OCEANOGRAFIA FISICA DEL ESTUARIO DEL RIO DE LA PLATA Y EL SISTEMA COSTERO DE EL RINCON. NOVIEMBRE, 1994*

por

Raúl A. Guerrero

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)
C. C. 175, 7600 - Mar del Plata, Argentina

SUMMARY

Physical oceanography of the Río de la Plata estuary and El Rincón coastal system. November, 1994.

Using CTD data obtained on R/V "Dr. E. L. Holmberg" fishery research cruise H-13/94 (November 1994), oceanographic conditions of the coastal area of the Argentine-Uruguay an Common Fishering Zone (AUCFZ) and El Rincón are described. Two physical environments were differentiated: the Río de la Plata estuarine systems and El Rincón coastal regime. In both systems thermal and haline fronts that affect the distribution of reproductive concentrations, nursery and spawning areas of coastal species, are identified. Salinity fields, for the AUCFZ, as a function of statistical winds, are synoptically analysed. In El Rincón, the temporal stability observed on temperature and salinity allowed to describe the mean physical conditions for the area. The AUCFZ presents two surface salinity fronts oriented N-S and occupying most of the estuarine area. The bottom stratum defines an inner salinity front restricted to the interior of the estuary, from Punta Piedras to west of Montevideo. The N-S orientation of the surface front, showing a southern riverine discharge along the Argentine coast, results as a consequence of moderate dominant winds from the Eastern sector. As a result high vertical stratification is present towards the southern sector and moderate to weak stratification at the northern one. On the contrary, El Rincón is characterized by a strong vertical homogeneity, while horizontally presents a coastal front separating diluted coastal water, coming from Río Negro and Río Colorado, and shelf waters. This front, oriented north-south, is forced by bathimetry and the mean shelf circulation.

Key words: Physical oceanography, estuarine and coastal fronts, Southwestern Atlantic, Argentine.

RESUMEN

A partir de datos CTD (conductividad, temperatura y presión) obtenidos durante la campaña de evaluación de recursos costeros del BIP "Dr. E. L. Holmberg" H-13/94 (noviembre de 1994), se describen las condiciones oceanográficas en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU) y El Rincón. Se diferencian físicamente dos ambientes: el estuario del Río de la Plata y el sistema costero 'El Rincón'. Para ambos sistemas, se localizan y definen frentes térmicos y salinos que influyen en la

* Contribución INIDEP Nº 1061

distribución de las concentraciones reproductivas, zonas de desove y cría de especies costeras. El campo de salinidad de la ZCPAU es analizado sinópticamente en relación a la estadística del campo de viento. Para El Rincón, la alta estabilidad temporal de los campos de temperatura y salinidad permitió una interpretación que muestra las condiciones medias del área. La ZCPAU presenta dos frentes de salinidad en superficie que se orientan en sentido N-S, y ocupan dominantemente el área estuarial. El estrato de fondo define un frente salino restringido espacialmente al interior del estuario, desde Punta Piedras hasta la costa uruguaya, al oeste de Montevideo. La orientación N-S del frente de superficie, indicando la descarga de aguas estuariales a lo largo del sector bonaerense, resulta asociado a vientos moderados, dominantes del sector E. La estratificación vertical muestra consecuentemente altos gradientes hacia el sur y moderados a suaves sobre el sector norte. El Rincón, por el contrario, está caracterizado por una marcada homogeneidad vertical, mientras que horizontalmente presenta un frente costero salino que separa aguas diluidas, provenientes del Río Negro y del Río Colorado, de aguas de plataforma. Este frente, orientado en sentido norte-sur, resulta forzado por la batimetría y por la circulación media de plataforma.

Palabras clave: Oceanografía física, frentes estuarinos y costeros, Atlántico Sudoccidental, Argentina.

INTRODUCCION

El rol de la investigación oceanográfica dentro del Proyecto Costero es la descripción del ambiente en el que tienen lugar los procesos biológicos y pesqueros que son objeto de estudio del Proyecto.

Estos estudios resultan más importantes cuanto mayor variabilidad presente el ambiente bajo estudio, ya que consecuentemente los cambios en la disponibilidad de los *stocks* pesqueros estarán en relación a dichas variaciones ambientales. La ZCPAU muestra gran variabilidad espacial en las caracteristicas de las masas de aguas que convergen en el estaurio del Río de la Plata, en escalas sinópticas y medias (Guerrero *et al*., 1997). Esta varibilidad se verá reflejada en la distribución de nutrientes con consecuentes cambios en su productividad (Carreto *et al*., 1986). Lasta y Acha (1995) muestran la dependencia espacial en la distribución de stocks costeros con la ubicación del frente estuarino, de la misma manera la distribución de anchoita en la ZCPAU y frente a El Rincón se ve condicionada a la forma en que se presenta el frente salino en ambas regiones (Brandhorst y Castello, 1971; Sánchez *et al*., 1995). Los aportes continentales de la cuenca del Río de la Plata (20.000 m^3/s) y el Río Negro (5.000 m^3/s) son los mayores del litoral costero argentino (Consejo Federal de Inversiones, 1981) y comparable a los más grandes del mundo. También debe considerarse los aportes de aguas continentales de la Laguna de los Patos en el período de otoño e invieno (Ciotti *et al*., 1995; Guerrero *et al*., 1997). Consecuentemente la distribución de los recursos costeros, desde el Chuy hasta la desembocadura del Río Negro, estará condicionada a la dinámica frontal que resulta de la interacción entre las descargas continentales de estos sistemas hídricos y el mar adyacente.

En el caso de la presente campaña el aporte del estudio físico acompaña a la investigación pesquera mediante una descripción general del área de estudios basándose en la distribución de temperatura y salinidad, detectando aquellas estructuras oceanográficas como frentes térmicos y de salinidad que permitan la explicación de los fenómenos biológicos de los stocks pesqueros en relación a concentraciones reproductivas, zonas de desove y zonas de cría.

En el área estudiada son identificables dos ambientes estuarinos físicamente diferentes: el área estuarial de Río de la Plata y el área costera de El Rincón. Si bien las especies costeras presentan una distribución en continuo a lo largo del litoral, el angostamiento de la plataforma a la altura central de la Pcia. de Buenos Aires (38° S) ocasiona que la mayor área de distribución con profundidades menores a los 50 m, se encuentren separadas en estos dos ambientes por más de 450 km. Debido además a diferencias en las escalas espacio-temporales de los forzantes externos (viento, caudal y batimetría) la zona del Río de la Plata y El Rincón son analizadas en forma independiente.

En el presente trabajo se describen las estructuras oceanográficas relevantes de estos sistemas a los fines de la detección y la explicación de concentraciones reproductivas de peces costeros.

DATOS Y METODOS

La toma de datos de presión, temperatura y conductividad (CTD) incluyó 89 estaciones en la ZCPAU y 65 en El Rincón (Figuras 1 y 2). La misma se realizó con un CTD autocontenido marca ‘Sea Bird Electronics’ modelo 19-01. El instrumento fue arriado a una velocidad nominal de 0,5 m/seg, que con una frecuencia de muestreo de 2 registros por segundo, permitió una resolución vertical de 1 m. Se tomaron muestras de agua con botellas ‘Hydrobyos’, provistas con termómetros de inversión para calibrar los datos del CTD.

Se realizaron en continuo, observaciones de temperatura y salinidad de superficie, con el objeto de optimizar el tiempo de campaña y definir con mayor precisión los frentes en superficie.

Para caracterizar oceanograficamente la ZCPAU y la zona de El Rincón, se analizan distribuciones horizontales de temperatura y salinidad de superficie y fondo. La distribución del campo de masa se infiere a partir de salinidad debido a que en sistemas costeros con aportes continentales la densidad del agua está determinada principalmente por la salinidad (Kjerfve, 1989). Las distribuciones horizontales de salinidad de la ZCPAU, son a su vez analizadas en función de la estadística del campo de viento. Los mismos, para el período de observación, fueron ordenados por octantes, y para cada uno de ellos se estimó frecuencia e intensidad media. Se analiza también la estratificación vertical y estructura de frentes mediante secciones verticales definidas de tal manera de obtener sinopticidad y mayor resolución espacial.

RESULTADOS Y DISCUSION

Río de la Plata

La distribución horizontal de temperatura en superficie muestra homogeneidad general (Figura 3), con valores que oscilan mayoritariamente entre 19 y 21ºC. Sobre el sector sur, sin embargo, se observa un frente térmico frente a Punta Rasa y Cabo San Antonio. Este frente resulta como consecuencia de una lengua de agua más cálida (20 a 21ºC) proveniente del estuario en contraste con una intrusión costera de baja temperatura proveniente de la plataforma (16 a 18ºC).

El estrato de fondo (Figura 4) presenta temperaturas menores que en superficie, con valores que oscilan entre 14 y 21ºC. Se observa un núcleo cálido (T > 17ºC) sobre el sector costero interno del litoral uruguayo y Punta Piedras (Argentina), definiendo un frente térmico de fondo. El resto del estuario y ZCPAU mantienen una menor temperatura. Las diferencias de temperatura con superficie, sobre el sector sur, son mayores a 3ºC, indicando cierto grado de estratificación térmica.

La distribución de salinidad en la superficie define dos áreas con máximos gradientes horizontales (Figura 5), una interna asociada a 15 ups y una más externa con valores de 22,5. Ambos frentes se orientan en sentido N-S y se unen cuando intersectan las líneas de costa en ambos litorales. Sobre la costa uruguaya esta intersección se observa ligeramente al este de Montevideo, mientras que sobre el sector argentino ocurre al norte de cabo San Antonio, indicando una intrusión de agua de plataforma. Una evidencia de ello es la presencia de agua con alto contenido de sal (entre 20 y 22,5 ups) en el sector sur de la Bahía Samborombón. La isohalina de 17 ups define para el estuario una lengua de agua dulce que indica una descarga del río con dirección sur. Esto coincide con la señal de temperatura en superficie donde también se observa una dominancia de agua típica del estuario hacia este sector. Por el norte del estuario y centrado sobre Punta del Este se observa un núcleo aislado de agua diluida con salinidades menores a 25 ups.

El estrato de fondo presenta un 80% del área del estuario con salinidades mayores a 20 ups (Figura 6), en el que los máximos gradientes horizontales se ubican al oeste de Montevideo y hacia Punta Piedras ($5 < S < 20$ ups). A lo largo del Canal Marítimo (sector sur del estuario), se observa la penetración de agua de plataforma con salinidades mayores a 22,5 ups, generando en contraste con las condiciones de superficie, un sistema de dos capas bien definido. Las diferencias en salinidad entre superficie y fondo llega hasta 10 ups. Sobre la costa uruguaya, al este de Montevideo, la estratificación es marcadamente menor, con diferencias que no superan las 5 ups. Sólo el núcleo cerrado de agua diluida, frente a Punta del Este, muestra cambios en la vertical de 7,5 ups.

Las observaciones de viento, efectuadas durante el muestreo en la ZCPAU, fueron analizadas en frecuencia y estimadas sus intensidades medias para cada octante de 45° (Figura 7). Se observa que los vientos mas frecuentes fueron del sector NE, con intensidad característica de 7,9 nudos, siguiendo los del SE (10 nudos), S y E. La integración de todo el período muestra vientos dominantes del sector marítimo (84 %) con intensidad moderada (8 a 10 nudos). Estas condiciones van a inducir una descarga de aguas superficiales del estuario con dirección sur (Guerrero *et al*.,1997). Consecuentemente las costas del sector uruguayo mostrarán dominantemente aguas de origen de plataforma, tal como se observa en las Figuras 4 y 6. El viento con estas intensidades no alcanza a mezclar verticalmente la columna de agua, observándose que el estrato de fondo no presenta alteraciones en su distribución. La distribución de salinidad de fondo está controlada por la topografía del área, que limita la penetración de la cuña salina a la isobata de 6 - 7 m.

En la presente campaña se han construido tres secciones oceanográficas para el estuario y ZCPAU que permiten describir las condiciones de estratificación vertical y el modo de descarga del río durante el período de observación. La Figura 1 presenta la distribución espacial de las secciones consideradas. Dos secciones han sido trazadas dentro del estuario (sección I y II) y una tercera (sección III) frente a Cabo Polonio, cruzando el ‘pozo de fango’.

La sección de la Figura 12, al sur del estuario, describe una estratificación típica de dos capas. Una superficial, diluida y menos densa, de origen continental, por sobre una capa de fondo salina y más densa, originada en plataforma. Este patrón de distribución vertical se observa durante todo el año, con variaciones en la extensión hacia el sur (Guerrero *et al*., 1997). Para este período en particular, la máxima estratificación, con diferencias entre superficie y fondo mayores a 8 ups, se desarrolla a lo largo de 140 km. La penetración dentro del estuario de la cuña salina, muestra estar controlada por la isobata de 10 m. La misma intercepta el fondo, a la altura de Punta Piedras, con salinidades de 22 ups. El extremo de máxima penetración de esta cuña define un frente de fondo que se caracteriza por una mayor concentración de material particulado, definiendo un frente de turbiedad (Framiñan y Brown,

1996). En superficie y sobre el límite externo del estuario, se observan máximos en los gradientes horizontales que resultan de la verticalización de la haloclina (24 < S < 30 ups, 17 > T > 19°C y 17 < σ_t < 22 kg/m^3). La ubicación de estos gradientes define el frente de superficie externo del Río de la Plata, donde convergen aguas estuariales y aguas de plataforma. La estratificación térmica, a lo largo de esta sección, con valores extremos entre 23 y 15 °C, indica diferencias promedios entre superficie y fondo de 4 C. El estrato de superficie con los valores mayores indica la progresión del período de calentamiento en la región, típico de esta época del año.

La sección a lo largo de la costa uruguaya (Figura 13), muestra estratificación sobre el sector interno para salinidad y densidad. Los máximos gradientes se midieron frente a Montevideo sobre una columna de 10 m de agua. El resto del área, a lo largo del canal oriental, casi no muestra estratificación en ninguno de los parámetros analizados. A profundidades mayores de 25 m, sobre el 'pozo de fango', se observa una capa más densa, que accede al área debido a las mayores profundidades. Al ser un estrato de fondo, que ingresa por advección a lo largo de este canal, está caracterizado por aguas con valores más cercanos a los de plataforma. Consecuentemente se desarrolla una estratificación controlada por temperatura con gradientes verticales mayores a 3°C.

La sección frente a Cabo Polonio (Figura 14) se caracteriza por una estratificación dominada por fuertes gradientes en temperatura (Δ T > 5°C), acompañada por estratificación relativamente débil en salinidad (ΔS < 3 ups). Es de remarcar que las aguas diluidas de superficie tienen salinidades mucho mayores a las del estuario (30 < S < 32 ups) y se ubican sobre el sector costero. Se infiere consecuentemente que la sección describe un régimen fuera de la influencia del estuario al momento de la observación. Es probable que la dilución de la capa superficial sea producto de aguas continentales provenientes del sistema de Lagoa Dos Patos (Brasil) y no del Río de la Plata (Pereira, 1989; Guerrero *et al*., 1997). Sobre el 'pozo de fango', los gradientes verticales se suavizan por efecto de las mayores profundidades. El borde externo de este canal parece controlar la posición de un frente salino en superficie muy débil que separa las aguas diluidas de la costa, de las aguas más densas de plataforma. Los gradientes y valores de salinidad y densidad de este frente son similares a los observados en el frente superficial externo de la sección sur, frente a Cabo San Antonio, indicando estructuras físicas comparables en referencia a condicionantes que imponen los ecosistemas

El Rincón

Las aguas de El Rincón se encuentran principalmente bajo la influencia de aguas de plataforma que, por advección, se desplazan desde el sector sur por la corriente media de plataforma (Brandhorst y Castello, 1971; Piola y Rivas, 1997; Martos y Piccolo, 1988; Díaz de Astarloa *et al.*, 1997). Una franja costera con aguas diluidas por los aportes continentales de los ríos Negro y Colorado también caracterizan a este régimen. Las aguas de plataforma aportan al área alto contenido de sal, en contraste con las aguas más costeras, generando sistemas frontales detectables mediante los parámetros físicos analizados. En El Rincón, al igual que en la ZCPAU, el campo de salinidad controla la distribución de masa o densidad.

Dos sectores quedan definidos a partir de la temperatura en superficie (Figura 8). Uno al norte de Bahía San Blas, con estratificación horizontal, donde los gradientes térmicos muestran aumento constante hacia la costa (13 > T > 15,5º C). El segundo sector, hacia el sur de la latitud de Bahía San Blas, homogéneo térmicamente y con variaciones menores a 0,5 C (12,5 > T > 13º C). Esta zonación resulta dominada por la topografía del lugar, donde la zona sur posee pendientes más pronunciadas

sobre la costa y mayores profundidades para el resto del área (SHN, 1976). El sector norte posee profundidades que oscilan entre 15 m sobre la costa y 30 m a 100 km; mientras que el sector sur comienza con 20 m y supera gradualmente los 30 m a 35 km. de la costa, llegando a profundidades de 50 m sobre el km 100 (Figuras 15, 16 y 17). Al sur de Bahía San Blas las temperaturas son típicas de plataforma (SHN, 1981), de origen advectivo, mientras que sobre el sector norte, la columna de agua incorpora localmente mayor cantidad calor debido a las bajas profundidades y producto del calentamiento transferido desde por la atmósfera en esta época del año, resultando temperaturas mayores a las de la plataforma lindante (Guerrero y Piola, 1997).

El campo de temperatura de fondo muestra el mismo patrón que en superficie, con valores ligeramente menores (Figura 9). La diferencia promedio de temperatura entre superficie y fondo es 0,5º C, indicando baja estratificación vertical. Sólo las estaciones del sector norte muestra cambios del orden de 1º C. Una explicación a esta situación es que la columna de agua es mezclada mecánicamente por acción de vientos y mareas, rompiendo la estratificación que induce el calentamiento en superficie durante la primavera y el verano.

La distribución de la salinidad en la superficie presenta una fuente de agua diluida frente a la desembocadura del Río Negro y una segunda, más debil, cercana a la desembocadura del Río Colorado (Figura 10). La descarga de estos dos sistemas hídricos, en combinación con la deriva media de plataforma con dirección NNE (Forbes y Garrafo, 1988; Lusquiños y Schrott, 1983), mantienen esta lengua costera de agua diluida al sur de la Pcia. de Buenos Aires. Por la distancia de las estaciones oceanográficas a estas dos fuentes de aguas continentales, parecería como si el Río Colorado aporta un volumen de agua comparable al del Río Negro. Es muy probable que la fuente del agua diluida netamente costera ($S < 33,5$) sea producto de la descarga del Río Negro. Esto es debido a que la diferencia en los caudales de sus respectivas cuencas hídricas son, según el Fondo Federal de Inversiones (1982), de varios órdenes de magnitud (5.000 m^3/s para el Río Negro, contra 300 m^3/s correspondiente al Río Colorado).

Entre este agua costera y el agua de plataforma se genera un frente salino orientado paralelo a la línea de costa. Los gradientes horizontales se intensifican ligeramente al norte de las desembocaduras de los ríos Negro y Colorado, indicando deriva de estas aguas con dirección norte. Esta dirección predominante hacia el norte de las aguas del litoral costero concuerdan con observaciones directas de corrientes medidas en la desembocadura del estuario de la Bahía Blanca (Perillo *et al*., 1996). En esta distribución de salinidad, el frente salino intersecta la costa cuando esta se orienta en sentido este-oeste, frente a la localidad de Pehuencó (62º 33’ W).

La salinidad de fondo denota el mismo patrón de distribución que en superficie (Figura 11). La diferencia de salinidad entre fondo y superficie no supera 0,05 ups, indicando un proceso de dilución de las aguas continentales sobre la aguas de plataforma. La homogeneidad vertical se mantiene por mezcla vertical. Esta mezcla resulta del efecto de fricción por el viento en la superficie, superpuesto al de la fricción de fondo por las corrientes de marea. Las bajas profundidades a lo largo de la franja costera contribuiría a que las corrientes de mareas rompan la estructura vertical que pueda resultar por los aportes continentales. El frente costero que resulta por los aportes de estos ríos no muestra cambios espaciales significativos respecto al observado en julio de 1993 (Díaz de Astarloa *et al*., 1997). Esto se debería a las diferencias en volumen de las aguas de origen continental respecto al de las aguas de la plataforma y a los procesos de dilución que controlan este frente.

Con la información obtenida en esta etapa se han construido también tres secciones

oceanográficas que describen la estratificación vertical del área. La distribución de las secciones son presentadas en la Figura 2: la sección IV, al sur, se ubica frente a la desembocadura del Río Negro. La sección V, al centro del área sur, intersecta la costa a la altura de Bahía San Blás y la sección VI, al norte, ubicada a la altura de la desembocadura del estuario de Bahía Blanca.

La sección sur, frente a la desembocadura del Río Negro, presenta la máxima homogeneidad vertical de temperatura, salinidad y densidad del área, mientras que horizontalmente muestra los mayores gradientes en salinidad y densidad (Figura 15). Esta condición resulta de la dilución costera de las aguas aportadas por el Río Negro, manteniéndose verticalmente homogénea por efecto de los vientos y mareas. El sector externo a la costa está caracterizado por una masa de agua única de plataforma con temperaturas de 12,5 °C y salinidades mayores a 34,00 ups. Estos valores elevados de salinidad se observan unicamente en el Golfo San Matías, donde el balance entre la precipitación y la evaporación resulta negativo (Scasso y Piola, 1988). Martos y Piccolo (1988) muestran estos máximos de salinidad caracterizando el área costera de El Rincón. Brandhorst *et al*. (1971a y b) muestran una franja con un máximo contenido de salinidad entre las aguas diluidas costeras y el mínimo de salinidad de plataforma media (Brandhorst y Castello, 1971).

La sección central, frente a Bahía San Blás, presenta una leve estratificación de temperatura y densidad (Figura 16). Los gradientes horizontales son mucho menores que en la sección previa, aunque los rangos de salinidad, temperatura y densidad son los mismos. La leve estratificación vertical de densidad responde en este caso al calentamiento del estrato de superficie.

La sección norte (Figura 17), a la altura del estuario de Bahía Blanca, presenta una estructura vertical y horizontal con gradientes más relajados respecto a la sección previa. El rango de temperaturas para esta sección es el máximo observado para toda el área. Esto resulta fundamentalmente por las bajas profundidades, ubicándose las máximas temperaturas cercanas a la costa donde las profundidades son menores a 15 m; consecuentemente en este sector y para esta época del año, la columna de agua incorpora mayor cantidad de calor transferido desde la atmósfera. Los gradientes horizontales de salinidad y densidad son iguales en magnitud y rango a los de la sección central.

CONCLUSIONES

El área estuarial de la ZCPAU muestra una estructura típica constituida por dos capas, una superficial diluida y más cálida por sobre una de fondo más fría y con alta salinidad. Una lengua de agua diluida superficial, controlada por el campo de vientos, en este caso del sector marítimo, produce una descarga de aguas diluidas con dirección sur. Como consecuencia, la costa uruguaya queda bañada dominantemente con aguas originadas en plataforma. A pesar de esta descarga media hacia el sur, existe una intrusión fría sobre la línea de costa, que en menor escala inyecta aguas de plataforma a lo largo del Cabo San Antonio y en cierto grado en el sector sur de la Bahía Samborombón. Las aguas del estrato de fondo, fuera de la influencia de los vientos en superficie, definen un frente interno donde las aguas continentales se encuentran con la intrusión salina de la plataforma. Este frente de fondo se encuentra entre Punta Rasa (Argentina) y Montevideo (Uruguay). El campo de masa para toda el área estuarial, está controlado por la distribución de salinidad, a pesar de observarse importantes estructas térmicas.

El área externa de El Rincón se encuentra principalmente bajo la influencia de aguas de plataforma que, por advección, se desplazan desde el sector sur por la corriente media de plataforma (Brandhorst y Castello, 1971; Martos y Piccolo, 1988; Díaz de Astarloa *et al*., 1997). Una franja litoral

costera con aguas diluidas por los aportes continentales de los ríos Negro y Colorado también caracterizan a este régimen. Las aguas de plataforma aportan al área alto contenido de sal, en contraste con las aguas mas costeras, generando sistemas frontales detectables mediante los parámetros físicos analizados. En El Rincón, el campo horizonal de masa esta dominantemente controlado por la distribución de salinidad, mientras que la temperatura domina la estructura vertical de masa.

El área de El Rincón, a diferencia del estuario del Río de la Plata, presenta para la zona de confluencia entre las aguas continentales y las de plataforma, una muy débil estructura vertical. Esta diferencia resulta de: 1.- Desigualdad en los caudales que los sistemas hídricos aportan al mar adyacente, y 2.- Diferencias en la topografía entre ambos sistemas. Consecuentemente, los mecanismos de intercambio de propiedades que luego se desarrollan son distintos. El estuario del Río de la Plata mantiene una estructura de cuña salina permanente como consecuencia de las diferencias en densidad (no revertible por efecto de viento como los observados) controladas por la advección de las aguas continentales, mientras que en El Rincón se genera una columna de agua costera diluida como producto de la difusión de las aguas continentales sobre las aguas de plataforma lindantes; donde la acción de vientos y mareas sumado a las bajas profundidades mantiene la columna de agua verticalmente homogénea.

BIBLIOGRAFIA

BRANDHORST, W. & CASTELLO, J. P. 1971. Evaluación de los recursos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. I. Las condiciones oceanográficas, sinopsis del conocimiento actual sobre la anchoíta y el plan para su evaluación. Proy. Des. Pesq. FAO, Publicación 29, 63 pp.

BRANDHORST, W., CASTELLO, J. P., PEREZ HABIAGA R. & ROA, B.H. 1971a. Evaluación de los recursos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. III. Abundancia relativa entre las latitudes 34°40’ y 42°10’S en relación a las condiciones ambientales en mayo-junio de 1970. Proy. Des. Pesq. FAO, Publicación 34, 39 pp.

BRANDHORST, W., CASTELLO, J. P., PEREZ HABIAGA R. & ROA, B. H. 1971b. Evaluación de los recursos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. IV. Abundancia relativa entre las latitudes 34°30’ y 44°10’S en relación a las condiciones ambientales en v agosto-septiembre de 1970. Proy. Des. Pesq. FAO, Publicación 36, 35 pp.

CARRETO, J. I., NEGRI, R. M. & BENAVIDES, H. R. 1986. Algunas características del florecimiento del fitoplancton en el frente del Río de la Plata. Parte 1: Los sistemas nutritivos. Rev. Invest. Des. Pesq. 5: 7-29.

CIOTTI, A. M., ODEBRECHT, C., FILLMANN, G. & MOLLER, Jr., O. O. 1995. Freshwater outflow and subtropical convergence influence on phytoplankton biomass on the southern brazilian. Cont. Shelf Res. 15(14): 1737-1756.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES, 1981. Evaluación de los recursos naturales de la Argentina.

Recursos Hídricos Superficiales. Buenos Aires, Tomo IV, I. 459 pp.

DIAZ de ASTARLOA, J. M., CAROZZA, C. R., GUERRERO, R. A., BALDONI A. G. & M. B. COUSSEAU, 1997. Algunas características biológicas de peces capturados en una campaña costera invernal en 1993, en el área comprendida entre 34 y 41°S y su relación con las condiciones ambientales. INIDEP, Mar del Plata, Argentina. Contribuc. INIDEP Nro 992, 36pp.

FORBES, M. C. & GARRAFFO, Z. D. 1988. A note on the mean seasonal transport on the Argentinian shelf. J. Geophys. Res., 93(3): 2311-2319.

FRAMIÑAN, M. B. & BROWN, O. B. 1996. Study of the Río de la Plata turbidity front, Part I: Spatial and temporal distributio. Cont. Shelf Res. 16 (10): 1259-1282.

GUERRERO, R. A., ACHA, M. E., FRAMIÑAN, M.E. & LASTA, C. 1997. Physical oceanography of the Río de la Plata estuary. Cont. Shelf Res., 17 (7), 727-742.

GUERRERO, R. A. & PIOLA, A.R. 1997. Masas de Agua en la plataforma continental, en: el Mar Argentino y sus Recursos Pesquero, Editor E. Boschi. Inst. Nac. de Inv. y Des. Pesquero, Mar del Plata, Argentina, Tomo I: 107 - 118.

KJERFVE, B. 1989. Estuarine geomorphology and physical oceanography. En: J.W. Day, C.A.S. Hall, W.M. Kemp & A. Yáñez-Arancibia (eds) Estuarine Ecology. John Wiley & Sons, NY, pp. 47 - 78.

LASTA, C. A. & ACHA, M. E. 1996. Cabo San Antonio: su importancia en el patrón reproductivo de peces marinos. Frente Marítimo, 16: 39-45.

LUSQUIÑOS, A. J. & SCHROTT, A. G. 1983. Corrientes en el Mar Epicontinental Argentino en invierno. Subsecretaría de Estado de Ciencia y Técnica, Programa Nacional de Recursos Naturales Renovables, Buenos Aires, 74 pp.

LUSQUIÑOS, A. J. & FIGUEROA, H. O. 1985. Influencia del Río de la Plata en el Mar Epicontinental Argentino. Servicio de Hidrografía Naval, Inf. Tec. 4/85: 24 pp.

MARTOS, P. & C. PICCOLO, 1988. Hydrography of the Argentine continental shelf between 38 and 42 S. Cont.Shelf Res., 8 (9): 1043-1056.

PEREIRA, C. S. 1989. Seasonal variability in the coastal circulation on the Brazilian continental shelf (29°S-35°S). Cont. Shelf Res., 9(3): 285-299.

PIOLA A. R. & RIVAS, A. L. 1997. Corrientes en la plataforma continental. En: El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros, Editor E. Boschi. Inst. Nac. Inv. y Des. Pesquero, Mar del Plata, Argentina, 1: 119 - 132.

SCASSO L. M. L. & PIOLA A. R. , 1988. Intercambio neto de agua entre el mar y la atmósfera en el Golfo San Matías. Geoacta No. 15 (1), pp 13-21.

SHN, 1976. Carta batimétrica del Atlántico Sud Occidental. Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires.

SHN, 1981. Atlas oceanográfico preliminar. Servicio de Hidrografía Naval, Inf. Tec. Nro. 2, 83 pp.

Recibido: 08-08-1996
Aceptado: 23-06-1997

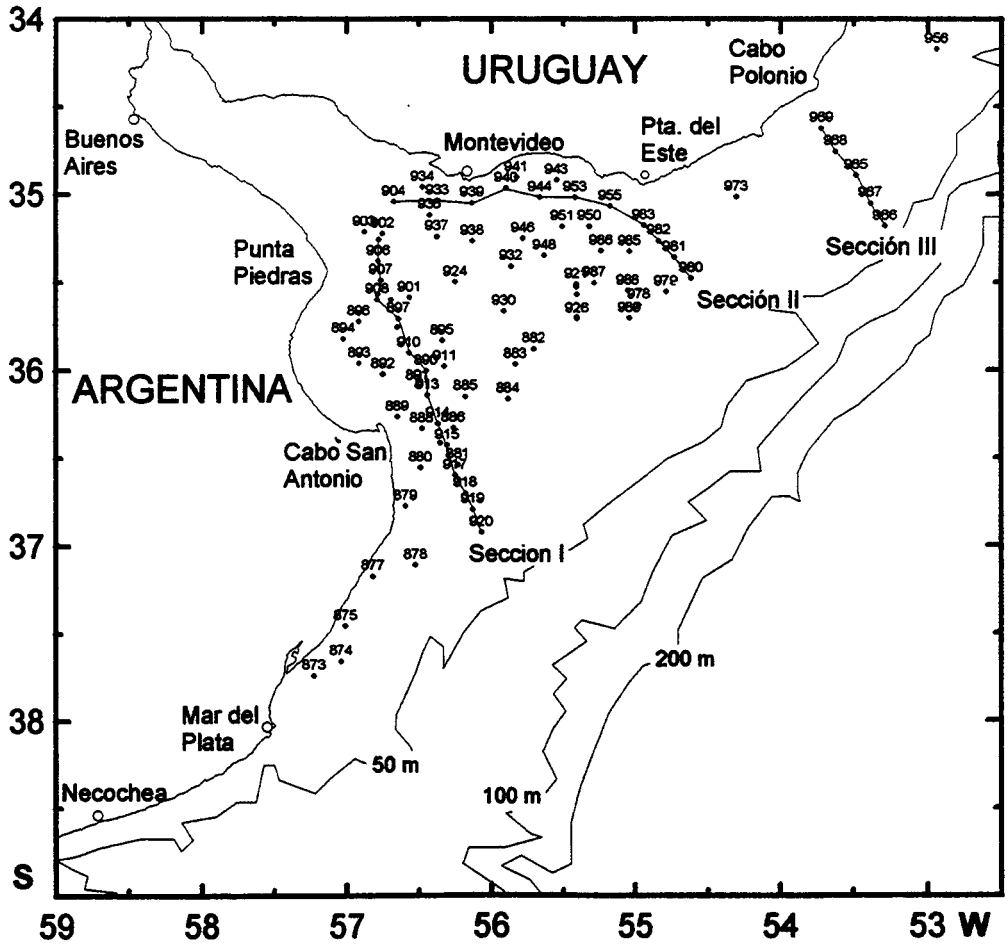

Figura 1. Distribución de estaciones CTD (conductividad-temperatura-presión) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU). Se indican las posiciones de las secciones I, II y III.

Figure 1. CTD (Conductivity-temperature-pressure) station distribution in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone. Positions of sections I, II and III are shown.

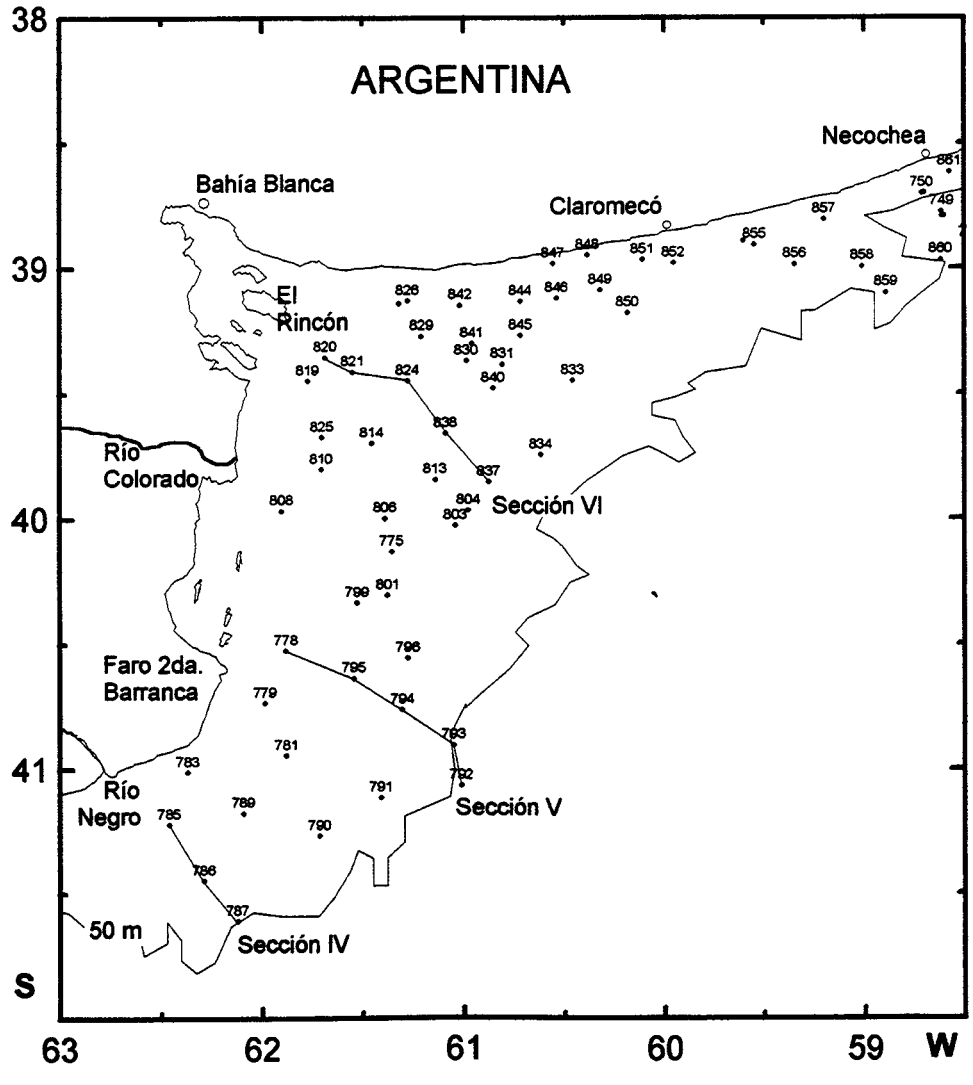

Figura 2. Distribución de estaciones CTD (conductividad-temperatura-presión) en El Rincón. Se indican las posiciones de las secciones IV, V y VI.

Figure 2. CTD (Conductivity-temperature-pressure) station distribution in 'El Rincón'. Positions of sections IV, V and VI are shown.

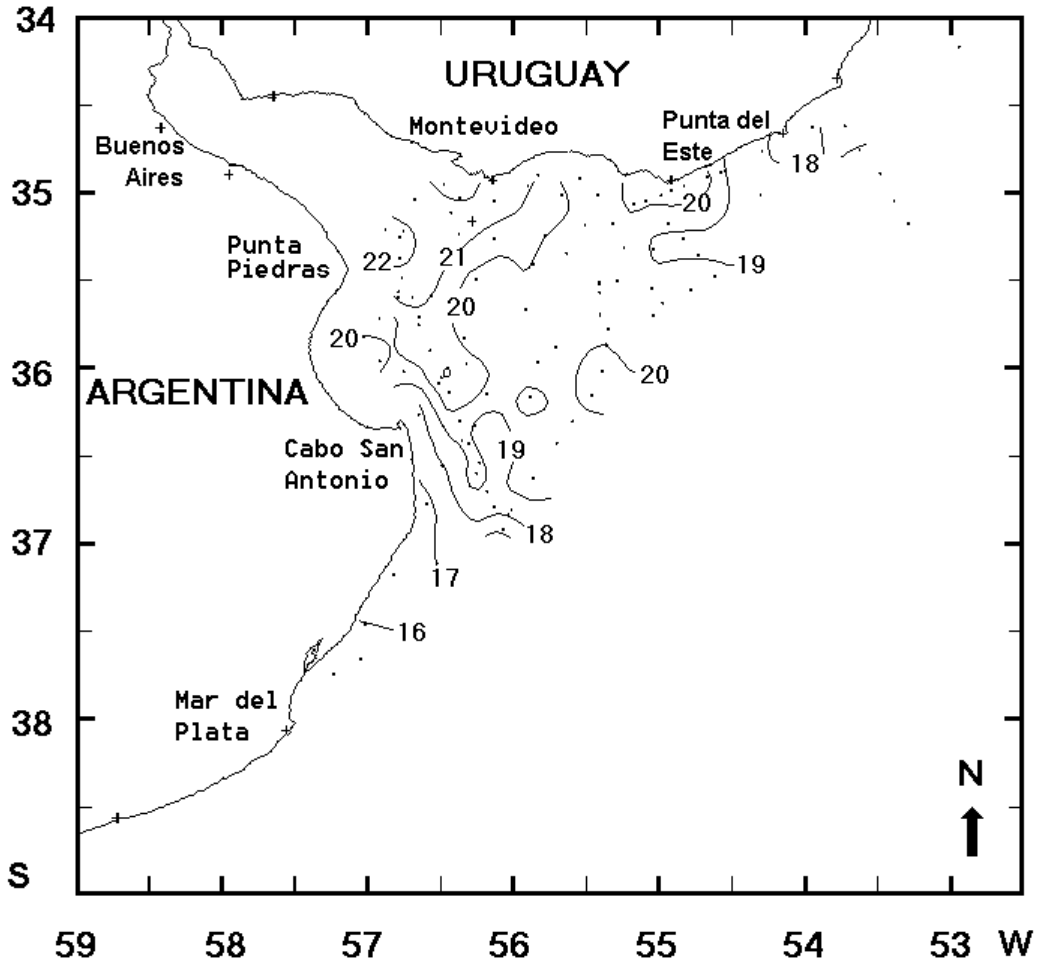

Figura 3. Distribución horizontal de la temperatura de superficie en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU).

Figure 3. Surface temperature distribution in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone.

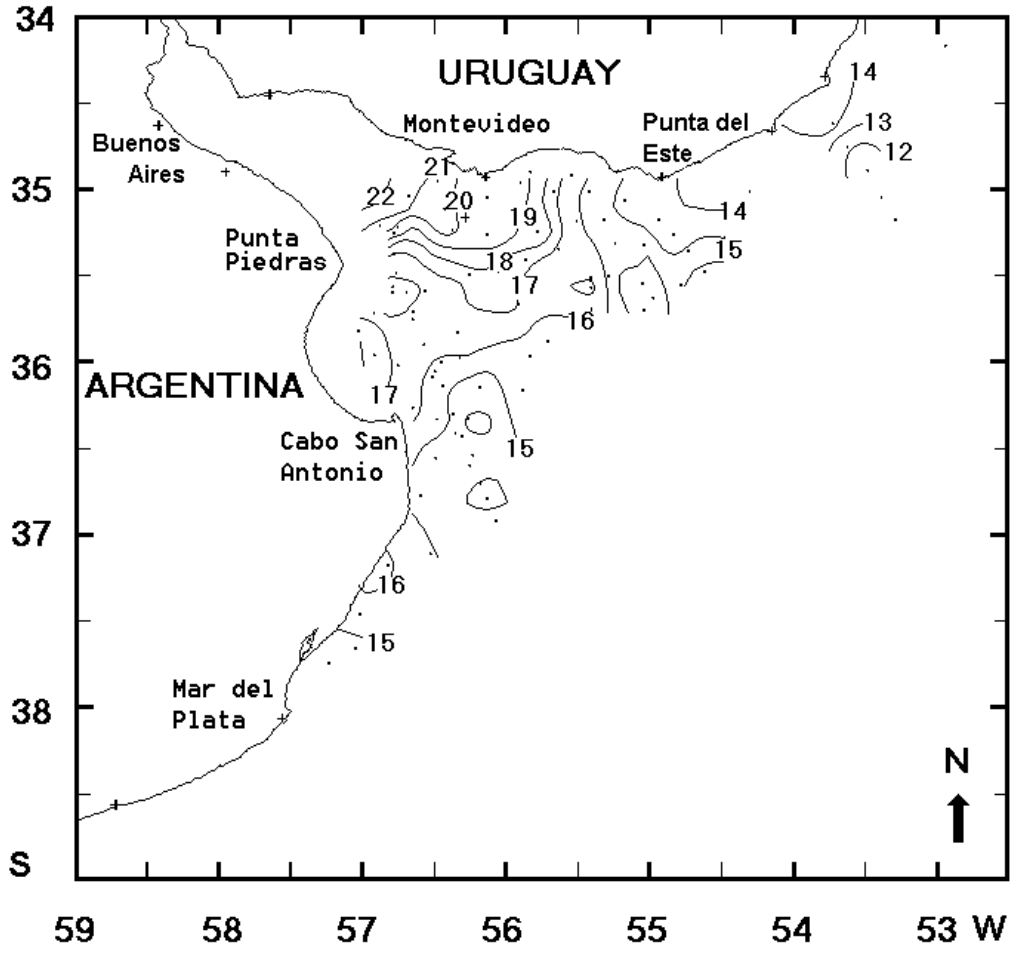

Figura 4. Distribución horizontal de la temperatura de fondo en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU).

Figure 4. Bottom temperature distribution in the in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone.

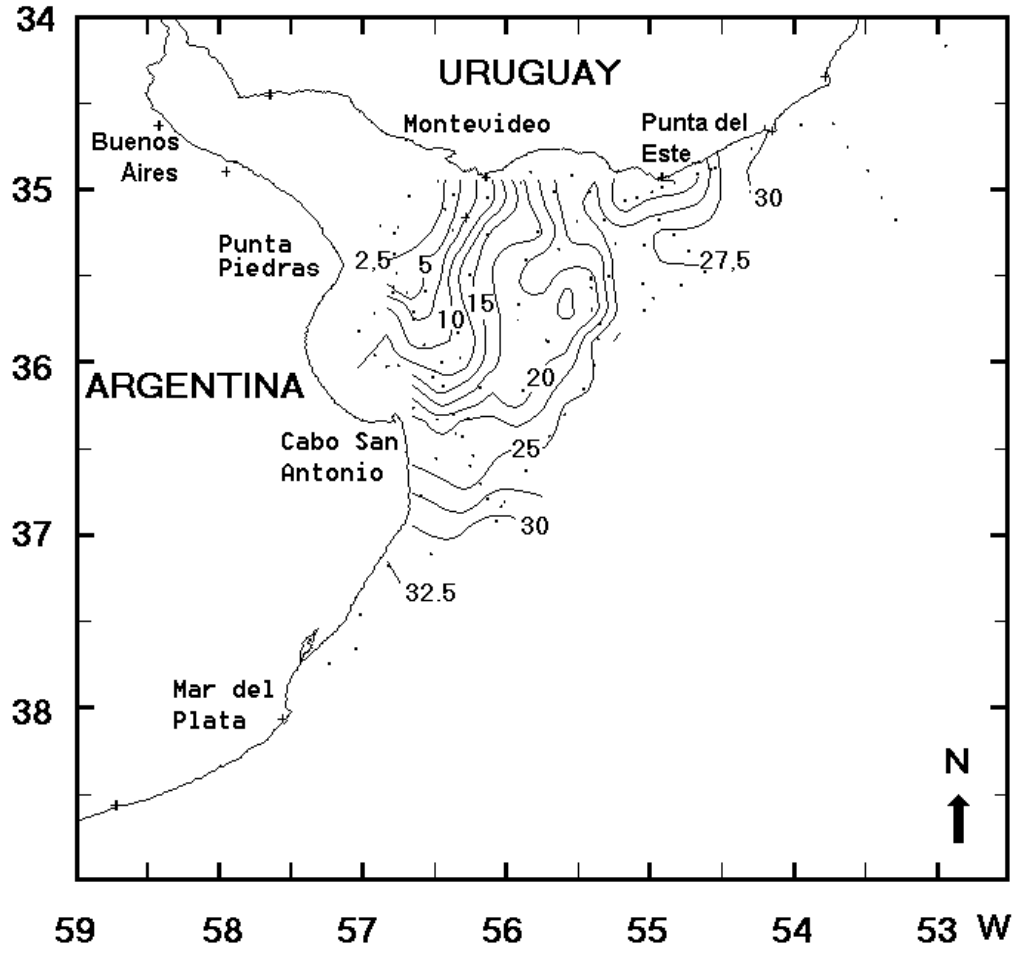

Figura 5. Distribución horizontal de la salinidad de superficie en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU).

Figure 5. Surface salinity distribution in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone.

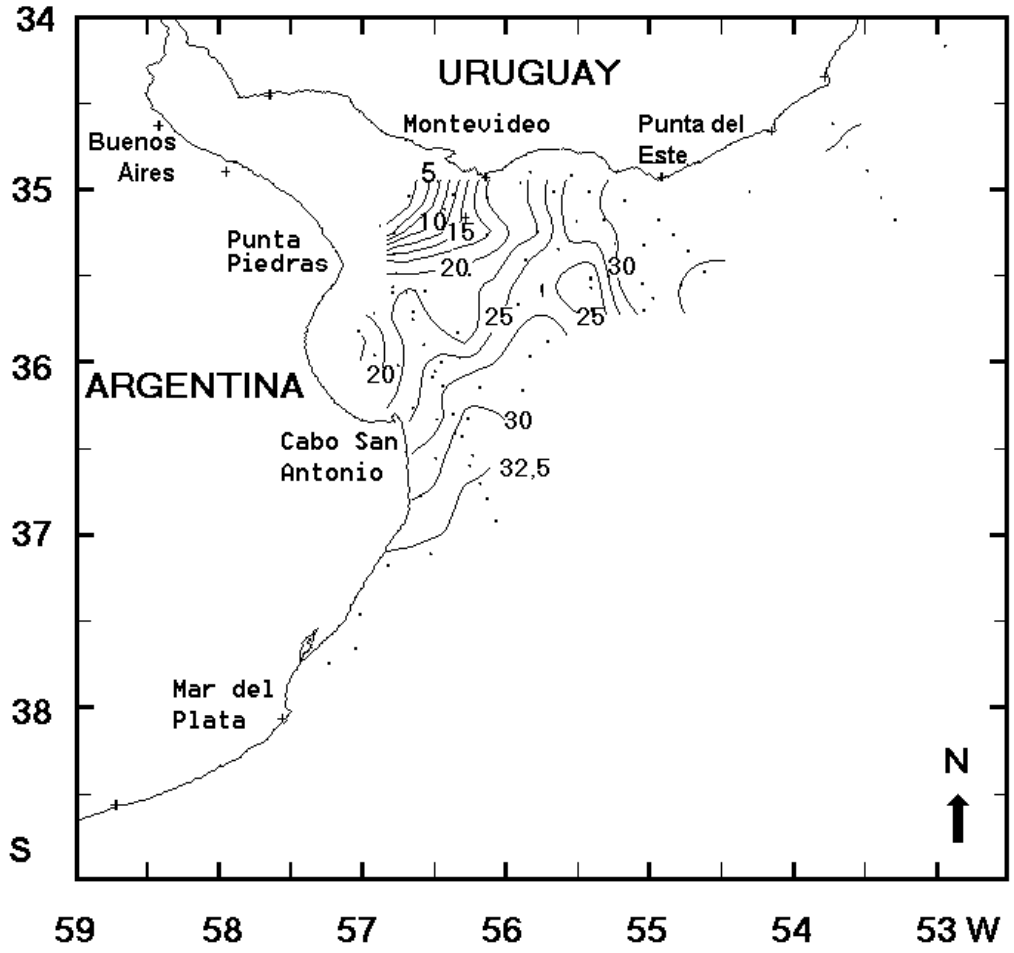

Figura 6. Distribución horizontal de la salinidad de fondo en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU).

Figure 6. Bottom salinity distribution in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone.

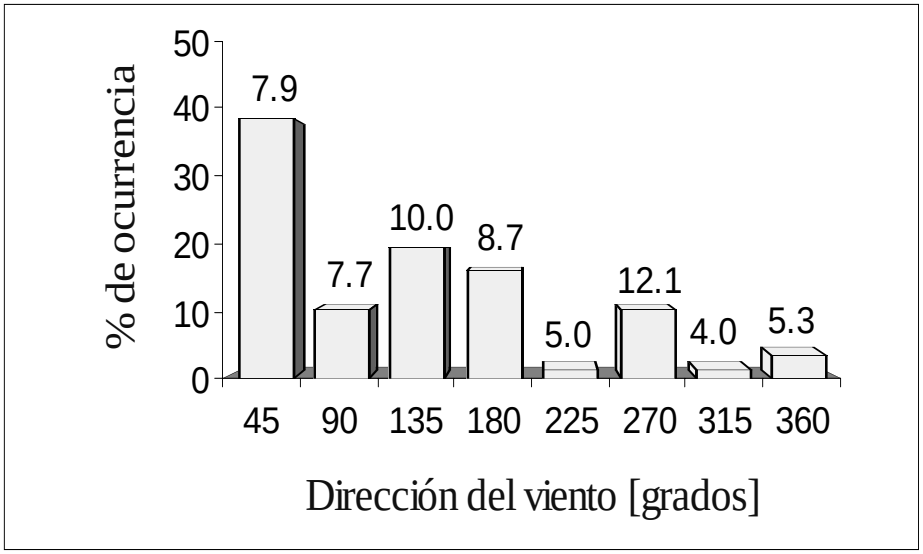

Figura 7. Frecuencia e intensidad media (nudos)del campo de vientos en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU)ZCPAU.

Figure 7. Frecuency distribution and mean wind speed (knots) in the Argentine-Uruguayan Common Fishing ZoneZCPAU.

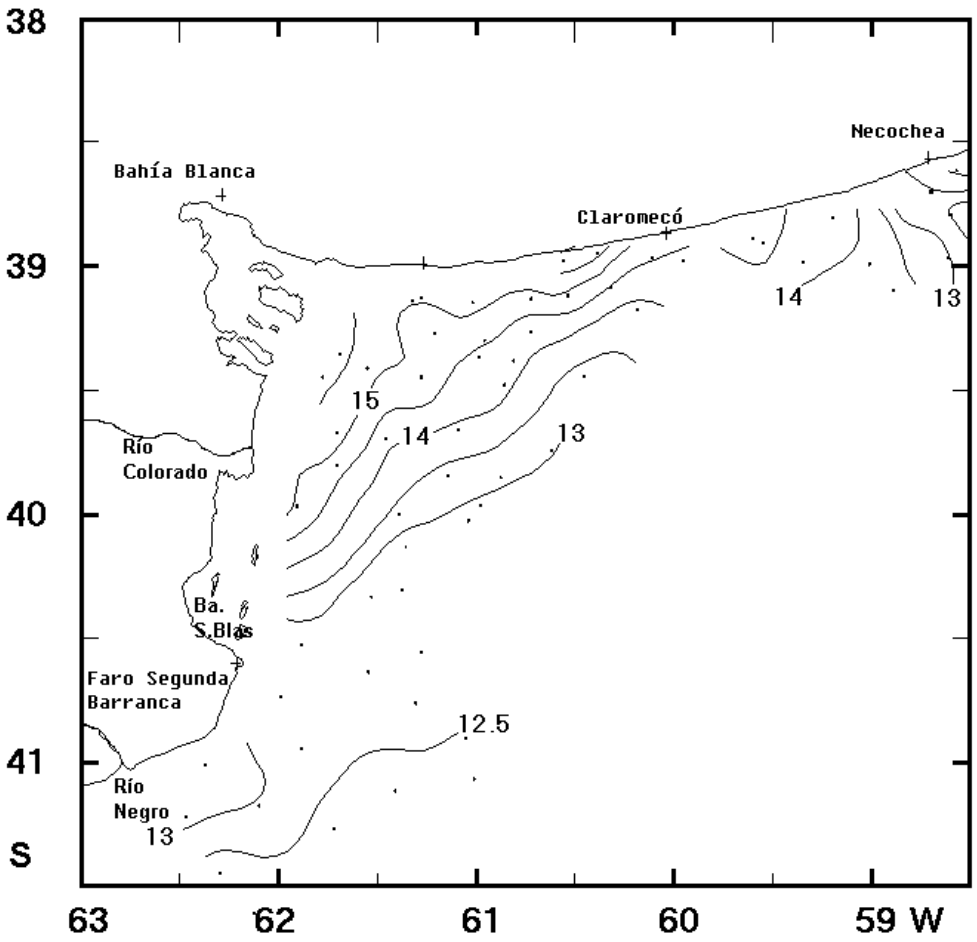

Figura 8. Distribución horizontal de temperatura de superficie en El Rincón.
Figure 8. Surface temperature distribution in El Rincón.

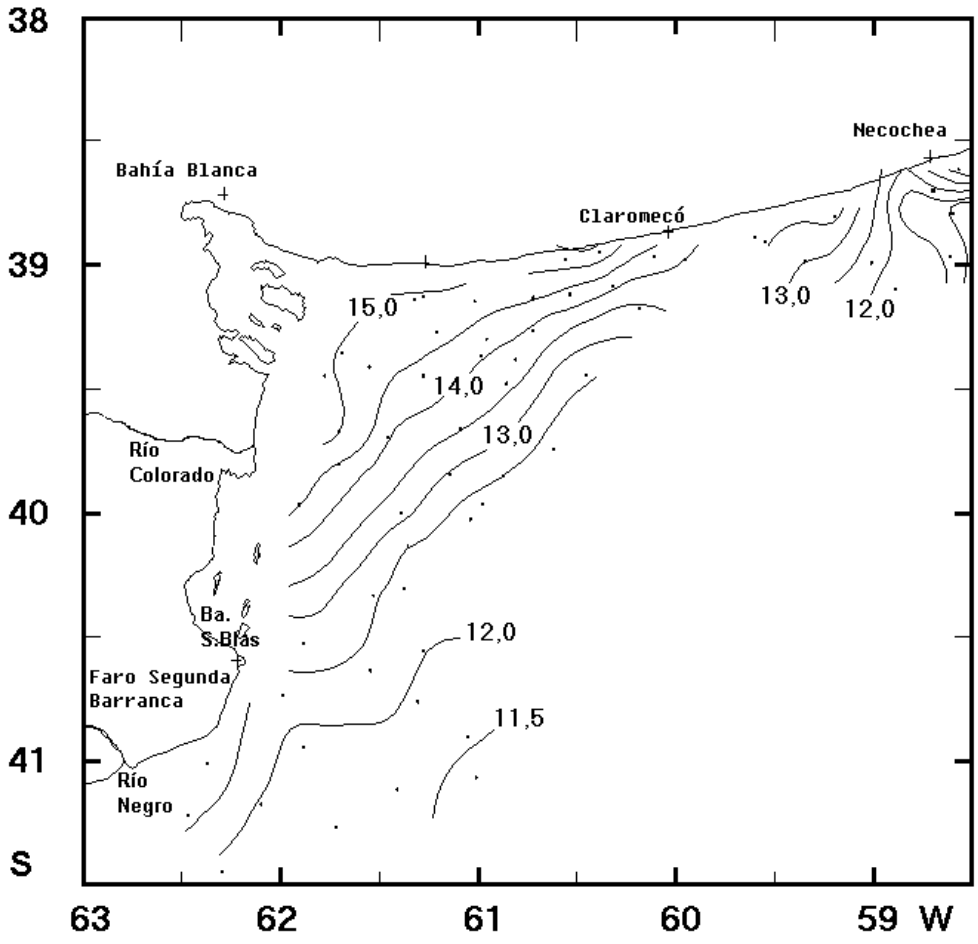

Figura 9. Distribución horizontal de temperatura de fondo en El Rincón.
Figure 9. Bottom temperature distribution in El Rincón.

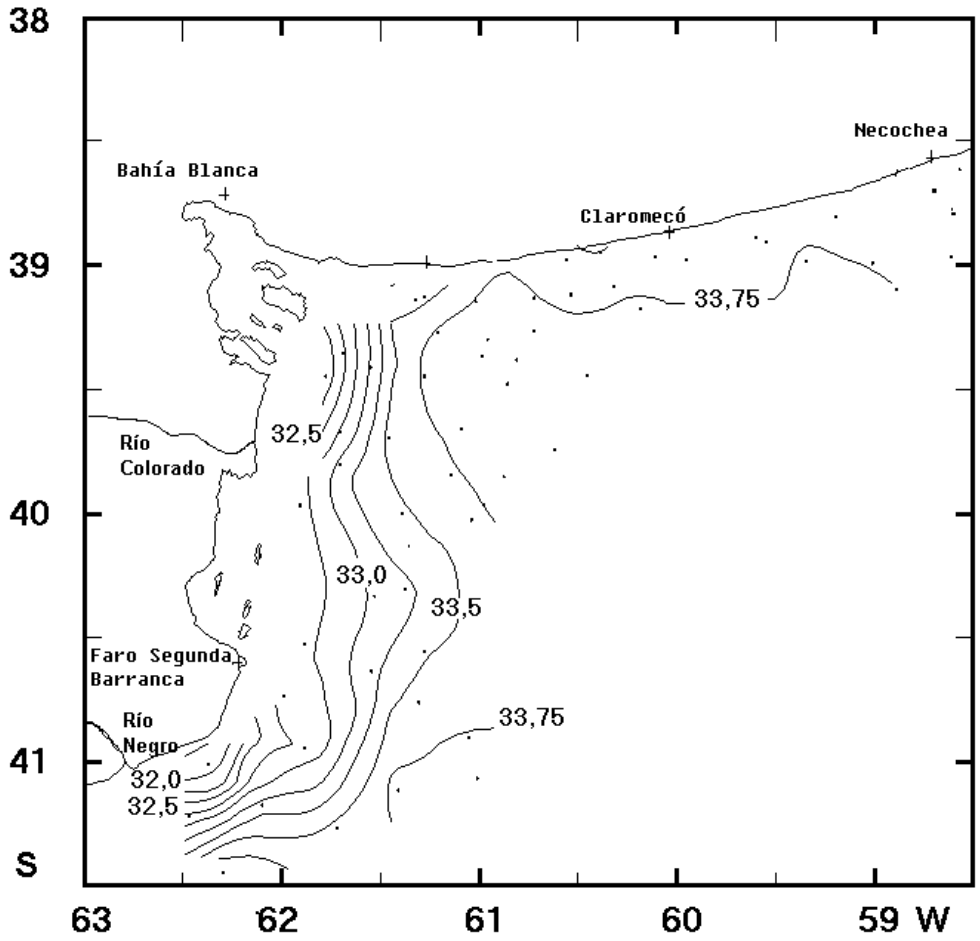

Figura 10. Distribución horizontal de salinidad de superficie en El Rincón.
Figure 10. Surface salinity distribution in El Rincón.

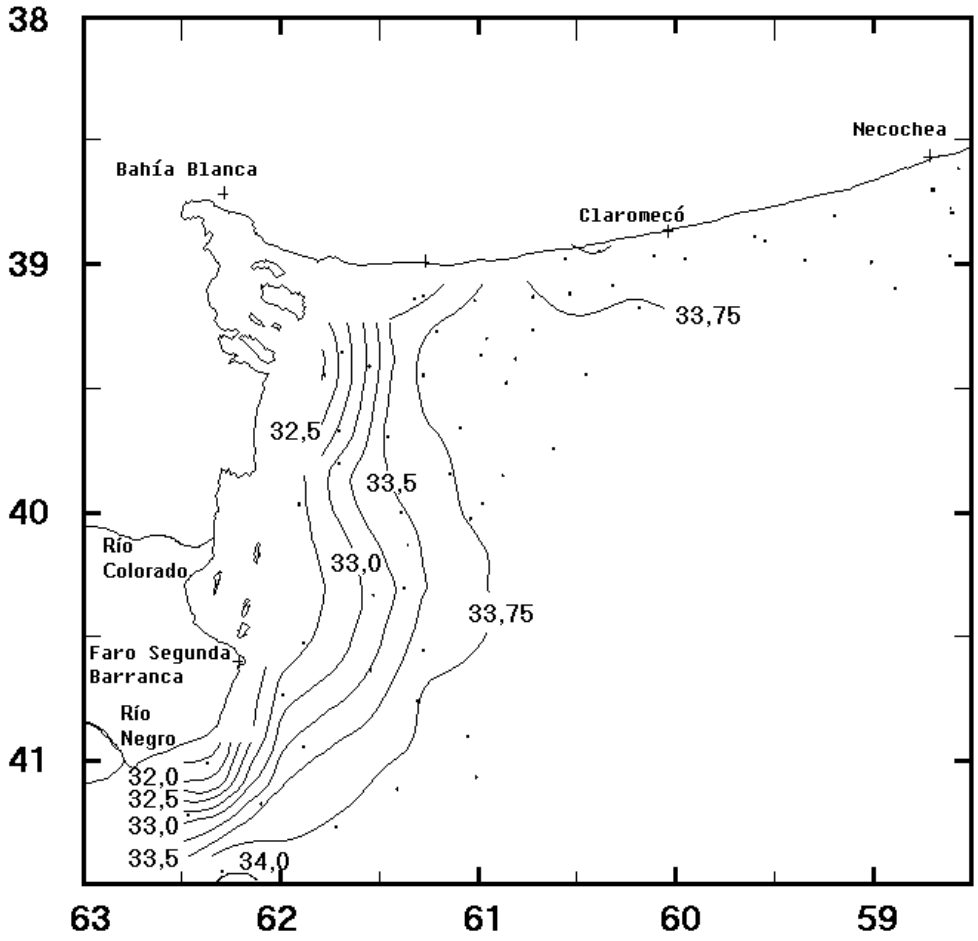

Figura 11. Distribución horizontal de salinidad de fondo en El Rincón.
Figure 11. Bottom salinity distribution in El Rincón.

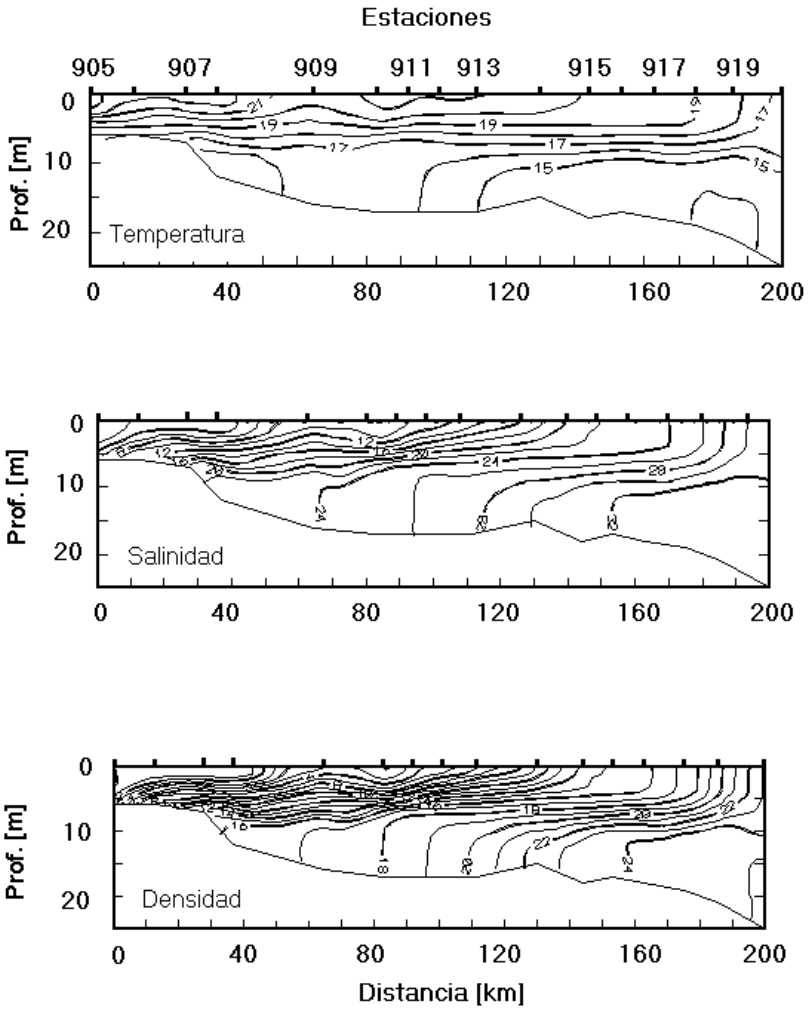

Figura 12. Sección I, paralela al litoral bonaerense, presentando la estratificación de temperatura (°C), salinidad (ups) y s_t (densidad, kg/m^3), respectivamente.

Figure 12. Section I, parallel to the coast of Buenos Aires, showing respectively temperature (°C), salinity (ups) and s_t (density, kg/m^3) vertical stratification.

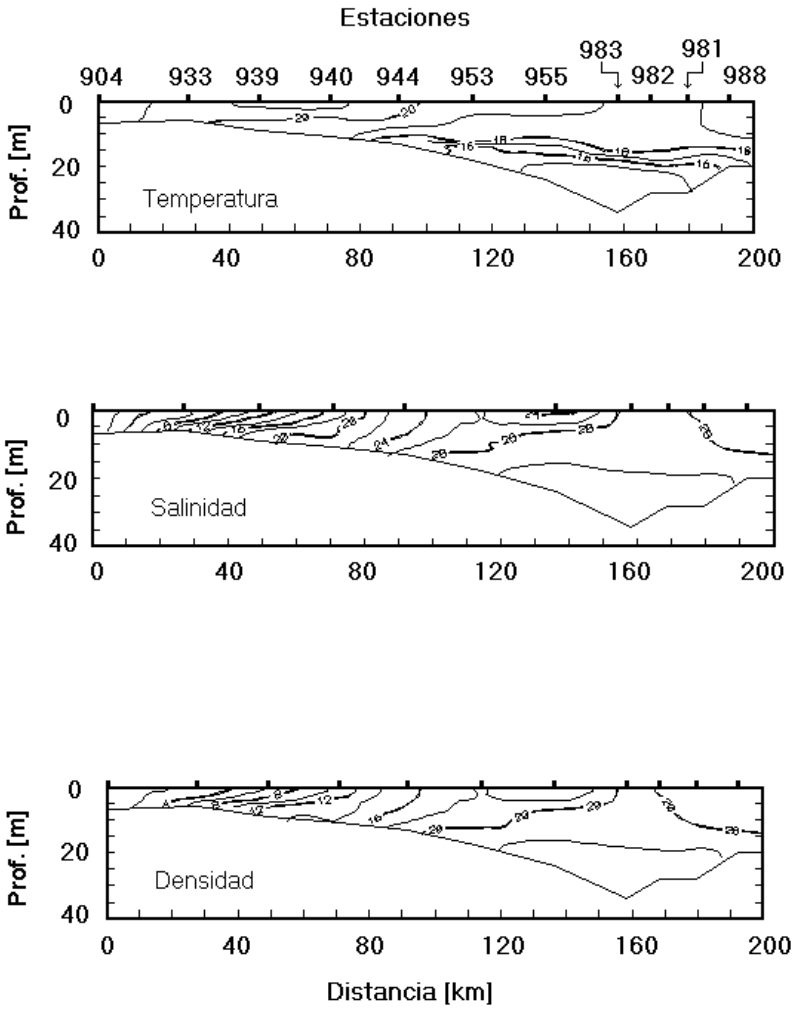

Figura 13. Sección II, paralela al litoral uruguayo, presentando la estratificación de temperatura (°C), salinidad (ups) y s_t (densidad, kg/m^3), respectivamente.

Figure 13. Section II, parallel to the uruguayan coast, showing respectively temperature (°C), salinity (ups) and s_t (density, kg/m^3) vertical stratification.

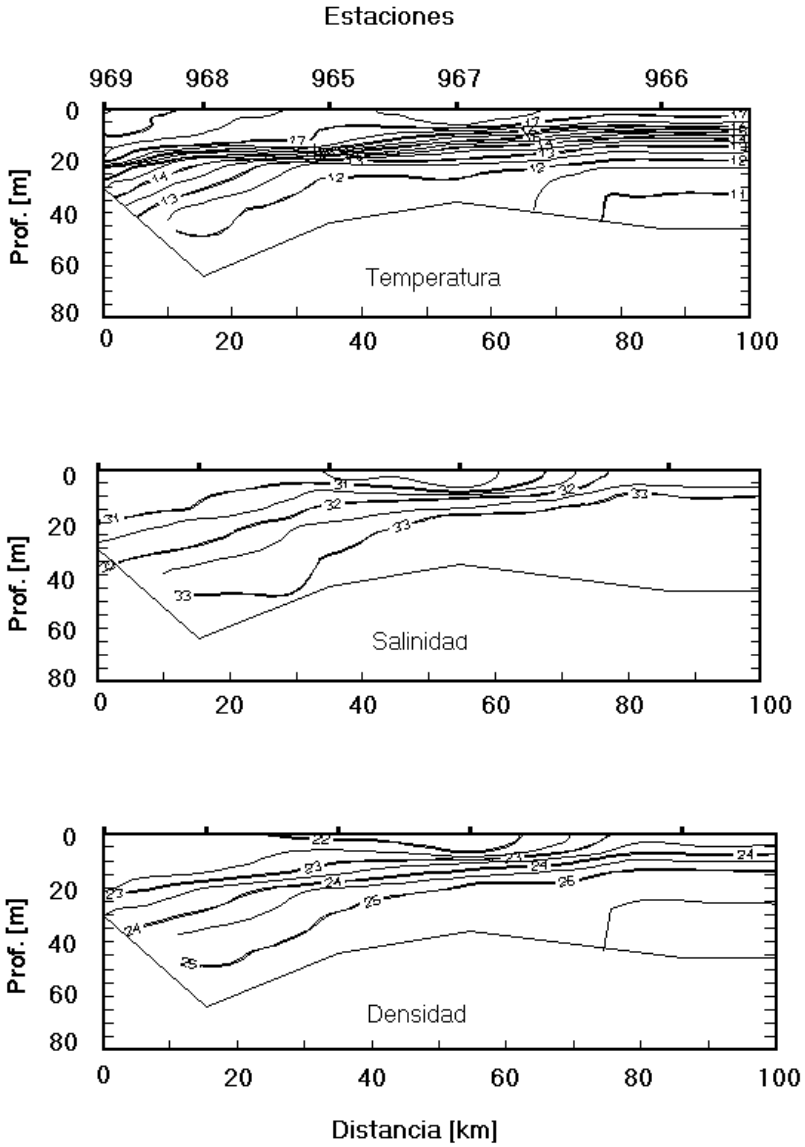

Figura 14. Sección III, frente a Cabo Polonio, cruzando el 'pozo de fango', presenta la estratificación de temperatura (°C), salinidad (ups) y s_t (densidad, kg/m^3), respectivamente.

Figure 14. Section III, off Cabo Polonio, through "pozo de fango", showing respectively temperature (°C), salinity (ups) and s_t (density, kg/m^3) vertical stratification.

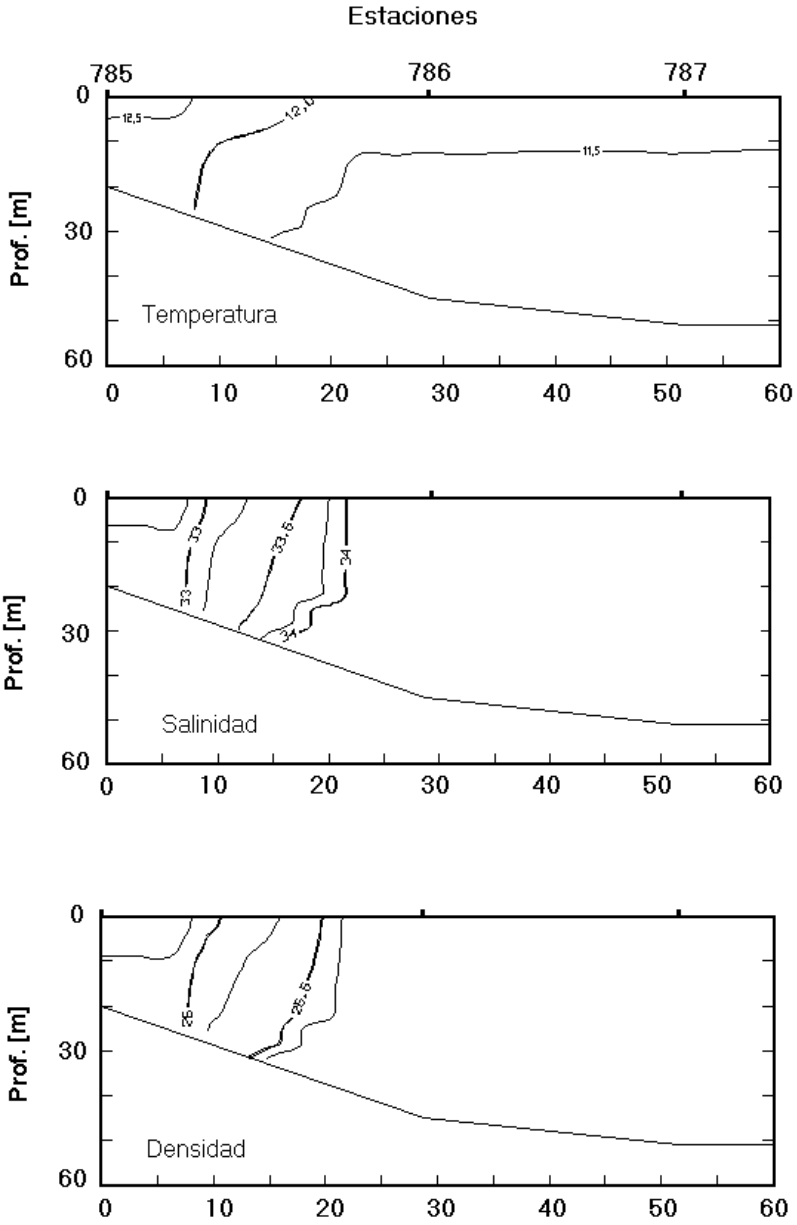

Figura 15. Sección IV, frente a la desembocadura del Río Negro, presentando la estratificación en temperatura (°C), salinidad (ups) y s_t (densidad, kg/m^3), respectivamente.

Figure 15. Section IV, off Río Negro mouth, showing respectively temperature (°C), salinity (ups) and s_t (density, kg/m^3) vertical stratification.

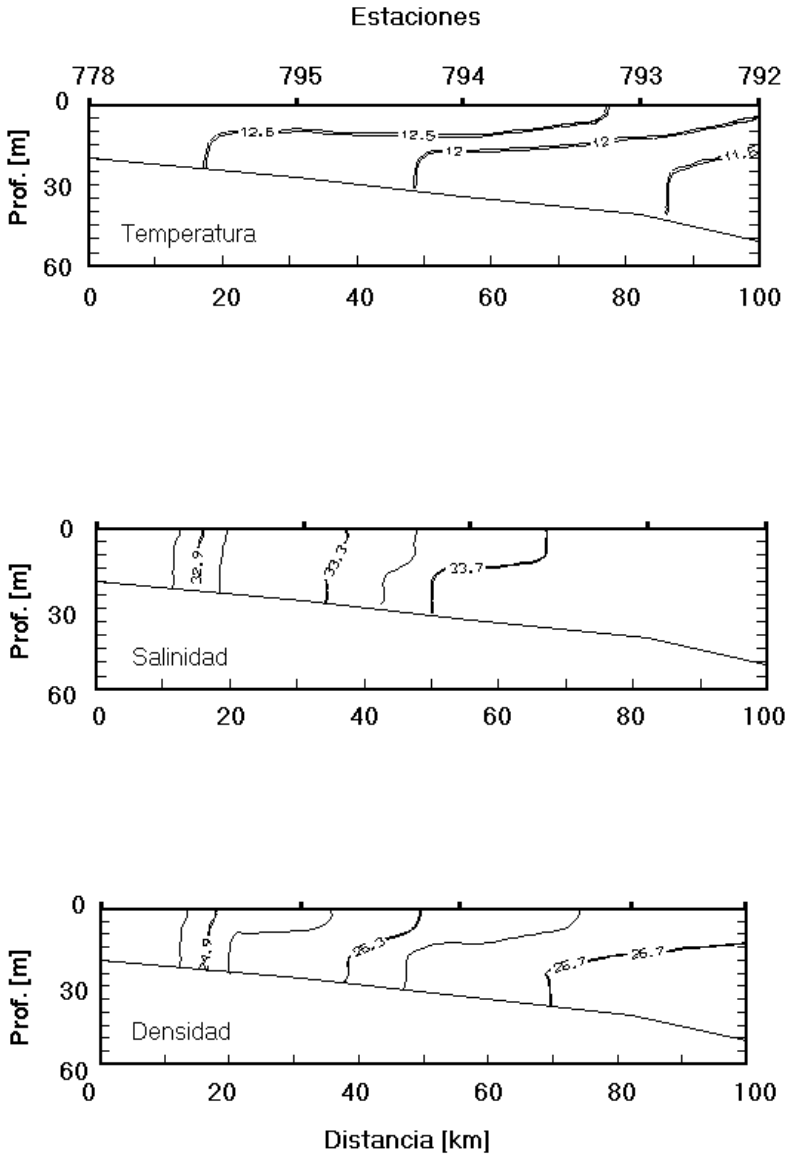

Figura 16. Sección V, frente a Bahía San Blas, presentando la estratificación en temperatura (°C), salinidad (ups) y s_t (densidad, kg/m^3), respectivamente.

Figure 16. Section V, in front of Bahía San Blas, showing respectively temperature (°C), salinity (ups) and s_t (density, kg/m^3) vertical stratification.

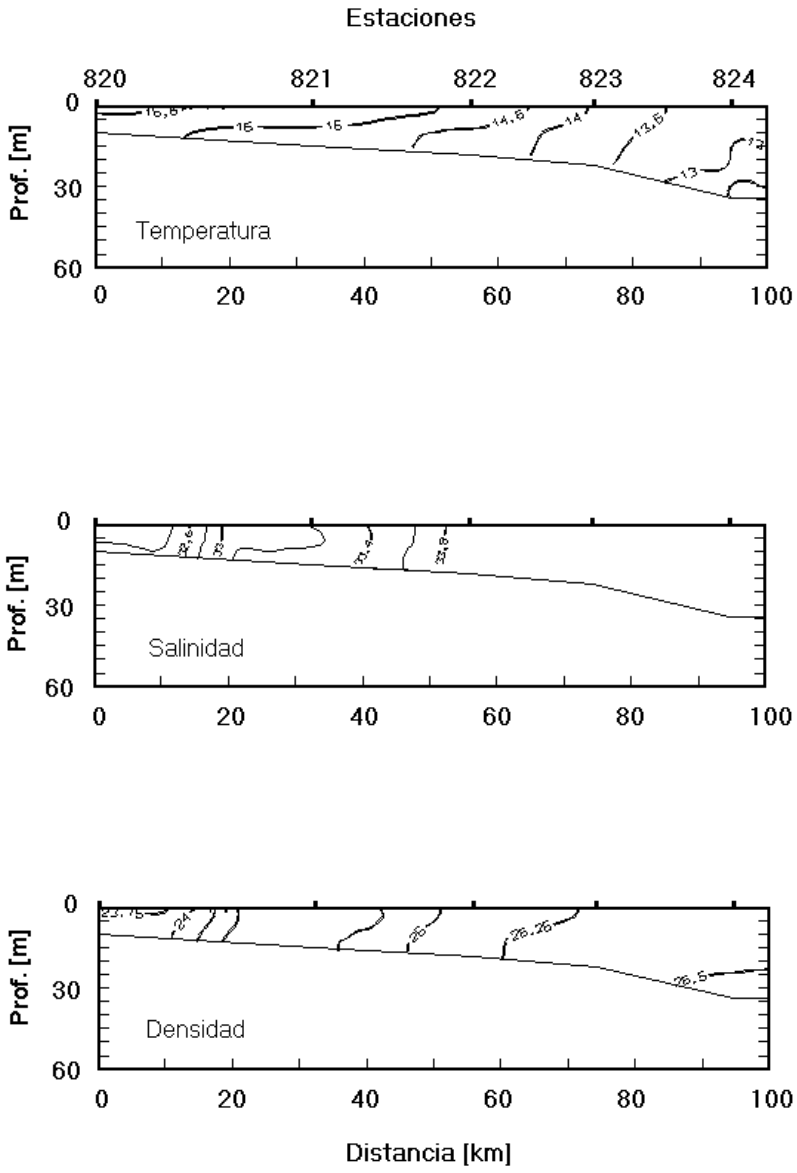

Figura 17. Sección VI, frente al estuario de Bahía Blanca, presentando la estratificación en temperatura (°C),salinidad (ups) y s_t (densidad, kg/m^3), respectivamente.

Figure 17. Section VI, off Bahía Blanca estuary, showing respectively temperature (°C), salinity (ups) and s_t (density, kg/m^3) vertical stratification.