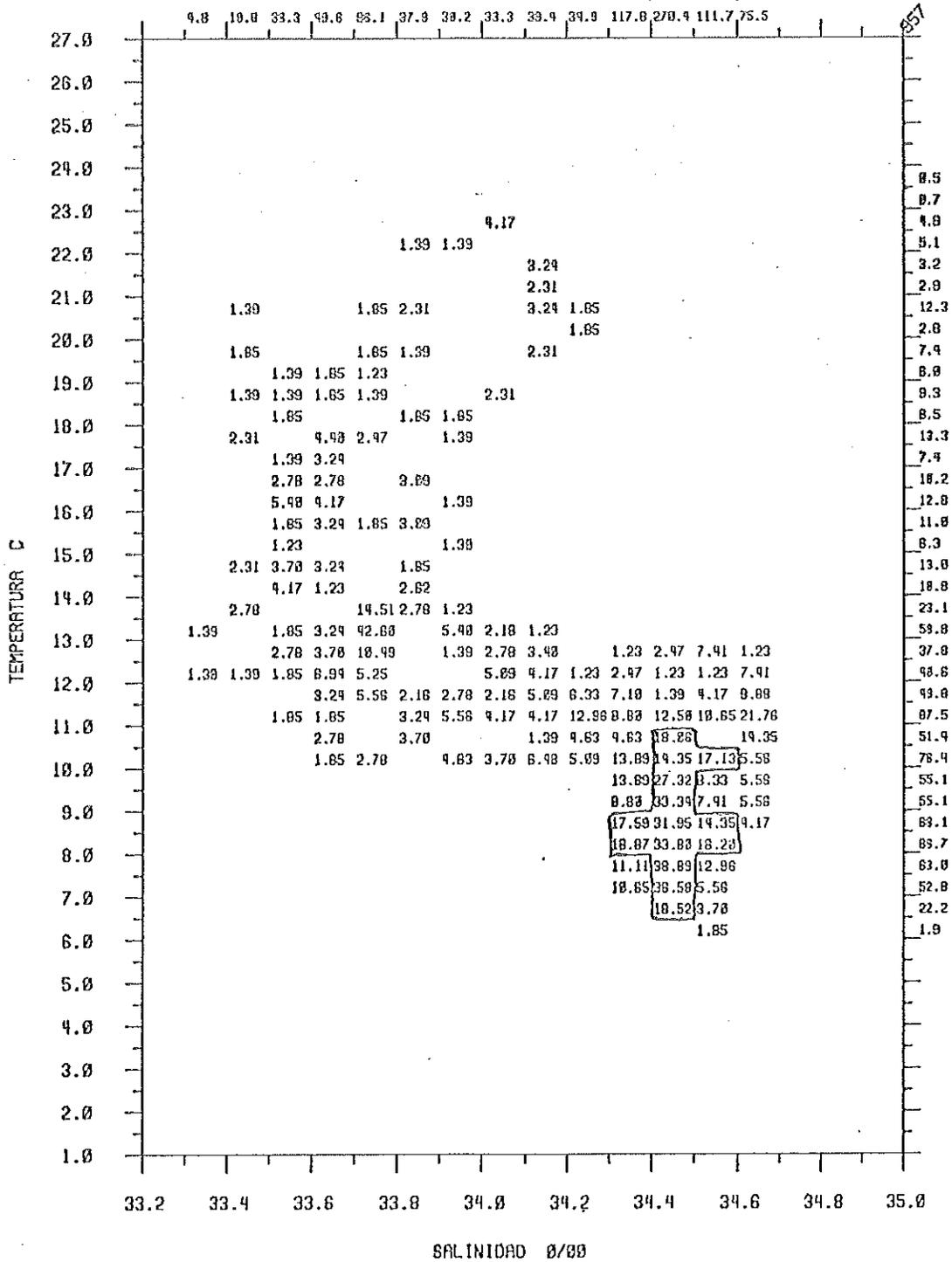


Figura 19.- Volumen total ($10^5 m^3$) de cada intervalo de clase bivalente en julio. en la región I de la línea 130

LINEA : 130

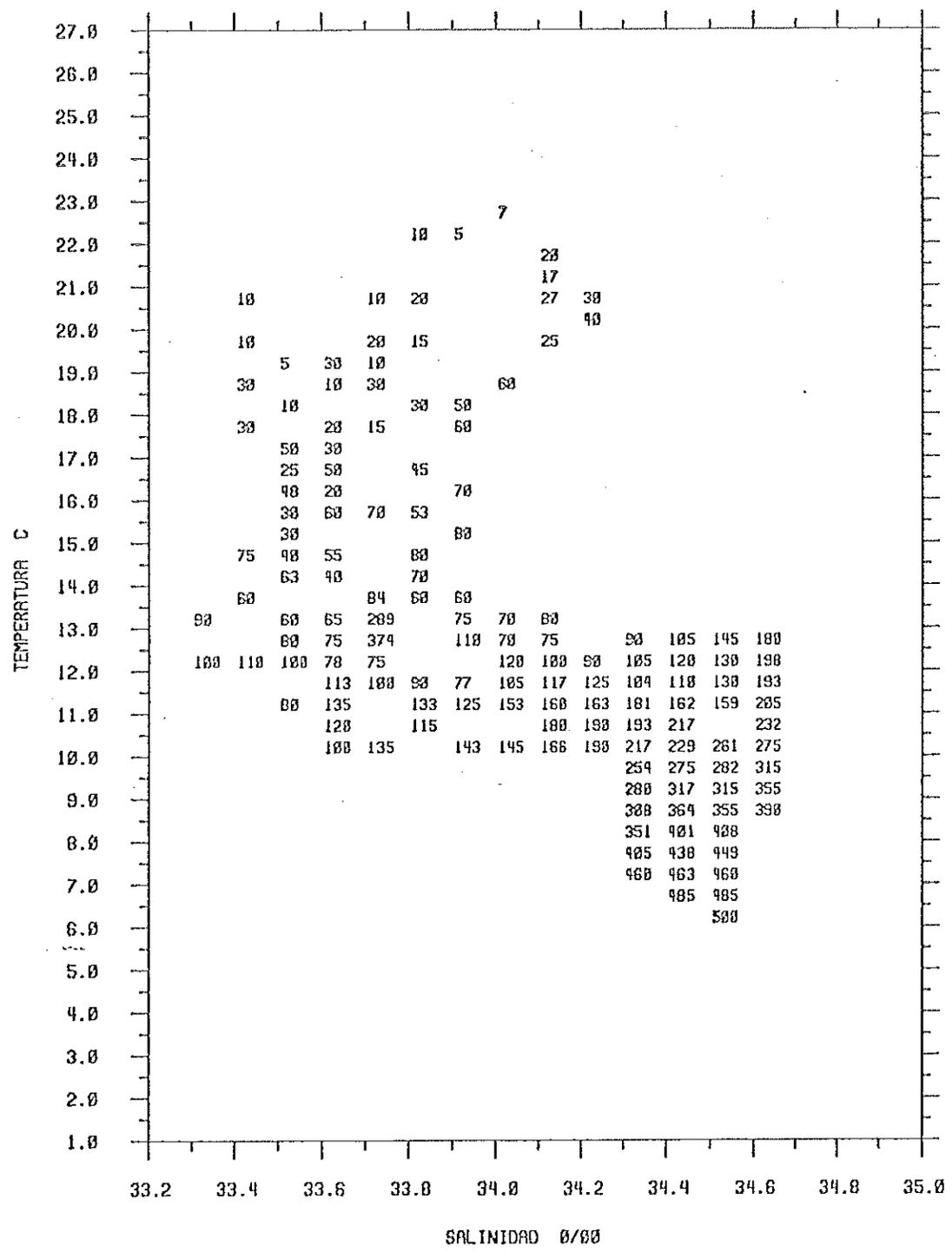


Figura 20 .- Profundidad (m) promedio de cada intervalo de clase bivarante en julio, en la región I de la línea 130

LINEA : 130

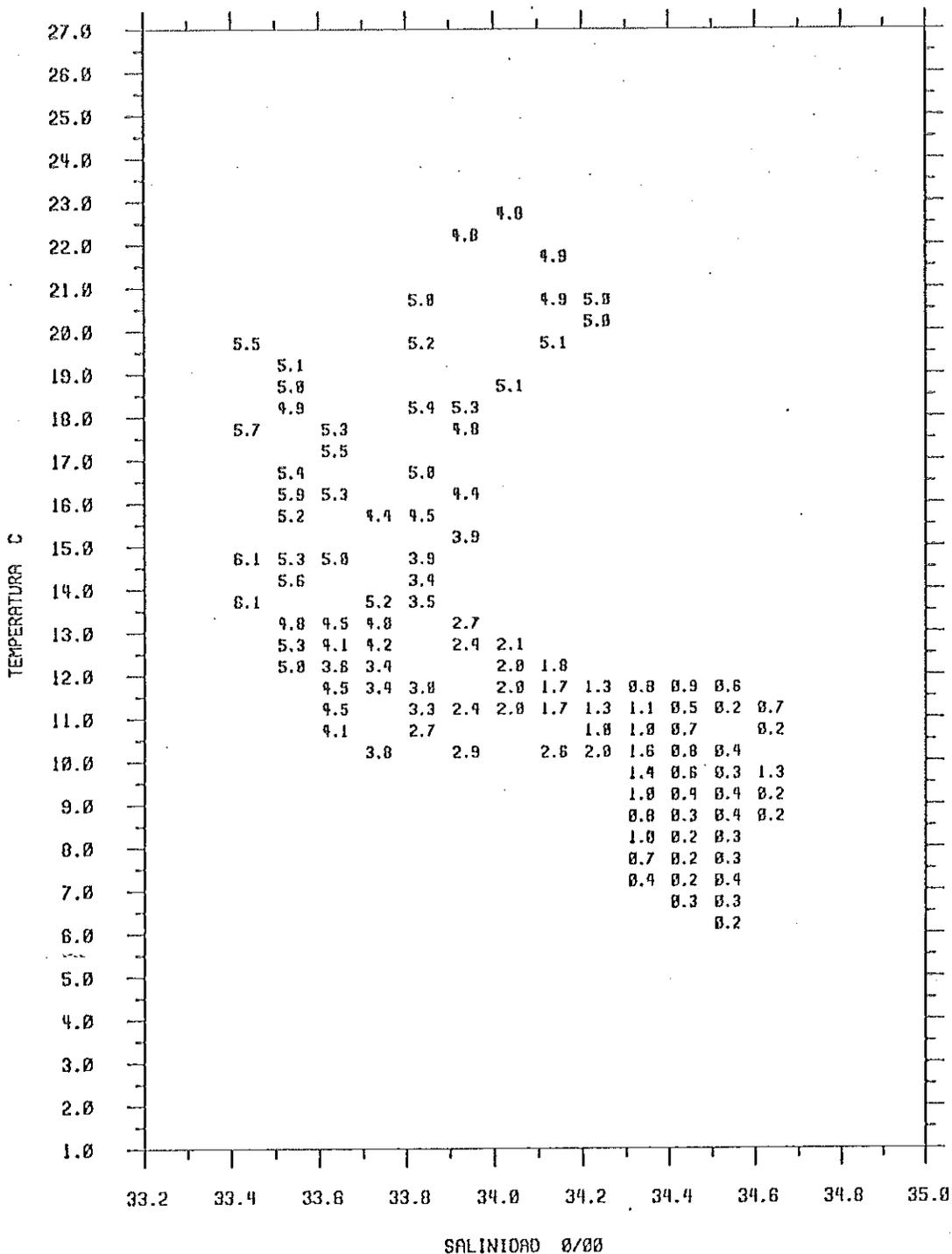


Figura 24.- Contenido de oxígeno (ml/l) promedio de cada intervalo de clase bivariante en julio en la región I de la línea 130

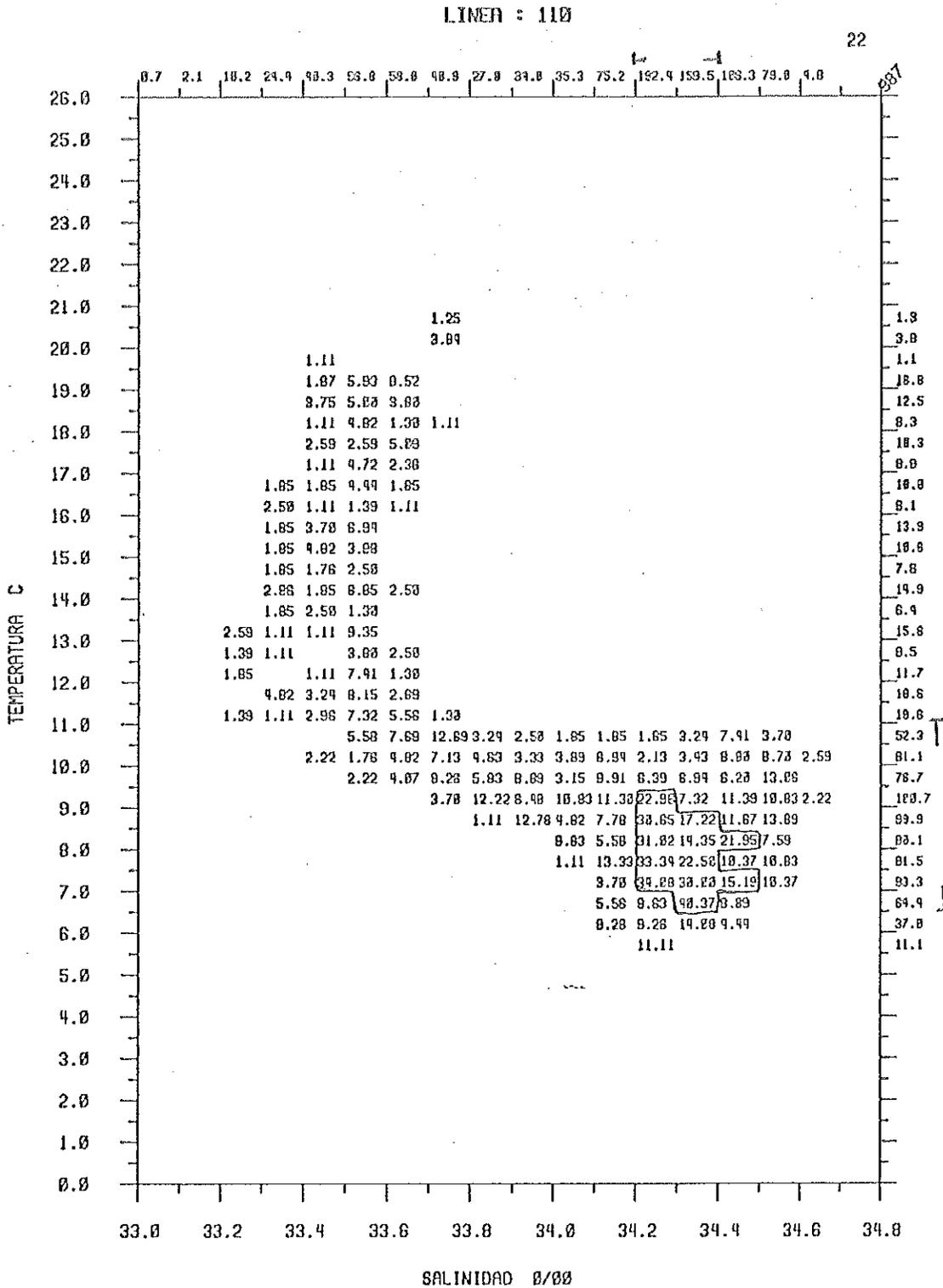


Figura 22.- Volumen total (10^5 m^3) de cada intervalo de clase bivariente en julio, en la región I de la línea 110

LINER : 110

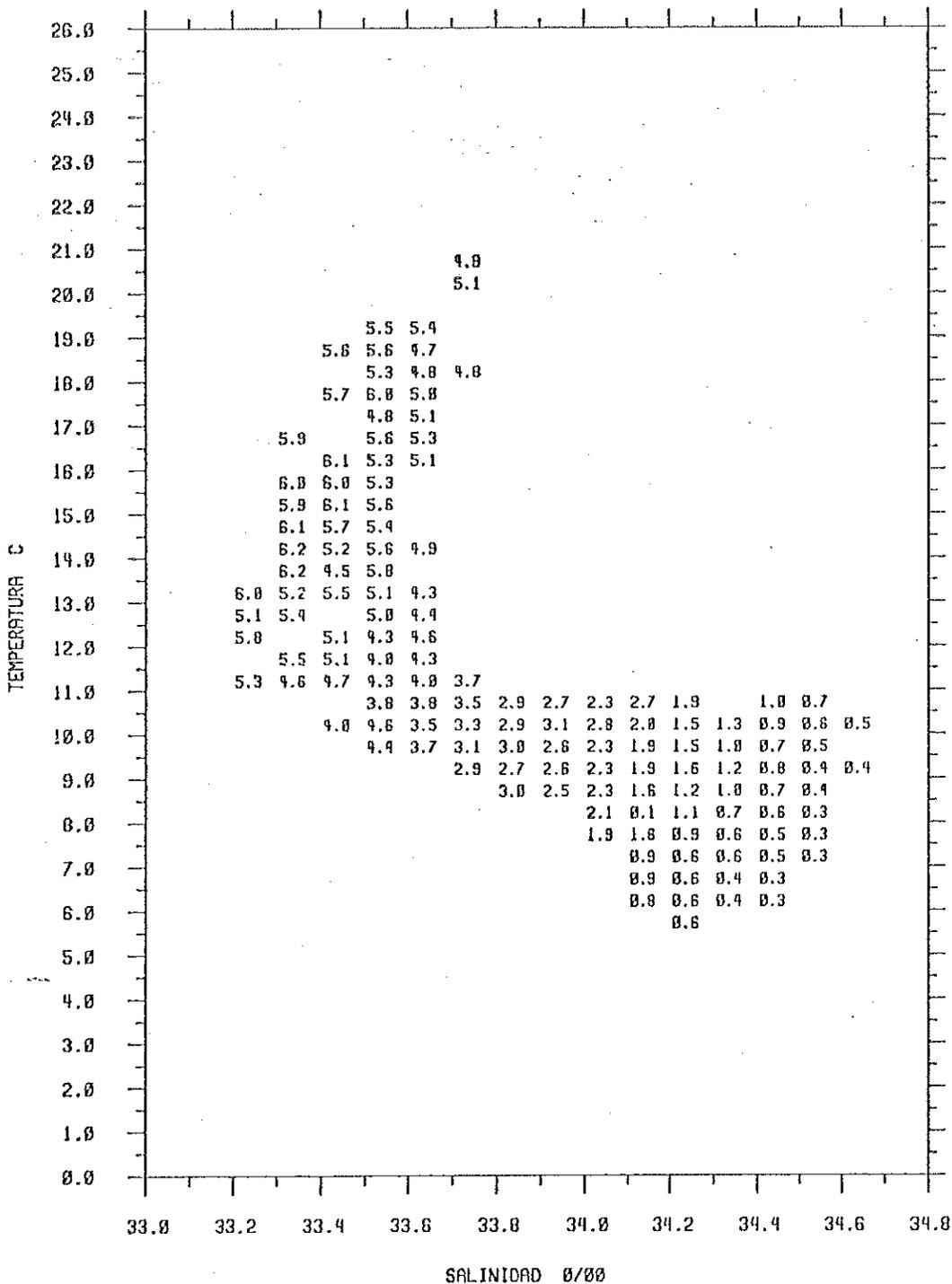


Figura 24.- Contenido de oxígeno (ml/l) promedio de cada intervalo de clase bivaríante en julio en la región I de la línea 110

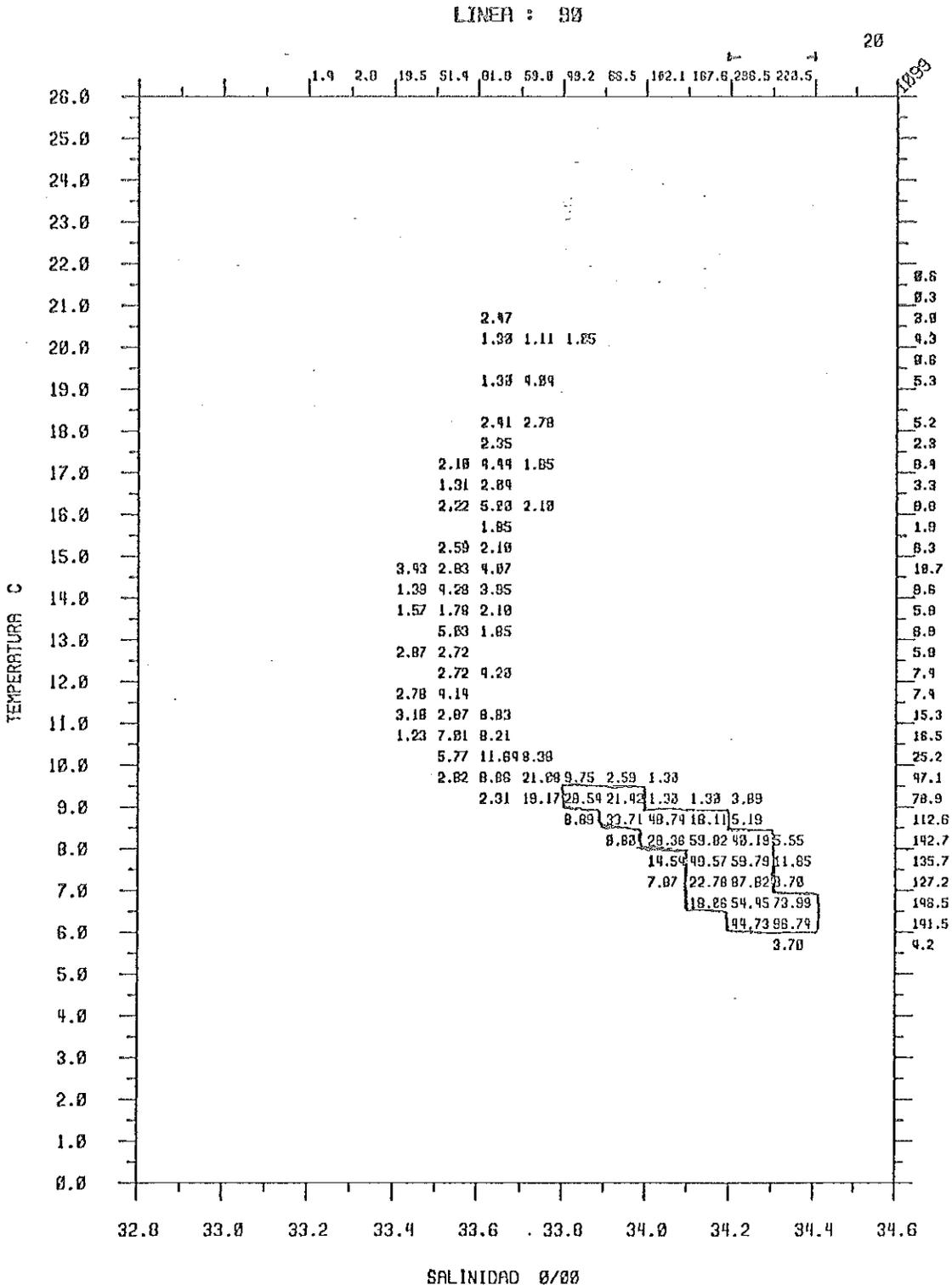


Figura 25.- Volumen total (10⁵ m³) de cada intervalo de clase bivalente en julio, en la región I de la línea 90

LINER : 90

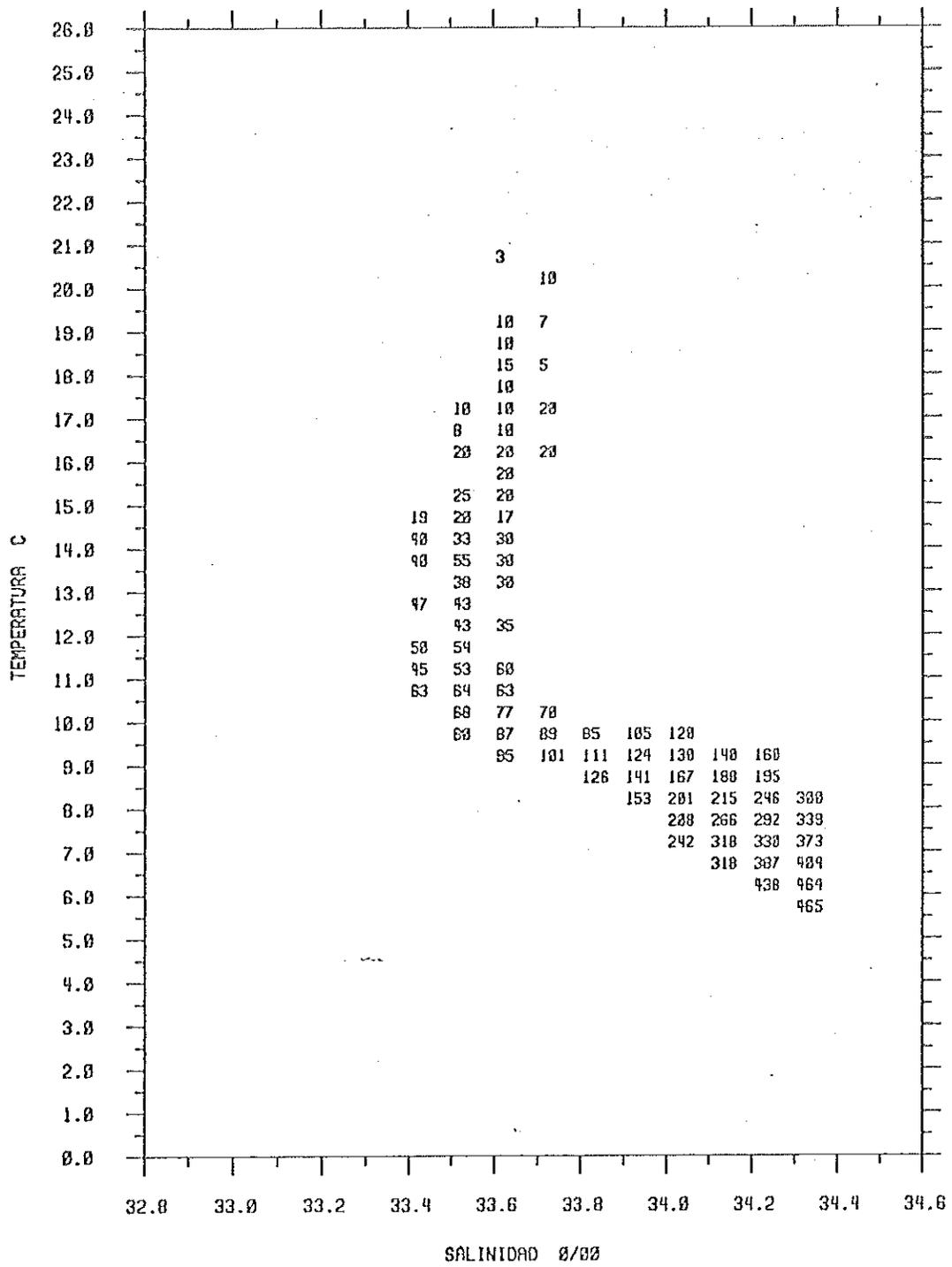


Figura 26.- Profundidad (m) promedio de cada intervalo de clase bivariente en julio, en la región I de la línea 90

LINEA : 90

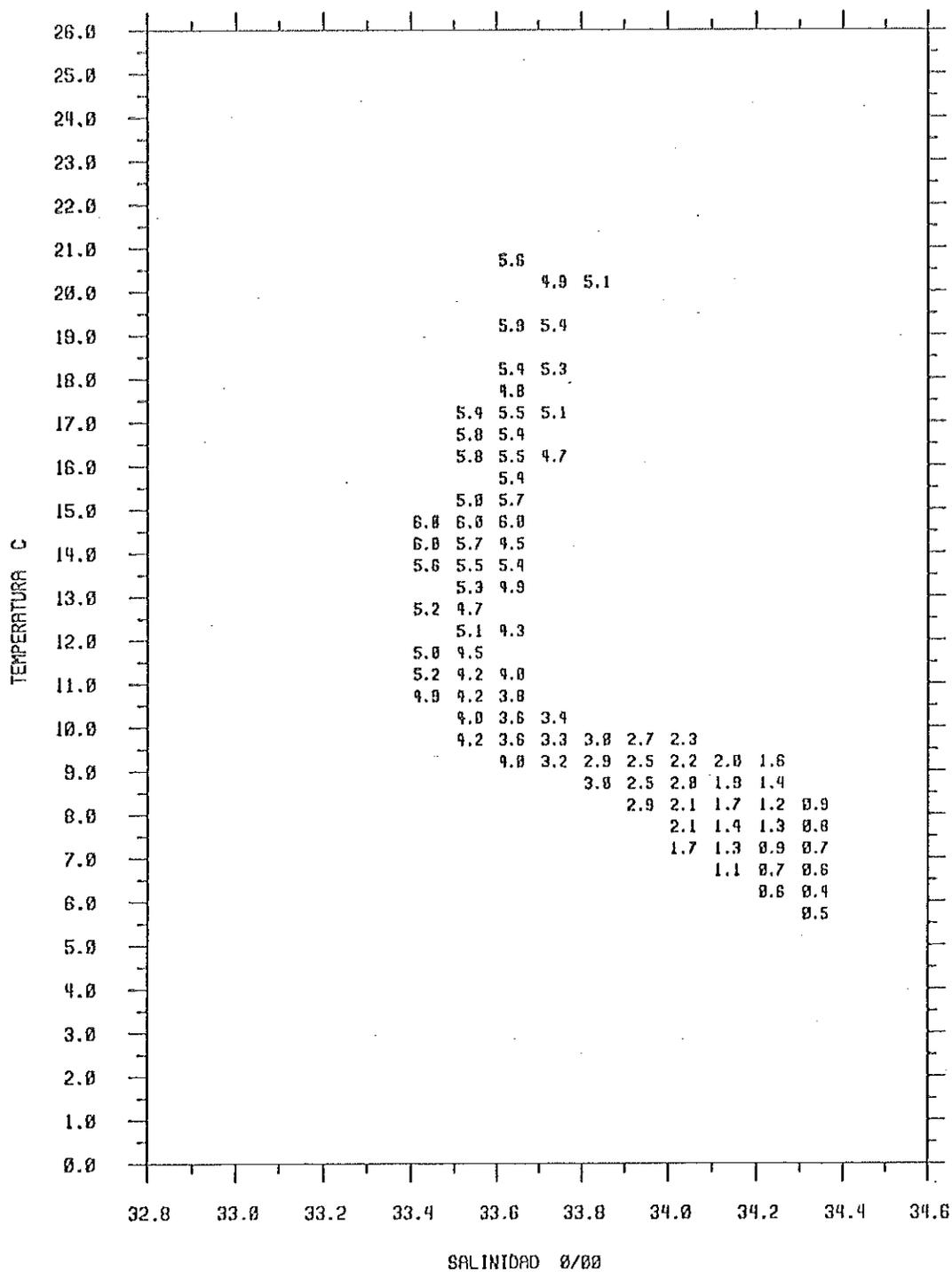


Figura 23.- Contenido de oxígeno (ml/l) promedio de cada intervalo de fase bivariante en julio en la región I de la línea 90.

LINEA : 70

22

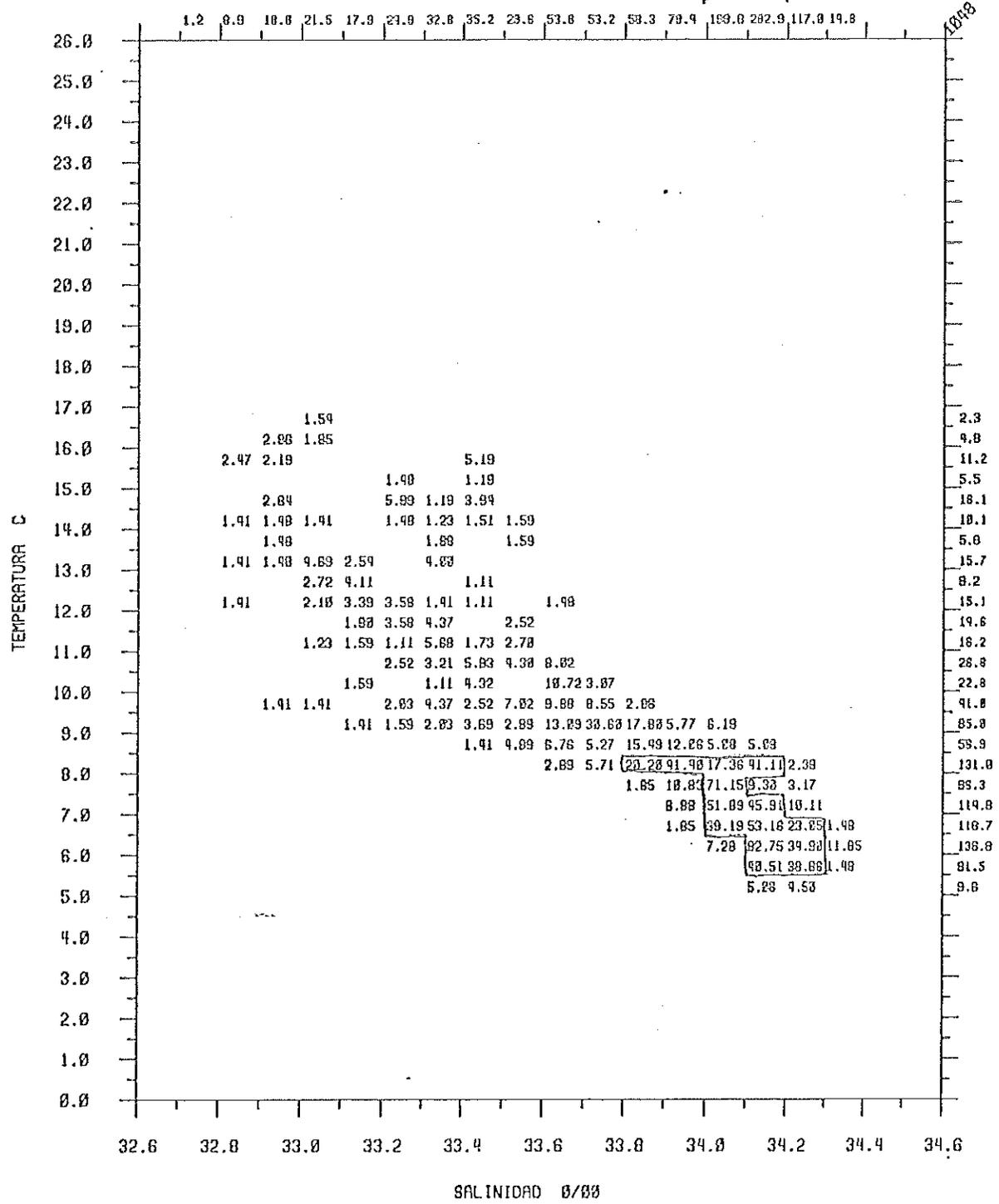


Figura 20.- Volumen total ($10^5 m^3$) de cada intervalo de olase bivariente en julio, en la región I de la línea 70

LINEA : 70

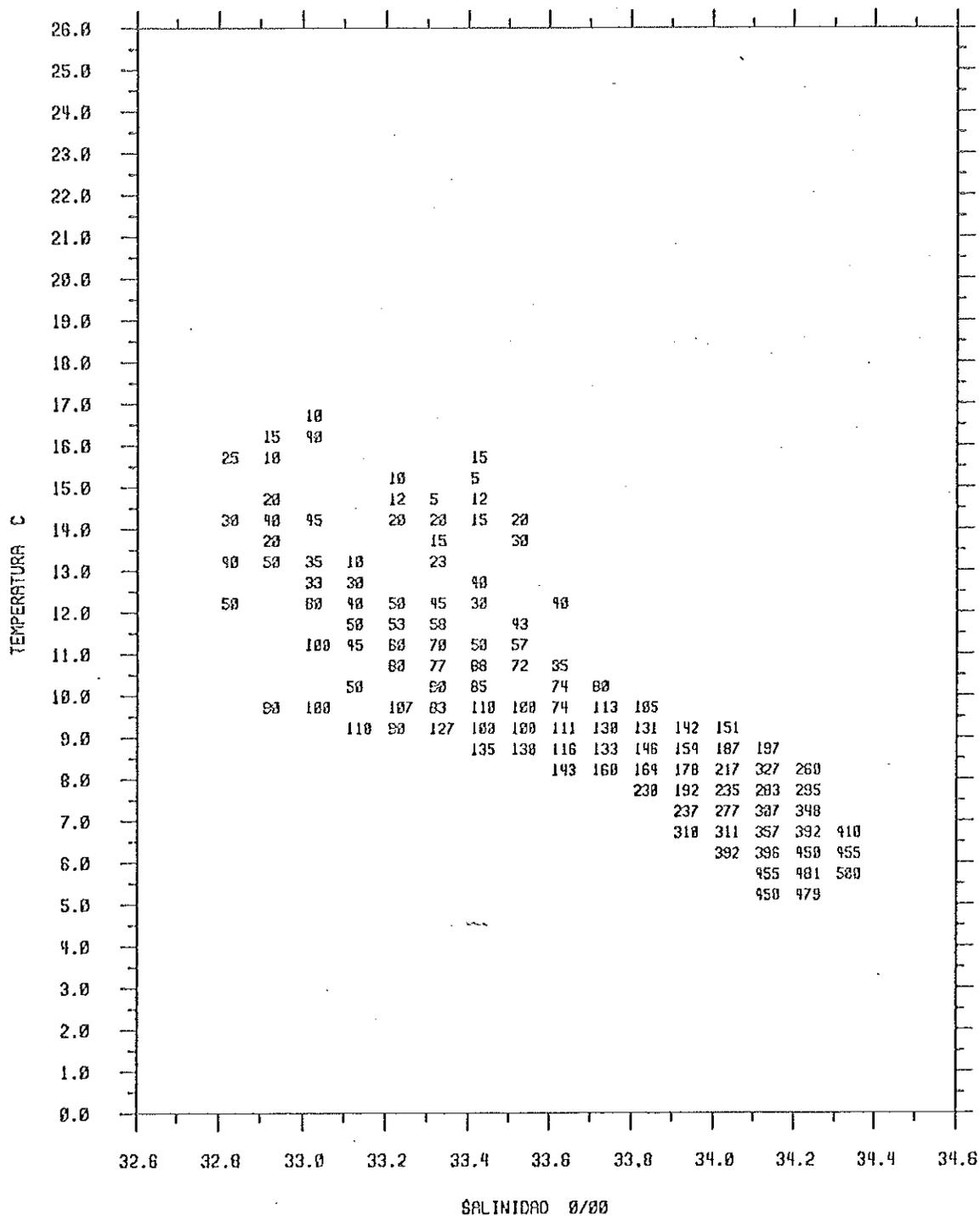


Figura 29.- Profundidad (m) promedio de cada intervalo de clase bivariente en julio, en la región I de la línea 70

LINEA : 70

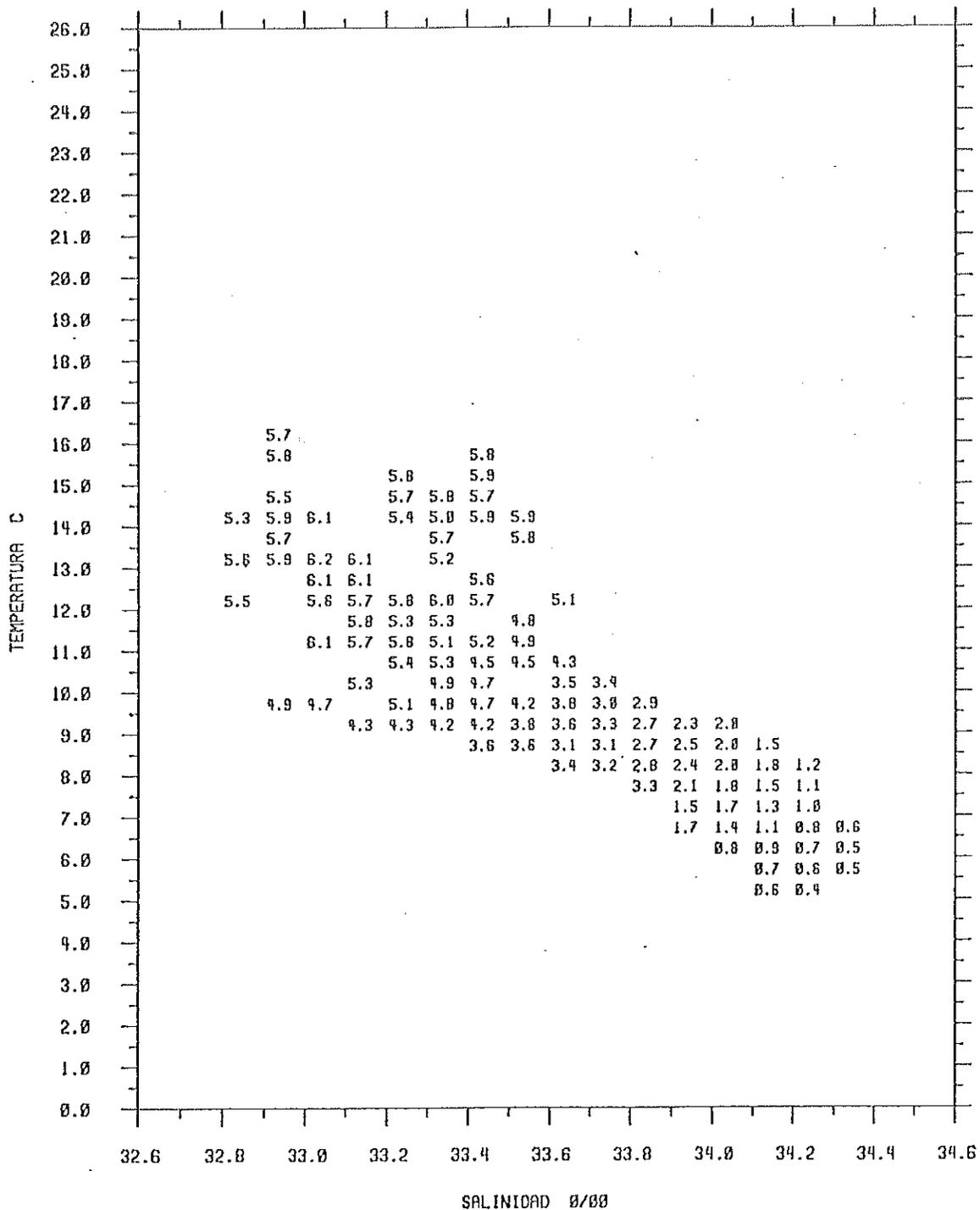


Figura 30.- Contenido de oxígeno (ml/l) promedio de cada intervalo de clase bivariente en julio en la región I de la línea 70.

LINEA : 50

15

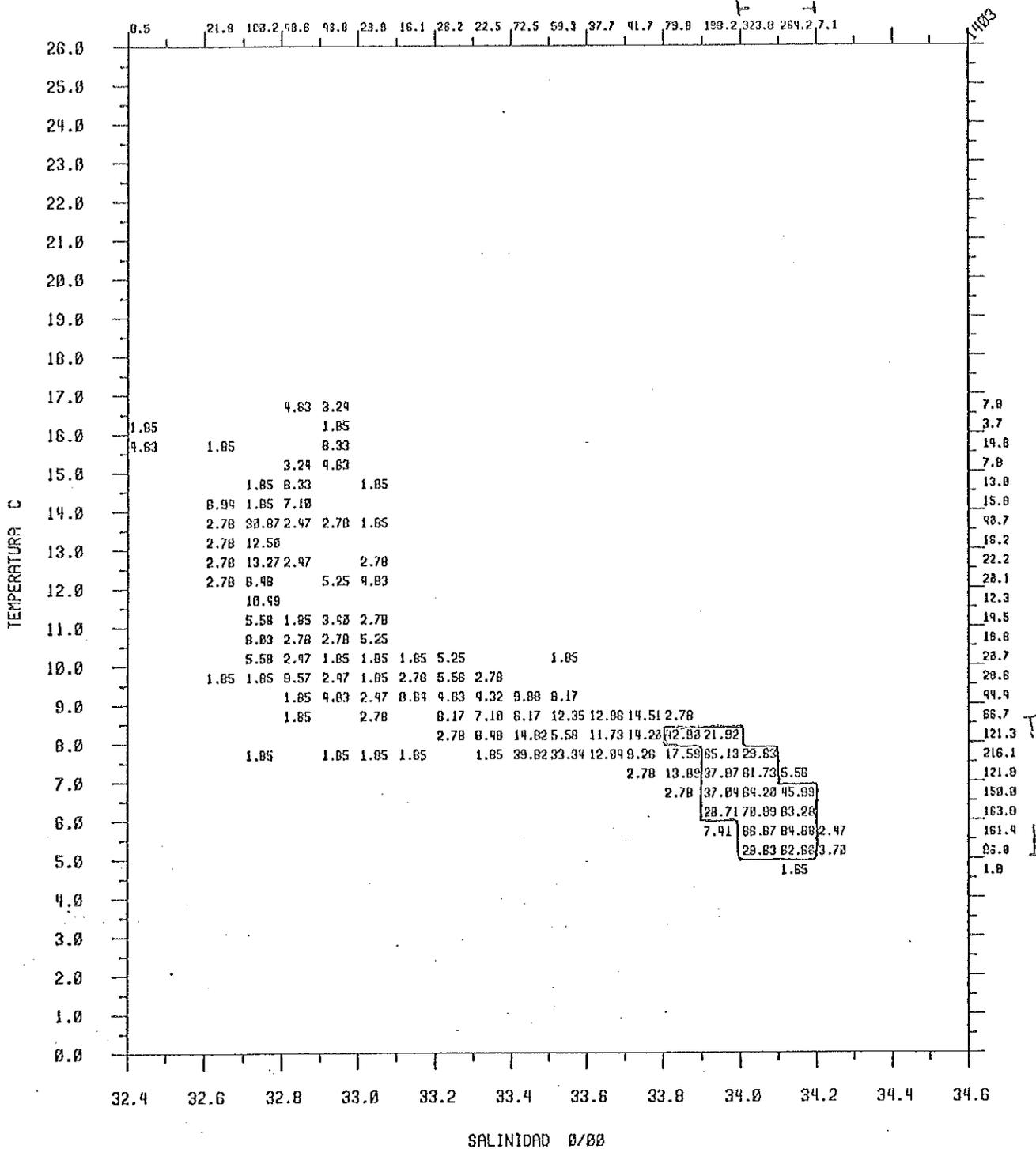


Figura 31.- Volumen total ($10^5 m^3$) de cada intervalo de clase bivalente en julio, en la región I de la línea 50

LINEA : 50

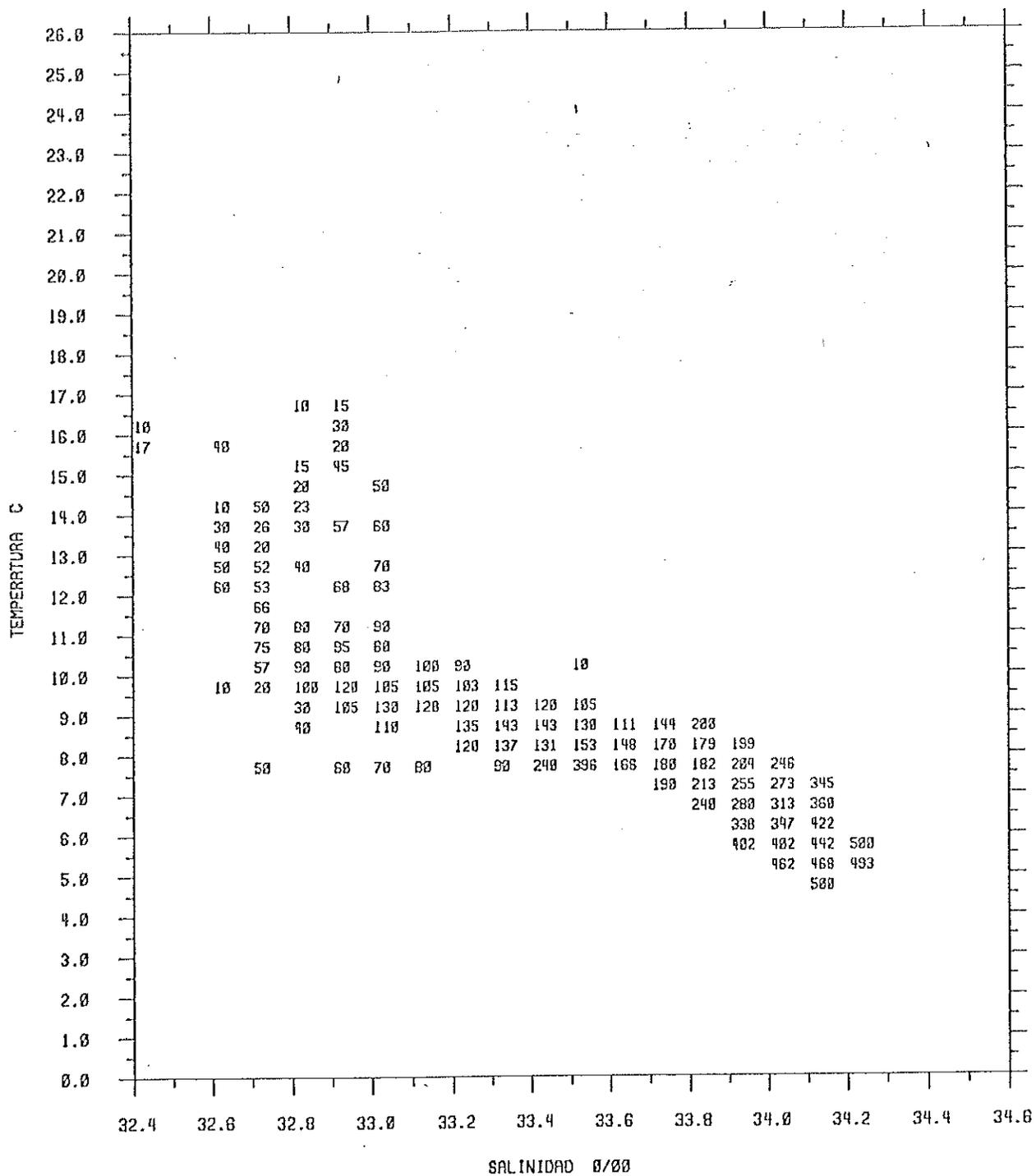


Figura 32.- Profundidad (m) promedio de cada intervalo de clase bivalente en Julio, en la región I de la línea 50

LINEA : 50

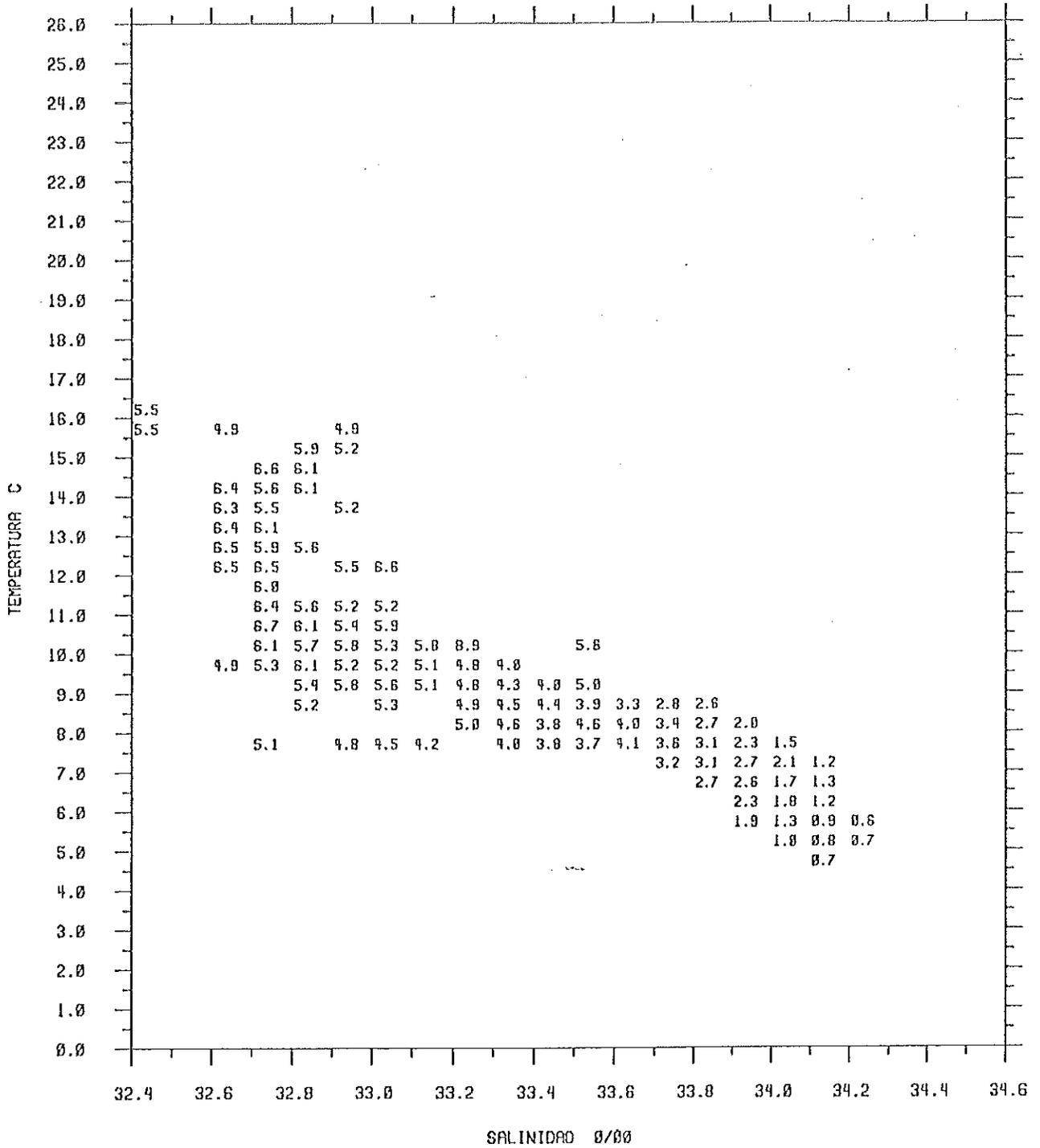


Figura 33.- Contenido de oxígeno (ml/l) promedio de cada intervalo de clase bivariente en julio en la región I de la línea 50

