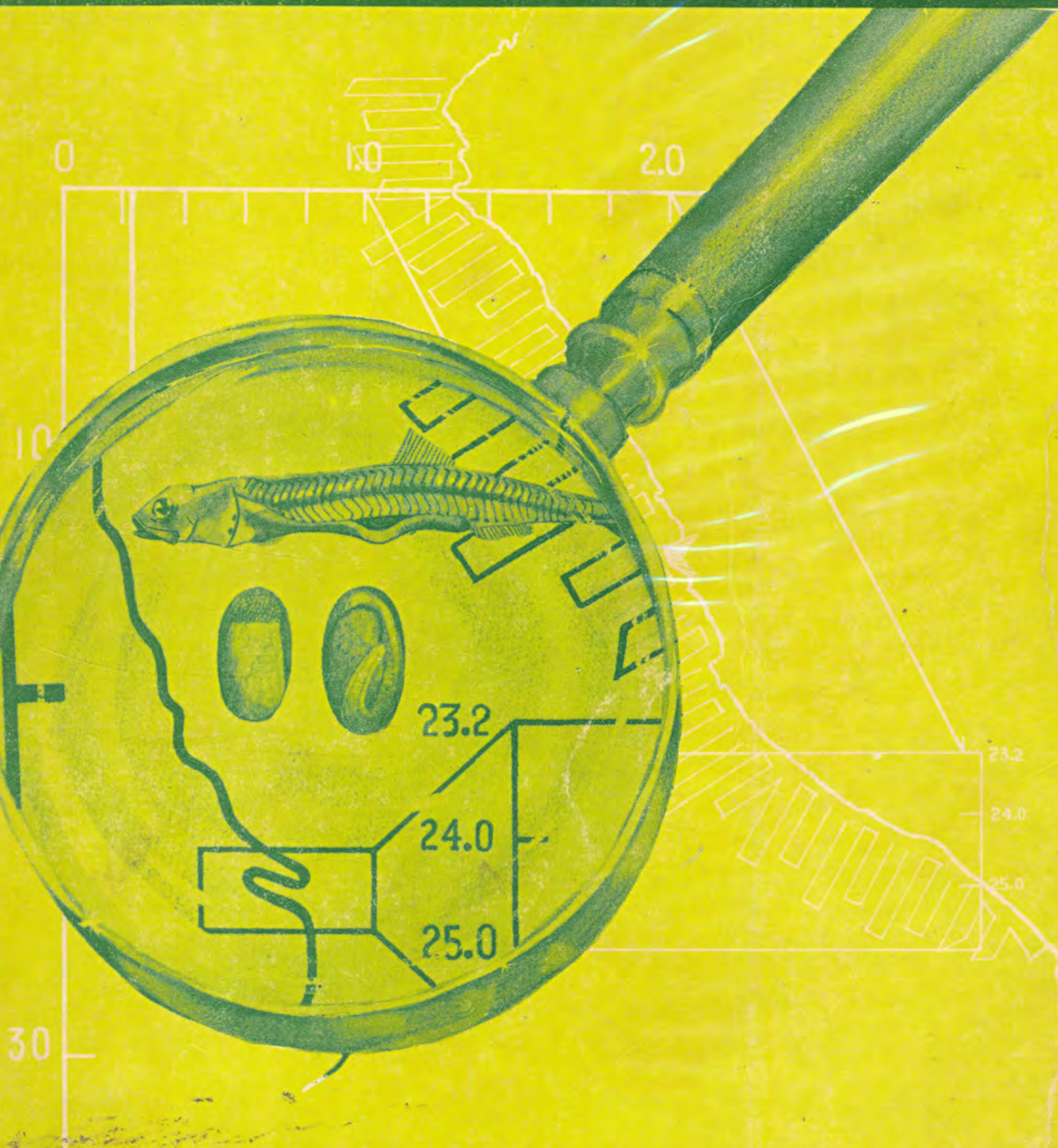




INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

Boletín

ISSN - Q 378 - 7699
VOLUMEN EXTRAORDINARIO



**INVESTIGACION COOPERATIVA DE LA ANCHOVETA
Y SU ECOSISTEMA - ICANE - ENTRE PERU Y CANADA
CALLAO 1981 PERU**

ESTIMACION CUANTITATIVA DE PECES PELAGICOS FRENTE A HUARMEY – SALAVERRY EN NOVIEMBRE 1977 CON EL METODO DE ECO-INTEGRACION

por:

Guido Canales Hernández
Instituto del Mar del Perú

RESUMEN

Como aporte parcial de un trabajo cooperativo con el Instituto Bedford de Oceanografía para comparar equipos y métodos, se describe sumariamente el equipo y la metodología corrientemente usados en IMARPE para la evaluación acústica de peces pelágicos y se da sus resultados para noviembre de 1977 en la localidad (Huarney-Salaverry) del proyecto ICANE.

SUMMARY

As a partial contribution to a cooperative work with the Bedford Institute of Oceanography to compare equipment and methods, a summary description is given of the equipment and methods currently used by IMARPE for acoustic assessment of pelagic fishes together with results for November 1977 in the locality (Huarney-Salaverry) of project ICANE.

INTRODUCCION

Este informe forma parte de un trabajo en conjunto, realizado durante el mes de noviembre de 1977, en el área comprendida entre Huarney y Salaverry. El sistema contador de Ecos Computarizado desarrollado en el Instituto Bedford del Canadá y el sistema del Eco-Integrador, regularmente usado en el Perú en los cruceros para determinar la abundancia de peces, se instalaron para su operación a bordo del BIC SNP-1.

Se realizaron una serie de configuraciones de cruceros experimentales utilizando los dos sistemas conectados en formas diferentes. Desafortunadamente los datos canadienses no pudieron ser procesados a tiempo para la reunión de trabajo y es por esta razón que este informe que debería tener como principal objetivo la comparación de los dos sistemas, solamente resume los resultados obtenidos mediante el método de eco-integración utilizado por el grupo acústico peruano y se refiere a los otros objetivos:

- Estimación de la abundancia en el área rastreada
- Correlación diurna/nocturna de los valores de integración
- Estudio de los parámetros de los cardúmenes.

EQUIPOS Y METODOS

Embarcaciones y Equipos

El buque de investigación científica SNP-1, realizó los muestreos acústicos continuos y una "bolichera" realizó las capturas de comprobación, con sus respectivos muestreos biológicos.

El equipo acústico que se utilizó fue una ecosonda científica EK-Simrad con una frecuencia de trabajo de 120 KHz, trabajando en conexión con dos eco-integradores QM-MK II, con sus respectivos registradores (Fig. 1) (Para los efectos de este trabajo, solamente se consideran los datos tomados con el eco-integrador I). El eco-integrador posee dos canales, A y B, cada uno de los cuales trabaja en un determinado intervalo llamado Intervalo de Integración.

La ecosonda trabajó con el transductor cerámico montado en el casco, de 10 cm de diámetro, con 90° - 100° de ancho de haz nominal. Instrumentos auxiliares incluyen: osciloscopio con memoria HP, contadores electrónicos, voltímetros CA y varios generadores de señal y de pulsos.

La prueba de funcionamiento de los equipos se hizo antes del crucero para constatar los parámetros relativos a ellos, tales como potencia, ganancia, frecuencia, nivel de fuente, etc.

Adquisición de datos

El ecosonda fue operado en el rango de 0-125 m (96 sondeos por minuto), con el máximo de potencia y ganancia del receptor 0 dB, una duración de pulso nominal de 0.3 ms, ancho de banda y función de $20 \log R + 2 \propto R$.

El ecoinTEGRADOR fue operado con 20 dB de ganancia y 3 + 10 m de intervalo en el Canal A y con 20 dB de ganancia y 13 + 77 m de intervalo en el Canal B. Las posiciones de compensación de velocidad fueron mantenidas en 16 nudos. Para fines del estudio se mantuvo la velocidad de crucero constante en 10 nudos. La unidad elemental de muestreo acústico (ESU) es definida como la intensidad integrada del eco observada en un período de 12 minutos. Así, cada muestreo proviene de 1152 sondeos consecutivos y corresponde a una distancia de viaje de 2 millas náuticas.

Area de investigación y Diseño

El área de investigación se dividió en 3 partes, cada una de ellas con sus respectivos objetivos.

I Parte.— Se realizó un rastreo acústico entre Huarney y Salaverry (10°S y 08°S) a lo largo de perfiles perpendiculares a la costa de 60 mn con espacios equidistantes de 16 mn (Fig. 2) con el objetivo de estimar la abundancia de peces pelágicos en esta área.

Se corrieron 748 mn con 10 perfiles y se tomaron 374 unidades elementales de muestreo acústico. El intervalo de integración fue de 3 + 10 m y de 13 + 77 m. El objetivo fue evaluar la población entre esos límites.

II Parte.— Se hizo un rastreo con un trayecto de perfiles paralelos de 30 mn con separaciones no equidistantes. En total se hicieron 10 perfiles (Fig. 3).

Los datos de esta parte no se trabajaron pues, a sugerencia del grupo canadiense, ellos servirían para hacer la comparación de los 2 sistemas de evaluación.

III Parte.— Esta porción del crucero se hizo con el objetivo de observar la variación diurno/nocturna de la población en un área entre Chimbote y Samanco, previamente fijada. Se hicieron trayectos de 16 mn perpendiculares a la costa con una separación de 6 mn. El trayecto de la noche de 12 horas se realizó con 6 perfiles, con un total de 114 mn recorridas y 57 unidades elementales de muestreo acústico. El trayecto de día se realizó sobre el mismo rumbo de regreso, con 102 mn recorridas y 51 unidades de muestreo (Fig. 4).

Muestreos biológicos

El muestreo biológico realizado por la boliche-
ra TARATA I, se dividió también en tres partes, correspondientes a cada etapa:

Fig. 1 Cr. ICANE
Equipos acústicos de evaluación
BIC SNP-1

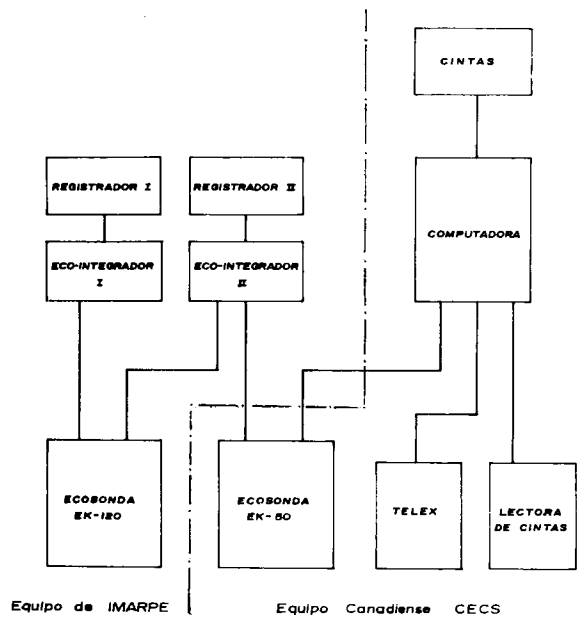
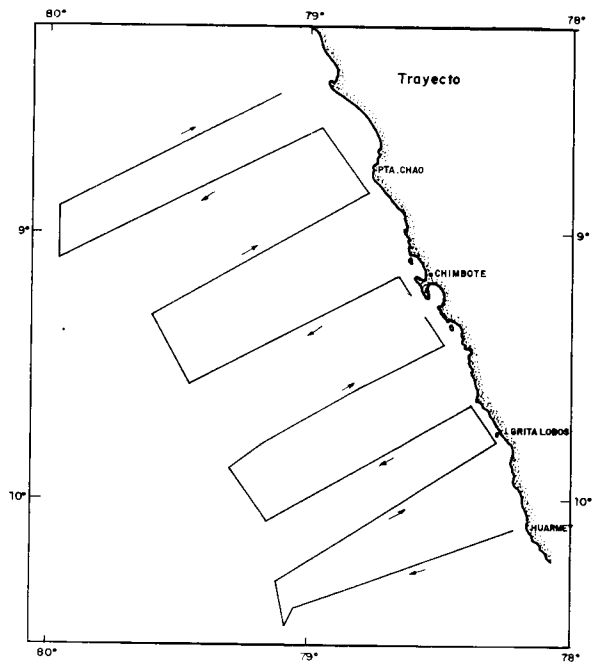


Fig. 2 Cr. ICANE - I Parte
Trayecto y posiciones corregidas
BIC SNP-1



	Cala Nº	Total de Calas
I Etapa	1 - 11	11
II Etapa	12 - 18	7
III Etapa	19 - 21	3
TOTAL:		21

Las posiciones de las calas se muestran en la Fig. 5.

Fig. 3 Cr. ICANE – II Parte
Trayecto y posiciones corregidas
BIC SNP-1

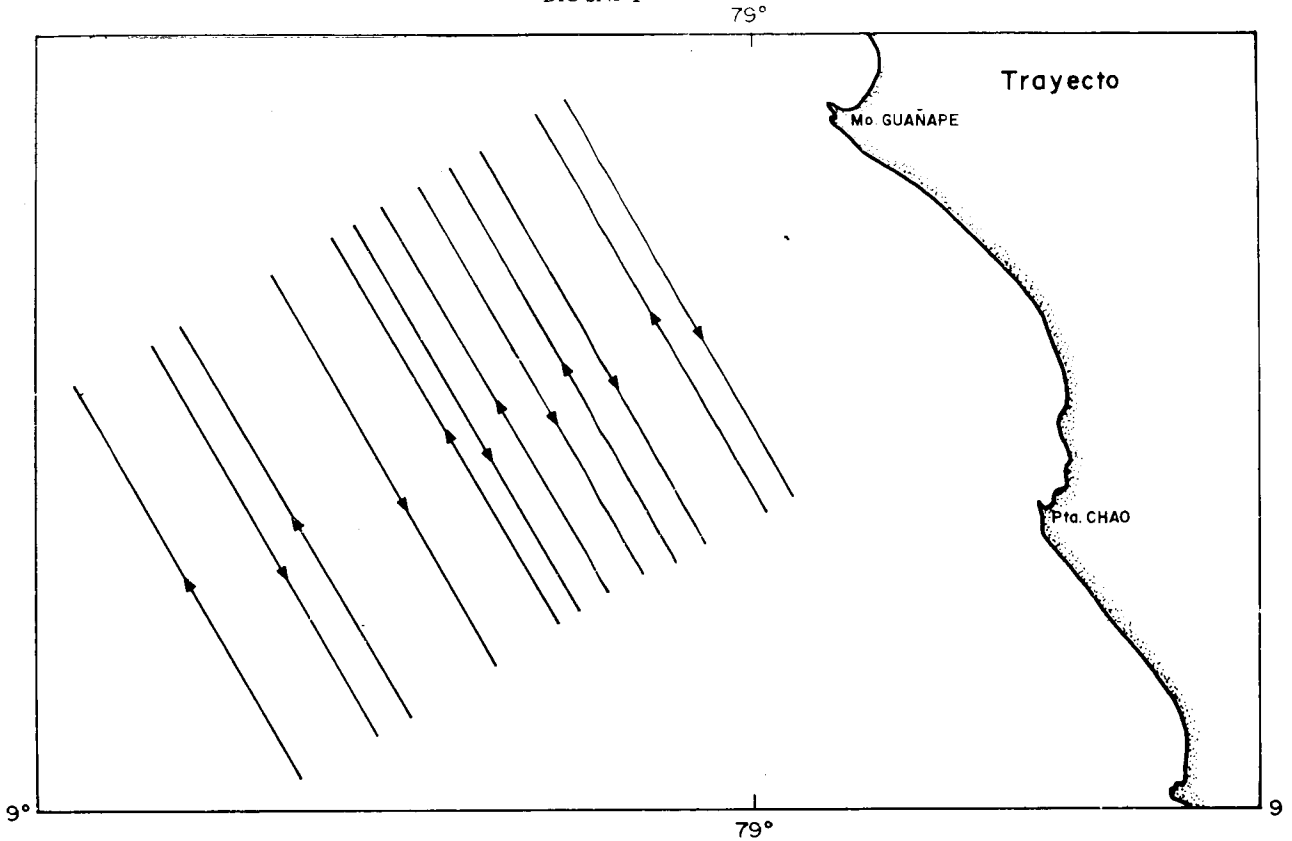
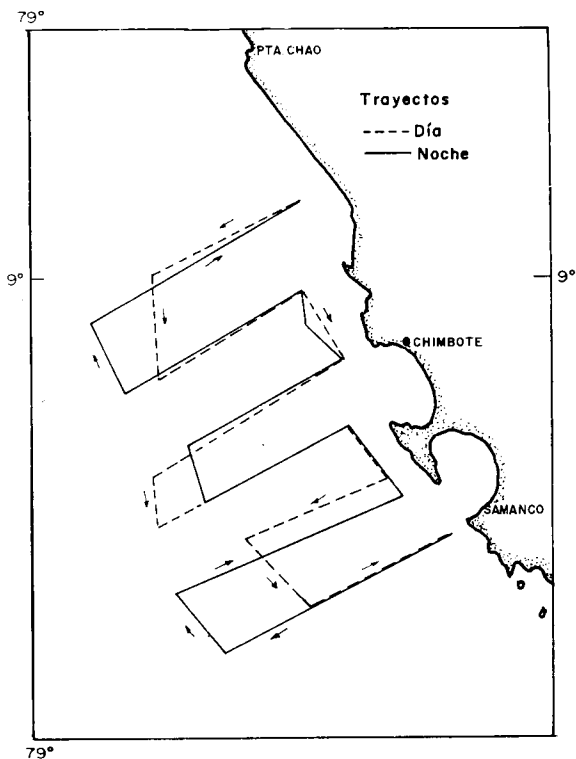


Fig. 4 Cr. ICANE – III Parte
Trayecto y posiciones corregidas
BIC SNP-1



Calibración

Para el sistema hidroacústico usado, la salida del integrador M observada en mm es proporcional a la densidad de los peces en el área ρ_A convenientemente expresada en toneladas métricas por mn^2 (Forbes y Nakken, 1972). Se puede escribir,

$$\rho_A = C \times M$$

donde C es una constante de proporcionalidad. La constante utilizada para peces pelágicos fue 0.95 ton/ mn^2 /mm obtenida en un crucero previo, el Cr. 7710 BIC SNP- 1

Verificación de los datos

Para verificar los datos obtenidos de las planillas se aseguró:

- a) que la entrada de datos en la planilla esté correcta.
- b) que los controles de los equipos hayan sido correctamente usados por todo el personal acústico.
- c) la eliminación de las integrales de ecos atribuidos a varios tipos de ruido, capas de plancton o cualquier señal que interfiriera las mediciones.

d) corregir la deriva del integrador, que es un fenómeno específico al diseño análogo del circuito.

Estimación de la abundancia de peces pelágicos

Los valores M a intervalos de 2 mn se plotearon en la carta de trayecto. Se trazaron luego iso-líneas de tal modo que se conformó el siguiente cuadro:

“Estrato”	Valores de M (mm)	Abundancia
1	1 – 10	Muy dispersa
2	11 – 100	Disperso
3	101 – 1000	Denso
4	> – 1000	Muy denso

El área de los estratos se determinó con un planímetro.

La eco-abundancia (E_{h_j}) dentro del área j^{th} , en el estrato h^{th} es entonces estimada de:

$$E_{h_j} = (A_j/N) \times \left(\sum_{i=1}^n M_{j_i} \right)$$

donde:

- j = índice para la sub-área
- N = número de valores de M dentro de la sub-área j^{th}
- A_j = tamaño de área del sub-área j^{th} (mm²)
- M_{j_i} = muestra i^{th} de M dentro de la sub-área j^{th}

La ecoabundancia total dentro del estrato es encontrada por la sumatoria:

$$E_h = \sum_{j=1}^m E_{h_j}$$

donde:

m = Número de sub-áreas dentro del estrato

Luego la ecoabundancia total en el área investigada (E_t) es encontrada por la sumatoria:

$$E_t = \sum_{h=1}^4 E_h$$

Finalmente la conversión en biomasa total (W_t) es obtenida del producto:

$$W_t = C \times E_t$$

donde:

C = es la constante de calibración determinada experimentalmente.

Estimación de la abundancia de peces pelágicos por especie

Para obtener estimaciones separadas de cada especie pelágica, se ha procedido como sigue:

a) Tomando como base la evaluación visual de los ecogramas y el análisis de los datos de captura de la pesca de comprobación se produce una carta separada de la forma de distribución y abundancia de cada especie pelágica.

b) Adoptando la asunción de que la biomasa y proporción de las especies pelágicas permanece en un nivel razonablemente constante durante un tiempo dado, se tiene:

$$W_{Ba} = W_{Bt} - W_{Bo}$$

donde:

W_{Ba} = Biomasa estimada del stock de la especie pelágica a en toneladas métricas.

W_{Bt} = Biomasa estimada del stock pelágico total en toneladas métricas.

W_{Bo} = Biomasa estimada de otras especies pelágicas en toneladas métricas.

RESULTADOS

Estimaciones de abundancia

I Parte

Los resultados de la biomasa total de los 2 niveles de eco-integración se aprecian en las Figs. 6, 7 y 8 (Tablas 1, 2 y 3).

TABLA 1.- I Parte: Crucero Huarney - Salaverry Intervalo 3 + 10 m

CATEGORIA	AREA A ₂ (mm ²)	LECTURA MEDIA N (mm)	CONSTANTE DE ECOINTEGRACION "C" Ton/mn ² /mm	DENSIDAD MEDIA Ton/mn ²	PESO TOTAL W Ton	N° de Muestras
I 1-10	2695	5	0.95	4.8	12801	3
II 11-100	2295	41	0.95	39.0	89390	10
III 101-1000	1473	187	0.95	177.7	261679	3
IV >1000	13	1216	0.95	1155.2	15018	1
TOTAL	6476				378887	17

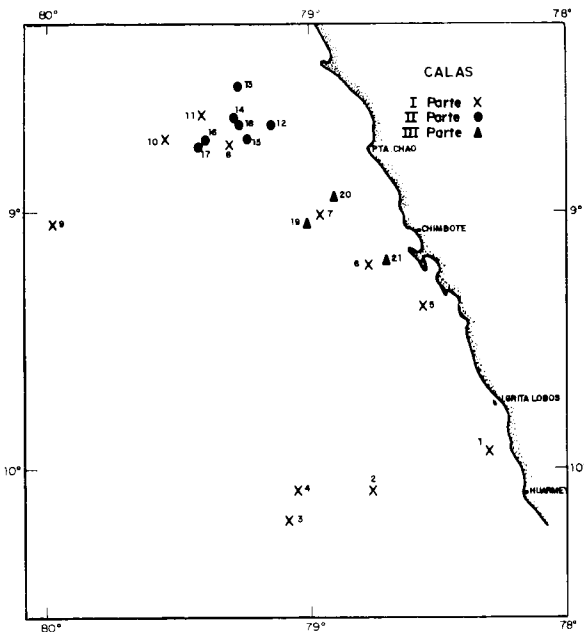
TABLA 2.- I Parte: Crucero Huarney - Salaverry Intervalo 13 + 77 m

CATEGORIA	AREA A ₂ (mm ²)	LECTURA MEDIA N (mm)	CONSTANTE DE ECOINTEGRACION "C" Ton/mn ² /mm	DENSIDAD MEDIA Ton/mn ²	PESO TOTAL W Ton	N° de Muestras
I 1-10	3077	6	0.95	5.7	17539	4
II 11-100	3594	21	0.95	19.9	71700	9
III 101-1000	270	207	0.95	196.7	53096	8
IV >1000	13	1043	0.95	990.0	12681	1
TOTAL	6954		0.95	155216		22

TABLA 3.- I Parte: Crucero Huarmey - Salaverry
Intervalo: 3 + 10 m,
13 + 77 m

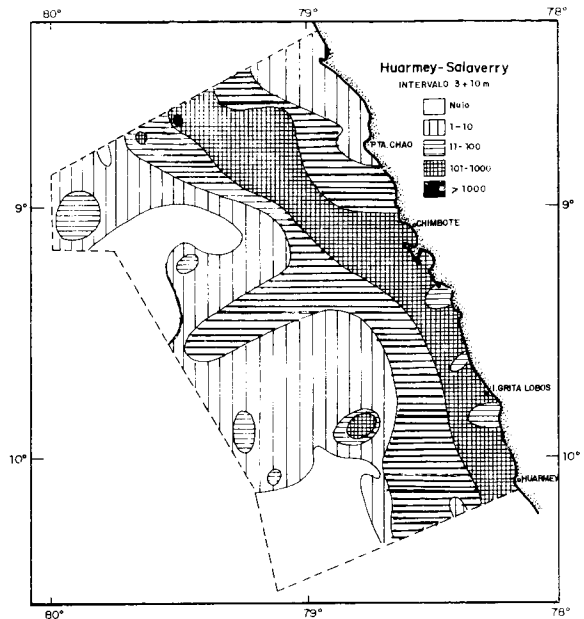
CATEGORIA	AREA A (m ²)	LECTURA MEDIA M (mm)	CONSTANTE DE ECOINTEGRACION "C" Ton/m ² /mm	DENSIDAD MEDIA Ton/m ²	PESO TOTAL W Ton	N° de Muestras y
I	1577	6	0.95	5.7	8989	7
1-10						
II	3955	57	0.95	54.2	214361	8
11-100						
III	1966	201	0.95	191.0	375407	6
101-1000						
IV	13	2259	0.95	2146.1	27899	1
>1000						
TOTAL	7511				626656	22

Fig. 5 Cr. ICANE
Capturas de comprobación
Lancha: Tarata I



La Fig. 6 del Intervalo 3. + 10 m (Tabla 1) muestra que el grado de abundancia "denso" está localizado mayormente cerca de la costa. Se observó un núcleo de la categoría "muy denso" dentro del área denominada "denso". La mayor contribución la da el grado denso con 262,679 tons seguidos del grado disperso y del muy denso.

Fig. 6 Cr. ICANE - I Parte - Intervalo 3 + 10 m
Categorías de Abundancia de Peces Pelágicos
BIC SNP-1



La biomasa total calculada para esta área e intervalo fue de 378,887 toneladas.

La Fig. 7 del Intervalo 13 + 77 m (Tabla 2) muestra que la mayoría del grado de abundancia "denso" y el grado "muy denso" se encuentra entre las 10 y las 60 millas de la costa, áreas cubiertas por peces dispersos, el mayor índice de abundancia sin embargo es para el grado disperso seguido del denso y con una biomasa total de 155,216 ton. Este valor, como se puede observar, a pesar de ocupar mayor área es menor que la anterior.

La Fig. 8 (Tabla 3) muestra la conjunción de los dos intervalos y en el que se observa la distribución de los peces pelágicos cercanos a la costa con el grado "denso" y que probablemente se extiende hacia el norte, la estimación de la biomasa total fue de 626,656 tons.

Partiendo sólo de las capturas realizadas en la primera parte (Tabla 4) y del análisis de los ecoogramas se ha determinado la ecoabundancia por especies tomada de la suma de los 2 intervalos, en-

TABLA 4.- Cuadro de Capturas.

ESPECIES		ANCHOVETA	SARDINA	CABALLA	JUREL	AGUJILLA	OTROS	TOTAL
CRUCERO	I	129530	20319.8	18700.2	8000	2000.7	7520	186070.4
	PARTE	%	69.61	10.92	10.05	4.30	1.08	4.04
III	I	43842	8158	-	-	-	-	52000
	PARTE	%	84.3	15.7	-	-	-	-

Fig. 7 Cr. ICANE - I Parte - Intervalo 13 + 77 m
Categorías de Abundancia de Peces Pelágicos
BIC SNP-1

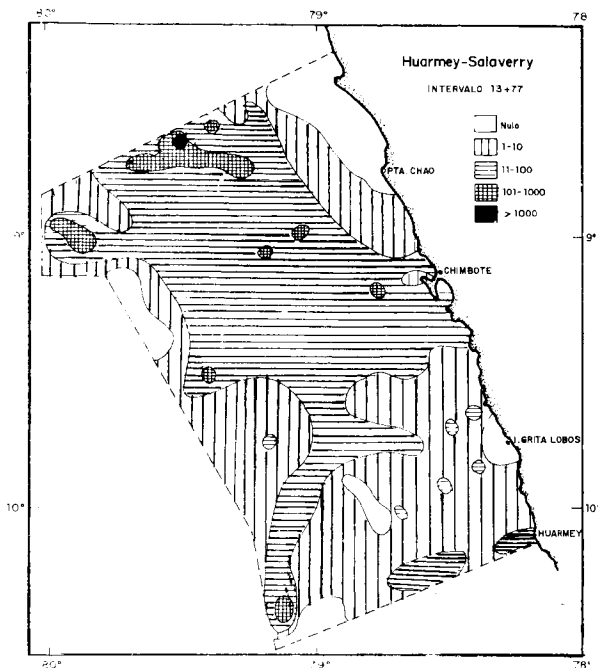
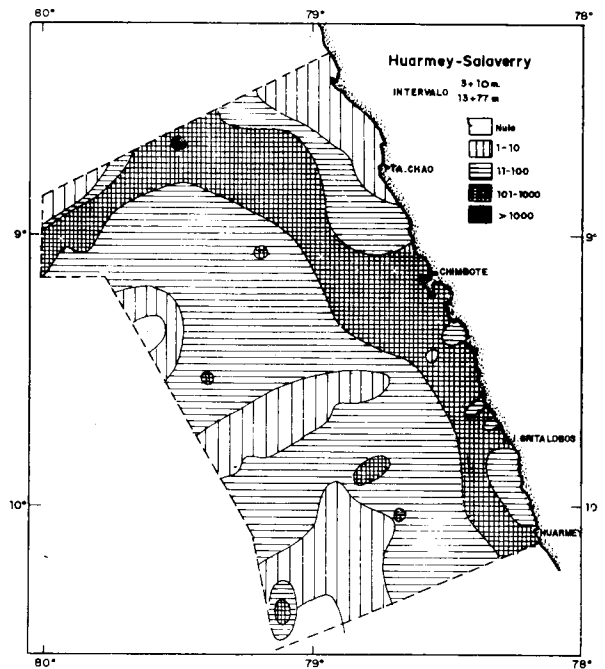


Fig. 8 Cr. ICANE - II Parte - Intervalo 3 + 10 y 13 + 77 m
Categorías de Abundancia de Peces Pelágicos
BIC SNP-1



tonces se tiene:

Anchoveta	436,215 Tons
Sardina	68,431 "
Caballa (Mackerel)	62,979 "
Jurel (Horse Mackerel)	26,946 "
Agujilla	6,767 "
Otros	25,316 "

El valor de otros en el que está incluida la merluza (hake), se ve que está subestimado pues, en la Fig. 7 se observó que en el grado denso existe una buena zona de peces demersales, que así lo corroboraron los ecogramas; pero el muestreo con redes no apropiadas para esta especie no ayudó a la discriminación.

TABLA 5.- III Parte: Trayecto de noche
Intervalo 3 + 47 m

CATEGORIA	AREA A (mn ²)	LECTURA MEDIA M̄ (mm)	CONSTANTE DE ECOINTEGRACION "C" Ton/mn ² /mm	DENSIDAD MEDIA Ton/mn ²	PESO TOTAL W Ton	Nº de Muestras
I 1-10	80	3	0.95	2.9	228	1
II 11-100	206	86	0.95	81.7	16830	2
III 101-1000	392	184	0.95	174.8	68522	1
IV >1000	-	-	-	-	-	-
TOTAL	678				85580	4

Fig. 9 Cr. ICANE - III Parte - Trayectoria de Noche
Categorías de Abundancia de Peces Pelágicos
BIC SNP-I

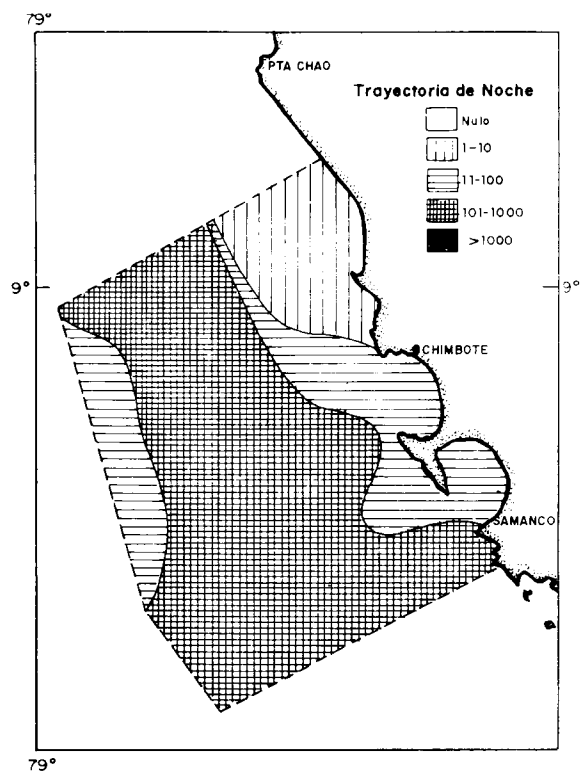


Fig. 10 Cr. ICANE - III Parte - Trayectoria de Día
Categorías de Abundancia de Peces Pelágicos
BIC SNP-1

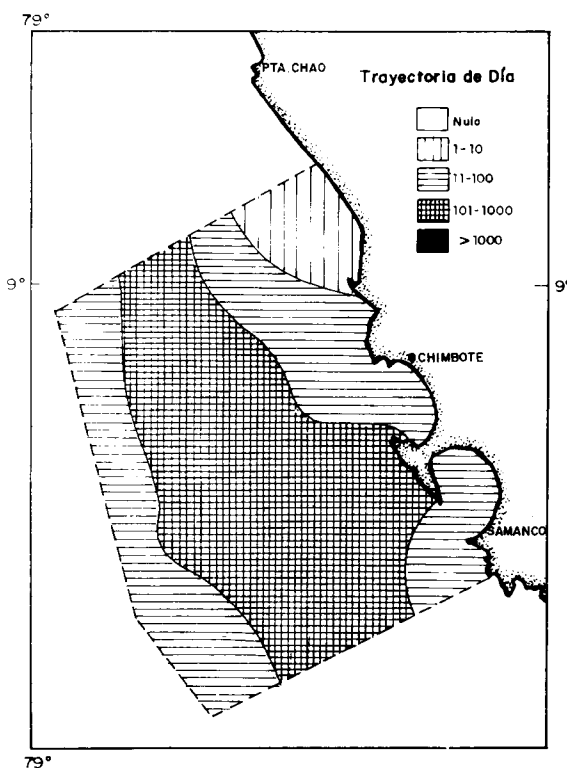


TABLA 6.- III Parte: Trayecto de día
Intervalo 3 = 47 m

CATEGORIA	AREA A (mn ²)	LECTURA MEDIA M̄ (mm)	CONSTANTE DE ECOINTEGRACION "C" Ton/mn ² /mm	DENSIDAD MEDIA Ton/mn ²	PESO TOTAL W Ton	N° de Muestras
I 1-10	45	5	0.95	4.8	214	1
II 11-100	260	63	0.95	59.9	15561	1
III 101-1000	316	185	0.95	175.8	55537	1
IV >1000	-	-	-	-	-	-
TOTAL	621				71312	3

III Parte

La Fig. 9 (Tabla 5) muestra la ecoabundancia durante la noche en una amplia zona de categoría "densa", con entradas cercanas a la costa, la cual está rodeada por grados de abundancia dispersa y muy dispersa. La evaluación total en el área rastreada fue de 85580 tons.

La Fig. 10 (Tabla 6) muestra la ecoabundancia durante el día, con la gran mayoría de registros de la abundancia densa, aunque más céntrica que la anterior. La evaluación total fue de 71 312 tons.

De lo anterior se ve que la mayor estimación corresponde a la trayectoria nocturna.

De las capturas de comprobación se observa que el 84.30/o correspondió a la anchoveta y el 15.70/o a la sardina.

Correlación entre la ecoabundancia noche/día

En la primera parte del crucero, en el inter-

TABLA 7.- Correlación entre las abundancia durante la noche y el día (m)
Crucero 771 SNP-1 ICANE
EK: 120 kHz

CRUCERO	ECOABUNDANCIA		RELACION N/D	
	NOCHE (H)	DIA (H)		
I	03 + 10 m	428	1191	0.36
PARTE	13 + 77 m	625	434	1.44
III	3 + 47 m	1337	924	1.45

valo de integración 3 + 10 m (Fig. 11, Tabla 7) se observa que el índice es menor que uno, mientras que en el nivel 13 + 77 m el índice es mayor que uno, (lo mismo sucede en la tercera parte del crucero). Estos dos últimos resultados no coinciden con lo observado por Johansson y Vilchez, 1979; pues ellos encuentran siempre índices menores que uno.

Estudio de cardúmenes

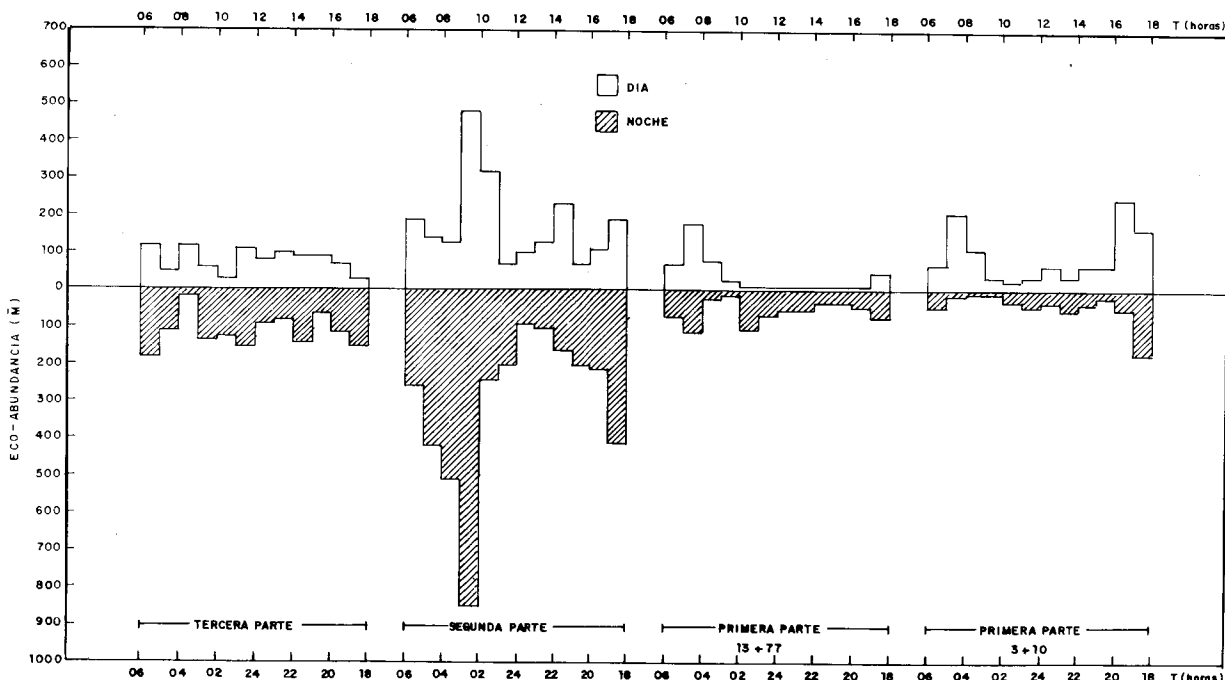
En la Tabla 8 se observa los resultados de un estudio de los parámetros de los cardúmenes, como son: volumen, densidad y peso, de acuerdo al método descrito por Smith, 1971.

Los resultados del estudio de parámetros de cardúmenes todavía son muy preliminares y serán utilizados para la comparación con los resultados del sistema canadiense.

TABLA 8.- Parámetros de cardúmenes.

PARAMETROS DE LOS CARDUMENES	CRUCERO ICANE		I PARTE	II PARTE	III PARTE
	3 + 10 m	13 + 77 m	3 + 47	3 + 47	3 + 47
VOLUMEN (m ³)	82088	642527	41531	33724	
DENSIDAD (peces/m ³)	2.96	3.13	105.59	56.42	
PESO (Tons)	6.74	64.04	4.50	2.62	
NUMERO DE CARDUMENES (N)	343	117	351	114	

Fig. 11 Cr. ICANE
Correlación entre la Ecoabundancia durante el Día y la Noche.
BIC SNP-1



REFERENCIAS

- ANON. 1977. Estimación de biomasa de un recurso pesquero usando técnicas de ecointegración. Informe preparado por el proyecto FAO/NORUEGA/IMARPE por la Orden del Día N° PDI-019 Callao.
- DOWD, R. 1967. An echo counting system for demersal fishes. Proceedings of the FAO Conference on Fish Behaviour in Relation to Fishing and Tactics. **FAO Report** N° 62, Vol. 2, pp. 315 - 332.
- FORBES, S. y O. NAKKEN. 1972. Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part 2, The Use of Acoustic Instruments for Fish Detection and Abundance Estimation. **FAO Manuals in Fisheries Science** N° 5, 1 - 138, Rome.
- JOHANNESSON, K. y G. LOSSE. 1973. Some results of observed abundance estimations obtained in several UNDP/FAO resource survey projects. ICES/FAO/ICNAF Symposium on Acoustic Methods in Fisheries Research, 19-22 June 1973, Report N° 3. 77 pp.
- y A. ROBLES. 1973. Echo surveys of Peruvian anchoveta. ICES/FAO/ICNAF Symposium on Acoustic Methods in Fisheries Research, 19-22 June 1973, Rep Report N° 54. 16 pp.
- y R. VILCHEZ. 1979. Application and some results of echo integration methods in monitoring Peruvian anchovy resources. Meeting on Hydroacoustical Methods for the Estimation of Marine Fish Populations, 25-29 June. The Charles Stark Draper Laboratory, Inc., Cambridge, Massachusetts, USA.
- SHOTTON, R. y R. DOWD. 1973. Acoustic fish counting with a computerized system. Bedford Institute of Oceanography. Ocean Science Review Volume, 3, 1973/1974 pp. 53-63, Nova Scotia, Canada.
- SMITH, P. 1971. The horizontal dimensions and abundance of fish schools in the upper layer as measured by sonar. In. Proc. Int. Symp. on Biological Sound Scattering in the Ocean, March 31-April 2. Warrenton, Virginia.