

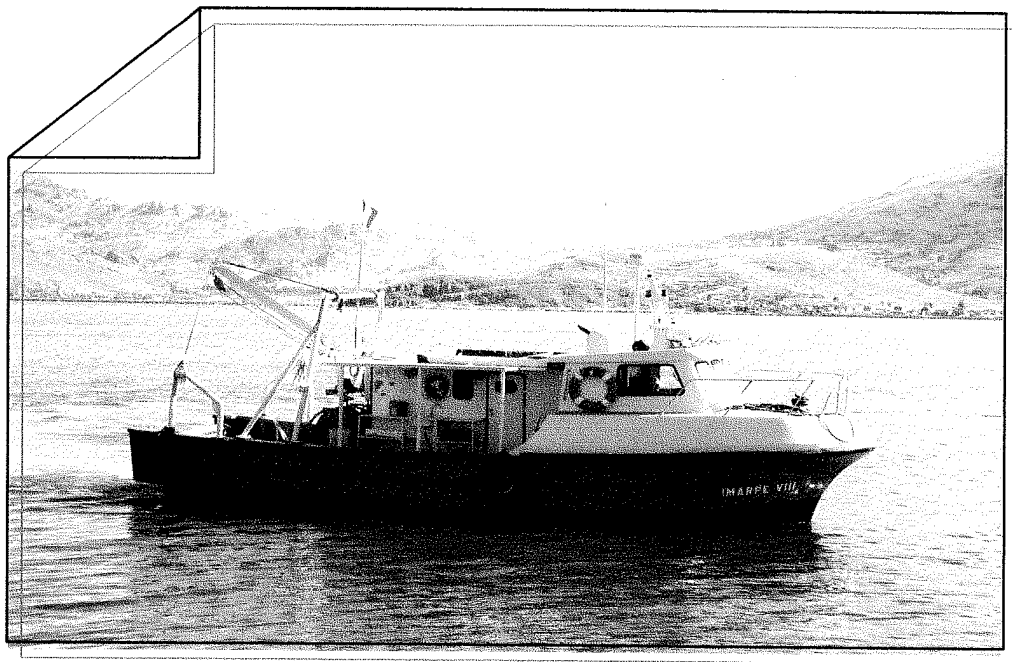


PROYECTO: “Programa de Apoyo a la Pesca Artesanal, la Acuicultura y el Manejo Sostenible del Ambiente (2007-2010) ProPesca”

CONVENIO IMARPE – FONCHIP 2008

INFORME TECNICO

**CRUCERO DE ESTIMACION HIDROACUSTICA DE LA BIOMASA DE LOS PRINCIPALES
RECURSOS PESQUEROS DEL LAGO TITICACA
CR 0812**



Febrero, 2009

DISTRIBUCION, CONCENTRACION Y BIOMASA DE LOS PRINCIPALES RECURSOS PESQUEROS DEL LAGO TITICACA CRUCERO 0812

CONTENIDO

RESUMEN	2
1. INTRODUCCION	2
2. MATERIAL Y METODOS	3
2.1 Limnología	3
2.2 Acústica y pesca	3
3. RESULTADOS	4
3.1 Condiciones Limnológicas	4
3.1.1 Temperatura Superficial del Lago (TSL)	4
3.1.2 Oxígeno disuelto	4
3.1.3 pH	5
3.1.4 Estructura vertical	5
Sección 1: Coata - Moho	5
Sección 2: Chucuíto - Pto. Acosta	6
Sección 3: llave - Escoma	6
Sección 4: Juli - Carabuco	7
3.2 Distribución y biomasa de las especies pelágicas	7
Distribución y biomasa de ispi	7
Distribución y biomasa de carachi	8
Distribución y biomasa de pejerrey	8
3.3 Aspectos biológicos de las especies pelágicas	8
Composición por especies capturadas	8
Estructura por tallas	9
4. DISCUSION	9
5. CONCLUSIONES	10
TABLAS	11

RESUMEN

Las principales parámetros limnológicos del Lago Titicaca, observados durante el crucero 0812, a bordo del BIC IMARPE IV; entre ellos, la temperatura superficial, fluctuó entre 13,1° a 16,3°C, el pH entre 4,4 a 8,4 y el oxígeno entre 4,43 a 7,35 mL/L. Estos valores son considerados normales para la estación del año.

El ispi continúa siendo el principal recurso pesquero en el Lago Titicaca. Los niveles de biomasa se mantienen, con relación a los últimos años. Se estimó una biomasa de ispi de 49 960 t ($\pm 8,97\%$), con un rango de tallas de 2 a 9 cm y una moda de 5 cm; la biomasa total del carachi fue de 9 184 t ($\pm 7,17\%$) y la biomasa del pejerrey fue de 11 516 t ($\pm 18,70\%$).

1 INTRODUCCION

En el lago Titicaca se desarrolla una actividad pesquera permanente, la mayoría de los pobladores que viven cerca al lago desarrollan labores colaterales relacionadas con el turismo, pesca y acuicultura. Estas operaciones que se realizan, no cuentan con reglas o normas que protejan el ecosistema del Lago.

Ante la poca actividad laboral y económica de la zona, muchos pobladores encuentran en el Lago su principal fuente de ingresos, pero de una manera desordenada. Así mismo, pocas son las entidades que se encargan de desarrollar estudios orientados a la conservación del ecosistema del Lago Titicaca, como el AALT (Autoridad Autónoma del Lago Titicaca), PELT y nuevamente, desde el 2006, IMARPE.

El crucero de estimación de biomasa de los principales recursos pesqueros del Lago Titicaca, por el método hidroacústico (Componente II), se desarrolló en el marco del convenio específico IMARPE – FONCHIP (Fondo de Cooperación Hispano Peruano) 2008, del proyecto "Programa de Apoyo a la Pesca Artesanal, la Acuicultura y el Manejo Sostenible del Ambiente (2007-2010) ProPesca".

Los objetivos principales del crucero, fueron: determinar la distribución, concentración y biomasa de los principales recursos pesqueros como el ispi, carachi y pejerrey; así como determinar las condiciones limnológicas del lago y su relación con los recursos.

El crucero se efectuó a bordo del BIC IMARPE VIII del 9 al 21 de Diciembre del 2008. Entre el 9 al 12 de Diciembre, se efectuaron pruebas de operaciones de pesca, con la red de arrastre pelágica y la net sonda, SIMRAD PI32, recientemente adquirida. Además, de las calibraciones acústicas con blanco estándar.

2 MATERIAL Y METODOS

2.1 Limnología

Los trabajos limnológicos comprendieron la ejecución de 92 estaciones superficiales y 12 sub-superficiales, a profundidades estándar de 0, 50 y 100 metros. Las variables observadas fueron: temperatura, pH, oxígeno disuelto, salinidad, nitritos, nitratos, fosfatos y sulfatos. Los equipos utilizados en el muestreo fueron los siguientes: potenciómetro HANNA Hi9026 (pH, temperatura y salinidad), oxímetro HANNA Hi9146 (oxígeno disuelto, saturación y salinidad) y espectrofotómetro HACH DR/2000 (nitritos, nitratos, fosfatos y sulfatos).

2.2 Acústica y pesca

Para la realización de la prospección acústica, se empleó la ecosonda científica SIMRAD EY 500, con una frecuencia de 120 Khz. El muestreo acústico consistió en trayectos sistemáticos paralelos, con longitudes variables de 12 a 22 millas náuticas (mn) y separación de 5 mn, en promedio. La unidad básica de muestreo (UBM) fue de 1 mn y en total se realizaron 381 UBM. Para la calibración de la ecosonda científica, se utilizó una esfera de cobre de 23 mm, cuya fuerza de blanco (TS), es de -40.4dB.

Para efectuar los lances de comprobación de los registros acústicos, se empleó una red de arrastre pelágica, complementado con un net sonda SIMRAD PI32. El tiempo promedio de cada operación fue de 25 minutos y en total se realizaron 10 lances (Fig. 1). La información hidroacústica fue almacenada en el disco duro de la PC, para que pueda ser visualizada y/o reproducida con el software Echoview.

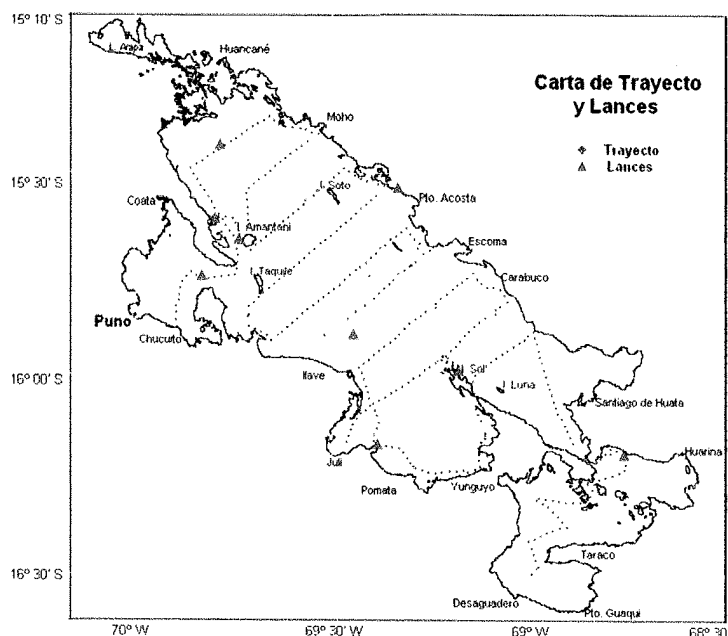


Fig. 1 Carta de trayectos y lances ejecutados

3. RESULTADOS

3.1 Condiciones Limnológicas

3.1.2 Temperatura Superficial del Lago (TSL)

La TSL varió entre 13,1° y 16,3°C. La zona más fría se ubicó en los alrededores de la isla Soto, hacia la zona central del Lago hasta la Isla del Sol; mientras que las mayores temperaturas se registraron frente a Anapia, en el Lago Menor (Fig. 2). En general, la temperatura superficial del Lago se presentó relativamente homogénea, sin observarse marcados gradientes térmicos. La variación térmica en toda el área de estudio fue de 3,2°C.

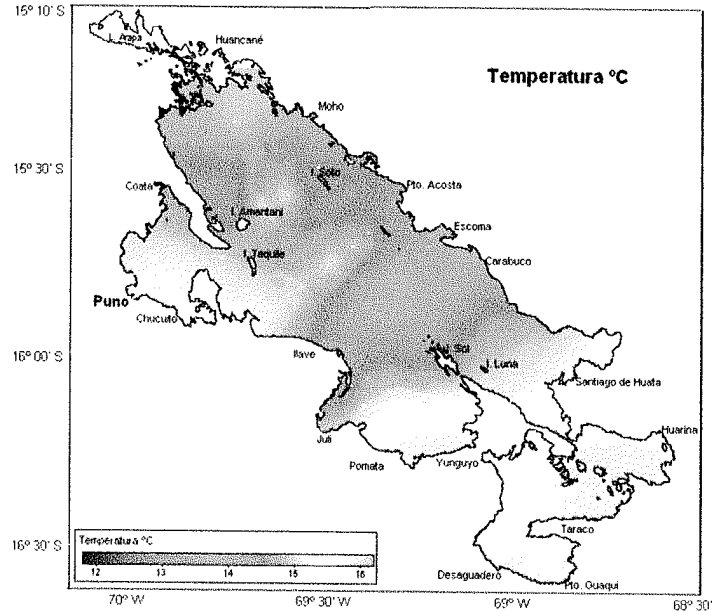


Fig. 2 Temperatura Superficial del Lago (°C)

3.1.2 Oxígeno disuelto

El Oxígeno disuelto superficial del Lago fluctuó entre 4,43 a 7,35 mL/L (Fig. 3), los menores valores se observaron en la Bahía Interior (Puno) y en el Lago Menor, en la zona sur del lago. Entre tanto, los mayores valores de oxígeno, se presentaron desde la parte central del lago, entre Isla Soto-Taquile, hacia el sur, hasta el estrecho de Tiquina. Sobresalieron núcleos con valores superiores a 7 mL/L, que se localizaron entre Pto. Acosta – Escoma; Taquile – Ilave y otro foco alrededor de la Isla del Sol.

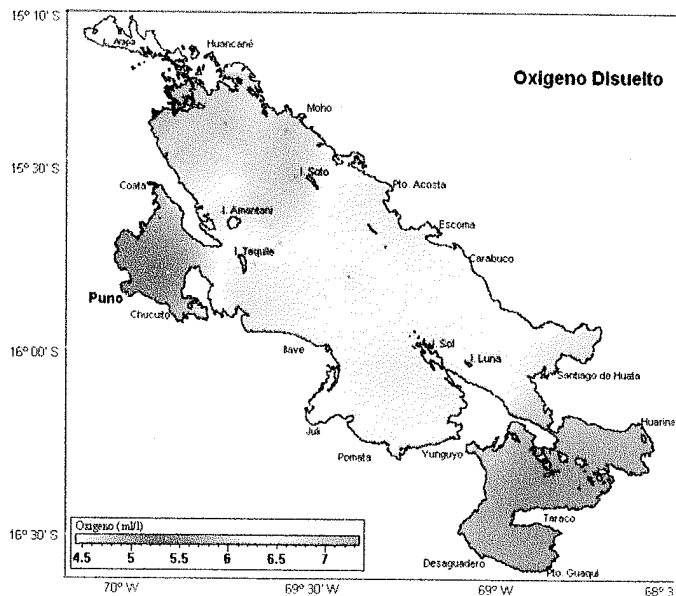


Fig. 3 Oxígeno Disuelto (mL/L)

3.1.3 pH

Durante el desarrollo del crucero, el pH, registró valores entre un rango de 4,4 a 8,4. Los valores más altos, con una tendencia hacia lo básico (mayor a 7.0), se presentaron solo en la Bahía Interior (Puno). Los valores más bajos, dentro de un rango ácido, se registraron en casi todo el Lago Mayor y Lago Menor. Frente a la isla Amantani, se presentaron los valores de mayor acidez y el resto del Lago, se mantuvo relativamente estable.

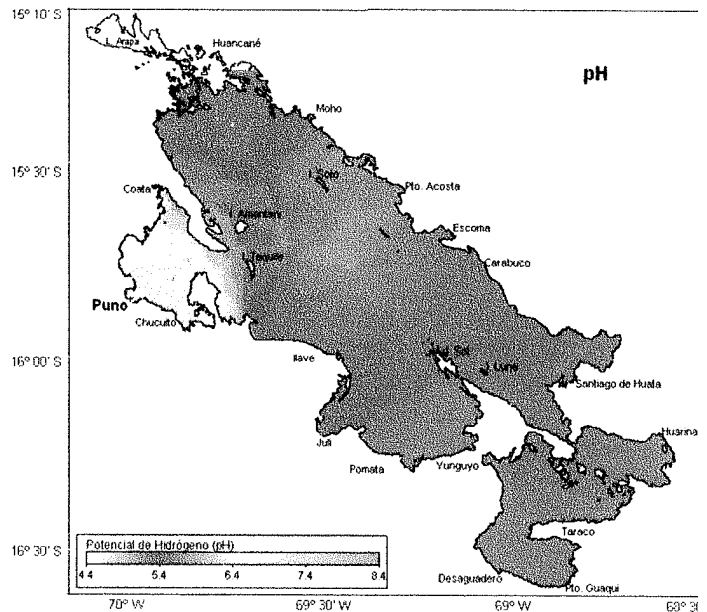


Fig. 4 pH

3.1.4 Estructura vertical

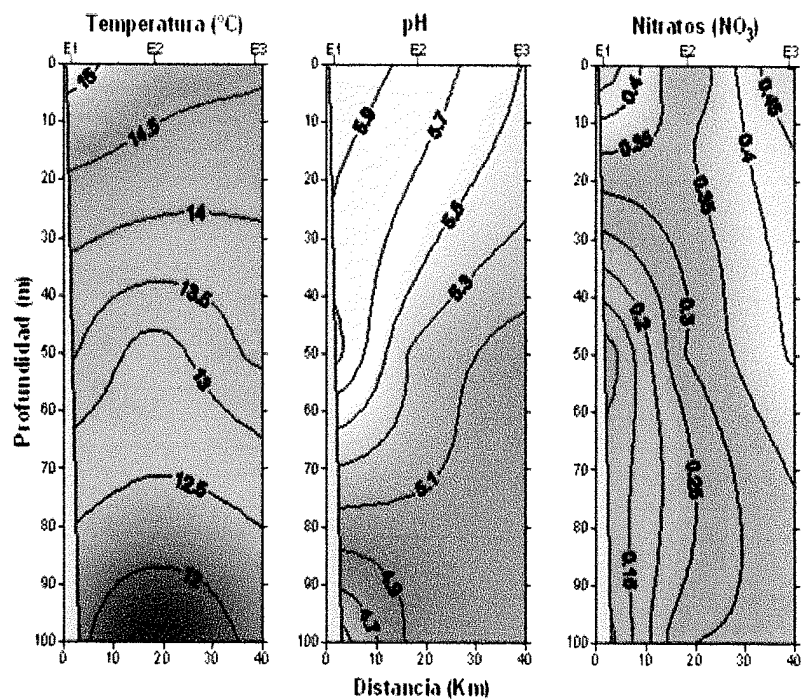
Sección 1: Coata → Moho

En esta sección la temperatura fluctuó entre 15° a 12°C. Frente a Coata (E1) se ubicó un foco con mayor temperatura hasta una profundidad de 5 m y una distancia de 5 Km. El gradiente térmico fue moderado y las temperaturas frías menores de 12°C se ubicaron por debajo de los 90 metros (Fig. 5). En general, se observó una estratificación de las isotermas

El pH fluctuó entre 5,9 a 4,5. Los valores más altos, dentro de un rango básico, se ubicaron también frente a Coata (E1), llegando hasta 20 m de profundidad, con una proyección de 12 km, desde la ribera hacia el interior del Lago.

Las concentraciones de nitratos variaron de 0,45 a 0,10 ($\mu\text{g-at/L}$). Los valores más altos, se presentaron en las zonas ribereñas, tanto en Coata como en Moho. Sin embargo, estos valores fueron más superficiales frente a Coata, probablemente por la configuración del fondo. Así mismo, en esta misma zona, la disminución fue más marcada con relación a la profundidad.

Fig. 5 Sección 1 Coata - Moho



Sección 2: Chucuito → Pto. Acosta

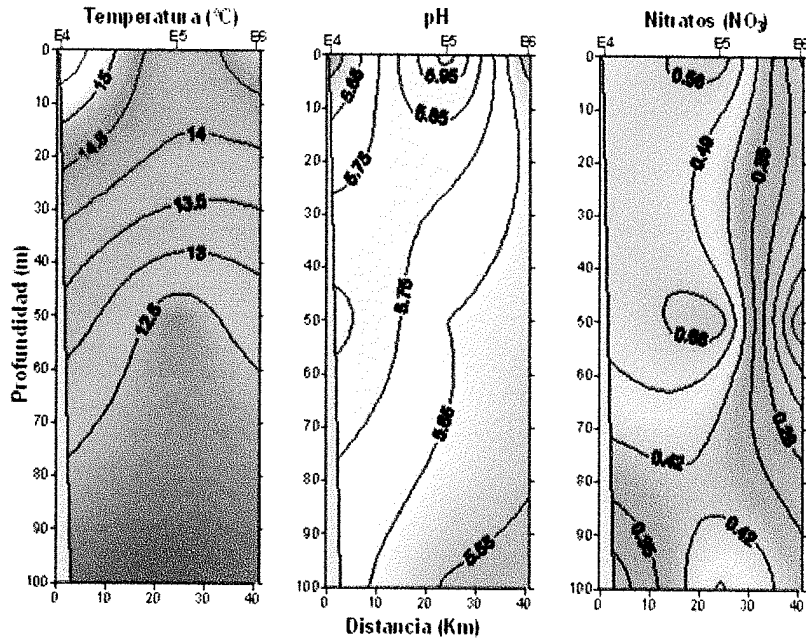
En esta sección, la temperatura varió de 15,5° a 12,5°C, con una similar estructura que la Sección 1. Es decir, con los mayores valores, hacia la parte oeste del Lago, frente a Chucuito (E4). La isoterma de 12,5°, tuvo una tendencia hacia la superficie, llegando hasta los 50m. La variación térmica a nivel superficial en toda la sección fue solo de 0,5°C.

El pH estuvo más estable, con valores de 5,95 a 5,55 (dentro de un rango ácido). Los valores altos (mayor a 5,85), se

encontraron en la parte central de la sección, hasta 10 m de profundidad y los menores hacia los extremos de la sección. (Fig. 6).

Los nitratos fluctuaron entre 5,95 a 5,55 µg-at/L. En esta sección, la distribución fue de forma inversa a la sección Moho – Coata. Es decir, en la zona oeste del Lago (E4), se registraron las mayores concentraciones de nitrato, superior a 0,49 µg-at/L, proyectándose más allá de 20 mn y luego una marcada disminución en forma vertical hacia Pto. Acosta.

Fig. 6 Sección 2 Chucuito – Pto. Acosta



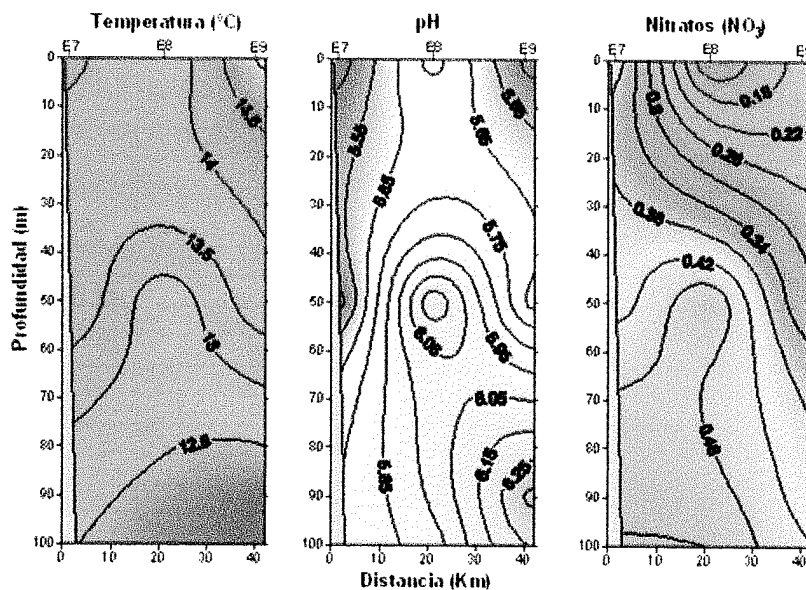
Sección 3: Ilave -> Escoma

Esta sección fue la más fría, a nivel superficial, con relación a las demás, variando de 14,5° a 12,5°C. Los valores con tendencia más alta se registraron frente a Escoma (E9).

El pH presentó una distribución variable, destacando dos núcleos con valores superiores de 6.0 por debajo de los 50 m de profundidad. Los valores con mayor tendencia ácida, se registraron hacia las zonas ribereñas (estaciones E7 y E9).

Los nitratos presentaron los más altos valores frente a Ilave, cerca de la orilla (E7). En esta misma zona se aprecia una tendencia de incremento desde las zona profunda

Fig. 7 Sección 3 Ilave - Escoma



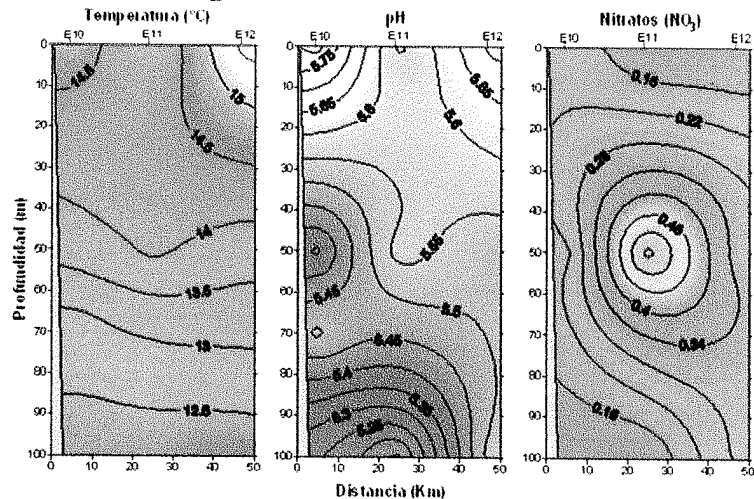
(100m) hacia la zona central de la sección (50m de profundidad), alcanzando valores superior a 0,48 $\mu\text{g-at/L}$, luego se aprecia una disminución muy marcada hacia la superficie hasta la zona de Escoma. (Fig. 7).

Sección 4: Juli → Carabuco

Esta sección presentó un gradiente térmico suave, entre 15,5 a 12,5°C. Los más altos valores frente a Carabuco (E12) hasta 10 m de profundidad.

El pH estuvo un poco inestable, sin tener una distribución definida. Cabe destacar, que por debajo de los 40 m, entre Juli (E10) y la zona central de la sección hay valores más ácidos. Los nitratos presentaron un núcleo de alta concentración a 50 m de profundidad en la parte central de la sección. En general, hubo una predominancia de concentraciones de nitratos menor a 0,3 $\mu\text{g-at/L}$ (Fig. 8).

Fig. 8 Sección 4 Juli - Carabuco



3.2 Distribución y biomasa de las especies pelágicas

Distribución y biomasa de ispi

El ispi presentó una distribución continua, en gran parte del Lago Mayor. Las áreas de mayor concentración y abundancia se ubicaron en la zona central, al sur de la isla Taquile, frente a Escoma y Juli (Fig. 9).

A nivel vertical, el ispi, se le detectó mayormente cerca de la superficie (entre 5 y 10 m), llegando hasta los 100 m de profundidad.

La biomasa del ispi fue estimada en 49 960 t, distribuida en un área de 1 330 mn^2 (4 562 km^2), con límites de confianza de $\pm 8,97\%$ (Tabla 1).

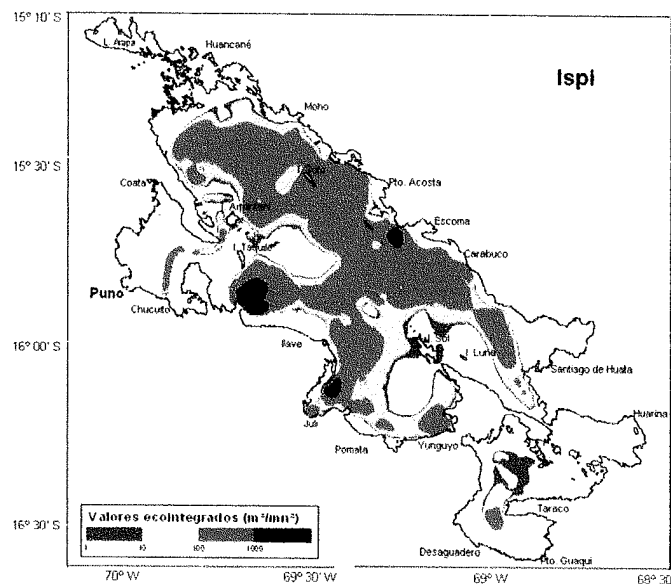


Fig. 9 Distribución del ispi

Distribución y biomasa de carachi

La distribución espacial del carachi es muy peculiar, solo se distribuye cerca de la zona ribereña del Lago, en forma de parches, en algunos casos con concentraciones "densas". Las áreas de mayor importancia, se ubicaron frente a Chucuito, Ramis, Escoma-Carabuco y Taraco (Fig. 10).

La biomasa de esta especie se determinó en 9 184 t, distribuida en un área de 416 mn² (1427 km²), con límites de confianza de $\pm 7,17\%$.

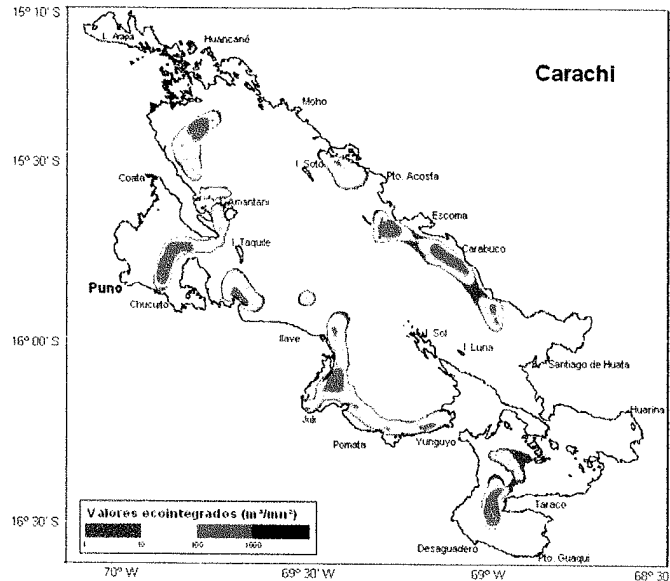


Fig. 10 Distribución del carachi

Distribución y biomasa de pejerrey

El pejerrey presentó núcleos de concentraciones aisladas, en forma de parches. Las principales áreas se ubicaron en el Ramis, sur de la isla Taquile, Carabuco, Pomata y Yunguyo (Fig. 11).

Se determinó una biomasa de 11 516 t, distribuida en un área de 363 mn² (1 245 km²), con límites de confianza de $\pm 18,70\%$.

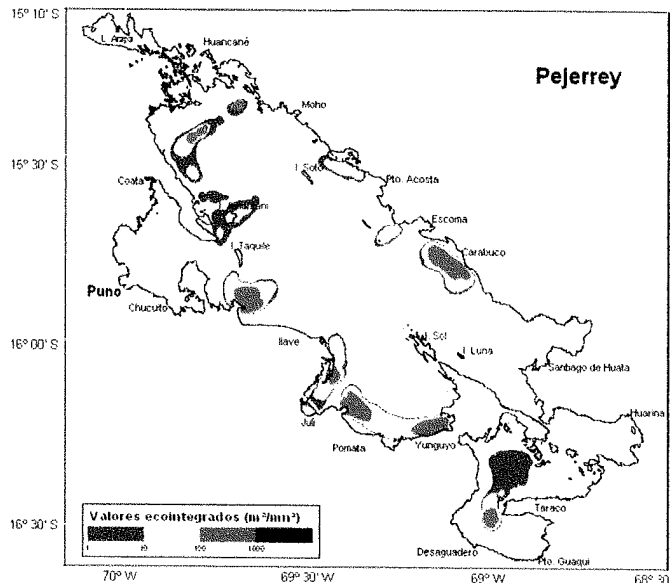


Fig. 11 Distribución del pejerrey

3.2 Aspectos biológicos de las especies pelágicas

Composición por especies capturadas

La Fig. 12, muestra la composición de la captura por especie. Las mayores capturas correspondieron al "ispi" (*Orestias ispi*) con el 89%, seguido del carachi (*Orestia sp*) con 10% y 1% de otras especies.

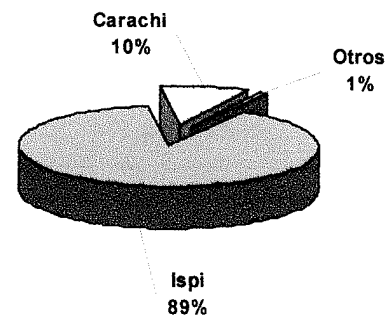


Fig. 12 Captura por especie

Estructura por tallas

Ispi

El ispi fue capturado en 8 lances, mostrando una estructura de tallas entre los 2,0 y 9,0 cm de longitud total, con una moda de 5 cm (Fig. 13).

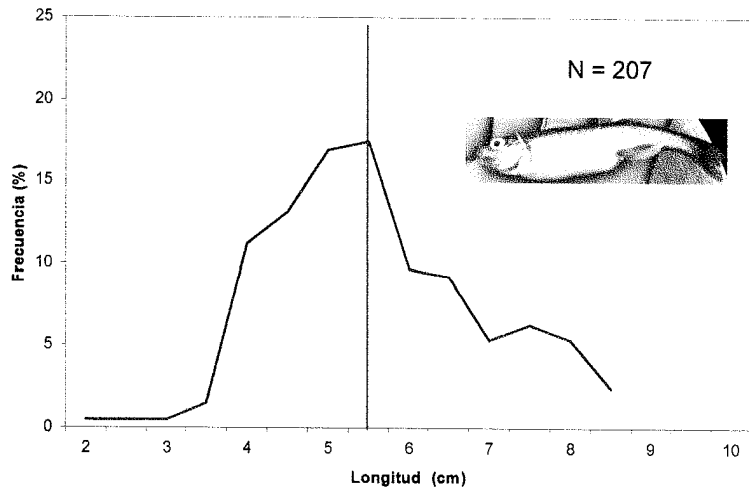


Fig. 13 Estructura por tallas del ispi

4. DISCUSION

El ispi se caracteriza por una distribución espacial bastante amplia, se le ubica en casi todo el Lago. Con relación al año 2007, en el mismo periodo, la distribución y abundancia de este recurso, fue relativamente similar. (Fig. 14). Sin embargo, la biomasa se mantiene en 49 000 t, aproximadamente (Tabla 01). Las áreas mas densas se ubican siempre entre sur de la Isla Taquile – Pomata y Pto. Acosta – Escoma. Al parecer la distribución de esta especie tiene mayor relación con la temperatura superficial y con la concentración de oxígeno disuelto.

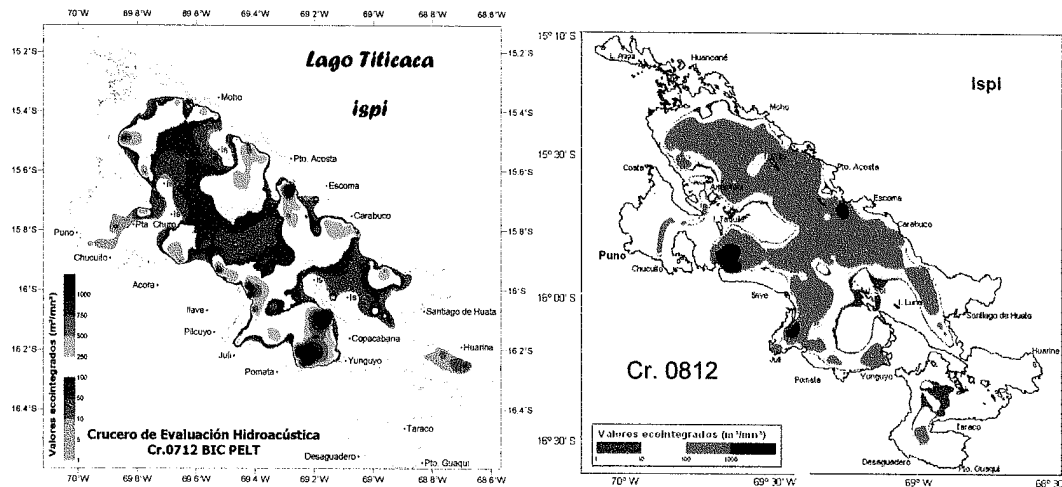


Fig. 14 Distribución del ispi durante el año 2007 y 2008

La biomasa del carachi se incrementó ligeramente de 8 200 t en el 2007 a 9 184 t en el 2008. Sin embargo, estos valores caen dentro de los límites de confianza. El área de distribución disminuyó de 557 a 416 mn². El pejerrey no presentó cambios significativos en la biomasa, manteniéndose alrededor de las 11 000 t con una área de distribución similar 1 000 mn². Lo que evidencia que a pesar de la permanente actividad pesquera que se ejerce sobre estos recursos, los niveles poblacionales se mantienen, apoyada en la gran actividad biológica que se produce en el Lago.

5. CONCLUSIONES

- Las variables limnológicas de temperatura, oxígeno y pH superficial del lago, se muestran dentro de los rangos normales para la estación del año.
- La estructura vertical de temperatura, pH y nitratos, en las cuatro secciones hidrográficas del Lago, indican estabilidad de las condiciones a nivel batimétrico.
- El ispi es la especie de mayor presencia en el lago, registrando una biomasa de 49 960 t, distribuida en un área de 1 330 mn² (4 562 km²).
- La presencia del carachi se limita a la zona ribereña, estimándose una biomasa de 9 184 t, distribuida en una área de 416 mn² (1 427 km²).
- El pejerrey se encontró en forma muy dispersa, cercano a la zona ribereña. La biomasa estimada llegó a 11 516 t, distribuida en una área de 363 mn² (1 245 km²).
- La estructura de tamaños del ispi se encontró entre los 2,0 y 9,0 cm de longitud total, con una moda de 5 cm.

TABLAS

Tabla 1 Biomasa (t) de los principales recursos pesqueros del Lago Titicaca 2006-2008

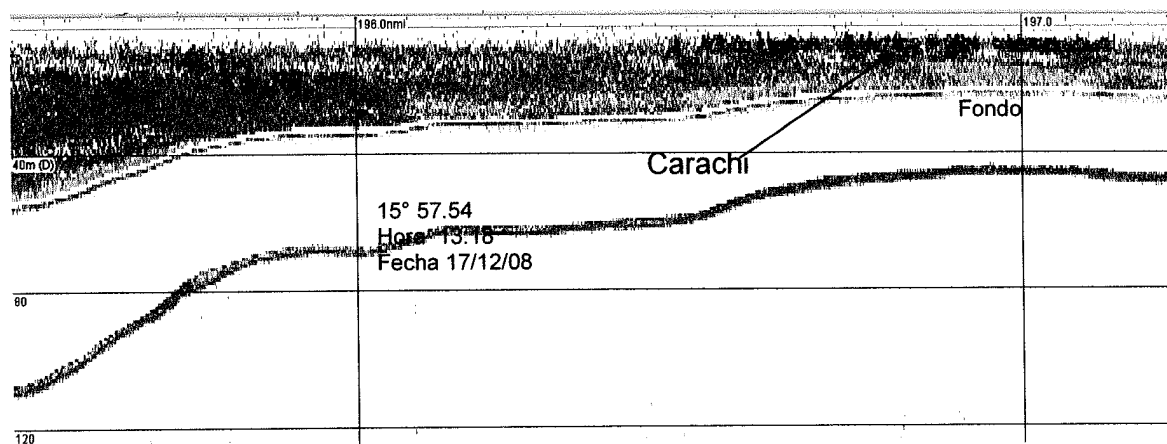
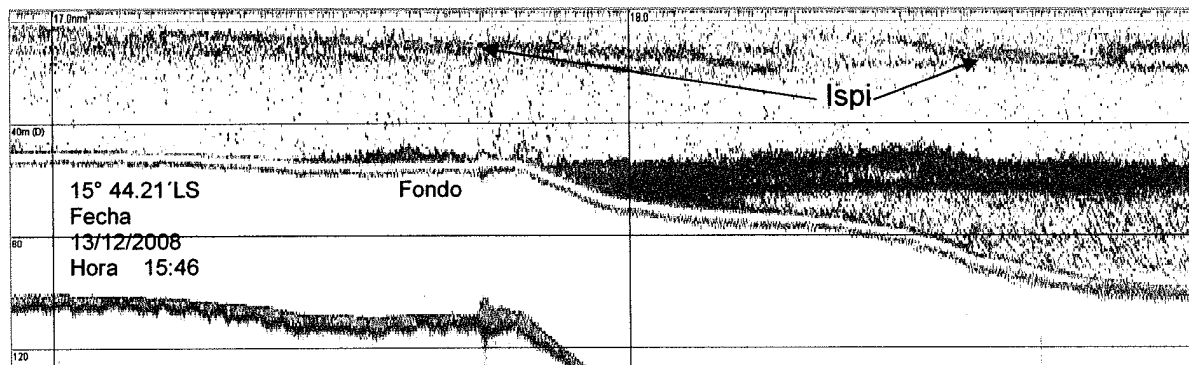
Crucero	Carachi	Ispi	Pejerrey
0604-058	11 500	54 000	13 800
0703-04	8 250	49 000	11 600
0712	8 200	49 400	11 150
0812	9 184	49 960	11 516

Tabla 2. Estaciones limnológicas Cr. 0812 Evaluación de recursos pesqueros del Lago Titicaca

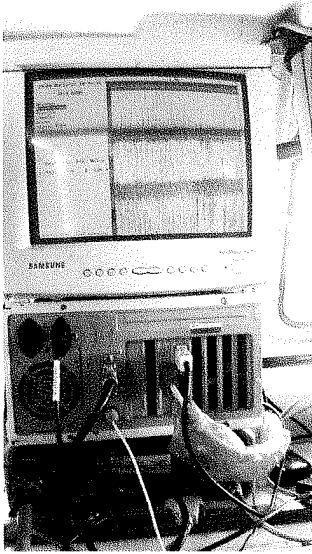
Nº	UBICACION		Dist. Costa (mn)	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	PH	Nitratos (µg-at/L)
	Latitud S	Longitud W					
E1	15° 21.24'	69° 39.55'	1	0	15.2	6.00	0.50
E1	15° 21.24'	69° 39.55'	1	50	13.6	6.00	0.05
E1	15° 21.24'	69° 39.55'	1	100	12.2	4.35	0.06
E2	15° 30.19'	69° 40.13'	18	0	14.7	5.86	0.30
E2	15° 30.19'	69° 40.13'	18	50	12.7	5.24	0.30
E2	15° 30.19'	69° 40.13'	18	100	11.4	4.97	0.30
E3	15° 36.52'	69° 48.18'	38	0	14.6	5.51	0.50
E3	15° 36.52'	69° 48.18'	38	50	13.6	5.01	0.40
E3	15° 36.52'	69° 48.18'	38	100	12.1	5.04	0.30
E4	15° 31.79'	69° 21.89'	0	0	16.0	5.48	0.50
E4	15° 31.79'	69° 21.89'	0	50	13.4	5.90	0.50
E4	15° 31.79'	69° 21.89'	0	100	12.1	5.70	0.20
E5	15° 40.41'	69° 31.69'	24	0	14.0	6.10	0.80
E5	15° 40.41'	69° 31.69'	24	50	12.2	5.65	0.60
E5	15° 40.41'	69° 31.69'	24	100	12.0	5.54	0.50
E6	15° 46.57'	69° 33.72'	41	0	15.0	5.48	0.20
E6	15° 46.57'	69° 33.72'	41	50	12.8	5.60	0.00
E7	15° 41.99'	69° 15.99'	2	0	14.1	5.40	0.40
E7	15° 41.99'	69° 15.99'	2	50	14.0	5.41	0.40
E8	15° 48.66'	69° 23.49'	21	0	13.6	5.79	0.10
E8	15° 48.66'	69° 23.49'	21	50	12.6	6.24	0.50
E8	15° 48.66'	69° 23.49'	21	100	12.2	5.89	0.50
E9	15° 55.95'	69° 32.17'	41	0	15.1	5.40	0.20
E9	15° 55.95'	69° 32.17'	41	50	13.9	5.61	0.30
E9	15° 55.95'	69° 32.17'	41	90	12.1	6.38	0.40
E10	15° 49.87'	69° 04.27'	5	0	14.8	5.82	0.20
E10	15° 49.87'	69° 04.27'	5	50	13.7	5.34	0.20
E10	15° 49.87'	69° 04.27'	5	70	12.7	5.51	0.20
E11	15° 57.29'	69° 12.51'	25	0	14.0	5.54	0.10
E11	15° 57.29'	69° 12.51'	25	50	14.1	5.57	0.60
E11	15° 57.29'	69° 12.51'	25	100	12.3	5.14	0.10
E12	16° 04.52'	69° 23.60'	49	0	15.7	5.72	0.10
E12	16° 04.52'	69° 23.60'	49	50	13.7	5.51	0.30
E12	16° 04.52'	69° 23.60'	49	100	12.2	5.54	0.30

ANEXOS

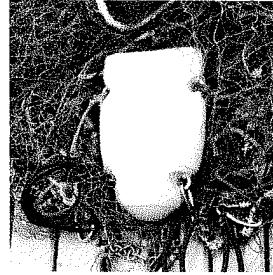
ECOGRAMAS POR ESPECIE



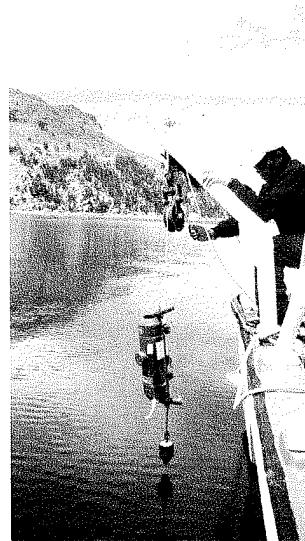
EQUIPOS Y MANIOBRAS



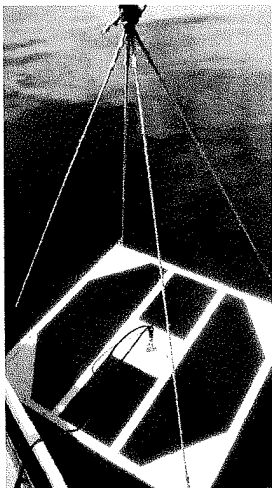
SIMRAD EY 500



NET SONDA SIMRAD PI32



TOMA MUESTRA SUB-SUPERFICIAL



CALIBRACIONES ACUSTICAS



OPERACIÓN DE PESCA ARRASTRE



CAPTURA DE ISPI

Relación de personal participantes:

1.	Ing. Marceliano Segura Zamudio	IMARPE-DIPDT
2.	Ing. Luis Escudero Herrera	IMARPE-DIPDT
3.	Ing. Walter Castañeda Cóndor	IMARPE-DIPDT
4.	Ing. Abel Arone Pabon	PELT – Puno
5.	Ing. Grower Aquisé Rodríguez	PELT – Puno
6.	TN Lisandro Merubia Ruiz	ALT – Bolivia
7.	Sr. Pedro Vásquez Aceituno	IMARPE VIII
8.	Sr. Antonio Charca Lujano	IMARPE VIII
9.	Sr. Moisés Gomez Vilca	IMARPE VIII