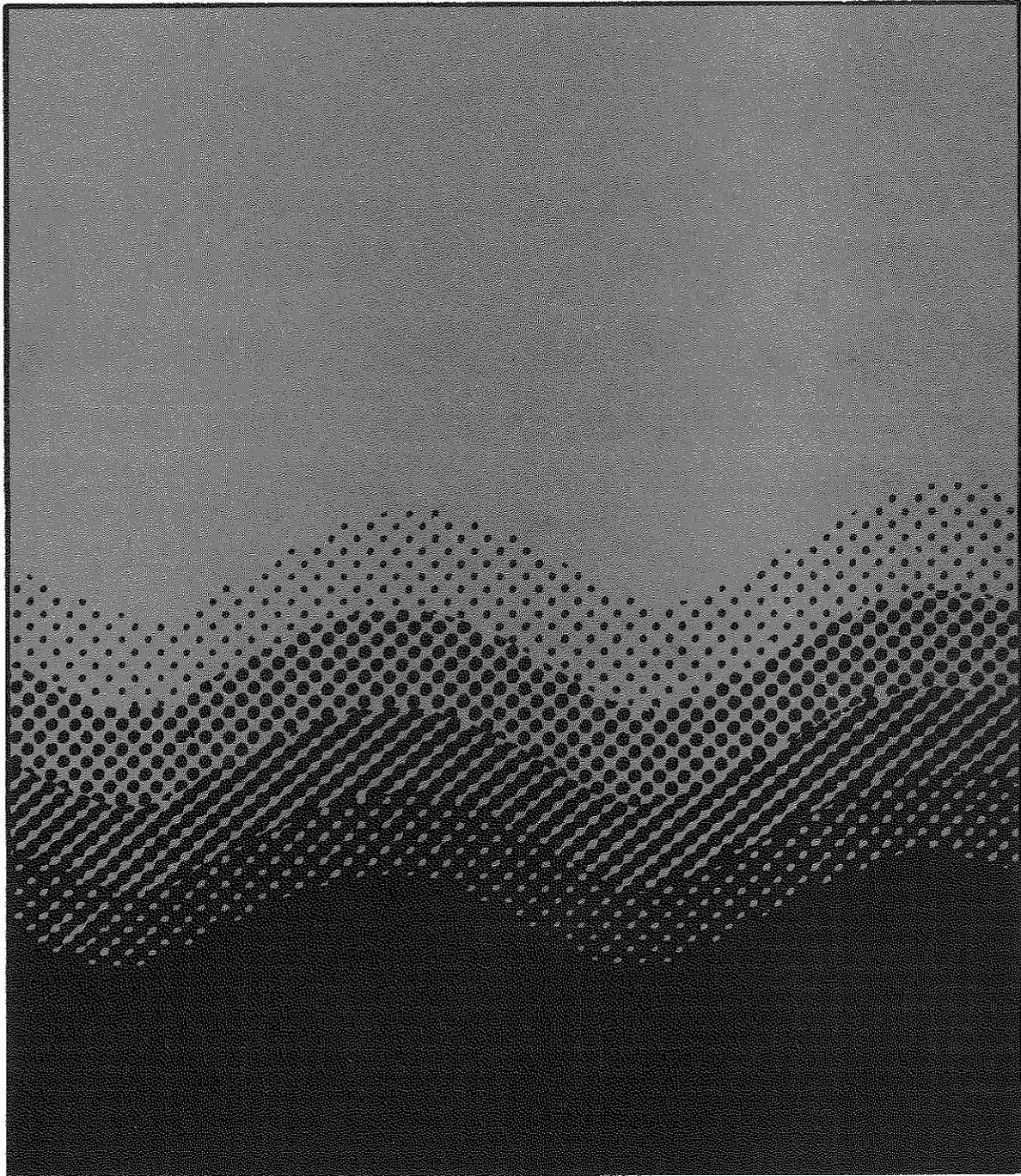


INVESTIGACIONES
OCEANOLOGICAS

Año I - Vol. 1 - 1987



Handwritten text on the left margin, possibly a library or archival stamp, including the number '4713' and other illegible characters.



INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS

VOL. 1, No. 1 (1987)

(25-11-1987) (10-11-1987) (10-11-1987) (10-11-1987)

Zona

del

ofici

740

Vie,

1981

El espíritu de la serie Investigaciones Oceanológicas es mantener a los investigadores en Ciencias de la Tierra, administradores ambientales e instituciones relevantes en otros países, informados sobre los estudios en el Río de la Plata y Plataforma Continental adyacente.

Se apreciará el intercambio de publicaciones científicas o artículos individuales.

Editado por el Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada (URUGUAY).

Toda correspondencia deberá ser dirigida a:

All correspondence should be addressed to:

**Depto. Oceanografía. SOHMA
Capurro 980-Montevideo-URUGUAY**

**EDICION SUBVENCIONADA PARCIALMENTE
POR EL PROGRAMA REGIONAL
DE DESARROLLO CIENTIFICO
DE LA ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS
(O.E.A.)**

ZONA

INV. OCEANOL. 1(1) (1987)

FE DE ERRATAS					DEBE DECIR
PAGINA	COLUMNA	PARRAFO	LINEA	DONDE DICE	
5	1	4	2	entre 34°52' - 34°55' Y 3a a d	entre 34°52' - 34°55' S Y 3a a d
11	-	-	Fig 3	4a a d	arcillas limosas), donde se
11	-	-	Fig 4	arcillas limosas), a donde se	límite legal del Río
32	1	2	3	límite legal del Río	error conocido (=0.05)
32	1	3	2	error conocido (d=0.05)	así como su corrimiento
32	2	7	5	así como su corrimiento	secciones de Pta. Tigre y
33	1	4	6	secciones de Pte. Tigre y	no se cubrió el ciclo mareal
33	1	5	2	no se cubrió el ciclo mareal	tipos 2b/3b y quizás 3b
33	1	7	7	tipos 2B/3B y quizás 3B	de breve duración
34	1	1	4	de breve duración	retardo del transporte
34	1	1	7	retardo del transporte	Ottmann y Urien (1966) reportan
34	1	5	6	Ottmann y Urien (1966) Reportan	entre Pta Brava y Pta. Tigre
34	2	2	4	entre Pta. Brava y Pta. Tibre	estaciones significativamente
34	2	3	2	estaciones significativamente	considerada como el nexo A-II
34	2	6	2	considerada como el nexo A-Ir1	
35	2	6	2		
36	1	7	11		

IMPRESO EN LOS TALLERES
GRAFICOS DE IMPRESORA
OMEGA - EN MARZO DE 1988
D/L 232.525

ALGUNOS ASPECTOS HIDROQUIMICOS DE LA BAHIA DE MONTEVIDEO

G.J. Nagy¹; A.C. Perdomo¹ y R.D. Riso².

1 Div. Oceanograf. Química. SOHMA. Casilla de Correo 1051.

2 Dep. Chimie. Univ. Bretagne Occid. Brest. France. 50 rue Pierre Riquet. 29200. Brest. Francé (dirección actual).

Palabras Clave: Bahía de Montevideo; Río de la Plata; nutrientes; eutrofización.

RESUMEN

Se discute la distribución de algunas variables químicas de la Bahía de Montevideo, un subsistema del Río de la Plata, comparándolas con éste.

Los parámetros influidos por el vertido de colectores (NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , pH y O_2) muestran diferencias con el Río de la Plata, no así aquellos pocos influidos (Alk. y SiO_2).

Las concentraciones de NO_3^- son muy bajas, no atribuibles a la asimilación, sino a su reducción a NH_4^+ ; éste constituye un 70-90% de la suma de N inorgánico disuelto, con tenores 2-4 veces mayores al Río de la Plata. El PO_4^{3-} se comporta similar al NH_4^+ ; sus tenores son 1.5-3 veces mayores.

La estructura vertical influye en la distribución del N y P; con alta estratificación, los tenores son mayores sobre la pycnoclina que bajo ella. El subsistema está eutrofizado.

Keywords: Bahía de Montevideo; Río de la Plata; nutrients; eutrophication.

ABSTRACT

The distribution of some chemical variables in Bahía de Montevideo, a subsystem of the Río de la Plata, is compared with this one.

Those parameters depending on the sewage supply (NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , pH and O_2) show differences with the Río de la Plata. Those one less depending (Alk. y SiO_2), show similar behaviour.

NO_3^- values are very low, not associated to assimilation, but to its reduction to NH_4^+ ; this one is 70-90% of the total dissolved inorganic N, with values 2-4 times greater than those corresponding to the Río de la Plata. PO_4^{3-} behaviours similarly to NH_4^+ ; its values are 1.5-3 times greater.

The vertical structure affects the N and P distribution; with high stratification, N and P are greater above the pycnocline than under it. The subsystem is eutrophicated.

INTRODUCCION

Al presente se dispone de información parcial de la Bahía de Montevideo. Los antecedentes se refieren a Oceanografía Física y Sedimentología (González et al. 1976); hidroquímica (François y Riso, 1981) y sedimentología y material en suspensión (Ayup, 1981 a y b).

Este trabajo analiza la influencia de algunos factores físicos, aportes antropogénicos y arquitectura portuaria, sobre las características físico-químicas del sub-sistema.

El plan de muestreo considera la descripción química de la columna de agua en cuatro zonas: Canal de Acceso, Boca Falsa, Dársenas y Canal de La Teja.

AREA DE ESTUDIO

La Bahía de Montevideo está ubicada entre $34^{\circ}52' - 34^{\circ}55'$ y $56^{\circ}11' - 56^{\circ}14' W$ (fig. 1 y 2). El área de estudio abarca aproximadamente 10 km^2 ; su profundidad media es cercana a 5 m. Las zonas más profundas corresponden a los Canales de Acceso, la Teja y Dársenas, con unos 10 m. La zona menos profunda es la Boca Falsa, menos de 5 m.

La Bahía está directamente influida por el ingreso del

agua del Río de la Plata, que en esta zona presenta máxima variación salina (0 a 33‰). Las variaciones físico-químicas de la bahía respecto al Río de la Plata se deberían a: su fisiografía; condición de puerto; aporte de cinco colectores urbanos, 58.7% del total de Montevideo (Ayup, 1981 b); aportes de sus tributarios naturales, A^o Pantanoso y A^o Miguelete, de muy bajo caudal pero con gran eutrofización (François y Riso, 1981).

Los fondos de la bahía se caracterizan por el predominio de sedimentos superficiales limo-arcillosos; en la Boca Falsa es posible encontrar arenas.

Los sedimentos en suspensión varían con la profundidad; en superficie oscilan entre 8 a 48 mg. l^{-1} , y en la "crema de fango" entre 33 a 628 mg. l^{-1} (Ayup, 1981 b).

La marea es de tipo semidiurno con desigualdades diurnas (Agular, 1945).

MATERIALES Y METODOS

Todos los muestreos fueron efectuados entre las 0800 y 1200 (hora local). Las profundidades fueron seleccionadas mediante el análisis del perfil termosalino. Las muestras se obtuvieron con una botella Van Dorn de 3 l.

Las variables analizadas y sus metodologías fueron:

Variable	Precisión	Unidad	Metodología	Instrumental
Sal.	0.001	g/Kg	Conductimetría	Salinómetro; Beckman RSC-7
Temp.	0.1	°C	Sensor	Beckman RSC-3
O ₂	0.05	ml.l ⁻¹	Winkler	Volumétrico
pH	0.1	-logH ⁺	Potenciométrico	pH-metro Orion
NO ₃ ⁻	0.03	μmol.l ⁻¹	Strickland & Parsons (1972)	Espectrofotómetro Beckman UV-26
NO ₂ ⁻	0.03	"	"	"
NH ₄ ⁺	0.03	"	Grasshoff (1976)	"
Si(OH) ₄ ⁻	0.03	"	Strickland & Parsons	"
PO ₄ ⁻	0.03	"	"	"
Alk.	0.1	meq.l ⁻¹	Potenciométrico	pH-metro Orion 399-A

Los métodos estadísticos empleados son regresión lineal y correlación simple; en la mayoría de los casos los coeficientes de correlación son considerados como índice de covariación y no como relación causal. La significancia p para $n-2$ se expresa: $<0.05^*$; $<0.01^{**}$; $<0.001^{***}$.

DISCUSION DE RESULTADOS

En las Tablas I y II se observan los cruceros realizados y las estaciones relevadas, así como las variables físicas generales de cada crucero.

Vientos y mareas.

Los vientos del SE favorecerían la estratificación, con variaciones en su intensidad, como producto de la tendencia de la marea y la intensidad del viento (Tabla II). Los vientos del NE, con intensidades cercanas a 14 nudos, favorecerían la ruptura de la estratificación, no lográndose la homogeneidad total, por la tendencia de la marea creciente que favorece el ingreso de aguas del Río de la Plata. Los vientos del SSW favorecerían el ingreso por la Boca Falsa; en este caso la estratificación estaría condicionada por el perfil termosalino superficial del agua entrante. En nuestro caso, la existencia de una marea estacionaria favorecería una variación vertical en gradiente.

Salinidad y Temperatura.

La distribución de la salinidad y la temperatura muestra la gran variabilidad del subsistema. En la fig. 3 se ven los perfiles T-S de cuatro estaciones (2 en B-II; 4 en B-III; 10 en BII y 9 en B-II), cada una representa una de las zonas relevadas en condiciones de estratificación. En las fig. 3a y 3c se observa una estratificación marcada; las características termosalinas del agua superficial son: 10‰ y 17-18°C, variando la temperatura en las diferentes estaciones. El agua de fondo tiene una salinidad de 22‰ y una temperatura de 13°C. La profundidad de la pycnoclina se ubica a 5 m aproximadamente.

En las fig. 3b y 3d se observa una distribución vertical con marcado gradiente salino; en este caso, la conjunción de tres fenómenos, dirección e intensidad del viento, tendencia de la marea y profundidad de las dos zonas, fundamentalmente en la Boca Falsa, no permiten la existencia de una pycnoclina marcada.

En las figuras 4a, 4c y 4d se observan variaciones salinas verticales en gradiente. Las diferencias máximas entre la superficie y el fondo son de 3‰. La temperatura se presenta homogénea, con un ligero calentamiento superficial fundamentalmente en las estaciones 10 (B-V) y 8 (B-I) correspondientes a las Dársenas y Canal de la Teja. En la fig. 4b la columna de agua se presenta homogénea para temperatura y salinidad.

pH, alcalinidad y oxígeno disuelto.

El pH, la alcalinidad y el O₂, en el conjunto de los cruceros, varían entre 7.1-8.7, 0.7-2.0 meq.l⁻¹ y 0.75-9.15 ml.l⁻¹ respectivamente, siendo la variación de saturación de O₂ de 11-153%.

La alcalinidad se asocia positivamente con la salinidad (fig. 5), de forma clara en los cruceros B-I y B-II; para el conjunto de los datos la conservatividad no es total, tal cual se puede esperar de la teoría (Mook & Koene, 1975) y en otros ambientes, p.e. la Bahía de Chesapeake (Wong, 1979), aunque es comparable con los reportes del Río de la Plata (Nagy, 1983).

El pH no se asocia a la variación salina en las capas superficiales, como sería de esperar por efecto de la fuerza iónica (Mook & Koene, 1975), aunque el rango salino de 6 a 28‰ excluye la primera disociación de la interface fluvio-marina, que produce la mayor inflexión en la curva (Wong, 1979; Morris, Bale & Howland, 1981). En general, al igual que la alcalinidad, el pH está fuertemente influido por la oxidación de la materia orgánica acumulada en la bahía.

En la columna de agua los valores de pH se apartan marcadamente de las previsiones teóricas para el rango

6-28‰ (7.5-8.0). La coexistencia de fuertes procesos oxidativos de la materia orgánica y fotosíntesis, conllevan a la existencia de grandes diferencias verticales (7.6-8.3, est. 3, B-I; 7.3-8.7, est. 2, B-II). La mayoría de los valores menores a 7.5 se registran cerca del fondo, pero los cambios de la estructura vertical determinan que a veces se encuentren muy bajos tenores de pH en superficie.

El % de Sat. de O₂ se asocia negativamente con la salinidad (fig. 6); este comportamiento general presenta dos variantes, por un lado, el crucero B-V, en el cual se observa homogeneidad vertical o cierto aumento al fondo, atribuible al ingreso reciente de agua salada oxigenada; por otro lado, la existencia de valores de subsaturación en estaciones del Canal de Acceso y Dársenas (B-II y/o B-III), fundamentalmente en superficie y media agua, se explicarían por demandas de O₂ debido a fenómenos locales de contaminación.

La asociación dominante entre la salinidad y la saturación refleja la estructura vertical general del subsistema, más salado y pobre en O₂ contra el fondo. Las profundidades mayores a 10 m, p.e. en las Dársenas, forman pequeñas áreas semiaisladas del resto de la bahía y zona adyacente del Río de la Plata; si sumamos la estratificación salina marcada, el tiempo de residencia sería elevado, existiendo una barrera para la difusión vertical de gases, lo que favorece la subsaturación.

En las estaciones 1 y 10 (B-III) hay sobresaturaciones excepcionales en superficie (i.e. 153%), atribuibles al ingreso de aguas muy oxigenadas y activa fotosíntesis local; la aereación no explicaría estos valores, pues los días previos fueron muy calmos; empero, estos picos de O₂ no coinciden con valores elevados de pH (7.6-8.0), sino con lo esperado por la disociación del H₂CO₃ entre 16-20‰.

El pH y el % de Sat. de O₂ se asocian positivamente en tenores de subsaturación (fig. 7), fundamentalmente en los rangos 10-60% y 7.1-7.6; a sobresaturación la relación se pierde. Esta asociación se podría vincular a la oxidación de la materia orgánica en la superficie del sedimento, respiración en la columna de agua, del bentos y, a la demanda química de los vertidos de los colectores.

Solo el ingreso de agua densa de renovación, que pueda desplazar incluso el agua de fondo de las Dársenas, sin provocar una fuerte resuspensión (como ocasionan algunos buques), permitiría la reoxigenación del ambiente. En B-III se aprecia que la marcada sobresaturación superficial es acompañada de gran subsaturación contra el fondo (12%, 7.6, 10‰, est. 11, Dársenas).

El pH y la alcalinidad presentan moderada asociación negativa (p.e. en B-I), que refleja fundamentalmente la covariación general en profundidad, ya sea por conservatividad u oxidación. El eje vertical (profundidad) es el primer factor interpretativo de la distribución de las variables considerados al presente, más claramente cuando se desarrolla una pycnoclina marcada.

Silicatos.

El rango de silicatos para los cinco cruceros es de 28-238 μ .mol. l⁻¹, representativo del Río de la Plata exterior (Nagy, 1983) y costero (Moresco y Melgar, 1983).

Se halla una asociación lineal negativa entre la salinidad y los silicatos, con marcadas excepciones en B-III (fig. 8), coincidentes con sobresaturaciones marcadas de O₂, que podrían interpretarse como asimilación algal.

La conservatividad es manifiesta en aguas meso y poli-halinas, mayores a 16‰, coincidiendo con reportes para la región de Moreira y Arago (1966) y Nagy (1983), como se aprecia en la figura 9.

Comparativamente, en los cinco cruceros el comportamiento de los silicatos puede esquematizarse:

— Asociación lineal negativa, conservativa, en cruceros B-I, B-II y B-IV.

— Presencia de bajos tenores, respecto a la dilución teórica, a salinidades menores a 14‰ en B-III y en las estaciones 7, 8, 9 y 12.

— Similitud de pendientes en B-II, B-III, B-IV y B-V, no así en B-I (Tabla III y fig. 10).

Temporalmente se aprecia una evolución de los tenores medios y rangos de silicatos, claramente asociables a la evolución salina, cuyo incremento refleja la disminución del caudal fluvial del Río de la Plata, que constituye el aporte básico al subsistema, caracterizado por una asociación positiva caudal-silicatos (Pizarro y Orlando (1984)).

Los aportes secundarios a la bahía serían:

— Arroyos Miguelete y Pantanoso; se presume mínima incidencia en el volumen total.

— Colectores urbanos; no estimamos que afecten las concentraciones de silicatos, salvo puntualmente.

Generalmente, los modelos lineales descriptivos de la dilución de silicatos no se ajustan bien a bajas salinidades, ya sea por asimilación (Peterson et al. 1973), por la gran variabilidad de entrada fluvial (Boyle et al. 1974; Bale & Morris, 1981) y/o por la remoción no-biológica, atribuida a la adsorción por las arcillas (Liss & Spencer, 1970; Liss & Pointon, 1972; Morris, Bale & Howland, 1981). El subsistema es reflejo de la estructura salina del Río de la Plata adyacente, no siendo estrictamente aplicable el concepto de dilución teórica, sino como reflejo del sistema global.

La similitud con el Plata es marcada a salinidades mayores a 12‰ (excluyendo tenores menores a 90 μ mol.l⁻¹ de B-III), existiendo una correlación S-Si = -.95+++ (N = 90). También es muy significativa la relación en todo el rango salino si excluimos las estaciones 7, 8 y 12. Considerando sólo salinidades mayores a 16‰, la linealidad puede mejorar aún, si cambiamos la pendiente a 20‰, lo que se debe a la combinación de diferentes cruceros.

Debido a la dinámica y fisiografía del subsistema, se debe considerar la mezcla de aguas con diferente tiempo de residencia, fundamentalmente en las Dársenas (est. 10 y 11), y la factible interacción con el abundante material arcilloso, tanto proveniente del Plata, muy turbio a salinidad menor a 12‰ (Nagy, 1983), como por la resuspensión de la "crema de fango", pudiéndose mezclar aguas con gran diferencia de salinidad, pH y aún temperatura, factores determinantes de la química de superficie de las arcillas.

Debido a la dinámica y fisiografía del subsistema, se debe considerar la mezcla de aguas con diferente tiempo de residencia, fundamentalmente en las Dársenas (est. 10 y 11), y la factible interacción con el abundante material arcilloso, tanto proveniente del Plata, muy turbio a salinidad menor a 12‰ (Nagy, 1983), como por la resuspensión de la "crema de fango", pudiéndose mezclar aguas con gran diferencia de salinidad, pH y aún temperatura, factores determinantes de la química de superficies de las arcillas.

Los silicatos covarían con algunos parámetros en el eje

vertical, sin causalidad aparente (NH_4^+ , pH, % de Sat. O_2 y T). Se destacan particularmente las asociaciones (B-II) con la alcalinidad, $r = 0.92^{+++}$ ($N = 12$) y el pH, $r = 0.86^{+++}$ ($N = 13$), tal como se aprecia en las fig. 11 y 12.

Sales Nitrogenadas y PO_4^{3-} .

En la Tabla IV se presentan los rangos de las diferentes sales de N, % relativo de NH_4^+ (dominante) y de fosfatos para los cinco cruceros. Se excluyen algunos valores excepcionalmente altos para el cálculo de medias y suma de N inorgánico.

Se registra una gran variación, tanto del N como del P, p.e., en B-II los tenores de P varían de 1.88 a 9.93 $\mu\text{mol.l}^{-1}$; en B-I hay valores excepcionales de NO_3^- (p.e. 102 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, est. 9, 0 m); en B-V hay un valor excepcional de NH_4^+ (110 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, est. 6, 0 m).

Tanto el N como el P presentan tenores superiores a los normalmente encontrados en el Río de la Plata, comparando con los valores reportados por Nagy y Perdomo (1983). En particular, la suma de Ni es notoriamente mayor, a lo que se suma la característica del amplio predominio del NH_4^+ , de 2 a 4 veces mayor que en el río; el PO_4^{3-} presenta tenores 1.5 a 3 veces mayores. La relación N/P varía de 1 a 10.

La bahía recepciona el 58.7% de los colectores del área urbana de Montevideo (más de 1.000.000 de habitantes), lo que es un gran aporte eutrofizante, que debería ser más apreciable en aguas con mayor tiempo de residencia en la bahía o en aguas superficiales en condiciones de estratificación marcada.

El amonio constituye del 70 al 90% del total de N inorgánico disuelto; aún considerando que las aguas provenientes del Plata estén empobrecidas en NO_3^- por el consumo primaveral (hecho no claramente verificado en un muestreo en el mismo período), es sugestivo que en los cruceros B-I y B-II haya gran cantidad de tenores no detectables de NO_3^- y en general las concentraciones sean bajas, lo que permite presumir su rápida reducción en el subsistema.

François y Riso, 1981, bajo condiciones hidrológicas diferentes y una red de estaciones más amplia, postularon la existencia de un marcado desequilibrio en las relaciones N/P, que tiende a normalizarse en la zona de contacto con el Río de la Plata; no hemos podido verificar este hecho.

Agrupando los cinco cruceros sobre la base de su estructura termosalina (estratificación marcada en B-II y B-III, gradiente vertical moderado en B-I, B-IV y B-V), se observan comportamientos diferentes (Tabla V).

Con estratificación marcada existen diferencias importantes por sobre y debajo de la pycnoclina, tanto para PO_4^{3-} como para el N. En la fig. 13 se relacionan los máximos, mínimos y medias de la suma de Ni y PO_4^{3-} , sobre y bajo la pycnoclina, para los cruceros B-II y B-III. En el crucero B-II existen también diferencias marcadas en la Sat. de O_2 y en el pH. Las medias y máximas de P y suma de Ni son mayores sobre la pycnoclina, donde puede influir más la descarga; particularmente en el crucero B-II, se verifican altos tenores de PO_4^{3-} superficial. Las relaciones O/N y O/P no ajustan bien al modelo de Redfield.

En los cruceros con moderado gradiente salino vertical los tenores de P no presentan gran variabilidad ni en medias ni máximas, en cambio, las sales nitrogenadas presentan un rango de variación importante (fig. 14). En estos

tres cruceros podemos destacar:

— Los promedios más altos de PO_4^{3-} (2.11 $\mu\text{mol.l}^{-1}$), en B-IV, coinciden con los promedios más altos de suma de Ni (29 $\mu\text{mol.l}^{-1}$), con el mayor porcentaje relativo de NH_4^+ (85.5%), menor % medio de Sat. de O_2 (44%) y baja media de pH (7.5).

— Los promedios más bajos de PO_4^{3-} (1.68 $\mu\text{mol.l}^{-1}$), en B-V, coinciden con los menores de suma de Ni (10.9 $\mu\text{mol.l}^{-1}$) y menor % medio de NH_4^+ (67%). Este crucero se caracteriza por su mayor salinidad media (25‰) y, aparentemente, un menor tiempo de residencia, lo que es apoyado por el hecho de que la media, rango y distribución de PO_4^{3-} son comparables a los predominantes en el Río de la Plata, distribución tipo log-normal, con media cercana a 1 (Nagy, 1983), aunque la media es algo mayor. Esto no ocurre en los restantes cruceros (B-I a B-IV).

Los fosfatos, además de asociarse al amonio, covarían con otros parámetros tales como pH y alcalinidad; estas covariaciones pueden asociarse a un proceso diagenético, participando también el amonio (producto) y el O_2 (consumo); quizás el NO_3^- es utilizado como fuente de O_2 en el sedimento superficial, pero, lamentablemente, la falta de muestras en fondo impide verificar tenores de O_2 menores a un 5% de saturación, que permitieran afirmar el consumo de NO_3^- ; lo que deberá ser corroborado. Es de notar que la mezcla vertical dificulta que la anoxia pueda ser prolongada.

CONCLUSIONES.

1- En la bahía y Rada exterior portuaria se observa una evolución temporal de la salinidad y silicatos que reflejan la variación de los aportes fluviales del Río de la Plata, con moderadas alteraciones propias del subsistema.

2- El subsistema portuario es una ventana del sistema global del Río de la Plata, con modificaciones químicas y bioquímicas debidas al aporte de los colectores, interacción con el sedimento en suspensión, crema de fango y sedimentos superficiales de fondo, así como por las diferencias batimétricas respecto al sector adyacente del río, pudiéndose generar un estancamiento (de corta duración) de las aguas más profundas.

3- Puede considerarse la existencia de intensos procesos diagenéticos en los sedimentos, los que deberán ser analizados con detalle.

4- La estratificación de la bahía sería parcialmente modulada por el ingreso de aguas estratificadas del Río de la Plata y, fundamentalmente, por la mezcla mareal y eólica y su profundidad variable (3 a 12 m). La pycnoclina se registra generalmente entre los 3 a 7 m, siendo fácilmente rompible por los agentes físicos.

5- La combinación de los factores mencionados crean un medio inestable y desequilibrado, oscilante entre la saturación y suboxia, con gran variación del pH, PO_4^{3-} y sales nitrogenadas, fundamentalmente en el eje vertical. Los parámetros poco dependientes de la dinámica degradativa o el aporte de los colectores (alcalinidad) o muy poco dependientes (silicatos), presentan concentraciones y comportamiento similar al Río de la Plata. En cambio, los parámetros directamente influidos (NH_4^+ , PO_4^{3-} , NO_3^- , pH y % de sat. de O_2) presentan grandes variaciones, en tenores y comportamiento.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al Dr. A. François, quien efectuó los muestreos con estudiantes del curso de Oceanografía Química 1981, F.H. y C. Al Ms. Sc. R. Poplawski, quien efectuó un borrador del cual tomamos algunas ideas y, quien fue el impulsor de este trabajo; al Lic. C.M. Martínez, que nos brindó información de los cruceros GRINHI y, al Prof. R. Ahumada (P.U.C. Talcahuano, Chile), quien leyó el manuscrito original, efectuando sugerencias; lamentamos que no haya podido leer el texto definitivo.

BIBLIOGRAFIA

- Aguiar, A. 1945. Planos de referencia y la rivera en el Río de la Plata. Taller Tipográfico de la Marina. Montevideo. Uruguay.
- Ayup, R. 1981 (a). Contribución al conocimiento del material en suspensión de la Bahía de Montevideo. Publicación SOHMA 8101. Montevideo. Uruguay.
- 1981 (b). Características del comportamiento sedimentológico de la Bahía de Montevideo. Publicación SOHMA 8104. Montevideo. Uruguay.
- Bale, A.J. y A.W. Morris. 1981. Laboratory simulation of chemical processes induced by estuarine mixing: The behaviour of Iron and Phosphate in Estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 13:1-10.
- Boyle, E.; R. Collier & A.T. Dengler. 1974. On the chemical mass-balance in estuaries. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 32: 1719-1728.
- François, A. y R. Riso. 1981. Bahía de Montevideo, Crucero 001. Informe Técnico 8102 SOHMA. Montevideo. Uruguay.
- González, L.A., C.M. Martínez, J.L. Quiles, S.M. Severi, T. Sobota y F.C. Souto. 1976. Estudios hidrológicos de la Bahía de Montevideo, Campaña GRINHI I. Informe presentado a la A.N.P. y al SOHMA.
- Grasshoff, K. 1976. *Methods of Seawater Analysis*. Verlag Chemie: Weinheim, New York, 426p.
- Liss, P.S. y M.M. Pointon. 1973. Removal of dissolved boron and silicon during estuarine mixing of sea and river waters. *Geochim. et Cosmochim. Acta* 37: 1493-1498.
- Liss, P.S. y C.P. Spencer. 1970. Abiological processes in the removal of silicate from sea waters. *Geochim. et Cosmochim. Acta* 34: 1073-1088.
- Mook, W.C. y B.K.S. Koene. 1975. Chemistry of dissolved inorganic carbon in estuarine and coastal brackish waters. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 3: 325-336.
- Moreira, P.R. y F.J. Aragno. 1966. Uma correlação entre os valores de salinidade e o teor de silicatos na desembocadura do Rio da Prata(1). Instituto de Pesquisas da Marinha. Publ. No. 021. Ministerio da marinha. R.J. Brasil. 12p.
- Moresco, H. y V. Melgar. 1983. Estudio de parámetros hidrológicos de la costa uruguaya del Río de la Plata. VIII Simposio de Oceanografía Biológica, Montevideo, Res.: 11.
- Morris, A.W., A.J. Bale y R.J. M. Howland. 1981. Nutrients distribution in an estuary: evidence of chemical precipitation of dissolved silicate and phosphate. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 12: 205-217.
- Morris, A.W., A.J. Bale y R.J.M. Howland. 1982. Chemical variability in the Tamar Estuary, South West England. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 24: 649-661.
- Nagy, G. 1983. Caracterización de los procesos hidrológicos del Río de la Plata, Tesis para optar a la licenciatura de Oceanografía Biológica. Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Mayor de la República Oriental del Uruguay. Inédita.
- y A. Perdomo. 1983. Estudio preliminar de la influencia de la dilución fluvio-marina sobre los parámetros hidrológicos del Río de la Plata. VIII Simposio de Oceanografía Biológica, Montevideo, Res.: 15.
- Peterson, D.H.; T.J. Conomos; W.W. Broenkow & E.P. Scrivani. 1975. Processes controlling the dissolved silica distribution in San Francisco Bay. In: *Estuarine Research Vol. I. Chemistry, Biology and the Estuarine System*. Ed. by L.E. Cronin.
- Pizarro, M. y A.M. Orlando. 1984. Distribución del fósforo, nitrógeno y silicio disueltos en el Río de la Plata. Publ. H625. Servicio de Hidrografía Naval.
- Strickland, J.D.R. y T. Parsons. 1972. *A practical handbook of Seawater analysis*. Bull. Fish. Res. Board. Can. 1967 1-130.
- Wong, G.T.F. 1979. Alkalinity and pH in the southern Chesapeake Bay and the James River estuary. *Limnol. Oceanogr.*, 24 (5): 977-979.

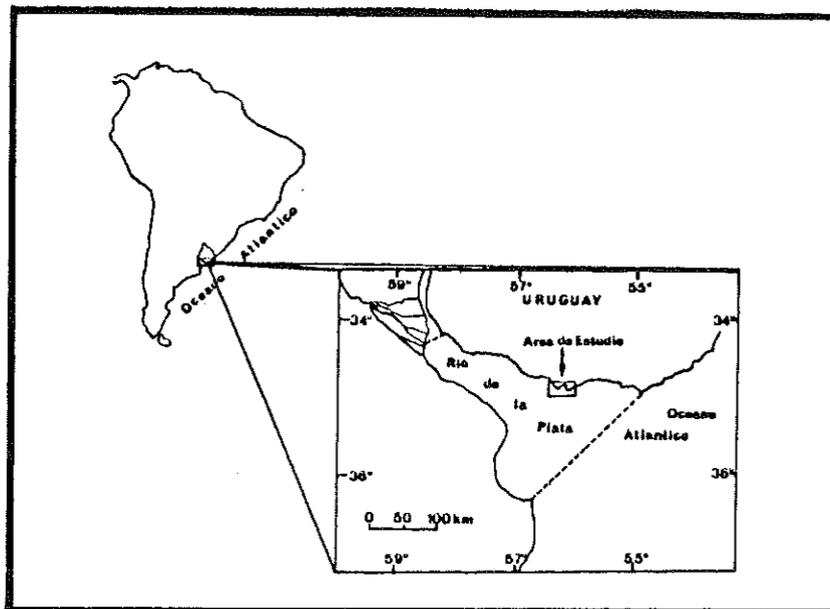


Fig. 1 Ubicación del área de estudio.

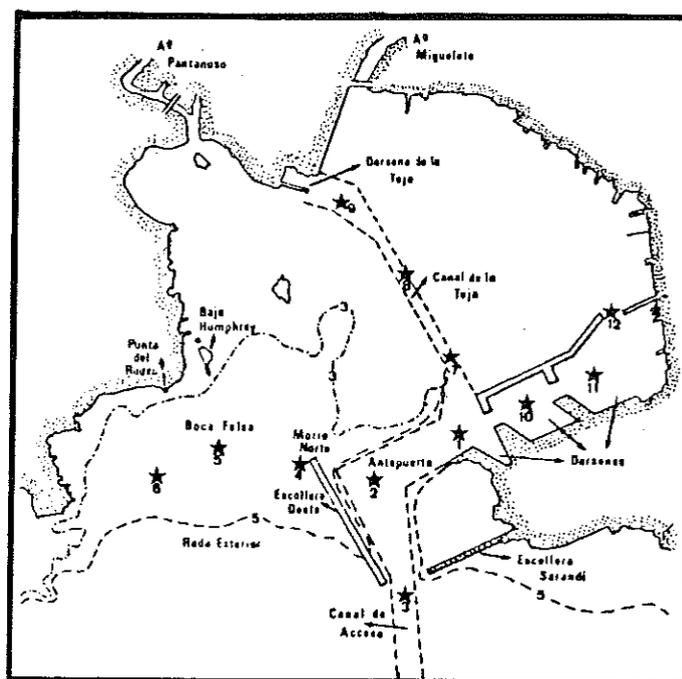


Fig. 2 Estaciones relevadas.

Fig. 3 Perfiles termo-salinos 3aad, estrictificaciones

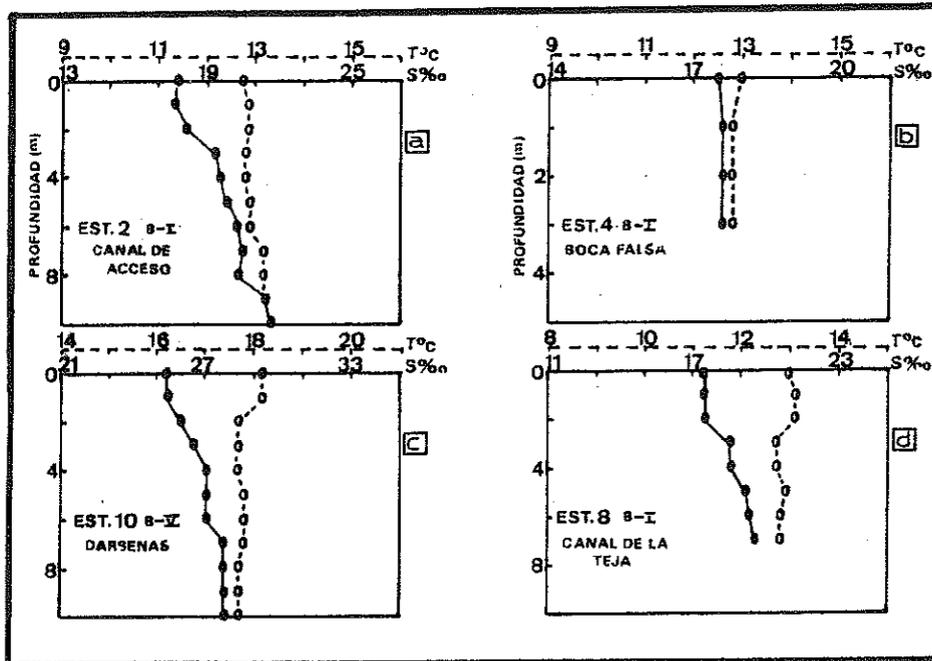
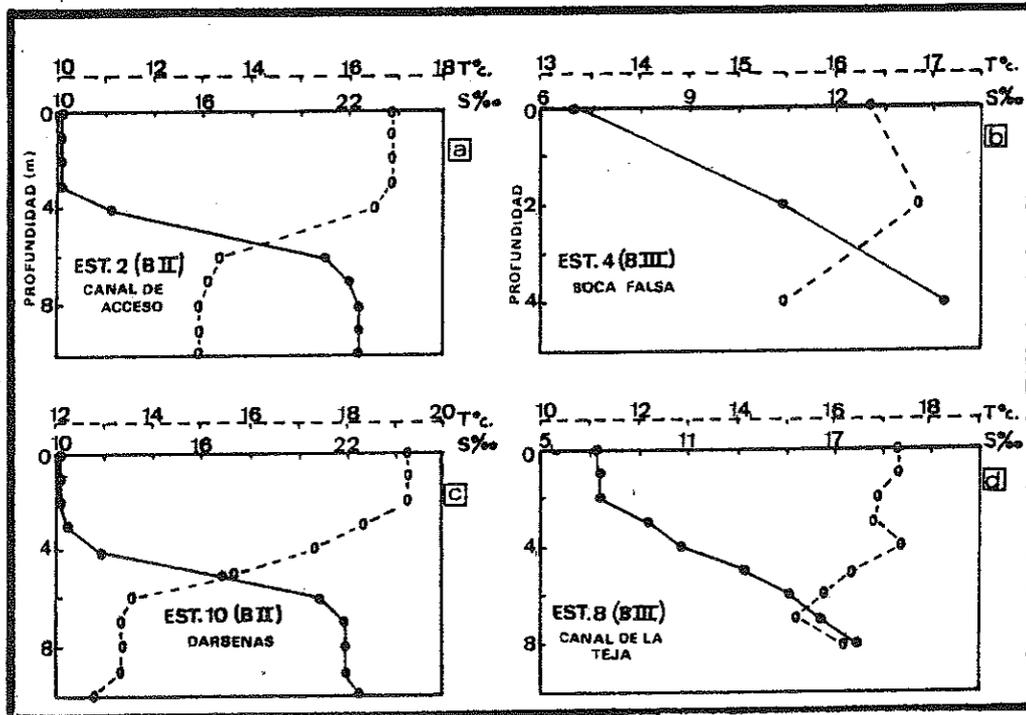


Fig. 4 4aad, gradiente u homogeneidad

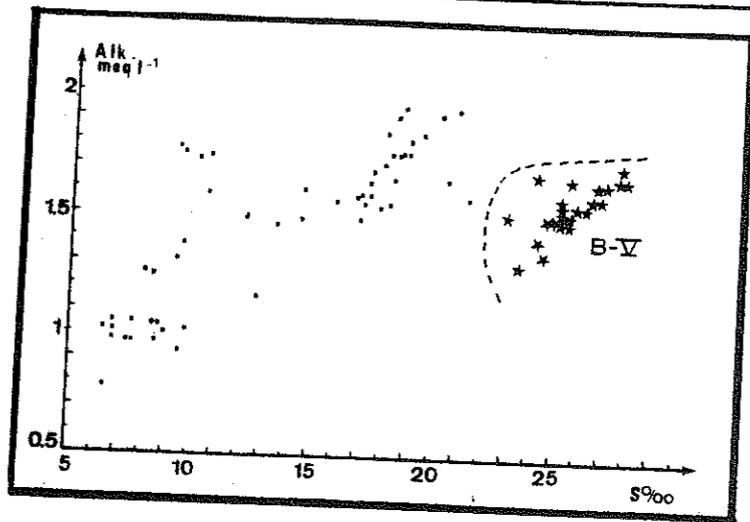


Fig. 5 Relación salinidad-alkalinidad.

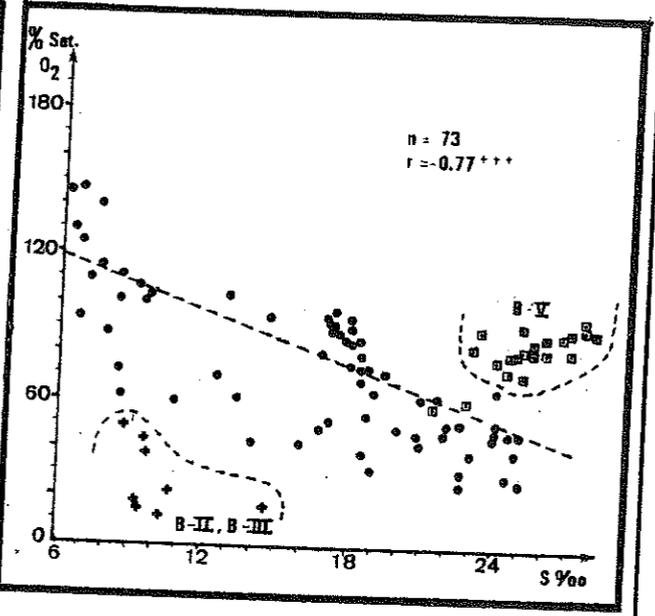
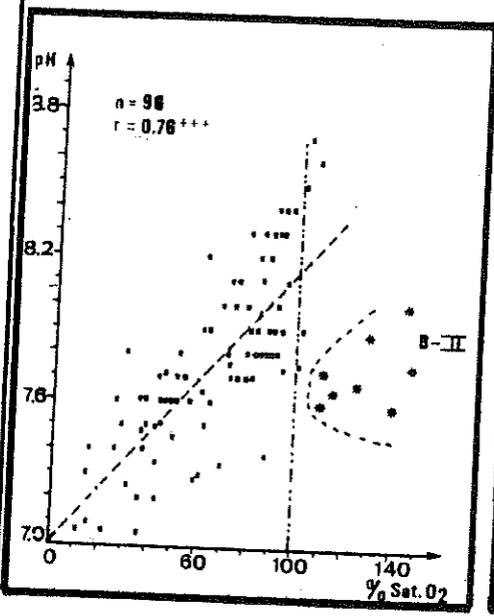


Fig. 6 Relación % SAT. O₂ - PH.

Fig. 7 Relación salinidad - % SAT O₂.

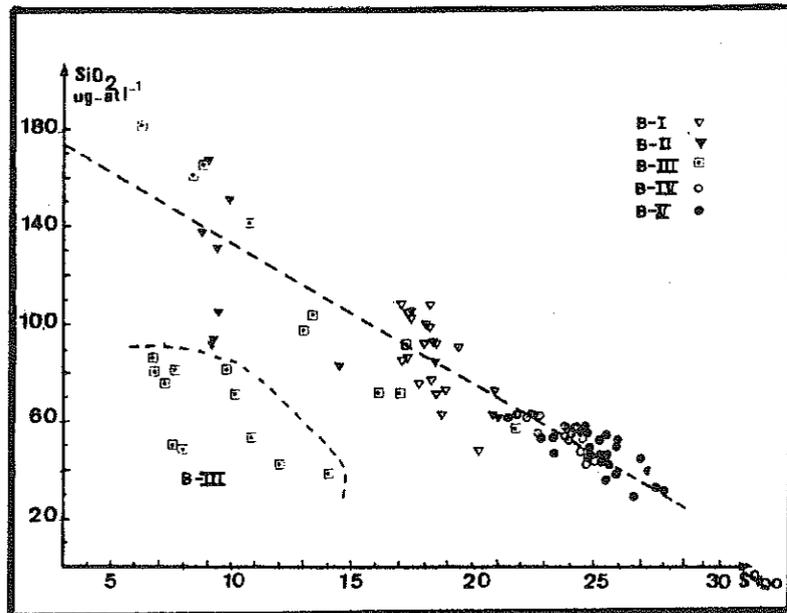


Fig. 8 Relación salinidad-silicatos.

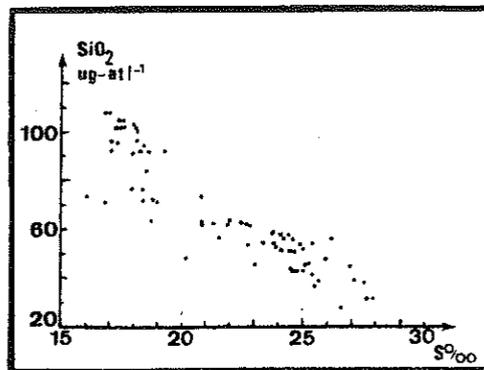


Fig. 9 Relación salinidad-silicatos a 5% mayor a 16%.

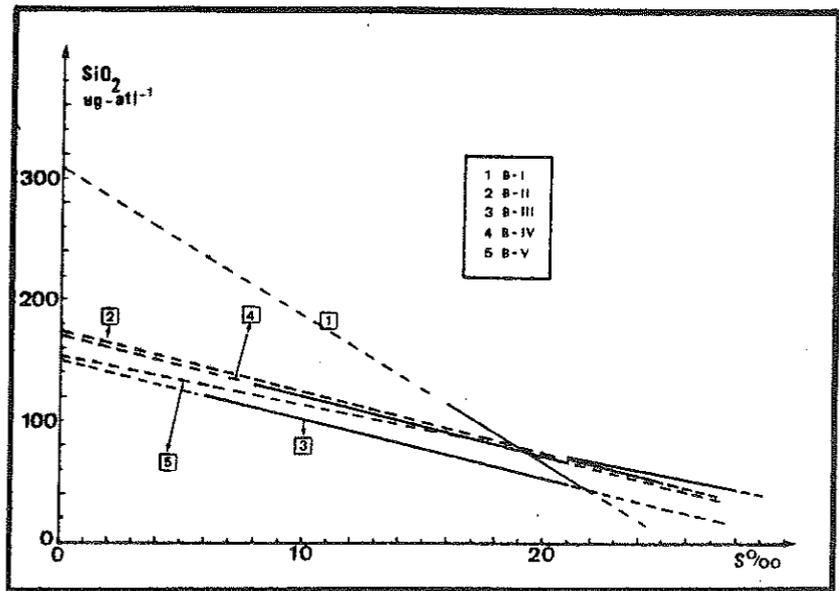


Fig. 10 Pendientes comparadas de las regresiones 5% - $S_1 O_2$.

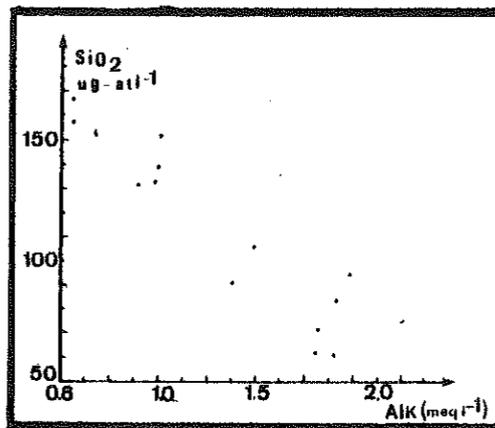


Fig. 11 Relación alcalinidad-silicatos en B #

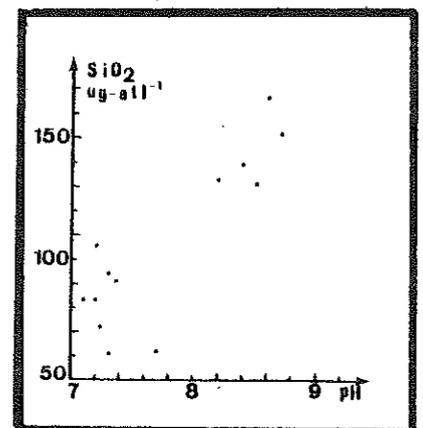


Fig. 12 Relación PH-silicatos en B #

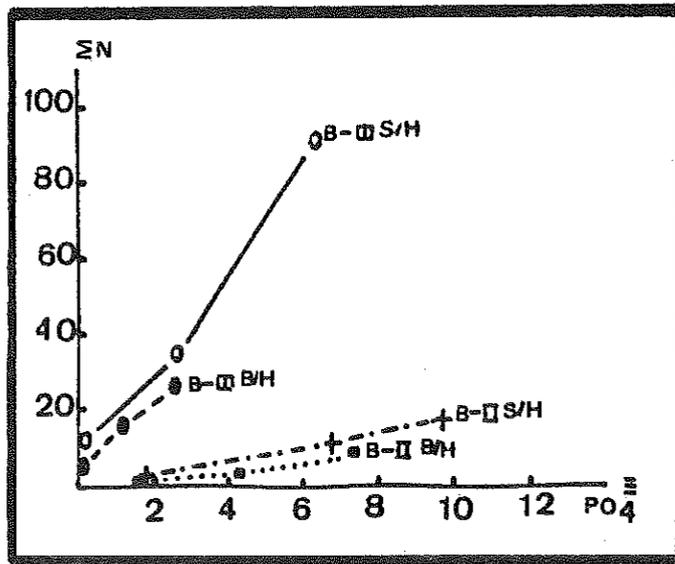


Fig. 13 Máximos, mínimos y medias de Ni y PO_4^{3-} , sobre y bajo la pycnoclina.

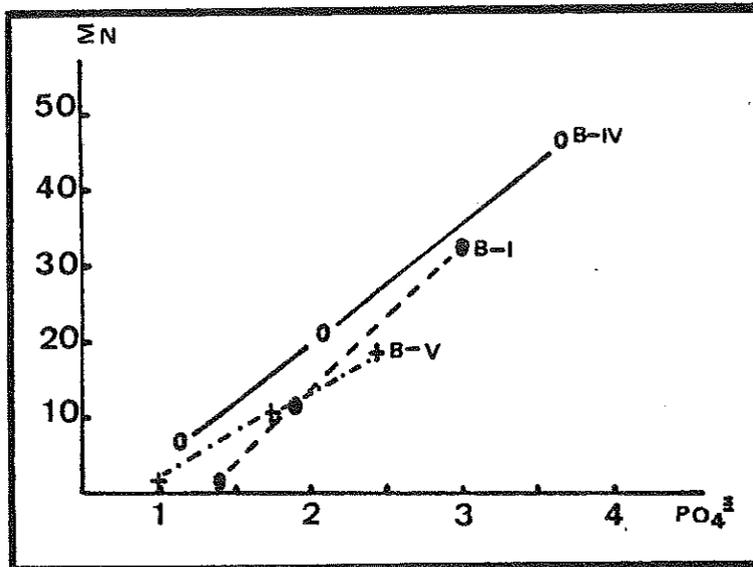


Fig. 14 Máximas, mínimas y medias de Ni y PO_4^{3-} , con gradiente calino.

TABLA I

CRUCERO	ESTACIONES RELEVADAS	FECHA	BUQUE
B-I	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12.	4/10/81	PR-70
B-II	1,2,3,7,8,9,10,11,12.	11/10/81	"
B-III	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12.	18/10/81	"
B-IV	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,	25/10/81	"
B-V	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12.	29/11/81	"

TABLA II

Variables físicas generales de cada crucero.

CRUCERO	PERFIL T-S	RANGO DE SAL.			RANGO DE T°C			MAREA	VIENTOS Dir. Int
		Máx _s	Mín _s	Máx _t	Máx _s	Mín _s	Mín _t		
B- I	Gradiente.	19.29	17.48	22.29	13.61	12.62	12.55	Estacionar.	SSW 5
B- II	Muy Estratif.	10.30	9.15	22.48	18.72	16.90	12.90	Crecente.	SSE 19
B- III	Estratificada.	10.92	6.68	19.12	18.10	16.39	14.51	Decrecien.	ESE 6
B- IV	Gradiente.	24.75	22.25	25.90	16.85	15.70	14.75	Crecente.	NE 14
B- V	Gradiente.	25.45	20.80	28.30	18.38	17.78	17.50	Crecente.	ENE 14

Máx_s= Máximo en superficie. Mín_s= Mínimo en superficie.

Máx_t= Máximo total.

Mín_t= Mínimo total.

TABLA III

Parámetros de la regresión y correlación salinidad-silicatos. N= N° de datos. + = p < 0.1; ++ = p < 0.01; +++ = p < 0.001. (n = n-2).

CRUCERO	a	b	r	N	p	r ²
B- I *	310	-12.1	0.77	25	+++	0.59
B- II	169	-4.9	0.67	12	++	0.45
B- III	149	-4.7	0.38	26	+	0.14
B- IV	177	-5.1	0.80	16	+++	0.64
B- V	156	-4.4	0.78	25	+++	0.61

*= viciado por un par de valores muy altos infrecuentes en el Río de la Plata.

TABLA IV

Rangos de las sales nitrogenadas, fosfatos, suma de N inorgánico disuelto (N_i) y porcentajes relativos de amonio. * N/P.

CRUCERO	$NO_3^- + NO_2^-$		$NO_3^- + NO_2^-$ med.	NH_4^+ NH_4 med.		N_i	$\%NH_4^+$	PO_4		PO_4 med.	
	Mín.	Máx.		Mín.	Máx.			Mín.	Máx.		
B- I	0.05	9.8	1.8	2.2	28.8	13.9	5.3	88.5	1.15	3.39	2.04
B- II	0.05	2.4	0.3	1.8	16.2	6.6	6.9	95.7	1.88	9.93	5.42
B- III	0.05	8.3	2.9	4.2	68.5	21.9	24.8	88.3	0.03	6.33	2.15
B- IV	0.58	10.2	2.6	8.2	36.1	17.3	19.9	86.9	0.90	4.25	2.11
B- V	0.23	7.8	3.3	0.2	16.5	7.3	10.6	68.9	0.05	2.54	1.68

*Las relaciones N/P (medias) varían de 1.27 a 10.18; el crucero V (6.30) es representativo del Río de la Plata en la sección Montevideo-Pta. Piedras.

TABLA V

Variación de fosfatos, sales nitrogenadas, % de amonio, % de sat. O_2 y pH en diferentes condiciones de estratificación.

1) Estratificación.

CRUCERO	Fosfatos			Sales nitrogenadas			$\%NH_4^+$	$\%sat.O_2$	pH
	Máx.	Mín.	Md.	Máx.	Mín.	Md.			
B- II S/P	9.93	1.88	6.79	16.20	2.99	10.70	89.8	55.74	7.8
B/P	7.15	1.88	4.05	9.40	1.82	4.31	100.0	38.32	7.3
B-III S/P	6.33	0.15	2.88	92.43	11.33	34.37	81.7	96.25	7.6
B/P	2.47	0.03	1.42	27.60	7.15	18.40	87.3	72.25	7.6

2) Gradiente

B- I	3.39	1.15	1.95	32.5	0.89	13.90	87.5	83.50	8.1
B- IV	4.25	0.90	2.11	46.3	6.10	20.90	85.5	43.70	7.5
B- V	2.51	0.65	1.68	19.7	4.90	10.90	66.9	83.90	7.7

S/P= Sobre la pycnoclina. B/P= Bajo la pycnoclina.

DISTRIBUCION DE SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE FONDO EN EL RIO DE LA PLATA EXTERIOR Y PLATAFORMA ADYACENTE

J. López Laborde.

Div. Geología Marina. S.O.H.M.A.
Casilla de Correos 15.224 (D5). Montevideo. Uruguay.

Palabras clave: sedimentos de fondo; Río de la Plata; Plataforma Continental.

RESUMEN

Sobre la base de más de 600 muestras de sedimentos superficiales de fondo se presentan planos de distribución de arenas, limos, arcillas y grupos texturales en el Río de la Plata Exterior y Plataforma Continental adyacente (hasta 200 m).

Los sedimentos finos (principalmente arcillas limosas, limos arcillosos y limos) se encuentran confinados al Río de la Plata; mientras que sobre la Plataforma Continental predominan las arenas, conformando dos importantes cuerpos separados por facies de mezcla asociadas a la presencia de un paleovalle fluvial que se extiende desde las proximidades de Punta del Este hacia la Plataforma Continental Brasileña.

Keywords: textural distribution; Río de la Plata; Continental Shelf.

ABSTRACT

Sand, silt, clay and textural distribution maps from Outer Río de la Plata and adjacent Continental Shelf (úll 200 m), based on more than 600 surface bottom sediment samples, are presented.

Fine grained sediments (silty clay, clayey silt and silt) are confined to Outer Río de la Plata, while sands covers almost the entire Continental Shelf forming two bodies separated by mixed facies associated to a fluvial paleovalley that extends from the vicinity of Punta del Este to the Brazilian Continental Shelf.

INTRODUCCION

Los objetivos del "Plan para la Evaluación de la Contaminación en el Río de la Plata" establecen la confección de un plano de distribución de sedimentos superficiales de fondo a efectos de apoyar los estudios dinámicos y seleccionar áreas potencialmente críticas por su capacidad de concentración de contaminantes.

En este trabajo, se considera la distribución de sedimentos superficiales de fondo en el Río de la Plata Exterior y Plataforma Continental adyacente (hasta los 200 m), como base para la caracterización sedimentológica y dinámica de las facies identificadas, que será objeto de estudios posteriores.

AREA DE ESTUDIO

El Río de la Plata, ubicado sobre la costa Este de Suramérica entre 34°00' y 36°10' de latitud Sur y los 55°00' y 58°10' de longitud Oeste, constituye el colector de la segunda cuenca hidrográfica del continente (3.170.000 Km²), formada por los ríos Uruguay y Paraná-Paraguay, con sus respectivos tributarios; emplazándose en la confluencia de dos grandes unidades geológicas: el escudo Uruguayo-Brasileño (rocas cristalinas) y la cuenca sedimentaria de la Pampa Argentina (más de 2000 m de sedimentos finos).

El área de estudio (Fig. 1) se encuentra comprendida entre la línea imaginaria Pta. San Gregorio-Magdalena, el límite lateral marítimo Uruguayo-Brasileño, el paralelo 36°30' Sur y la isóbata de 200 m (Río de la Plata Exterior y Plataforma Continental adyacente).

Se caracteriza por sus amplias variaciones batimétricas laterales (Fig. 2), reconociéndose cinco unidades morfológicas bien definidas:

- el Canal Intermedio, que se extiende paralelo a la costa argentina desde las proximidades de La Plata;
- la Bahía de Samborombón, que presenta las características de un gran rellano limitado al Norte por Pta. Piedras (Bco. Piedras) y al Sur por Pta. Rasa (Cbo. San Antonio);
- la Barra del Indio, que constituye una suave y amplia pendiente que se extiende con rumbo NE desde la costa argentina entre Pta. Indio y Pta. Piedras;
- la zona de los Bancos, que comprende el sector exterior donde se destacan los Bancos Inglés-Arquímedes y, más al Sur, Rouen;
- el Canal Oriental, que se extiende sobre la costa uruguaya con rumbo general E-W y profundidad creciente hacia el Este, desviándose en las proximidades de Punta del Este hacia el NE, tomando el nombre de "Pozos de Fango".

Por su parte, la Plataforma Continental puede ser subdividida en tres regiones (Jackson, 1978):

- interna, entre 0 y 40 m de profundidad y 90 a 120 Km de ancho, se caracteriza por su perfil cóncavo y la presencia de los Pozos de Fango;

- intermedia, entre 40 y 100 m, con 40 Km de ancho y perfil convexo;

- externa, entre 100 y 200 m, con 30 Km de largo y perfil convexo que se acentúa a los 140 m de profundidad.

MATERIALES Y METODOS.

Se consideraron más de 600 muestras de sedimentos superficiales de fondo (Fig. 3), obtenidas en cruceros realizados por el SOHMA desde 1979, INAPE desde 1982 y recopilación bibliográfica (Etchichury y Remiro, 1960; Urien y Mouzo, 1974; Martins y Ponzi, 1980; Parker et al., 1985), que fueron volcadas sobre planos escala 1/900.000 (SOHMA, 1983) a efectos de construir planos de distribución de arenas, limos y arcillas, así como de los grupos texturales clasificados según el diagrama triangular de Shepard (1954).

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Distribución de arenas.

En la figura 4 se observa que las arenas alcanzan concentraciones superiores al 75% sobre la desembocadura del Río de la Plata y Plataforma Continental, donde se desarrollan dos cuerpos arenosos de características mineralógicas contrastantes entre sí (Tabla 1).

El primer cuerpo, que se extiende sobre la desembocadura del Río de la Plata y plataforma media y externa se caracteriza por el predominio de las plagioclasas, fundamentalmente básicas, sobre el cuarzo; la presencia de vidrio, pastas volcánicas grumos caolínico y una asociación de minerales pesados típica de rocas básicas (Etchichury y Remiro, 1960). Su similitud con las arenas litorales de la Provincia de Buenos Aires (Teruggi et al., 1959, 1964; Bercowsky, 1969, 1978) permite asegurar que, al igual que ellas, provienen del material que constituye los terrenos cuaternarios (Pampeano) situados al W y SW (Teruggi et al., 1957) que, por la acción del viento y el transporte ácuo, marino y/o fluvial, se han distribuido en las inmediaciones del Río de la Plata como consecuencia de los cambios del nivel del mar ocurridos en el Cuaternario.

Por su parte, el que se desarrolla sobre la costa atlántica se caracteriza por el predominio del cuarzo sobre las plagioclasas, fundamentalmente ácidas, con notable reducción en los tenores de vidrio y pastas volcánicas, y una asociación de minerales pesados típica de rocas ígneas y metamórficas (Etchichury y Remiro, 1960, 1965). Su similitud con las arenas del litoral uruguayo (Etchichury y Remiro, 1971), sur-riograndense (Martins da Silva, 1976; Villwock, 1978; Villwock et al., 1979) y con los sedimentos superficiales de la Plataforma Continental Brasileña (Tomazelli, 1977, 1978, 1979) indica que su origen estaría relacionado al escudo Uruguayo-Brasileño y a los sedimentos cretácicos y cuaternarios que se desarrollan sobre él, siendo producto de la erosión costera y el retrabajamiento de la zona litoral.

Distribución de limos.

En la figura 5 se observa el amplio desarrollo del 50-75%, vinculado al lecho de los canales Oriental e Intermedio extendiéndose en forma de arco parabólico sobre la costa uruguayo, la Barra del Indio y la Bahía de Samborombón (profundidades entre 5 y 10 m); mientras que las concentraciones superiores al 75% se desarrollan al W y SW de Montevideo.

Distribución de arcillas

En la figura 6 se observa que éstas alcanzan su máximo desarrollo (50-75%) en:

- la costa argentina, con máximo desarrollo en Pta. Piedras y la Bahía de Samborombón).

- la costa uruguayo entre Pta. Tigre y Atlántida,

- el sector medio del Río, frente a Santa Lucía,

- en las cercanías de Punta del Este.

Estas concentraciones son atribuidas a:

- sedimentación por acción mecánica en las aguas tranquilas de la Bahía Samborombón (Urien, 1967);

- floculación por acción físico-química en la costa uruguayo (Parker et al., 1985) que alimenta una capa de máx. turbiedad (Nagy, 1983) cuyo núcleo se ubica entre las bocas de Pta. Yeguas y Pta. Espinillo, relacionado al movimiento de intrusión salina ubicable entre Pta. Tigre y Brava (Nagy, Anastasia y López Laborde, 1986; López Laborde y Anastasia, 1987).

- afloramientos de arcillas transgresivas del Holoceno superior (Parker et al., 1985, 1986). La relativa compactación de las concentraciones ubicadas en las proximidades de Punta del Este indicaría su carácter relicto.

Distribución de grupos texturales

En la figura 7 se observa que los sedimentos finos dominan en el Río de la Plata Exterior, salvo en su desembocadura; en ésta y sobre la Plataforma Continental dominan las arenas.

En el Río de la Plata se destacan:

- arcillas limosas, sobre la costa argentina y con máximo desarrollo en Pta. Piedras y Bahía de Samborombón; sobre la costa uruguayo entre Pta. Tigre y Atlántida; en el sector medio frente a Santa Lucía y en las proximidades de Punta del Este

- limos arcillosos, se extienden desde el lecho de los canales Oriental e Intermedio, en forma de arco parabólico sobre la costa uruguayo, la Barra del Indio y la Bahía de Samborombón.

- limos, al SE. del Bco. Grande de Ortíz y al SE de Montevideo (inmediaciones del Canal de Acceso al Puerto)

- arenas arcillosas, en las proximidades de la costa uruguayo entre Atlántida y Piriápolis.

- facies de mezcla, limos arenosos y limos, en el sector oriental de la Barra del Indio.

En la Plataforma Continental se destaca la presencia de dos cuerpos arenosos, uno sobre la costa atlántica y otro sobre la desembocadura del Río de la Plata y Plataforma media y externa. Este último presenta concentraciones locales de biógenos (conchillas) que son consideradas por Urien (1967) como relictos de aguas someras (antiguas líneas de costa); en las proximidades de la Bahía de Samborombón, evoluciona a arenas limosas evidenciando la progradación de los sedimentos placentenses sobre aquellas.

Dichos cuerpos arenosos se encuentran separados por facies de mezcla, asociadas al paleovalle fluvial que se extiende desde las proximidades de Punta del Este hacia la Plataforma Brasileña. En la composición de estas facies participan las arenas relictas, a quienes se sobreponen; ello y el truncamiento de los estratos que conforman el lecho del Río indican que no participan de la dinámica sedimentaria actual (Parker et. al., 1985) evidenciando el escaso o esporádico aporte de sedimentos del Río de la Plata a la Plataforma Continental.

CONCLUSIONES

- Las arenas predominan sobre la desembocadura del Río de la Plata y Plataforma Continental adyacente, y los sedimentos finos (limos arcillosos, arcillas limosas y limos) en el Río de la Plata, siendo su distribución concordante con los esquemas circulatorios propuestos hasta el presente.

- Si bien todos los sedimentos son superficiales, existen áreas de afloramiento de sedimentos relictos que alteran el proceso de sedimentación actual.

- La sedimentación se produce principalmente en tres áreas:

- a) Bahía de Samborombón (acción mecánica).
- b) zona media del Río de la Plata frente a Santa Lucía (acción físico-química).
- c) costa uruguaya entre Pta. Tigre y Atlántida (acción físico-química y mecánica).

BIBLIOGRAFIA

- Bercowsky, F. 1969. Estudio sedimentológico de las arenas actuales de la costa del Río de la Plata entre Buenos Aires y San Clemente del Tuyú. UBA, Fac. Cien. Exac. y Nat., Tesis.
- 1978. Variaciones mineralógicas en sedimentos del Río de la Plata. VII Congr. Geol. Arg., Actas 11:649-658.
- Etchichury, M.C. y Remiro, J.R. 1960. Muestras de fondo de la Plataforma Continental comprendida entre los paralelos 34°00' y 36°30' de latitud Sur y los meridianos 53°10' y 56°30' de longitud Oeste. Rev. Mus. Arg. Cien. Nat. "Bernardino Rivadavia" 6(4):197-268.
- 1965. Algunos sedimentos litorales y de la plataforma continental entre Cabo Polonio (Uruguay) y Cabo Santo Tomé (Brasil). Acta Geol. Lilloana 7:155-161.
- 1971. Las arenas de la República Oriental del Uruguay en el tramo com-

- prendido entre Nueva Plamira y la Barra del Chuy. Rev. Mus. Arg. Cien. Nat. "Bernardino Rivadavia" 7(2):153-195.
- Jackson, J.M. 1978. Geomorphologie du Plateau Continental Uruguayen. En: Etude de la zone cotiere de l' Est de l' Uruguay en vue d' un etablissement portuaire. Univ. Bretagne Occidental, These:169-189.
- López Laborde, J. 1986. Mineralogía de arenas litorales, del Río de la Plata Exterior y la Plataforma Continental contigua. (Recopilación de antecedentes) SOHMA, Div. Geología Marina-Dpto. Oceanografía. Inf. Téc. inédito.
- Martins, I.R. y Ponzi, V.R.A. 1980. Aspectos texturais e mineralógicos da Plataforma Continental Brasileira. Notas Técnicas, CECO-UFRGS 2:33-151.
- Martins da Silva, M.A. 1976. Mineralogía das areias da praia entre Río Grande e o Chuí. UFRGS, Inst. de Geociencias, Tesis.
- Nagy, G.J. 1983. Caracterización de los procesos hidrológicos del Río de la Plata. Univ. de la República, Fac. de Hum. y Ciencias, Tesis, inédita.
- ; Anastasía, L.H. y López Laborde, J. 1986. Zonación ambiental del Río de la Plata I. Salinidad y turbiedad óptica. En: Seminario sobre Procesos Físicos y Biológicos del Medio Costero y Estuarino Templado de Latinoamérica, UNESCO-ROSTLAC, en prensa.
- ; López Laborde, J. y Anastasía, L.H. 1987. Caracterización de ambientes en el Río de la Plata Exterior. En este número.
- Parker, G.; Marcolini, S.; Cavallotto, J.L.; López, M.C.; Ghiorzo, D.; De León, A.; Mazo, M.T.; Ayup, R. y López Laborde, J. 1985. Distribución de sedimentos en la superficie del fondo. En: SHIN-SOHMA, Div. Geología Marina, "Estudio para la Evaluación de la Contaminación en el Río de la Plata.", Inf. Téc. No. 3, Tarea 1.2.
- ; Cavallotto, J.L.; Marcolini, S. y Violante, R.A. 1986. Los registros ecoicos en la diferenciación de sedimentos subacuáticos actuales (Río de la Plata). 1ra. Reunión Arg. de Sedimentología, Res.:42-44.
- Shepard, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. Jour. Sed. Petrol., 24(3):151-158.
- SOHMA. 1983. Carta No. 1. Accesos al Río de la Plata. Escala 1/900.000.
- Teruggi, M.E.; Etchichury, M.C. y Remiro, J.R. 1957. Estudio sedimentológico de los terrenos de las barrancas entre Mar del Plata y Miramar. Rev. Mus. Arg. Cien. Nat. "Bernardino Rivadavia". 4(2):167-250.
- ; Chaar, E.; Remiro, J.R. y Limousin, T.A. 1959. Las arenas de la costa de la Provincia de Buenos Aires entre Cabo San Antonio y Bahía Blanca. LEMIT, 2(77).
- ; Etchichury, M.C. y Remiro, J.R. 1964. Las arenas de la costa de la Provincia de Buenos Aires entre Bahía Blanca y Río Negro. LEMIT 2(81).
- Tomazelli, J.L. 1977. Minerais pesados na plataforma continental de Río Grande do Sul. UFRGS, Inst. de

Geociencias, Tesis.

- 1978. Minerais pesados na plataforma continental do Rio Grande do Sul. Acta Geol. Leopoldennia 3(2):103-159.
- 1979. Origin and dispersal patterns of the Rio Grande do Sul Continental Shelf sediments. En: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación en la Plataforma Continental del Atlántico Sur, UNESCO-ROSTLAC: 31-42.
- Urien, C.M. 1967. Los sedimentos modernos del Río de la Plata Exterior. Bol. SHIN 4(2):113-213.
- y Mouzo, F. 1974. Aspectos granulométricos y físicos de los sedimentos superficiales Plataforma Continental entre Cabo Polonio del Plata. Bol. SHIN, H.-653, 42 p.
- Villwock, J.A. 1978. Areas fontes das areias negras costa do Rio Grande do Sul. XXX Congr. de Geol., Res.: 177.
- ; Loss, E.L.; Dehnhardt, E.A.; Tomazelli y Hofmeister, T. 1979. Concentración de arenas negras a lo largo de la costa de Rio Grande do Sul. En : Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación Plataforma Continental del Atlántico UNESCO-ROSTLAC :414-422.

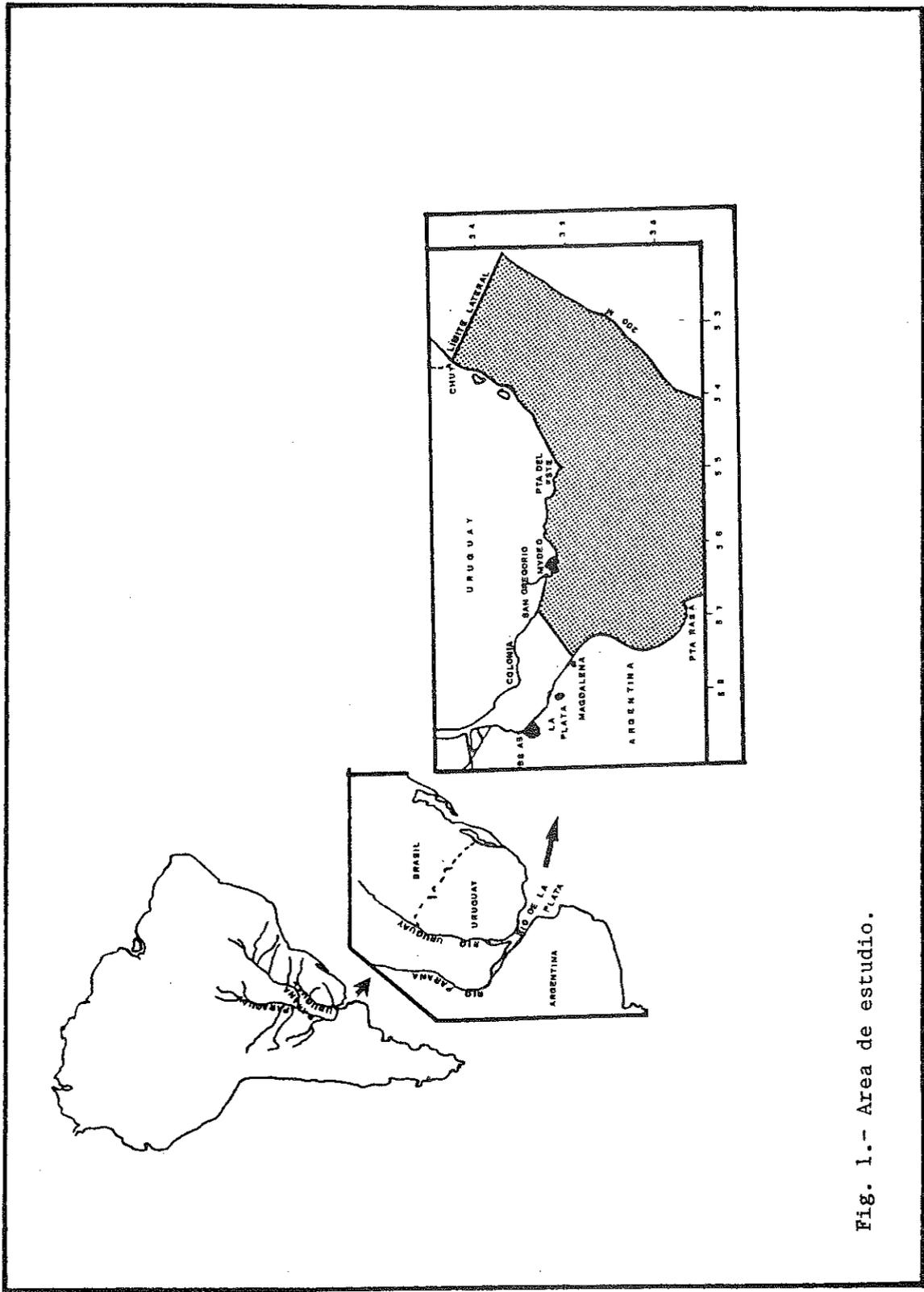


Fig. 1.- Area de estudio.

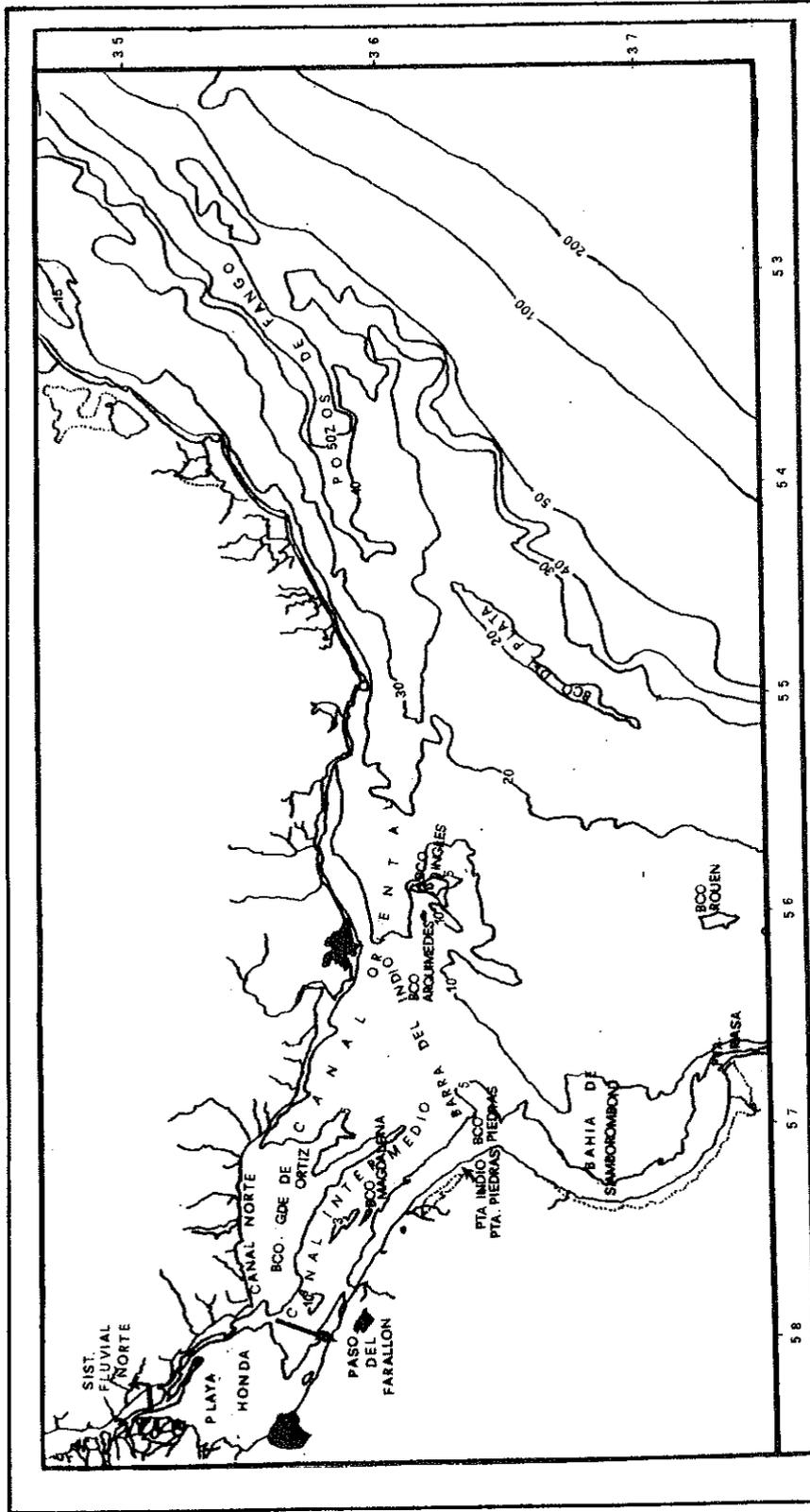


Fig. 2.- Batimetría del Río de la Plata y Plataforma Continental. (Base cartográfica: Carta de accesos al Río de la Plata; SOHMA, 1983).

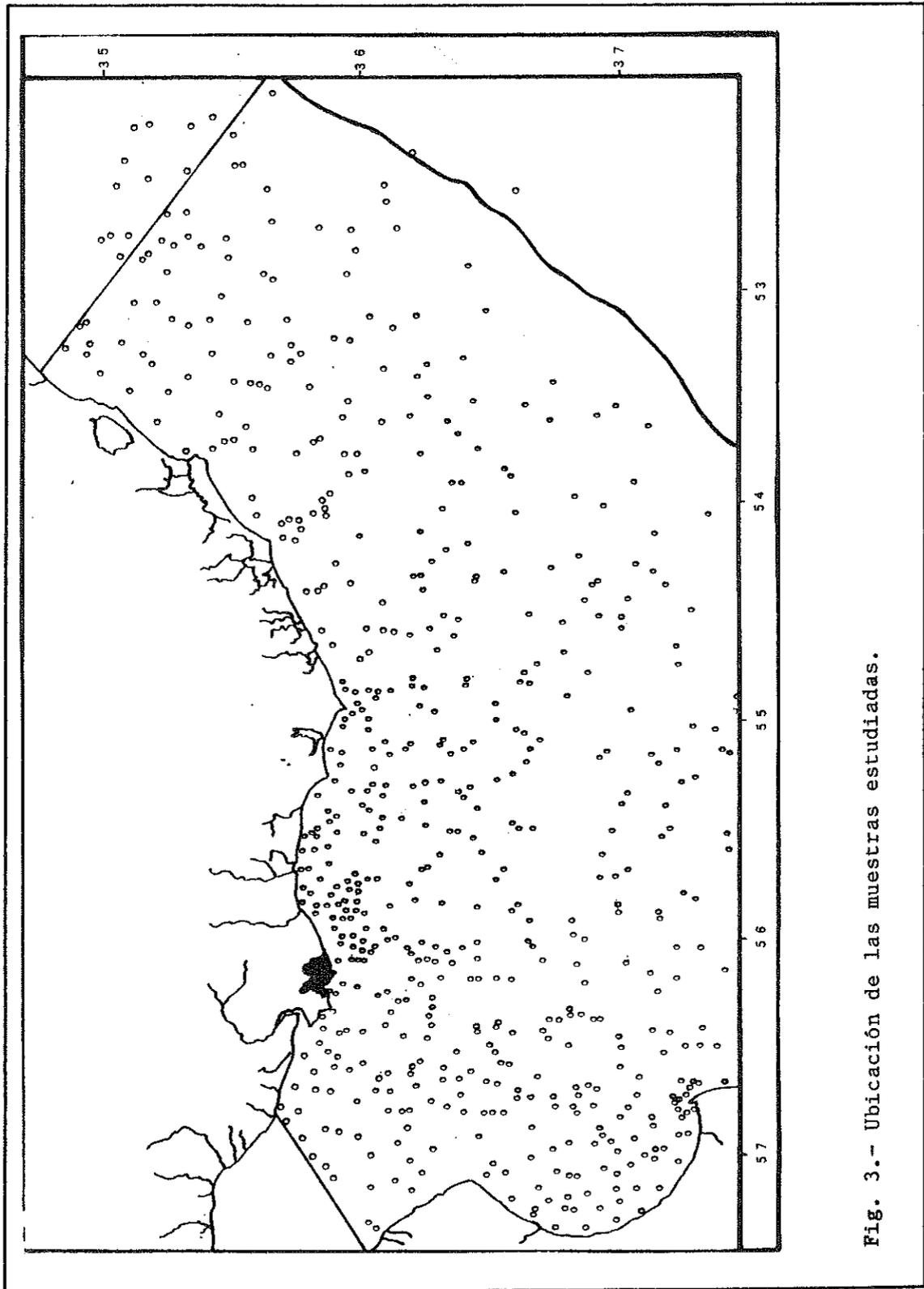


Fig. 3.- Ubicación de las muestras estudiadas.

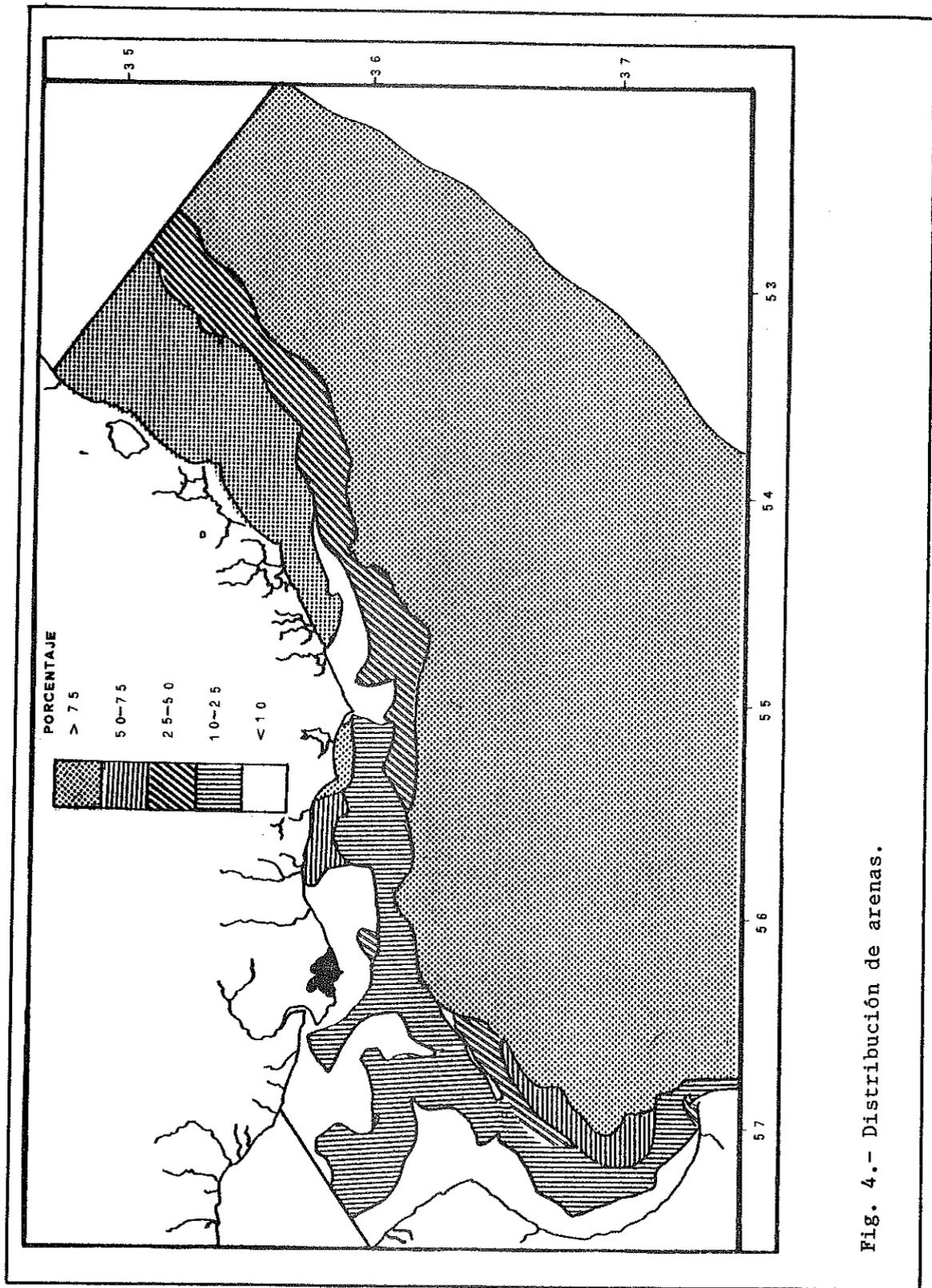


Fig. 4.- Distribución de arenas.

Tabla I.-

Características mineralógicas de los mantos arenosos del Río de la Plata-Plataforma Continental y Costa Atlántica. (Basado en Etchichurry y Remiro, 1960; Tomado de López Laborde, 1986).

	AR. de PLATAFORMA*			ARENAS COSTERAS **		
	A)	B)	C)	A)	B)	C)
LIVIANOS						
Cuarzo	29	100	16 a 55	65	100	43 a 85
Plag. Básica	17	100	10 a 49	10	100	2 a 15
Ácida	10	100	3 a 22	6	100	4 a 10
Ortoclasa	8	100	4 a 14	5	100	2 a 8
Feld. Microclino	--	29	0 a 1	--	43	0 a 12
Sanidina	--	--	0 a 1	--	--	--
Vidrio Volcánico	4	59	0 a 16	--	43	1 a 4
Pastas Volcánicas	10	100	3 a 18	5	100	1 a 12
Carbonatos	--	37	0 a 4	--	28	0 a 3
Grumos alterados	12	100	3 a 25	6	100	2 a 10
PESADOS						
Augita	31	100	7 a 58	15	86	4 a 24
Pirox. Hipersteno	16	100	6 a 27	11	86	6 a 30
Enstatita	--	26	0 a 5	2	71	0 a 3
Anf. Hornblenda Ver.	4	93	0 a 10	3	100	1 a 5
Cast.	5	93	0 a 11	10	86	0 a 17
Lamprobolita	2	52	0 a 3	1	57	0 a 2
Granate	3	96	0 a 8	11	86	1 a 30
Epidoto	12	100	3 a 19	9	100	6 a 22
Zoisita	2	89	0 a 7	--	43	0 a 3
Zircón	--	30	0 a 1	2	57	0 a 4
Turmalina	1	52	0 a 2	3	57	0 a 5
Cianita	--	7	--	4	71	0 a 6
Olivina	--	--	--	--	--	--
Rutilo	--	--	--	--	28	--
Monacita	--	4	--	--	14	--
Apatito	--	18	--	--	--	--
Biotita	--	7	--	--	14	--
Muscovita	--	7	--	--	14	--
Estauroлита	--	4	--	4	57	0 a 8
Titanita	--	--	--	--	--	--
Clorita	--	--	--	--	--	--
Pastas Volcánicas	5	88	1 a 15	--	43	0 a 5
Carbonatos	--	37	0 a 17	4	57	0 a 10
Magnetita	13	100	6 a 23	27	100	5 a 24
Hematita	X	7	--	X	--	--
Ilmenita	--	--	--	--	29	0 a 4
Pirita	--	--	--	--	--	--
% Pesados	3.19		0.28 a 6.0	1.57		0.4 a 2.52

Referencias : a) valor promedio

b) % de frec. mayor al 1%

c) rango de variación

X presente en más del 50% de las muestras en tenores menores al 1%

Número de muestras: * - 27

** - 7

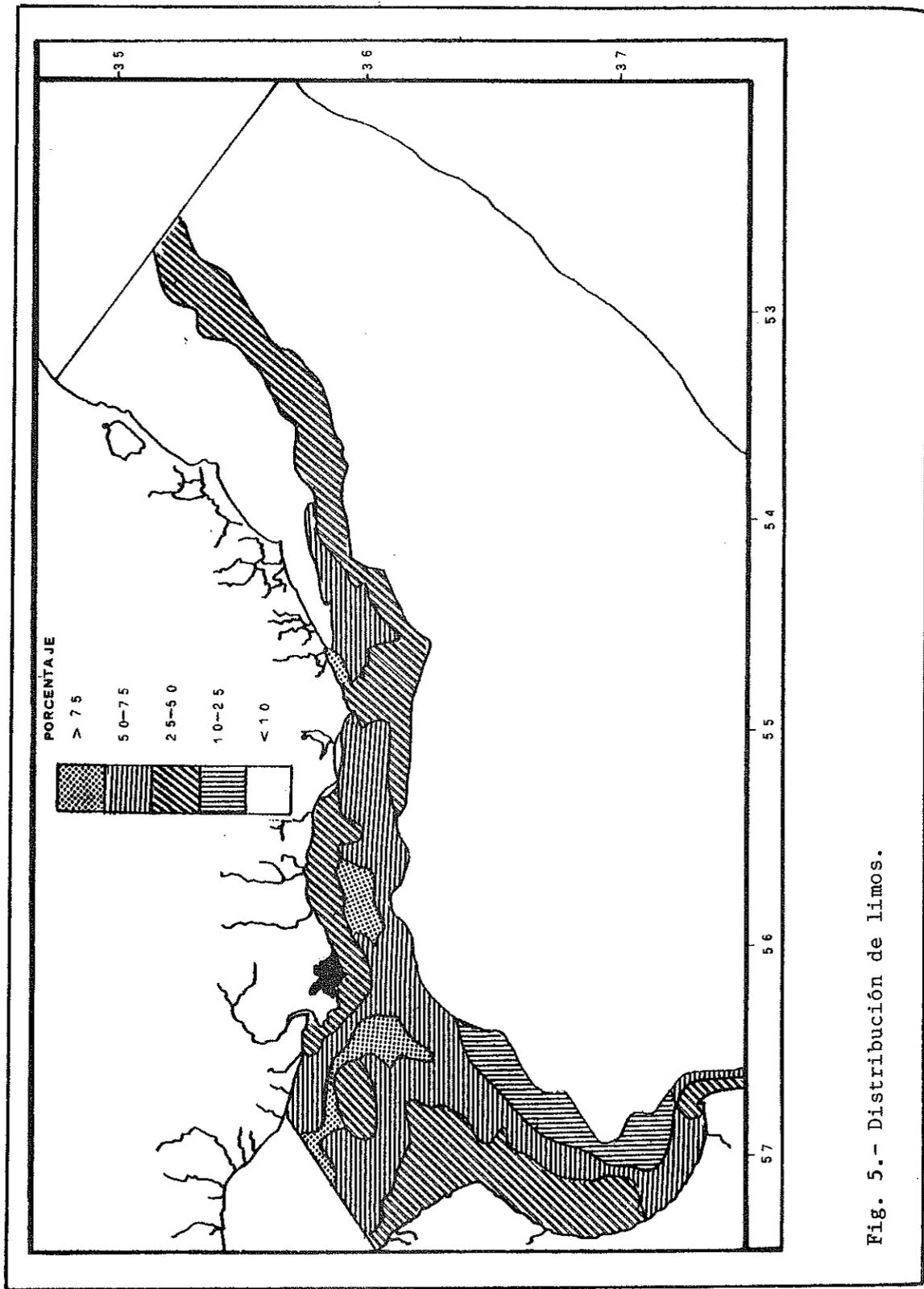


Fig. 5.- Distribución de limos.

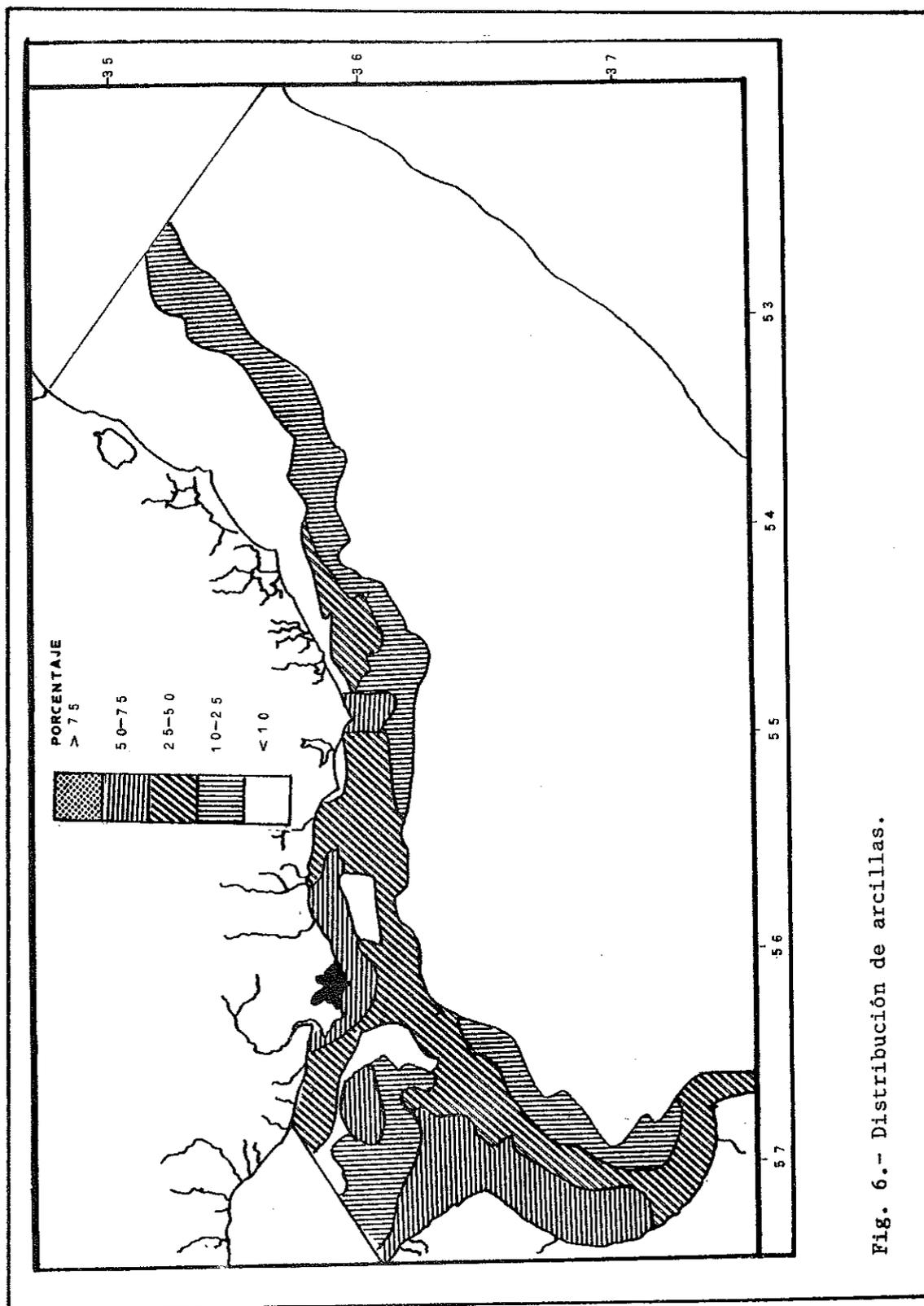


Fig. 6.- Distribución de arcillas.

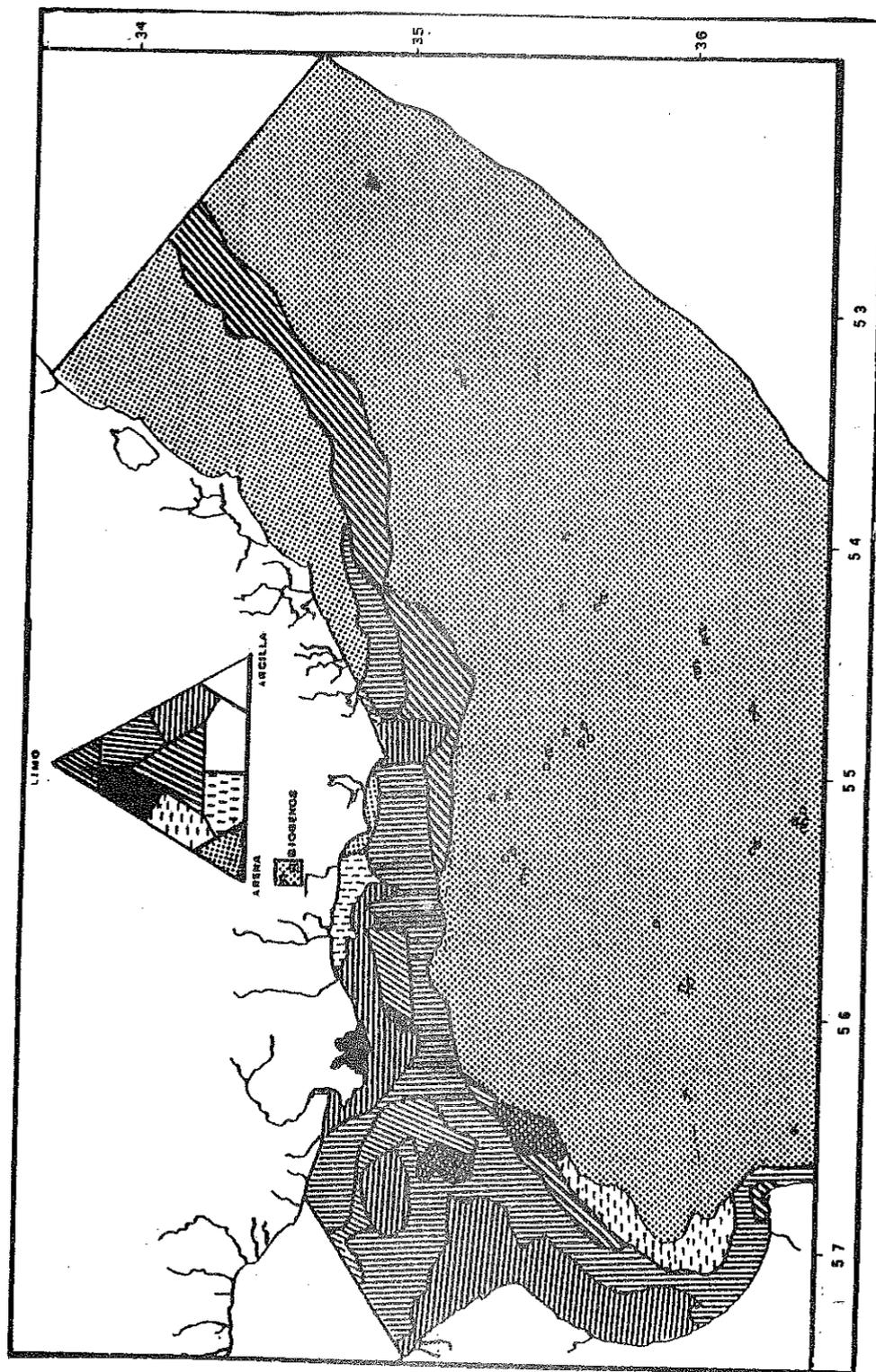


Fig. 7.- Distribución de sedimentos superficiales de fondo. (Clasificados según diagrama triangular de Shepard, 1954).

CARACTERIZACION DE AMBIENTES DEL RIO DE LA PLATA EXTERIOR (SALINIDAD Y TURBIEDAD)

G.J. Nagy¹; J. López Laborde² y L.H. Anastasia³.

- 1 División Oceanografía Química.
- 2 División Geología Marina.
- 3 Div. Oceanografía Física (colaborador temporal).
S.O.H.M.A. Capurro 980
Casilla de Correo 1051. Montevideo. Uruguay.

Palabras clave: Río de la Plata; salinidad; turbiedad; análisis estadístico; ambientes.

Resumen.

Se discute una clasificación de ambientes del Río de la Plata Exterior basada en las variables de mayor importancia en el sistema: salinidad y turbiedad (UNT). Se emplea el análisis estadístico a efectos de asociar la distribución espacial y temporal (1981-85) de cada variable.

Esta clasificación es comparada con la batimetría, distribución de sedimentos de fondo e imágenes satélite. Se analizan algunos factores que determinan la distribución de la salinidad y la turbiedad, así como algunas consecuencias ecológicas, biogeoquímicas y sedimentarias de los patrones regionales.

Keywords: Río de la Plata; salinity; turbidity; statistical analysis; environments.

Abstract.

An environmental classification of the outer Río de la Plata, based upon the variables of greatest importance in it: salinity and turbidity (NTU) is discussed. Statistical analysis is employed in order to associate the spatial and temporal variation (1981-85) of each variable.

This classification is compared with bathymetry, surface bottom sediments distribution and Landsat images. Some factors affecting salinity and turbidity distributions are also discussed, as well as some ecological, biogeochemical and sedimentary implications of the regional patterns.

INTRODUCCION

De la información satelitaria del Río de la Plata (Gagliardini et al., 1983; Karszenbaun et al., 1983; Jackson, 1984), se deduce la existencia de tres regiones diferentes, en sentido W-E, definidas por su reflectancia como turbia, semiturbia y clara, concordando con la distribución del material en suspensión y su relación con la salinidad (Ottmann y Urien, 1966; Urien, 1967, 1972; Nagy 1983b).

De la aplicación de técnicas estadísticas que analizan la discontinuidad, homogeneidad y contraste espacial y temporal de la salinidad y la turbiedad, Nagy, Anastasia y López Laborde (1986) y López Laborde y Nagy (1986), discriminan tres grandes ambientes y subambientes, los que se desplazan en sentido NW-SE en función de la descarga, pudiendo ser transitoriamente alterados por vientos fuertes que mezclan la columna de agua y resuspenden sedimentos de fondo.

En este trabajo se profundiza la discusión de algunos procesos determinantes de la zonación ambiental propiamente, así como de algunos aspectos ecológicos, biogeoquímicos y sedimentarios de los diferentes ambientes.

AREA DE ESTUDIO

Situación Geográfica

El Río de la Plata se ubica en la costa Este de Sur-

mérica (fig. 1) entre 34°00'—36°10' S y 55°00'—58°10' W, con una superficie de 38.800 km², 200 km. de longitud y sección creciente hacia el SW (32 km entre Colonia—La Plata; 100 km entre Montevideo—Pta. Piedras y 230 entre Pta. del Este—Cbo. San Antonio).

El sistema constituye el colector de la segunda cuenca hidrográfica del continente (3.170.000 km²), formada por los ríos Uruguay y Paraná—Paraguay, cuyo caudal promedio oscila en 22.500 m³.s⁻¹ (Tossini, 1959; OEA, 1971). Las fluctuaciones en torno a este valor se deben principalmente a las variaciones estacionales de las precipitaciones que, si bien no puede cambiar el sentido de las corrientes de descarga, las regula. Otro factor es el régimen de descarga de la represas hidroeléctricas que, en el caso de Salto Grande, sobre el río Uruguay, llega a superar momentáneamente los máximos naturales.

2- **Batimetría y Sedimentología.** Ottmann y Urien (1966) subdividieron al Río de la Plata en tres regiones geográficas (fig. 1), que se corresponden con otros tantos fenómenos geológicos y geomorfológicos. (fig. 2 y 3).

- Región interna o superior. Al W de la línea Colonia—Bs.As.; corresponde el delta fluvial, donde se depositan los sedimentos más gruesos (arenas, arenas limosas, limos arenosos y limos) y se caracteriza por la presencia del delta del Paraná, con una plataforma muy llana (Playa Honda) y el Sistema Fluvial Norte integrado por una serie de canales que se extienden desde el nacimiento del Río hasta Colonia., donde se subdivide en una rama principal (Paso

del Farallón), que atraviesa el Río en dirección a La Plata y otra secundaria (Canal Norte), que continúa a lo largo de la costa uruguaya hasta las proximidades de Cufre.

- Región intermedia. Entre las líneas Colonia—Bs.As. y Montevideo—Pta. Piedras; es el dominio de los sedimentos finos (limos, limos arcillosos, arcillas limosas), a donde se produce el transporte de los sedimentos en suspensión, regulado por los efectos de la marea, vientos y penetración del agua marina. El rasgo característico es el Gran Banco de Ortiz, con profundidades próximas a los 3 m en las zonas más profundas, así como el Canal Norte y el Canal Intermedio, que se continúa paralelo a la costa argentina, concentrando la mayor parte de la descarga fluvial.

- Región exterior. Al Este de la Línea Montevideo—Pta. Piedras y hasta el límite legar del Río (Pta. del Este—Cbo. San Antonio). Se caracteriza por un arco de sedimentos pelíticos (limos, limos arcillosos, arcillas limosas y facies de mezcla) limitando un importante cuerpo arenoso que se extiende sobre la desembocadura del Río y la plataforma media y externa. El flujo principal sigue el Canal Oriental que, incrementando su profundidad hacia el Este, se desarrolla entre la costa uruguaya y los Bcos. Inglés y Arquímedes. También son elementos típicos la Bahía de Samborombón, que constituye una gran rellano limitado al Norte por Pta. Piedras (Bco. Piedras) y al Sur por Pta. Rasa (Cbo. San Antonio), así como una serie de islotes rocosos que se desarrollan paralelos a la costa uruguaya constituyendo la prolongación del basamento cristalino en el río.

Mareas y Corrientes. La escasa profundidad del río no permite la generación de ondas de marea propias en su interior, por lo que toda alteración del nivel de sus aguas es debida a la acción oceánica, influida por las perturbaciones atmosféricas (Balay, 1961).

Esta onda de marea, semidiurna con desigualdades diurnas y asimétrica (amplitud: 1 m en la costa Sur y 0.35 m en la Norte), constituye un fenómeno más complejo que la marea misma, pues se oponen a su desarrollo, además de la descarga fluvial, la acción combinada de la fricción, la pendiente y la forma del río.

Las corrientes que se manifiestan en el Río de la Plata son el resultado de las asociadas a las ondas de marea y las propias de todo río que desemboca al mar, registrándose simultáneamente corrientes en todas las direcciones, con intensidades variables, pues en el área del Río de la Plata se observan, al mismo tiempo, distintos estados de marea, ya que ésta demora 12 h en recorrerla, dando origen a que su superficie presente el aspecto de un plano ondulado con perfil similar al desarrollo completo de una onda común (Balay, 1961).

Los vientos, cualquiera sea su dirección, ejercen particular influencia sobre el nivel de las aguas y dirección de las corrientes, siendo de mayor incidencia el efecto de los vientos marítimos. Las máximas acciones corresponden a vientos del Norte (WSW—NNE), para las bajantes, y SSE (ENE—SSW) para las crecientes. Los efectos mínimos corresponden a las direcciones SW y ENE respectivamente (Balay, op.cit., SHIN, 1985).

MATERIALES Y METODOS

Muestreo, Instrumental y análisis

Se efectuaron 14 cruceros con un máximo de 17 esta-

ciones en cada uno (Tabla 1, fig.4), a bordo de buques de la Armada Nacional, determinándose parámetros hidrológicos estandar en toda la columna de agua.

La colecta se efectuó con botellas Niskin y Van Dorn de 3 l. Las mediciones de salinidad y turbiedad fueron efectuadas inmediatamente a bordo (1-5'), utilizándose un salinómetro de inducción Beckman RS7-C y un turbidímetro Hach 2100 -A calibrado con patrones en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT), provisto por el fabricante.

En horas apropiadas se midió la transparencia por el disco de Secchi y, en algunos cruceros, peso sestónico total, de acuerdo a Strickland & Parsons (1972).

Dado su mayor número, las mediciones ópticas de turbiedad fueron utilizadas a efectos del objetivo propuesto. Esta técnica de estimación del material en suspensión es rápida, permitiendo un muestreo más intensivo que el método gravimétrico (Gibbs, 1974).

La nefelometría es función de la concentración, tamaño y forma e índices ópticos de la partículas (Aminot, 1983), por lo que constituye una medida semicuantitativa más eficaz en presencia de una distribución homogénea de partículas (Pak et al., 1971). La principal fuente de variación en la respuesta está dada por la resuspensión y mezcla de partículas de tamaño diferente, pero constituye una herramienta valiosa, consistente con los procesos sedimentarios (Eaton et al., 1981). Diversos autores han obtenido buenas comparaciones entre la nefelometría y la gravimetría, por ej., Eaton et al. (op.cit.); Lucotte et D'Angleja (1986). En nuestro caso, el sestón y la turbiedad presentan una asociación razonablemente buena.

El instrumento utilizado es de amplia difusión y repetibilidad, de acuerdo a las recomendaciones APHA (Mc Gill, 1974), alcanzando un 2-3 % de error, con una precisión de 12-15 % a 40 UNT y 21-26 % a 3 UNT (Aminot, op.cit.). Las mediciones fueron ejecutadas según las recomendaciones de la APHA (1980) y Aminot (op.cit.).

Procesamiento de la Información. Los métodos estadísticos empleados fueron elegidos teniendo en cuenta la variabilidad espacio-temporal de la información, permitiendo realizar un diagnóstico con un margen de error conocido ($d = 0.05$).

- prueba t de Student, para detectar la existencia de diferencias significativas entre estaciones y grupos de estaciones (Dixon & Massey, 1957).

- coeficiente de similitud proporcional ($\cos \theta$), para medir la similitud entre estaciones considerando las variables simultáneamente (Kaifa et al., 1983; Merodio, 1985).

- prueba de Student, Neumann y Keuls (SNK), para detectar heterogeneidad entre las estaciones (Sokal & Rohlf, 1972; Dixon & Massey, op.cit.).

- Análisis de varianza de dos vías. (AV-2), para detectar grupos de estaciones homogéneas en el tiempo y espacio (Dixon & Massey, op.cit.; Merodio, op.cit.).

DISCUSION DE RESULTADOS.

Previo a considerar la zonación ambiental, discutiremos algunos de los procesos que rigen la distribución espacio-temporal de la salinidad y turbiedad, considerando a las consecuencias ambientales en la región exterior

SALINIDAD.

Aspectos ambientales. El Río de la Plata tiene un régimen hidráulico dominado por la descarga fluvial, con mezcla parcial efectiva hasta los 10—13 m, y gran heterogeneidad y variación espacio—temporal en la distribución de isohalinas y estructura salina. Sus características más relevantes, en condiciones normales de descarga (16 a $25 \times 10^3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), son: gran variación espacial y temporal de la salinidad (0-33/35‰); límite de intrusión salina móvil en función de la descarga, circulación convectiva dominante; coexistencia o alternancia de diferentes patrones de estratificación; media salina superficial de 14.07‰ (moda principal 12-15‰) y profunda de 21.07‰ (moda principal 18-25‰).

La variación longitudinal de salinidad en la costa uruguaya se asocia temporalmente, a largo plazo, con la descarga, mientras que localmente y a corto plazo, depende de los vientos y mareas (Poplawski, 1983). El rango salino 0-33‰ se manifiesta desde Pta. Brava hasta casi Piriápolis, con aumento de la salinidad media y disminución de la variabilidad en función lineal de la distancia. Según Moresco y Melgar (1983) los promedios salinos costeros varían entre 8 y 22‰ con máximos a fines de otoño y principios del invierno y mínimos en enero y febrero (fig. 5). Las estaciones cercanas a la costa uruguaya (32, 26, 27, 15) presentan similar comportamiento, siendo destacable la distribución salina bimodal en la estación 27 (fig. 6), reflejo de la alternancia en el predominio de la descarga y el ingreso marino. Este patrón de distribución longitudinal es extendible a toda la región, con menor salinidad promedio a igual sección, hacia la costa argentina (figs. 7 y 8).

La variación salina superficial es una amplificación del ciclo de descarga, debido al confinamiento de gran parte del agua dulce en los 3 a 10 m superficiales (Nagy, 1983b).

Diversos autores han analizado la influencia del viento sobre la salinidad superficial y la marea (De Buen, 1950; Balay, 1961; Ottmann y Urien, 1965; Poplawski, 1983), destacando el apilamiento del agua dulce (crecida) y el corrimiento del agua salada en contra de la descarga cuando soplan vientos del cuadrante SE, así como su corrimiento en favor de la descarga cuando soplan del NW. El estrés superficial del viento genera un acercamiento o desfase espacial entre las isohalinas de superficie y fondo, pudiendo determinar una circulación en tres capas y la presencia de una capa superficial salobre en la región intermedia, de corta duración hasta la compensación de densidad.

El límite móvil de intrusión salina se ubica entre las secciones de Pte. Tigre y Pta. Brava, con mínimas y máximas descargas. Estas secciones no son estrictamente transversales, presentando un ligero corrimiento hacia el SE sobre la costa argentina. La extensión del ingreso salino es producto de la oposición de la descarga a la intrusión convectiva, con un importante "vaivén" debido a la marea salina; según comprobamos en el Pontón de Recalada, la salinidad de fondo puede variar hasta 10‰ o más, con las oscilaciones de la marea (fig. 9). En períodos de descarga media (la mayor parte del año), el límite de intrusión se ubica entre Pta. Yeguas y Pta. Espinillo.

El régimen circulatorio es convectivo, con una doble capa apreciable, sin vientos fuertes, a partir de los 6 m de profundidad, aunque la mezcla mareal y la difusión turbulenta incorporen sales a la superficie. A profundidades superiores a 12-15 m la mezcla vertical es menos efectiva y, salvo vientos fuertes, la capa profunda tiene mínima incorporación de agua dulce, predominando el transporte

advectivo horizontal. Este patrón es notorio en la zona media y en la costa uruguaya; según Nagy (1983b), en el Canal Oriental el régimen de descarga e intrusión genera dos capas netas, con una entrecapa turbulenta de espesor variable y una o dos haloclinas, de descarga e intrusión (fig. 10). Con vientos moderados sólo se aprecia una haloclina profunda, índice de la mezcla turbulenta efectiva; según François (1981) hay una moderada asociación positiva entre la intensidad del viento y la profundidad de la haloclina (fig. 11), no siempre apreciable.

La geometría y la topografía son preponderantes en la estructura salina; es particularmente importante el aumento de sección y profundidad en el perfil Montevideo—Pta. Piedras. Según Pritchard (1955), un aumento de sección a caudal constante genera mayor mezcla mareal, pero, a su vez, un aumento de profundidad limita la mezcla mareal efectiva, favoreciendo la estratificación. Hemos registrado estratificaciones muy marcadas, de más de 20‰ (fig. 13), en estaciones con más de 12 m, con agua de fondo no diluida; estos eventos no son muy frecuentes y duran poco, asociados a altas descargas.

La hidrodinámica local varía en función de la profundidad y la amplitud mareal; en Samborombón, el choque entre la marea creciente y la descarga genera gran fricción y mezcla, reduciendo la estratificación (fig. 13). Por otra parte, la fuerza de Coriolis debería favorecer el ingreso de aguas densas por la costa Sur, pero, su escasa profundidad y particular dinámica dificultan la intrusión neta, la que se registra a partir de la estación 11, de 17 m, (fig. 14), generándose una circulación en doble capa similar a la del Canal Oriental y zona medio—externa.

La descarga del Río de la Plata se manifiesta con rumbo predominante NNE, tanto por su circulación, como por la acción de Coriolis y de los vientos del cuadrante Sur; diversos autores han reportado este patrón en las aguas oceánicas adyacentes (Lusquinos y Valdez, 1971; Hubold, 1980). En la costa oceánica (La Paloma) hemos registrado salinidades superficiales de 4 a 10‰, que reflejan la canalización de la descarga por la costa uruguaya.

La estratificación es muy heterogénea, existiendo diferentes patrones espacio—temporales (François, 1982; Nagy, 1983b; Ayup, 1986). El caudal, las diferencias de amplitud mareal y los vientos, determinan esta heterogeneidad; las secciones y la batimetría inciden en los patrones a largo plazo. Hemos registrado tanto homogeneidad vertical como estratificaciones muy marcadas, incluso simultáneamente; François (1981) destaca un predominio de un tipo intermedio entre ligera y altamente estratificado, B-C, de acuerdo al criterio de Pickard (1975). Según Nagy (1983b), no se registra el tipo de cuña salina; las relaciones geomorfológicas e hidráulicas básicas no son apropiadas para el desarrollo de este tipo.

La salinidad media de fondo y el gradiente vertical medio son 21.07‰ y 7.7‰ (2 a 12‰) respectivamente; ambos se asocian significativamente a la profundidad, linealmente en el rango 6 a 17 m, modelados por la descarga, la mezcla mareal y los vientos, influencia que decrece con el aumento de profundidad (fig. 15).

La aplicación del diagrama de Hansen & Rattray (1966) es dificultosa en el Plata, pero sus conceptos son útiles para explicar algunas consecuencias ambientales de la estructura salina. A partir de la simulación de los parámetros de estratificación y convectivos (U_s/U_f), sobre la base de información obtenida puntualmente en diferentes cruceros (no se cubrió el ciclo mareal completo), estimamos el predominio del tipo 2B en las tres secciones básicas; la posi-

bilidad de que se registren muy elevados valores del coeficiente de estratificación, induce a pensar que en las secciones más externas se pueda producir un intermedio de los tipos eB/3B y quizás 3B, en particular en el Canal Oriental, si lo consideramos como un subsistema semiaislado. Estos casos de estratificación extraordinaria serían de breve duración. (fig. 16). Esta evolución a estructuras con predominio advectivo horizontal, llegando incluso al semiestancamiento (poca renovación), es determinante del comportamiento de algunas variables por debajo de la haloclina.

Diversas variables químicas conservativas, casi—conservativas y variables temporalmente (SiO_2 ; NO_3 ; pH y alcalinidad) se distribuyen, sobre la haloclina, según la dilución; algunas de ellas, muy dependientes de la oxidación de la materia orgánica y el balance difusión—advección (NO_3 ; NH_4^+ ; PO_4^{3-} ; pH y % de saturación de O_2), varían en las aguas profundas en función de la permanencia prolongada de una haloclina marcada, que dificulta la difusión vertical de gases y sales (François y Riso, 1982; Nagy, 1983a y b; Nagy y Perdomo, 1983). Los crueros procesados mediante ordenamiento en espacio reducido, por análisis en componentes principales, indican a los ejes I y II como correspondientes a la dilución global y la estratificación salina.

La discontinuidad salina vertical se hace crítica en la distribución del oxígeno bajo la haloclina, donde es común encontrar suboxias de 20 a 60 % (fig. 17), aún sobre fondos arenosos, denotando un consumo respiratorio de la columna de agua mayor a la reposición advectiva. Considerando la no difusión vertical y el predominio advectivo horizontal, tipo 2b-3b y 3b, con aguas de fondo homogéneamente salinas hasta la isóbata de 10 m, el semiestancamiento (enlentecimiento del avance del cuerpo de agua y consumo mayor a la reposición) genera un elevado consumo de O_2 , sólo renovable por la acción de vientos fuertes que rompen la estratificación.

La temperatura también se asocia a la estructura salina, fundamentalmente por debajo de la pycnoclina. La salinidad es dominante en el sigma-t, hecho común en ambientes de estratificación salina (Dyer, 1973; Kjerfve, 1979); esto permite que la temperatura pueda aumentar en profundidad cuando hay advección de aguas costeras con predominio de aguas subtropicales. En el crucero Setiembre 84 se registró el perfil termo-salino, encontrándose una correlación negativa ($p < .001$) entre la salinidad y la temperatura (ingreso de agua fría), $r = -.87$, $N=167$ (fig. 18). Bajo la termoclina la temperatura se comporta conservativa, a semejanza del océano, siendo el rango térmico 9 a 26°C en superficie y 8 a 18°C en profundidad.

Turbiedad. Aspectos ambientales

Los ríos Paraná y Uruguay aportan de 50 a 300 mg.l⁻¹ de material en suspensión (MES), con una carga sólida estimada en 80×10^6 ton. año⁻¹ (Urien, 1972). Las concentraciones del Río de la Plata superior e intermedio varían entre 50 y 350 mg.l⁻¹, con variación vertical y gradiente NW-SE atribuible al retardo del transporte sólido, a la existencia de "lentes de agua inmóvil" y a la floculación al inicio de la mezcla con electrolitos marinos (Ottmann y Urien, 1972). En efecto, Pizarro y Orlando (1984) reportan concentraciones de 70.96 mg.l⁻¹ al W de la sección Pta. Negra-Quilmes y de 177.6 mg.l⁻¹ entre Pta. Jesús María y Atalaya, con una media global de 113 mg.l⁻¹, para el año 1981.

El SOHMA ha efectuado mediciones ópticas de turbiedad en la región del límite móvil de intrusión salina durante 1984-85; las observaciones más destacables son.

- gran variabilidad espacio-temporal de la turbiedad (5-800 UNT), correspondiendo los máximos a muestras de fondo tomadas en el Canal de Acceso, cerca de El Codiello, donde Ottmann y Urien (1966) reportan una "crema de base" con valores de hasta 2.5 g.l⁻¹.

- mediciones de hasta 300 UNT en los perfiles cercanos a la costa uruguaya, entre Pta. Brava y Pta. Tibre, con una media mayor a nivel del fondo. En superficie existe una relación hiperbólica inversa entre la salinidad y la turbiedad (fig. 19).

- presencia de una capa de máxima turbiedad, definible como una concentración de material en suspensión de fondo mayor que en cualquier otro punto del sistema, para un instante dado del ciclo mareal, determinada y modulada por la marea y la circulación por densidad, con continua resuspensión y transporte, ubicada en el límite móvil de intrusión salina (Glangeaud, 1938; Berthois, 1964; Postma, 1967; Meade, 1968; Schubel, 1968; Peterson et al., 1975; Festa & Hansen, 1978; Officer & Nichols, 1980). Si bien los máximos de fondo son dominantes, el núcleo de la capa se hace más visible con estratificación leve.

- el núcleo de la capa de máxima turbiedad se registra normalmente entre las secciones de Pta. Yeguas y Pta. Espinillo (fig. 19) aunque se extiende muy al SE en la región exterior. Ayup (1986) destaca la presencia de máximos no asociados al límite móvil de intrusión, en función de las relaciones circulación y transporte imperantes; pero, su ubicación dominante se asocia al fin de la circulación en doble capa y a la distribución de las isohalinas superficiales de 0.1 a 3 ‰, donde la floculación de la pluma abastece la capa.

En la región exterior los reportes de MES llegan hasta 500 mg.l⁻¹ (Ottmann y Urien, 1966). Nagy (1983b) reporta valores de hasta 350 mg.l⁻¹ (1981-82), encontrando una asociación entre la estratificación y la distribución del MES y la turbiedad, con máximos superficiales en la pluma hasta el intervalo salino de 10-15‰, mínimos cercanos a la haloclina y máximos relativos de fondo. Con mezcla salina vertical predomina transitoriamente una distribución homogénea, con concentraciones muy variables debido a la resuspensión. Las observaciones de turbiedad para todo el período considerado concuerdan genéricamente con este patrón (fig. 20).

La zona más turbia es generalmente la sección interna (8 a 200, promedio 68 UNT), extendiéndose gradualmente, asociada a la circulación de descarga, por las costas, caracterizadas por su gran variabilidad (resuspensión, defloculación). La costa uruguaya es turbia en períodos de alta descarga hasta la sección de Atlántida, mientras que en verano es clara; la distribución bimodal de salinidad en la estación 27 representa un límite entre el predominio de alta y baja descarga.

En la zona costera argentina, Bahía de Samborombón, la gran variabilidad es, en gran medida, dependiente de la lucha entre la descarga y la marea oceánica (Ottmann y Urien, 1966); estos autores reportan máximos superficiales de hasta 400 mg.l⁻¹ y mínimos de fondo hasta 15 mg.l⁻¹. Ayup (1986) reporta un marcado predominio del atrapamiento y resuspensión del MES sobre el transporte por descarga. Nuestras observaciones en la estación 20 confirman estos reportes (fig. 21).

La zona medio-externa (estaciones 23, 11, 12, 13 y 14),

es clara casi permanentemente, no sólo por recepcionar menor descarga (salinidades superiores a 12‰), sino también por la dificultosa resuspensión del material de fondo (arenas); en cambio, es rica en biomasa fitoplanctónica (López com.pers.), reportando Nagy (1983b) la presencia de altas concentraciones de bioeston. En las figuras 22 y 23 se presentan isolíneas de turbiedad media, superficial y fondo, para el período considerado (1981-85).

El seston, la turbiedad y la transparencia (Secchi) se distribuyen asociados entre sí y con la salinidad. Las relaciones salinidad - UNT y, en menor grado, salinidad - seston, que presenta mayor dispersión, se ajustan en forma exponencial o hiperbólica inversa (fig. 24). Nagy (1983b) considera que estas curvas tienen sentido dinámico, correspondiendo un buen ajuste a períodos calmos y, una gran dispersión, a resuspensión y/o bioeston.

Las curvas salinidad—UNT son del tipo de remoción, tal como plantea Meade (1972) para postular la floculación en ambientes reales, y como ha sido demostrado en laboratorio (Rochford, 1951; Postma, 1967; Meade, 1968, Kranck, 1975), descartándose la variabilidad de entrada como agente determinante de la interpretación de esta curva, de acuerdo a las premisas de Boyle et al. (1974).

El análisis por rangos seleccionados de salinidad superficial, tanto de cruceros considerados individualmente como de su conjunto, permite destacar:

- salinidad menor a 2‰: marcada variabilidad y disminución de turbiedad, visualizable en la gráfica de promedios, correspondiendo la variabilidad del conjunto de datos a las diferencias de entrada en cada crucero.

- 2 a 5-6‰: se acentúa la disminución de la turbiedad, no atribuible a diferencias de entrada, coincidente con la máxima floculación.

- 6 a 12‰: disminución gradual de la turbiedad, atribuible a la sedimentación mecánica, con gran dispersión, fundamentalmente debida a resuspensión.

- 12 a 18‰: moderada variación.

- superior a 18‰: baja turbiedad, con dispersión atribuible a la resuspensión y quizás, defloculación.

Las mediciones de transparencia complementan este análisis, observándose una relación hiperbólica con la turbiedad (fig. 24). Esta relación coincide con la reportada por Nagy (1983b), quien destaca que con turbiedad mayor a 40 UNT la transparencia varía poco con la luz, dependiendo de ella a turbiedad menor a 5 UNT, modulada por la biomasa fitoplanctónica.

A partir de esta curva podemos considerar tres ambientes: turbio, semiturbio y claro. La superposición con la curva salinidad - turbiedad permite establecer rangos aproximados de correspondencia, útiles en la clasificación ambiental y la producción primaria (Tabla 2). Si bien regionalizaciones por transparencia no siempre se vinculan a la productividad, en este tipo de ambientes, donde la adaptación del fitoplancton y los mecanismos de transporte turbulento son claves, en casos de marcado gradiente de turbiedad pueden corresponderse (Joint & Pomroy, 1981).

Zonación ambiental de la región exterior.

Análisis preliminares. Los resultados obtenidos mediante el ordenamiento de medias (Tablas 3 a 6), prueba t de Student (Tablas 7 y 8) y coeficiente de similitud proporcional (Tabla 9), muestran diferencias y asociaciones significativas entre pares de estaciones. Sin embargo:

- el ordenamiento de medias permite visualizar estaciones similares sobre una base subjetiva, resultando útil para detectar discontinuidades en el rango de las variables, siendo apreciable en superficie la falta de estaciones representativas de los rangos 3-6‰ y 50-30 UNT.

- la prueba t, aún trabajando con la varianza global de las muestras consideradas, tiene sesgo en la estimación de la distribución de los datos con respecto a la media del universo (Dixon y Massey, 1957) y dado que sólo establece asociaciones pareadas, los agrupamientos son muchos y no necesariamente excluyentes.

- el coeficiente de similitud proporcional ($\cos \Theta$) no considera la varianza de las muestras y los grupos generados tampoco son excluyentes.

Prueba de Student, Neumann y Keuls. Teniendo en cuenta las consideraciones previas, y dado que el número de muestras es diferente para cada estación, se convierte en una herramienta apropiada para el objetivo planteado.

Previo a su aplicación debe verificarse la homogeneidad de varianzas, eligiéndose para ello la prueba de Bartlett, que demostró heterogeneidad, por lo que se efectuó la transformación $\log(X_i + 0.5)$ a efectos de validar el análisis de varianza de una vía, que comprueba la existencia de heterogeneidad entre las estaciones.

La prueba SNK determina cuales son las estaciones significativamente diferentes, ya que realiza contrastes pareados entre medias, tomando en cuenta dos factores de peso: la varianza poblacional y el número de observaciones de los pares de estaciones considerados.

Como resultado de la aplicación de esta prueba se obtuvieron tres grupos que han sido llamados A, I y B (Tabla 10).

El grupo A se integra con las estaciones de la sección Montevideo - Pta. Piedras, definiendo una unidad ambiental fluvial a salobre oligohalina, verticalmente mezclada o estratificada, turbia a muy turbia y somera (profundidad menor a 7 m). En condiciones de alta descarga se registra el comienzo de la interfase fluvio - salobre superficial, favoreciendo la floculación de gran parte de la carga sólida del río. Este proceso se corresponde con la Barra del Indio, donde se observan facies arcillosas dispuestas discordantemente sobre sedimentos de probable edad pleistocena (arenas), por lo que representan la descarga actual del río, en contraposición con otras áreas arcillosas de carácter relicto (Parker et. al, 1985).

El grupo I se integra básicamente con las estaciones 20, 24, 25 y 26, con variaciones tanto en superficie como en el fondo. Esta unidad ambiental, salobre mesohalina, predominantemente estratificada, con profundidades entre 8 y 13 m, corresponde al cambio gradual de reflectancia en las imágenes satélite, representando la transición entre las zonas predominantemente fluvial—turbia (A) y marina—clara (B).

El grupo B, integrado con las estaciones de la sección Pta. del Este - Cbo. San Antonio, define una unidad ambiental con predominio de estratificación marcada, mesohalina a polihalina en superficie y polihalina bajo la haloclina, caracterizada por su amplia sección y variación batimétrica lateral (5-15 a 8-25 m). Corresponde a la zona clara observada en imágenes satélite, aún en condiciones de alta descarga fluvial, pues la extensión del río permite la deposición previa, mecánica y fisicoquímica, por lo que el coeficiente de variación de la turbiedad es menor que el de la salinidad. La zona presenta un importante campo

de arenas, de carácter relicto, salvo las estaciones 15 y 27, que se asocian a facies de mezcla (fangos) cuya resuspensión puede contribuir a que dichas estaciones presenten ocasionalmente valores de turbiedad superiores a las restantes de la unidad y, por ello, la estación 27 se integra al grupo I por turbiedad de fondo. Ecológicamente constituye la zona en que la relación entre la capa fótica y la estructura vertical, la concentración de nutrientes y el tiempo de residencia, favorecen la producción primaria, fundamentalmente entre primavera y verano

Análisis de varianza de dos vías. Este análisis permite estudiar simultáneamente y por separado la homogeneidad espacial y temporal de los grupos, o unidades ambientales, y obtener subgrupos de mayor coherencia en cuanto a su variabilidad.

La técnica implica aceptar o rechazar el estadístico F, para columnas (espacio) y filas (tiempo), en términos de probabilidad. Sin embargo, el procedimiento resultó trabajoso, pues requirió agrupar, paso a paso, adicionando y/o quitando estaciones, a efectos de obtener subgrupos no contrastantes entre sí y, a su vez, contrastantes con los restantes grupos.

Los subgrupos generados fueron probados mediante el estadístico t, para medias poblacionales, aceptándose como solución de compromiso una similitud mínima dentro de cada grupo ($p=0.2$) y contrastes significativos entre cada subgrupo y los restantes grupos ($p=0.01$). A pesar de que se generaron todas las variantes posibles, fue difícil obtener la totalidad de los grupos y subgrupos homogéneos espacio - temporalmente, fundamentalmente debido a la variabilidad temporal; sin embargo, la mayoría son homogéneos, salvo algunos que son discontinuos espacialmente y que fueron aceptados en aras de una zonación dinámica.

Los resultados obtenidos se complementan con los del SNK (Tabla 11); las unidades ambientales, siguiendo el criterio ya adoptado, fueron llamados A, I y B y subdivididas en subgrupos o subunidades ambientales (Tabla 12).

La unidad ambiental A se integra por las mismas estaciones, perfil Montevideo—Pta. Piedras; sólo es homogénea temporal y espacialmente para salinidad superficial y turbiedad de fondo, mientras que para turbiedad superficial lo es espacialmente y, para salinidad de fondo no lo es en ningún caso.

El conocimiento de la homogeneidad temporal y/o espacial se convierte, a efectos de la interpretación ambiental, en una valiosa información que otras técnicas estadísticas no aportan. En particular, la no homogeneidad para salinidad de fondo permite considerar a cada estación, representativa de una zona dada del río, como reflejo de una importante variación salina lateral, debida a un mayor porcentaje de ingreso salino sobre la costa uruguaya y leves diferencias batimétricas. La estación 32 podría ser agrupada con la 25, aunque ésta presenta mejor asociación con I1, por lo que es considerada como el nexo A-Ir1.

Las unidades ambientales I y B sufren ligeras modificaciones: la estación 22 se incorpora al grupo I por su turbiedad superficial, reafirmando la unidad de las estaciones de Samborombón, mientras que la estación 26 se incorpora al grupo B, conformando un subgrupo homogéneo con las estaciones 15 y 27 que refleja la continuidad de la intrusión salina por la costa uruguaya.

Salvo para salinidad de fondo, para la cual la batimetría se convierte en un factor de peso en el agrupamiento, los subgrupos quedan definidos básicamente por las estaciones 24—25 (al Sur de los Bcos. Inglés y Arquímedes),

20—22 (sector Norte de la Bahía de Samborombón (proximidades del Cabo San Antonio) y 12—13 (sector medio externo).

CONCLUSIONES

1- Los aspectos más remarcables de la distribución de salinidad y turbiedad, determinantes de la zonación propuesta, son:

- gran variabilidad espacio—temporal; asociada principalmente a la oscilación de las descargas, modulada a escala y mesoescala por los vientos y mareas, e influenciada principalmente por la compleja morfología del Río.

- discontinuidad superficial de la pluma turbia de carga; al inicio de la mezcla la floculación determina la deposición y un cambio brusco de transparencia y turbiedad.

- discontinuidad vertical de salinidad; el gradiente salino vertical supera los 5‰, con una haloclina marcada que separa dos cuerpos de agua de características muy diferentes.

- discontinuidad vertical de turbiedad; a menudo asociada a la estratificación, con tres capas dominantes en el intervalo salino 10—15‰: pluma turbia, media agua clara y fondo turbio.

- discontinuidad espacial en la distribución de la turbiedad de fondo; capa máxima de turbiedad asociada espacialmente al límite móvil de intrusión salina y a la extensión de la pluma turbia de descarga, ya que la floculación la provee de material fino.

2- Las técnicas estadísticas empleadas resultaron útiles en la búsqueda de discontinuidades y homogeneidades, complementándose. En particular, el AV—2 resultó muy aplicado en forma no convencional, para determinar unidades reducidas, caracterizadas por su similar (o complementaria) variación en el tiempo y espacio.

Los ambientes determinados son consistentes con imágenes satélite, definiendo áreas representativas de las variantes observadas bajo diferentes descargas fluviales. A su vez, estos ambientes son coherentes con la distribución de sedimentos superficiales de fondo, siendo algunos casos modificados por la resuspensión de finos debido a la acción eólica fundamentalmente.

El desplazamiento de la descarga fluvial y la floculación en aguas oligohalinas son la causa primaria de la división de los ambientes básicos: fluvial—turbio y salobrio marino - claro. Promedialmente esta gran división es coincidente con el aumento batimétrico y de la profundidad fótica efectiva, dando lugar a un ambiente potencialmente muy productivo. En un año normal la franja transicional se puede desplazar desde las secciones de Pta. Espinillo hasta Pta. Yeguas, hasta las secciones de Carrasco o Atlántico.

3- La ubicación y desplazamiento de la capa de máxima turbiedad, a pesar de su variación, es confinable a las secciones de Pta. Tigre y Pta. Brava. Esto es trascendente por su cercanía a Montevideo, debido a su capacidad de concentración de contaminantes adsorbidos en la fracción de arcilla y, como fuente de material que contribuye a la colmatación del Puerto y sus canales.

4- Se verifica una asociación muy significativa entre la salinidad media de fondo y la profundidad en el rango 6-10 m, entorno que define la región sometida a la influencia

primaria del régimen hidráulico de intrusión y descarga netas.

5- La topografía favorece un semiestancamiento de las aguas de fondo en profundidades mayores a 10 - 13 m cuando hay estratificación marcada y la salinidad bajo la haloclina es elevada. La lentitud de la advección de este cuerpo de agua favorece que la tasa de consumo de O₂ supere a su reposición, generando suboxias no sólo en sedimentos reductores, sino también sobre fondos arenosos.

6- Es necesario un seguimiento sistemático de la variación de los regímenes fluvial y salino, en virtud de las posibles modificaciones que un cambio en el predominio de aguas dulces, acarreo de sedimentos y materia orgánica, traería aparejado sobre los procesos ecológicos, biogeoquímicos y sedimentarios del sistema. El régimen de descarga de las represas y la construcción y mantenimiento de canales pueden contribuir a estos cambios.

7- La malla de muestreo analizada no es totalmente eficaz para relevar adecuadamente la transición entre las zonas A e I (3 a 6%), a su vez, sólo cubre la transición fluvio-salobre (0 a 1% en períodos de alta descarga (fig. 25).

La actual red de muestreo es sustituible, con mayor eficacia, por una malla de menor densidad con estaciones representativas de las diferentes subzonas, adicionando aquellas que cubran ambientes no relevados por ésta. Esta malla permitirá relevar, a largo plazo y en continuidad, los subambientes del río, a partir del inicio de la zona de mezcla (fig. 26).

En las figuras 27, 28 y 29 se presentan esquemas ilustrativos de la zonación ambiental, la distribución dominante de las variables consideradas y los factores que las gobiernan, así como los principales elementos hidrodinámicos del sistema.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro reconocimiento al Prof. Dr. J.M. Jackson por la lectura del manuscrito original y el aporte de imágenes satélite; su trabajo referente a la interpretación por imágenes Landsat de la región SE del Uruguay, las interrogantes y sugerencias en él planteadas, fueron una de las motivaciones del presente estudio.

También deseamos agradecer a nuestros compañeros del SOHMA que han participado en los diferentes cruces efectuados, a las tripulaciones de los buques de la Armada Nacional por su colaboración, y a A. Perdomo y A. Blanco por la ayuda brindada.

BIBLIOGRAFIA

- Aminot, A. 1983. Manuel de Analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, 395 p. Brest.
- APHA. 1980. Standard methods for examination of water and wastewater. Am. Pub. Health Ass. A. Water Wks. Ass., Water Pollut. Contr. Fed. (publishers), 15 ed., 1134 p.
- Ayup, R.N. 1986. Comportamiento dos sedimentos en suspensão no Rio de la Plata Exterior e proximidades. Pesquisas, Inst. de Geociencias, UFRGS. 18: en prensa.
- Balay, M.A. 1961. El Río de la Plata: entre la atmósfera y el mar. Bol. SHIN, H-641, 153 p.
- Berthois, L. 1964. Etude de dynamique estuarienne dans le fleuve La Loire. 4eme. Congrès Int. Portuaire Anvers, III (1): 32-41.
- Boyle, E.; R. Collier & A.T. Dengler. 1974. On the chemical mass-balance in estuaries. Geoch. et. Cosmoch. Acta, 30:1719-1728.
- De Buen, F. 1950. La Oceanografía frente a las costas del Uruguay. An. Mus. Hist. Nat., Montevideo, VI (1), 37 p.
- Dixon, W.J. & F.J. Massey. 1957. Introduction to statistical analysis. Mc. Graw Hill, 488 p.
- Dyer, K.R. 1973. Estuaries: a Physical Introduction. Wiley, 140 p.
- Eaton, A.; W. Grant; O. Bricker & D. Wells. 1981. On the use of the Nephelometer in estuarine waters. Estuaries, 4 (4): 379-384.
- Festa, F.J. & D.V. Hansen. 1978. Turbidity maxima in partially mixed estuaries: a two dimensional numerical model. Est. Coastal Mar. Sci. 7: 347-359.
- François, A. 1981. Informe técnico del crucero Mayo 81. En SOHMA, "Plan para la Evaluación de la contaminación en el Río de la Plata". Actividades 1981, tomo I.
- 1982. Características de la mezcla del Río de la Plata con el agua oceánica. En SOHMA, "Plan para la evaluación de la Contaminación del Río de la Plata". Actividades 1981, tomo I.
- François, A. y R.D. Riso. 1982. Efectos de la estratificación de las aguas del Río de la Plata sobre los parámetros normales. En SOHMA "Plan para la Evaluación de la Contaminación en el Río de la Plata". Actividades 1981, tomo I.
- Gagliardini, D.A.; H.Karszenbaun; R. Legeckis & V. Klemas. 1983. Application of Landsat MSS, NOAA-TIROS AVHRR and Nimbus CZCS to study La Plata river and its interaction with the ocean. Remote Sensing of environment, 15: 21-36.
- Gibbs, R. 1974. Principales of studying suspended materials in waters. In R.J. Gibbs (Ed.). Suspended solids in waters. Plenum Press, New York: 3-16.
- Glangeaud, L. 1938. Transport et sedimentation dans l'estuaire a l'embouchure de la Gironde. Cartiers petrographiques des formations fluviales, saumetres et neritiques. Geol. Soc. France Bull., 8:599—630.
- Hansen, D.W. & M. Rattray. 1966. New dimensions in estuary classification. Limnol. and Oceanogr., 11:319—326.
- Hubold, G. 1980. Hydrography and Plankton off southern Brazil and Río de la Plata. Atlántica, Rio Grande, 4: 1—22.
- Jackson, J.M. 1984. Contributions to the Geology and Hydrology of southeastern Uruguay based on visual satellite remote sensing interpretation. Munchener Geographische Abhandlungen, Munich, 72 p.
- Joint, Y.R. & A.J. Ponroy. 1981. Primary productivity in a turbid estuary. Est. Coastal and Shelf Sci., 13:

- Kaifa, W.; B. Yuqing; Z. Yulan; J. Hui & S. Yuhua. 1983. Factor analysis of the palinological assemblage from the sediments of East China Sea. *Acta Ocean. Sinica*, 2 (2): 271—283.
- Karszenbaun, H; D.A. Gagliardini; V. Klemas; F. Domínguez & R. Legeckis. 1983. The applicability of TIROS NOAA advanced very high resolution radiometer data to studies of large estuaries. 17th. Int. Symp. on Remote Sensing of Environment, Ann Arbor, Michigan.
- Kjerfve, B. 1979. Measurement and analysis of water current, temperature and density. In: Dyer, K.R. (ed.). *Estuarine hydrography and sedimentation*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 230 p.
- Kranck, K. 1975. Sediment deposition from flocculated suspensions. *Sedimentology*, 22: 111—125.
- López Laborde, J. 1986. Modelo de transporte y distribución de sedimentos de fondo del Río de la Plata. En: Seminario "Aspectos de Geología Costera de América Latina e o Caribe." IV Curso de Geología Costera, UNESCO—ROSTLAC CECO—UFRGS, Relatorio Final: 124—125.
- y G.J. Nagy. 1986. Asociaciones espaciales por salinidad y turbiedad óptica en el Río de la Plata Exterior. En: Seminario sobre Procesos Físicos y Biológicos del Medio Costero y Estuarino Templado de Latinoamérica, UNESCO—ROSTLAC, en prensa.
- 1987. Distribución de sedimentos superficiales de fondo en el Río de la Plata Exterior y Plataforma adyacente. En este número.
- Lucotte, M. & B. D'Anglejan. 1976. Seasonal control of the Saint Lawrence maxima turbidity zone by tidal—flat sedimentation. *Estuaries*, 9 (2): 84—94.
- Lusquiños, A. y A.J. Valdez. 1971. Aportes al conocimiento de las masas de agua del Atlántico Sudoccidental. *Bol. SHIN*, H 659, 48 p.
- McGirr, D.J. 1974. Interlaboratory quality control study No. 10: Turbidity and filterable and non filterable residues. Report series No. 37, Inland Water Directorate, Canada Center for Inland Waters, Burlington, Ontario.
- Meade, R.H. 1968. Relations between suspended matter and salinity in estuaries of the Atlantic seaboard, USA. *Int. Ass. Sci. Hydrology*, Pub. 78. Gen. Assembly, Bern 1967, 4: 86—109.
- . 1972. Transport and deposition of sediments in estuaries. *Geol. Soc. of Am.*, Memoir 133: 91—120.
- Merodio, J.C. 1985. Métodos estadísticos en Geología. *Asoc. Geol. Arg.*, Serie B (13), 230 p.
- Moresco, H. y V.H. Melgar. 1983. Estudio de parámetros hidrológicos en la costa uruguaya del Río de la Plata. VIII Simp. Latinoamericano sobre Oceanogr., Biol., Montevideo, Res': 11.
- Nagy, G.J. 1983a. Estudio preliminar de la hidrología del Río de la Plata. *Res. Com. Jor. Cien. Nat.*, Montevideo, 3: 104—106.
- . 1983b. Caracterización de los procesos hidrológicos del Río de la Plata. Univ. de la República. Fac. de Hum. y Ciencias. Tesis, inédita.
- , y A. Perdomo. 1983. Estudio preliminar de influencia de la dilución fluvio—marina sobre los parámetros hidrológicos del Río de la Plata. VIII Simp. Latinoamericano sobre Oceanogr., Biol., Montevideo, Res.:15.
- ; L.H. Anastasia y J. López Laborde. 1983. Zonación ambiental del Río de la Plata Exterior; salinidad y turbiedad óptica. en: Seminario sobre Procesos Físicos y Biológicos del Medio Costero y Estuarino Templado de Latinoamérica UNESCO-ROSTLAC, en prensa.
- Officer, C.B. & N.M. Nichols. 1980. Box model application to study of suspended sediment distribution and fluxes in partially mixed estuaries. In: *Estuarine Perspectives*.
- OEA. 1971. Cuenca del Río de la Plata: estudio para planificación y desarrollo. Organización de Estados Americanos, Washington, 218 p.
- Ottmann, F. et C.M. Urien. 1965. La mélange des eaux douces et marines dans le Río de la Plata. *Cahiers Oceanog.* XVII (10): 213 - 234.
- , et C.M. Urien. 1966. Sur quelques problèmes sédimentologiques dans le Río de la Plata. *Rev. Géographie. Phys. et Géol. Dynam.*, VIII (10): 209—224.
- Pak, J.; J. Zaneveld & G. Beardsley. 1971. Mie scattering by suspended clay particles. *Jour. Geophys. Res.*, 76: 5065—5069.
- Parker, G.; S. Marcolini; J.L. Cavallotto; M.C. López; A. León; M.T. Maza; R.N. Ayup Zouain y J. López Laborde. 1985. Distribución de sedimentos en superficie del fondo del Río de la Plata. *Bol. SHIN—SOHMA* (Div. Geología Marina). "Estudio para la Evaluación de la Contaminación del Río de la Plata". Inf. No. 3. Tarea 1.2.
- Peterson, D.H.; T.J. Conomos; W.W. Broenkow & E.P. Savani. 1975. Processes controlling the dissolved silica distribution in San Francisco Bay. In: Cronin, L.E. (Ed.). *Estuarine Research. Chemistry and Biology*. Vol. I Academic Press, Oxford, 214 p.
- Pizarro, M. y A. Orlando. 1984. Distribución del fósforo, nitrógeno y silicio disueltos en el Río de la Plata. *Bol. SHIN*, H - 625. 57 p.
- Poplawski, R. 1983. Introducción al estudio de la variabilidad temporal de la salinidad en la costa uruguaya. Univ. de la República. Fac. Humanas y Ciencias. Tesis. inédita.
- Postma, H. 1967. Sediment transport and sedimentation in the estuarine environment. En Lauff G.H. (Ed.) *Estuaries*. A. Ass. Advance Sci., Pub. 3: 158—179.
- Pritchard, D.W. 1955. Estuarine circulation patterns. *Proc. Am. Soc. Civ. Eng.* 81: 1—11.
- Rochford, D.J. 1951. Studies in Australian estuarine hydrology. *Aust. Jour. Mar. Freshwater Res.* 2: 1—11.
- Scubel, J.R. 1968. Turbidity maxima of Northern Chesapeake Bay. *Science*, 161: 1013—1015.
- SHIN. 1985. Derrotero Argentino. Parte I: Río de la Plata. *Publ. H—201*, 292 p.
- SOHMA. 1983. Carta No. 1: Accesos al Río de la Plata.

Escala 1/900000.

Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1979. *Biometría: principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Bulme, Madrid, 832 p.

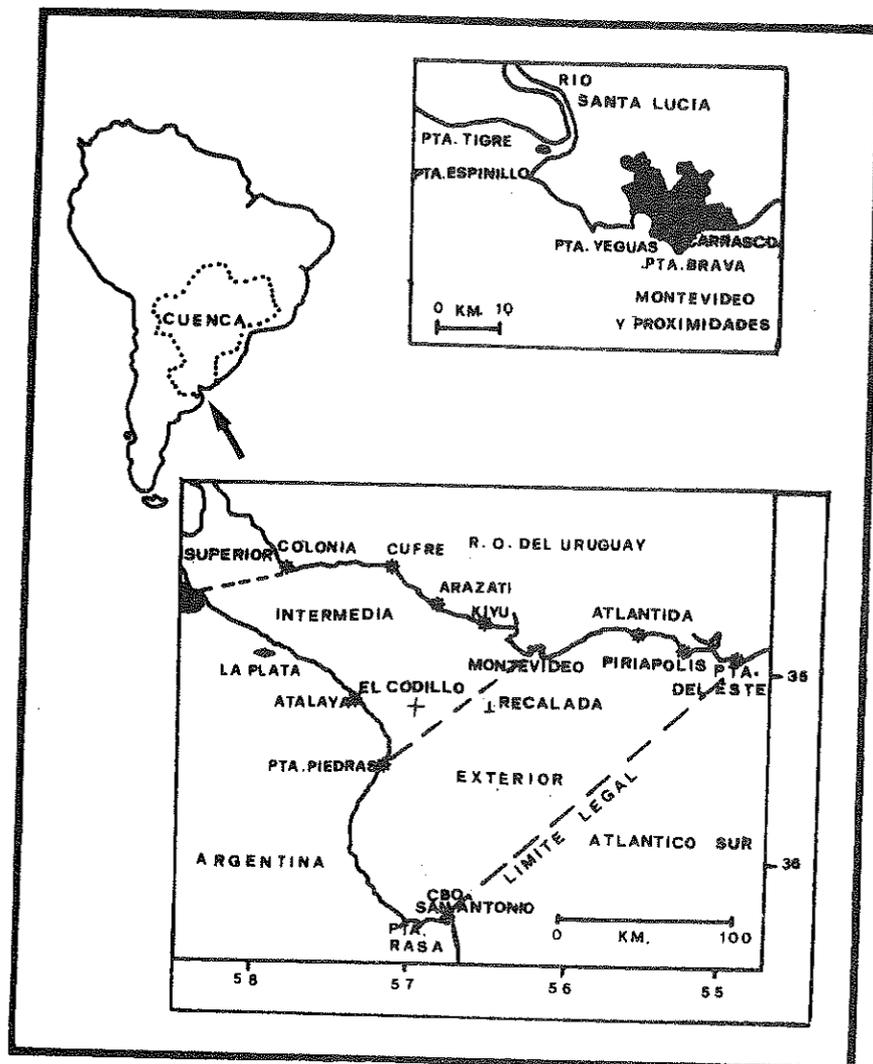
Strickland, J.D.H. & T.R. Parsons. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Bull. Fish. Res. Board Can. 167, 2nd. Ed., 310 p.

Tossini, L. 1959. *Sistema hidrográfico y cuenca del Río de*

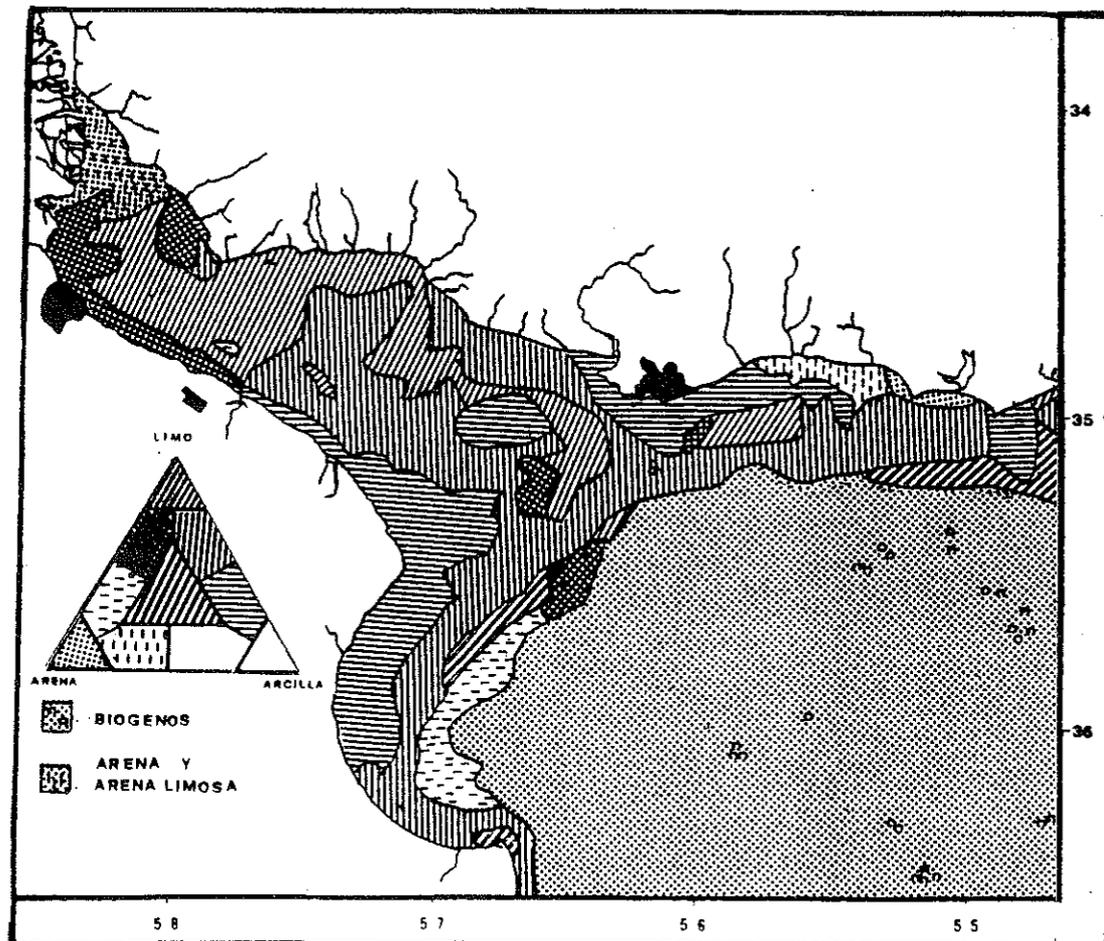
la Plata. Contribución al estudio de su régimen hidrológico. An. Soc. Cient. Arg., 167 (3—4): 41—64.

Urien, C.M. 1967. *Los sedimentos modernos del Río de la Plata Exterior*. Bol. SHIN, 4 (2): 113—213.

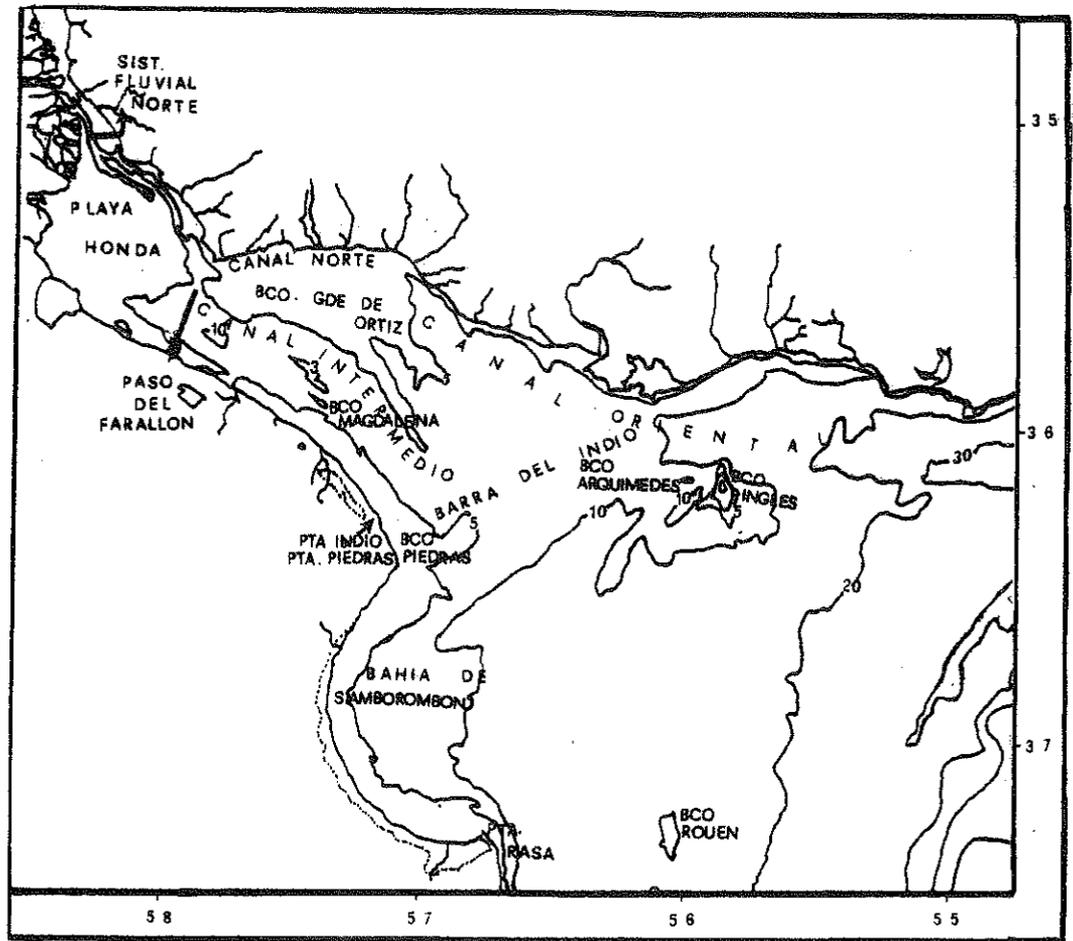
———. 1972. *Río de la Plata estuary environments*. Geol Soc. of. Am., Memoir 133: 213—234.



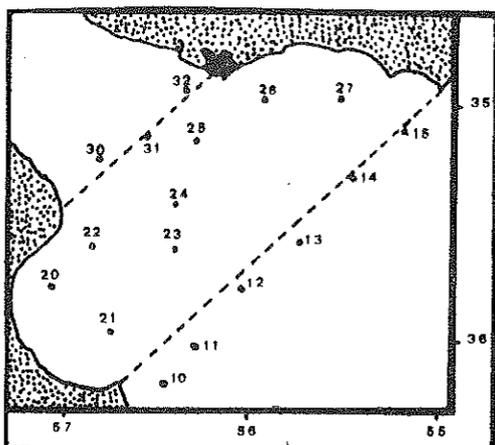
1.- Ubicación del área de estudio y referencias geográficas.



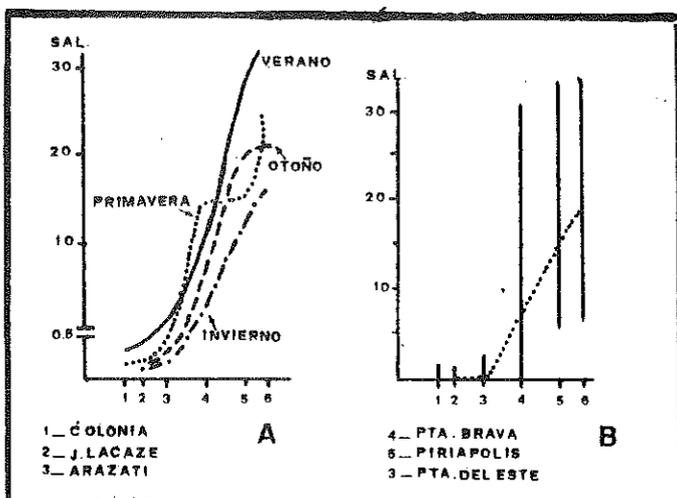
2.- Distribución de sedimentos superficiales de fondo.
 (Clasificado según diagrama triangular de Sheppard, 1954; Tomado de López Laborde, 1987).



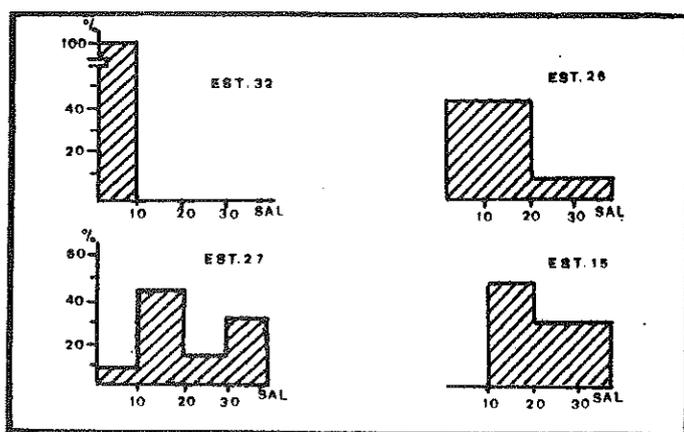
3.- Batimetría del Río de la Plata. (Base cartográfica: Carta de accesos al Río de la Plata; tomado de López Laborde, 1987).



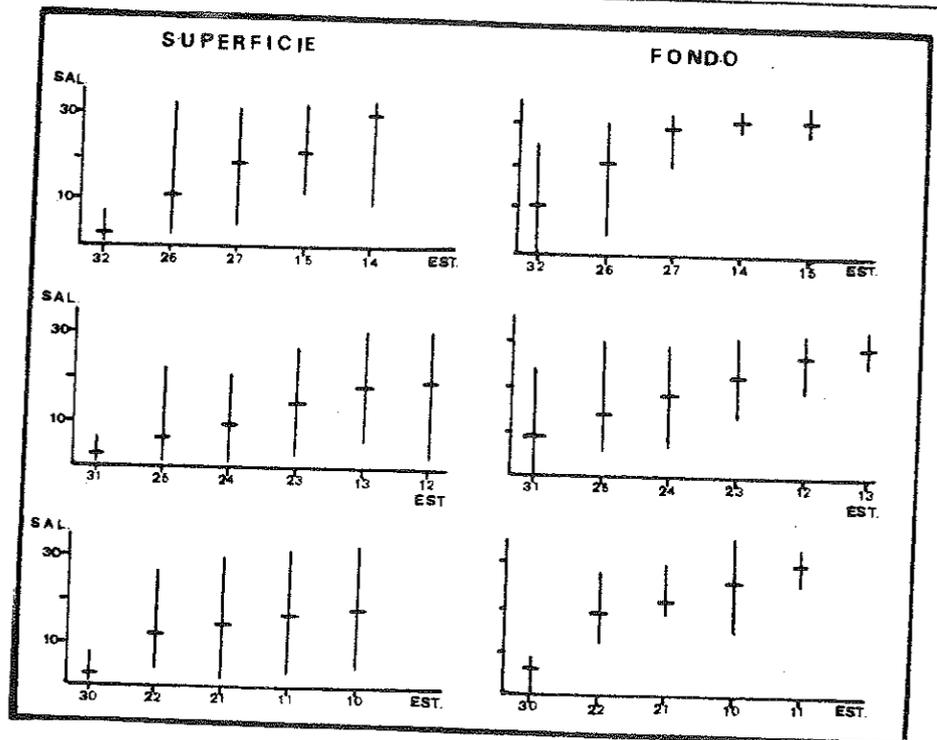
4.- Ubicación de las estaciones de muestreo.



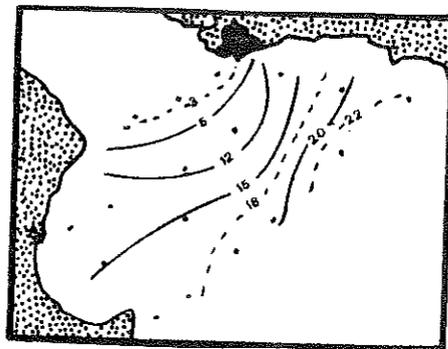
5.- Estaciones costeras (1979-83). A) Promedios estacionales B) Medias y dispersión. (tomado de Moresco y Melgar, 1983).



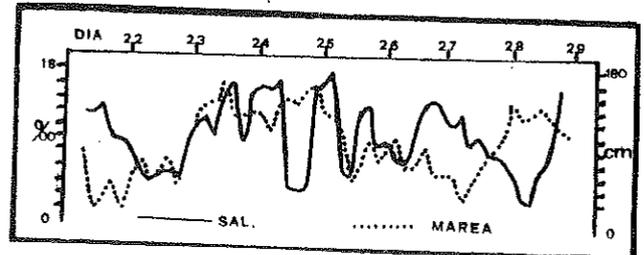
6.- Distribución de rangos funcionales de salinidad en estaciones próximas a la costa Uruguaya.



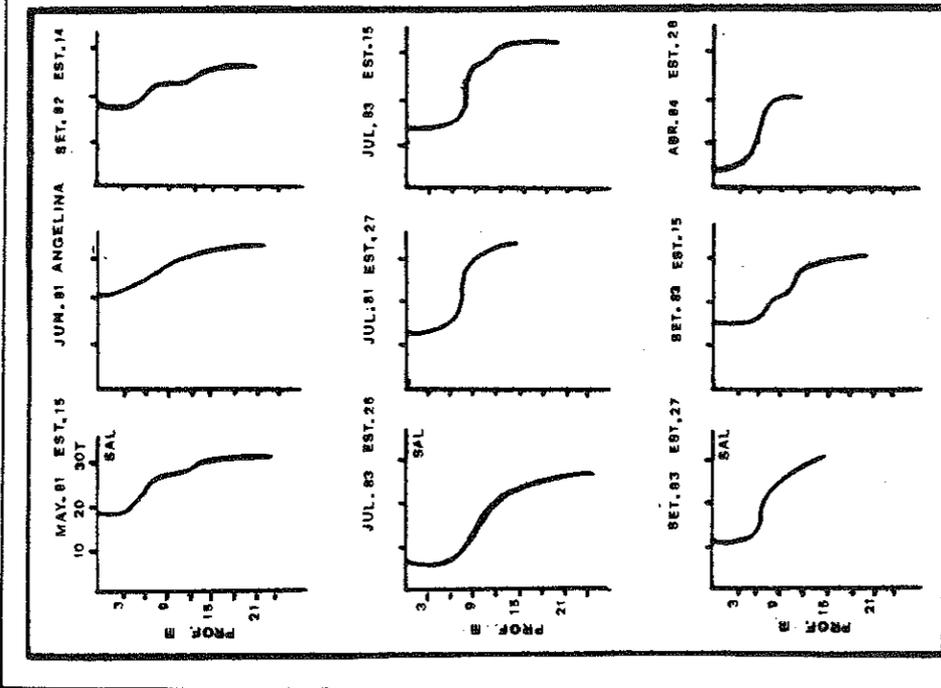
7.- Medias y dispersión salina en perfiles longitudinales.



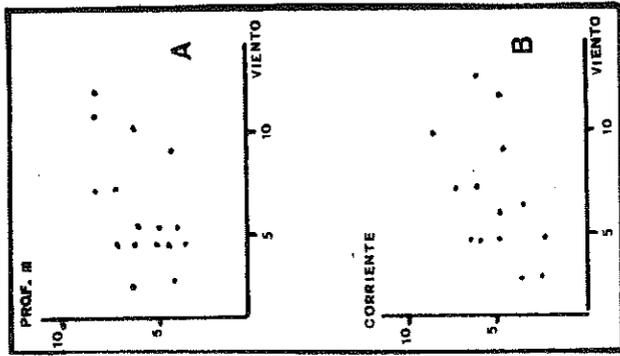
8.- Isohalinas superficiales promedio (1981-85). Patrón válido entre Marzo a Diciembre.



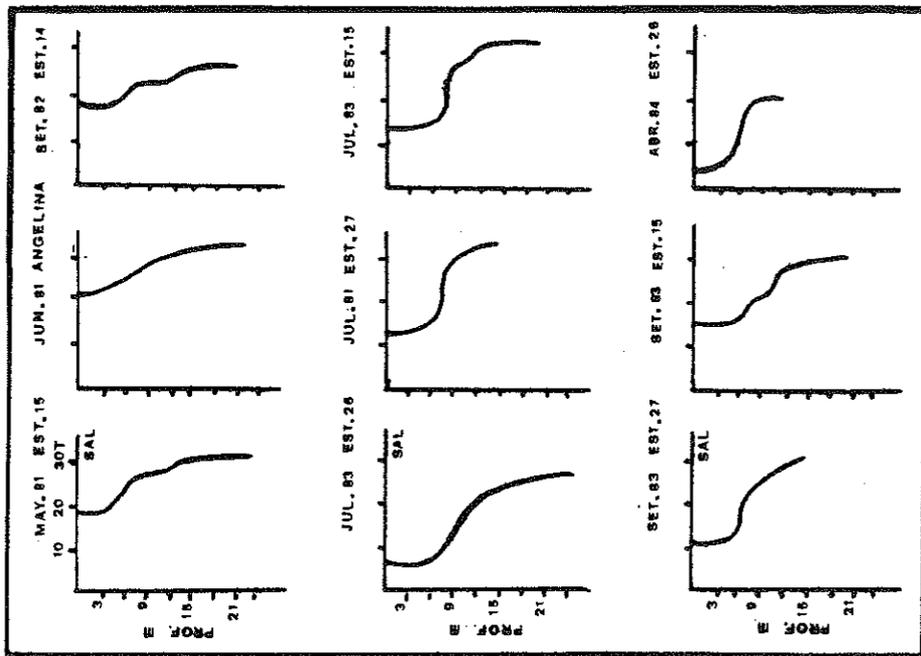
9.- Variación de salinidad (a 10m.) en Pontón de Recalada (Julio 1986). Marea de Montevideo.



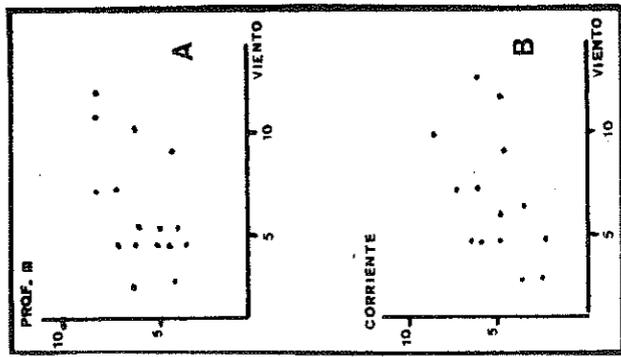
10. Perfiles salinos en el canal Oriental. Estación "Angelina" es próxima a la estación 15.



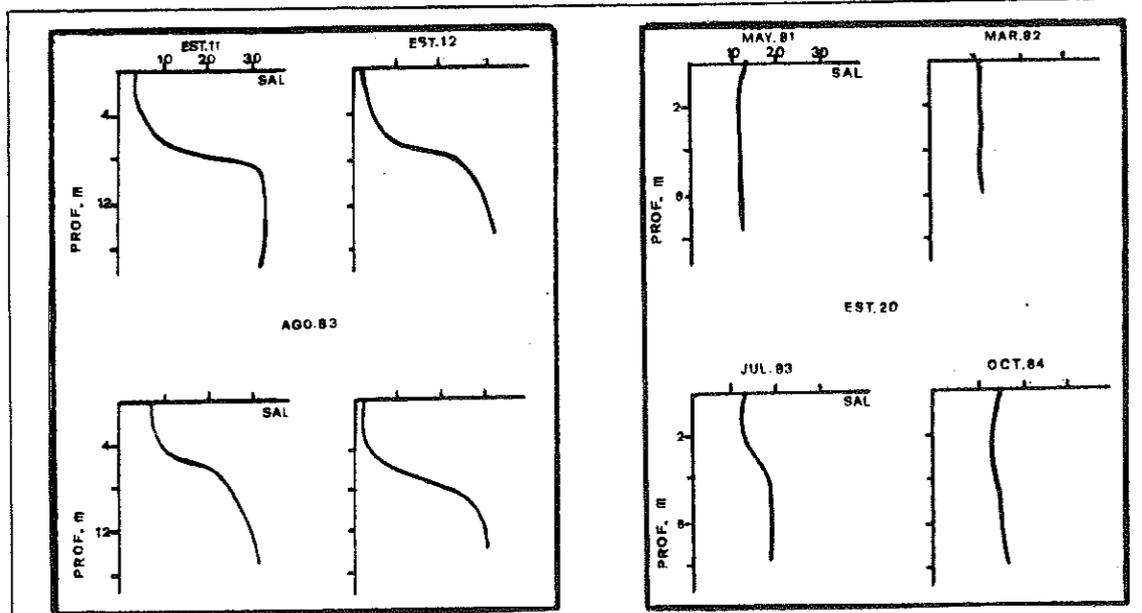
11. Mayo/1981. Relación entre vientos (m. s-1) y la prof. de la haloclina (A) y la corriente superficial (B). (Tomado de A. Francois, 1981).



10. Perfiles salinos en el canal Oriental. Estación "Angelina" es próxima a la estación 15.

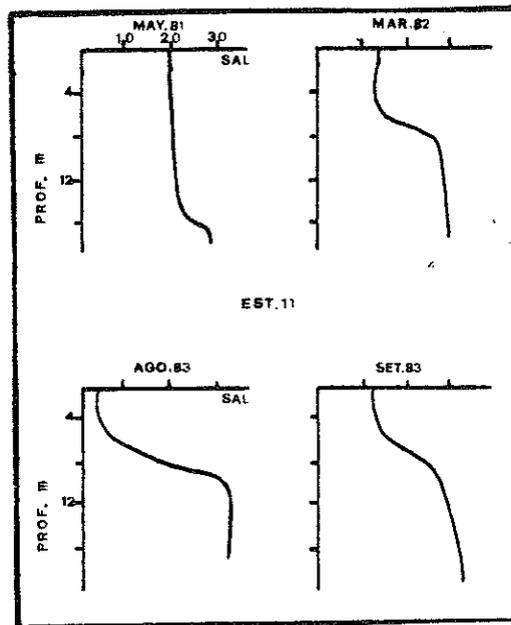


11. Mayo/1981. Relación entre vientos (m. s-l) y la prof. de la haloclina (A) y la corriente superficial (B). (Tomado de A. Francois, 1981).

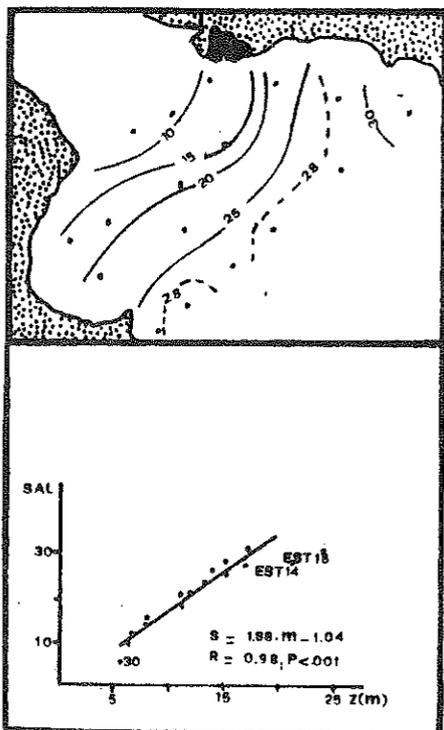


12. Ejemplos extremos de estratificación con alta descarga.

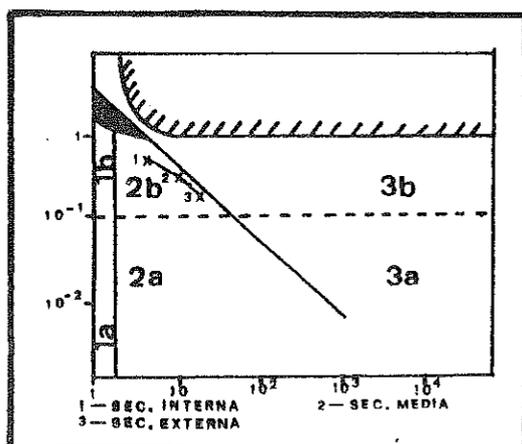
13. Estación 20; perfiles salinos dominantes.



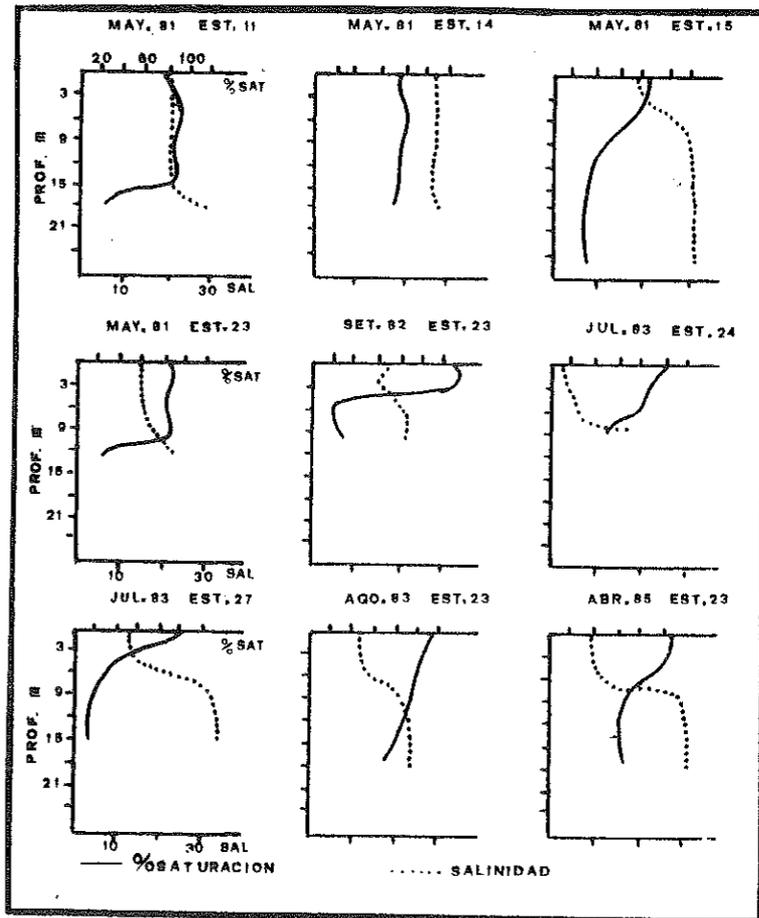
14.- Estación 11; perfiles salinos dominantes.



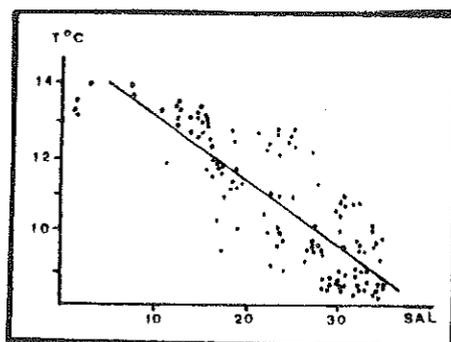
15.-
Isohalinas promedio de fondo (1981-85) y relación profundidad (de estaciones) y salinidad media.



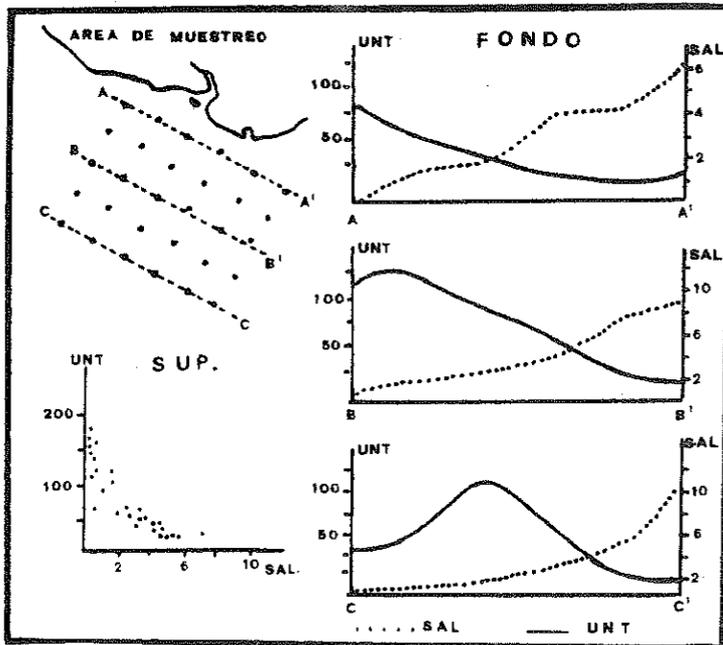
16.-
Mayo/1981; diagrama Circulación/Estratificación. Situación de descarga moderada.



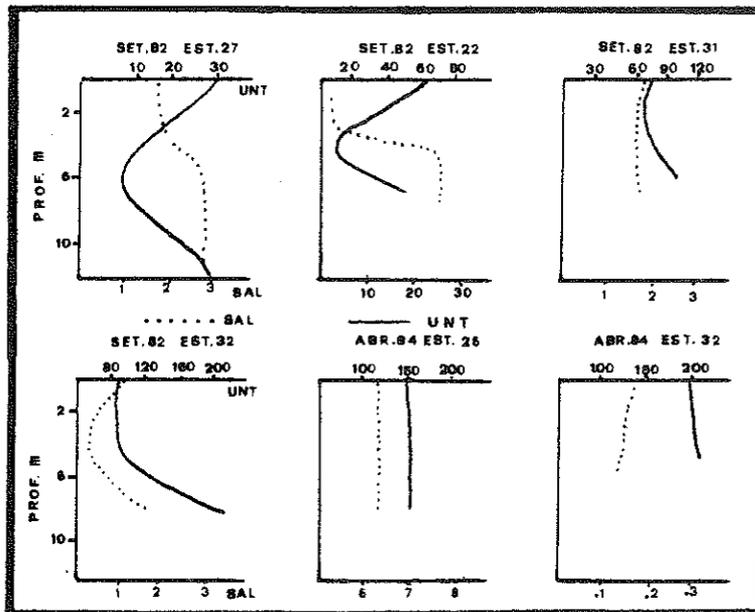
17.- Perfiles verticales de Sat. de O_2 en función de la estratificación salina.



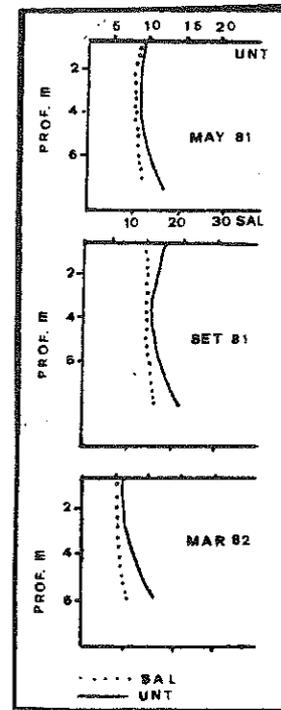
18.- Setiembre/1984; Relación salinidad/temperatura.



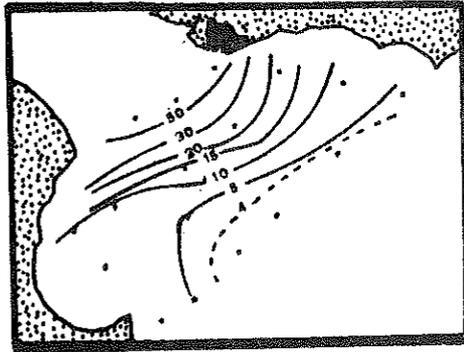
19.- Diciembre/1984.
Relaciones salinidad-UNT
en el límite móvil de
intrusión salina.



20.- Perfiles verticales típicos de UNT en
función de la estratificación salina.

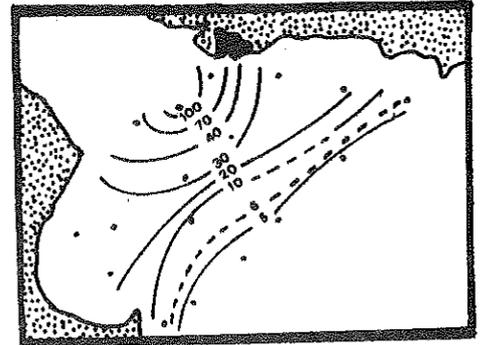


21.- Estación 20;
perfiles UNT
dominantes.



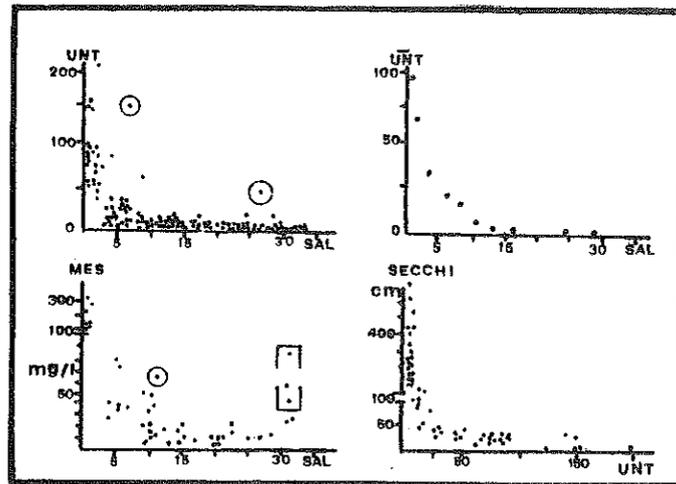
22.-

Isolíneas de UNT superficial, promedio (1981-85).



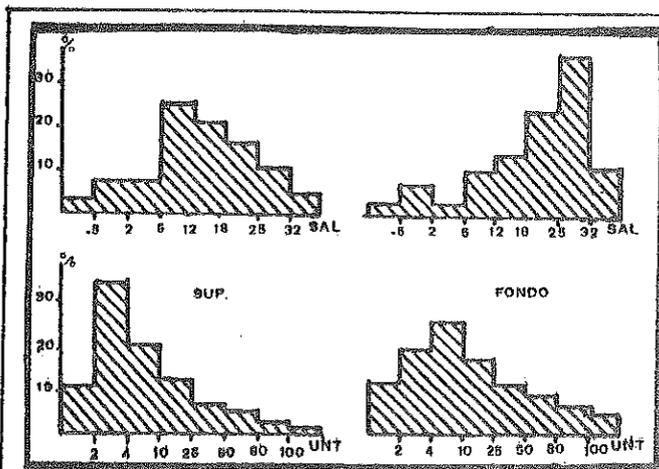
23.-

Isolíneas de UNT de fondo, promedio (1981-85).



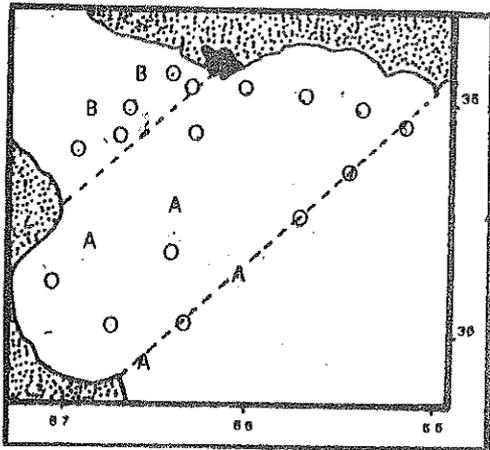
24.-

Relaciones: salinidad-UNT superficial (A); salinidad promedio-UNT promedio, según rangos funcionales salinos B) salinidad-mes (C) y UNT superficial-transparencia, cm., (D).



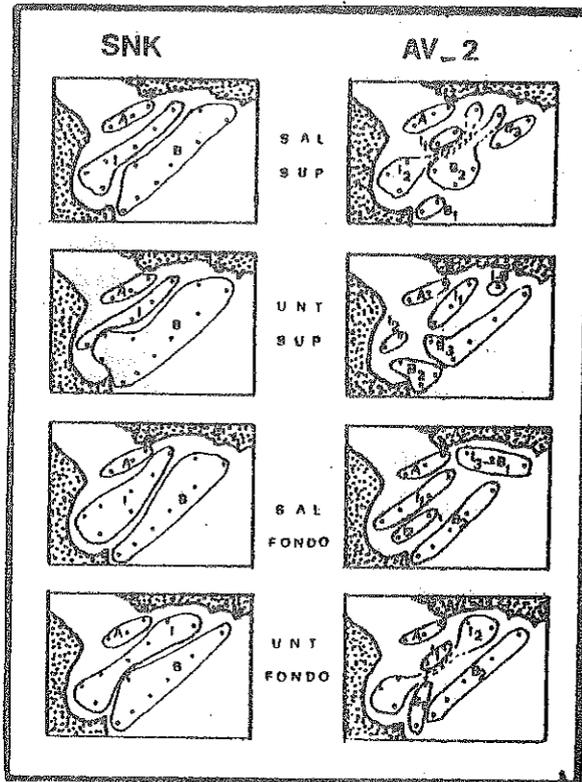
25.-

Distribución de salinidad u turbiedad según rangos salinos funcionales.



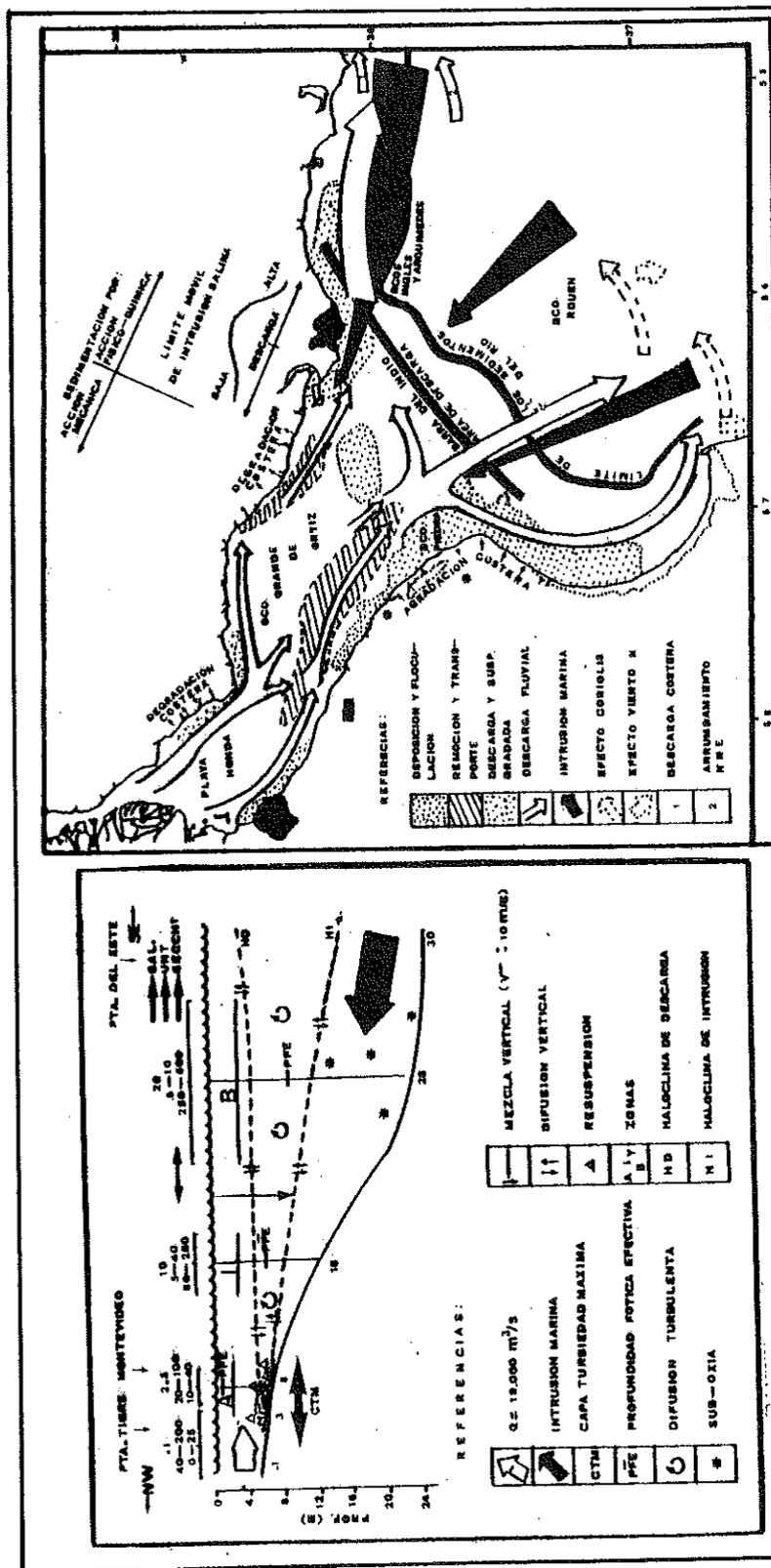
26.-

Red de estaciones propuesta. (O-fijas, B-con baja descarga, A-con alta descarga).



27.-

Zonación ambiental, SNK y AV-2, esquema ilustrativo.



I.- Campañas realizadas y número de estaciones relevadas.

	MAR.	ABR.	MAY.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.
1981	10	-	16	-	-	17	-	-
1982	17	-	-	17	-	17	-	17
1983	-	-	-	-	13	11	-	3
1984	-	17	4	10	-	17	-	-
1985	-	15	-	-	-	-	17	-

II. Correspondencia aproximada entre rangos de salinidad, turbiedad y transparencia.

Salinidad	UNT	Secchi (cm)	Tipo
menor a 1.0	40 a 300	0 a 15	"tapado"
1.0 a 2.0	30 a 100	15 a 30	muy turbio
2.0 a 5.0	20 a 50	20 a 50	turbio
5.0 a 12.0	5 a 30	50 a 200	semiturbio
12.0 a 18.0	2 a 20	150 a 350	semiclaro
mayor a 18.0	.6 a 10	250 a 850	claro

III.- Salinidad superficial.

Est.	Prof.	N	Md.	Dest.	EEst.	C.V.	Mfn.	Máx.	Fdo-Sup
32	6.5	11	2.40	3.11	0.94	129.58	0.17	9.60	8.35
30	5.5	11	2.88	2.53	0.73	87.85	0.20	8.24	9.30
31	6.0	11	2.96	2.24	0.68	75.68	0.65	6.80	6.08
25	8.0	14	7.27	4.79	1.28	65.89	0.40	23.40	6.92
24	11.0	15	9.93	6.21	1.60	62.54	0.90	21.60	8.22
20	8.0	10	12.33	3.32	1.05	26.93	6.40	16.80	2.93
26	11.0	14	12.66	8.48	2.27	66.98	3.70	33.10	7.65
22	11.0	10	13.20	6.54	2.07	49.54	4.81	27.00	6.19
21	12.0	14	14.70	8.28	2.21	56.33	1.40	29.90	7.19
23	13.0	11	15.32	7.02	2.12	45.82	2.70	28.30	8.37
11	17.0	13	17.71	8.46	2.35	47.77	3.90	32.60	12.07
10	14.0	14	18.10	8.57	2.29	47.35	4.80	33.60	9.30
27	15.0	12	19.10	8.70	2.51	45.54	5.04	32.30	10.31
13	17.0	12	19.45	7.13	2.06	36.66	7.50	30.70	10.09
12	15.0	14	19.62	7.12	2.01	38.33	3.00	31.10	6.96
15	25.0	14	22.25	7.12	1.90	32.00	13.11	32.80	8.46
14	21.0	13	25.01	5.94	1.65	23.75	10.43	32.73	3.79

IV.- Salinidad de fondo.

Est.	Prof.	N	Md	Dest.	EEst.	C.V.	Min.	Máx.
30	5.5	12	5.69	6.13	1.77	107.73	0.20	8.24
31	6.0	11	9.04	9.44	2.85	104.42	0.20	24.20
32	6.5	11	10.75	10.96	3.30	101.95	0.10	25.80
25	8.0	13	14.59	8.81	2.44	60.38	5.56	31.00
20	8.0	10	15.26	4.51	1.46	30.21	6.42	24.13
24	11.0	15	18.15	6.59	1.70	36.25	6.41	29.40
22	11.0	10	19.39	5.53	1.75	28.52	12.80	29.70
26	11.0	15	21.01	9.16	2.36	43.60	4.16	32.50
21	12.0	14	21.89	5.43	1.46	24.80	20.44	30.10
23	13.0	11	23.69	5.29	1.59	22.33	13.33	30.70
12	15.0	12	26.58	4.51	1.20	16.97	17.08	31.90
10	14.0	14	27.40	5.07	1.36	18.50	14.10	33.50
13	17.0	12	29.54	2.56	0.74	8.67	24.93	32.50
27	15.0	12	29.57	4.12	1.19	13.93	19.69	32.80
14	21.0	15	29.84	2.43	0.62	8.14	25.90	33.00
11	17.0	13	30.06	2.75	0.76	9.15	24.15	33.40
15	25.0	14	30.71	2.99	0.80	9.74	24.10	33.40

V.- UNT superficial.

Est	N	Md.	Dest.	EEst.	C.V.	Min.	Máx.	Fdo-Sup
31	10	78.00	65.64	20.76	84.15	10.00	200.00	27.90
32	10	66.68	55.88	11.67	83.80	8.00	200.00	29.10
30	11	55.91	27.49	8.29	49.17	13.00	95.00	6.10
25	11	25.06	42.64	12.86	170.19	4.00	150.00	7.50
26	11	13.84	15.02	5.53	108.53	3.00	50.00	9.00
24	12	13.82	24.47	7.06	180.99	1.00	90.00	23.80
20	10	9.59	43.19	2.59	85.40	0.60	30.00	7.90
22	10	8.85	11.54	3.65	130.40	2.00	40.00	12.90
10	11	6.94	6.69	2.02	96.40	1.00	20.00	0.80
27	9	5.98	5.36	1.78	89.63	1.50	15.00	16.00
21	11	5.59	2.90	0.87	51.88	2.50	11.00	18.70
23	10	5.43	5.51	1.74	101.47	2.50	20.00	2.60
15	11	5.02	5.53	1.68	110.16	0.60	20.00	0.90
11	11	4.72	5.62	1.69	119.07	0.60	10.00	2.70
12	11	3.34	1.72	0.52	51.50	0.60	6.00	0.30
13	10	3.30	2.53	0.80	76.67	1.00	10.00	0.90
14	11	3.01	1.64	0.49	54.48	0.60	5.00	-0.20

VI.- UNT de fondo.

Est.	N	Md	Dest.	EEst.	C.V.	Min.	Máx.
31	9	107.89	48.78	16.26	45.21	35.00	200.00
32	9	93.78	89.37	23.12	73.97	25.00	200.00
30	11	62.00	27.38	8.26	44.16	15.00	110.00
24	12	37.30	58.30	16.83	156.30	1.50	215.00
25	11	32.55	41.75	12.59	127.89	4.00	150.00
21	10	24.25	30.25	9.56	124.74	3.50	85.00
26	11	23.79	35.17	10.60	14.84	4.00	125.00
27	9	21.98	22.99	7.66	104.60	3.00	75.00
22	10	21.76	16.70	5.28	76.75	3.00	52.00
20	10	17.54	18.54	5.86	105.70	3.00	85.00
23	10	8.03	5.28	1.67	65.75	3.00	20.00
10	11	7.79	3.10	2.44	103.98	3.00	30.00
15	11	5.73	6.22	1.88	108.55	1.50	20.00
13	10	4.21	3.05	0.96	72.45	1.00	10.00
11	11	4.12	2.54	0.76	61.65	1.00	10.00
12	11	3.61	2.84	0.76	70.36	1.50	10.00
14	11	2.83	1.55	0.47	54.77	0.60	5.00

	10	11	12	13	14	15	20	21	22	23	24	25	26	27	30	31	32
10		X	X	X		X	X	X	X	X				X	X		
11			X	X		X	X	X	X	X				X	X		
12		X		X		X	X	X	X	X				X	X		
13		X	X		X	X		X		X					X		
14			X		X	X									X		
15			X	X	X										X		
20							X	X	X	X				X	X		
21							X		X	X	X			X	X		
22							X	X	X	X				X	X		
23		X					X	X	X					X	X		
24							X	X	X				X	X			
25							X		X			X					
26				X			X	X	X	X	X						
27		X	X	X	X	X											
30																X	X
31																X	X
32																X	

VII.t de Student (p=95%). Arriba: salinidad superficial. Abajo: salinidad de fondo.

	10	11	12	13	14	15	20	21	22	23	24	25	26	27	30	31	32
10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	-	/	X			
11		0	X	X	X	X	X	X	X	X	/	-	/	X			
12		0	X	X	X	X	/	X	X	X	/	0	/	/			
13		0	X	X	X	X	/	/	X	X	/	0	/	/			
14		X	X	X	X	X	/	X	X	X	/	0	/	/			
15		0	X	X	X	X	/	X	X	X	/	-	/	X			
20		X					X	X	X	X	/	-	X	0	0	0	
21		X					X	X	X	X	/	-	/	X			
22		X					X	X	X	X	/	-	X	X			
23		X	0	0			X	X	X	X	/	-	/	X			
24		/					X	X	X	X	/	X	/	0	0	0	
25		/					X	X	X	X	X	/	-	/	0	0	0
26		/					X	X	X	X	X	X	/	0	0	0	
27		X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
30		/					X	X	X	/	X	X	X	X	X	X	
31		/					X	X	X	/	X	X	X	X	X	X	
32		/					X	X	X	/	X	X	X	X	X	X	

VIII.t de Student (p=95%). Arriba: UNT superficial. Abajo: UNT de fondo.

	10	11	12	13	14	15	20	21	22	23	24	25	26	27	30	31	32
10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
11		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
12		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
13		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			
14		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
15		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
20		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X			
21		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
22						X	X	X	X	X	X	X	X	X			
23		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X			
24		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
25		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X			
26		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
27		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X			
30											X	X			X	X	
31																X	X
32																	X

IX. Coeficiente de similitud porporcional. Arriba: superficie. Abajo: fondo.

X	>	.99
/	>	.90
	>	.80
-	>	.60
0	>	.20
<	>	.20

X.- Prueba SNK. Grupos generados y estadísticos grupales.

		Estaciones		Md	DEst.	EEst.	C.V.	Min.	Max.	N
S U P E R F	S%o	A	30, 31, 32	2.75	2.58	0.44	93.66	0.17	9.60	34
		I	20, 21, 22, 24, 25, 26	11.58	6.91	0.78	59.71	0.40	33.10	77
		B	10, 11, 12, 13, 14, 15, 23, 27	19.70	7.83	0.25	39.73	2.70	33.60	100
	UNT	A	30, 31, 32	67.00	50.66	9.10	76.17	8.00	200.00	31
		I	20, 24, 25, 26	13.00	15.71	2.40	123.71	0.60	150.00	43
		B	10, 11, 12, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 27	5.00	5.57	0.54	108.32	0.60	55.00	106
F O N D O	S%o	A	30, 31, 32	7.97	8.79	1.51	110.00	0.10	25.80	34
		I	20, 21, 22, 24, 25, 26, 23	19.15	7.83	0.77	37.74	4.16	32.50	88
		B	10, 11, 12, 13, 14, 15, 27	26.52	4.94	0.50	17.31	12.22	33.60	96
	UNT	A	30, 31, 32	86.00	52.17	9.69	60.00	15.00	220.00	29
		I	20, 24, 25, 26, 21, 22, 27	22.00	24.10	2.82	110.27	1.00	150.00	73
		B	10, 11, 12, 13, 14, 15, 23	5.00	4.90	0.56	94.60	0.60	55.00	76

XI.- Resultados SNK y AV-2, cuadro comparativo.

		SNK		AV-2	
S U P E R F	S %o	A	30, 31, 32	30, 31, 32	
		I	20, 21, 22, 24, 25, 26, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 23, 27	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 23, 27	
		B	10, 11, 12, 13, 14, 15, 23, 27	10, 11, 12, 13, 14, 15, 23, 27	
	UNT	A	30, 31, 32	30, 31, 32	
		I	20, 24, 25, 26	20, 24, 25, 26, 27	
		B	10, 11, 12, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 27	10, 11, 12, 13, 14, 15, 21, 23, 27	
F O N D O	S %o	A	30, 31, 32	30, 31, 32	
		I	20, 21, 22, 23, 24, 25, 27	20, 21, 22, 23, 24, 25, 27	
		B	10, 11, 12, 13, 14, 15, 27	10, 11, 12, 13, 14, 15, 27	
	UNT	A	30, 31, 32	30, 31, 32	
		I	20, 21, 22, 24, 25, 26, 27	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	
		B	10, 11, 12, 13, 14, 15, 23	10, 11, 12, 13, 14, 15, 23	

XII.- AV-2. Grupos generados y estadísticos grupales.

		Estaciones	Homogen.	Md.	DEst.	EEst.	C.V.	Min.	Máx.	N	
S U P E R F I C I E	S %o	A	30, 31, 32	t - e	2.75	2.58	0.44	93.66	0.17	9.60	34
		I ₁	25, 24	t - e	8.59	5.52	1.08	64.26	5.56	31.00	26
		I ₂	20, 21, 22, 26	t - e	13.49	6.47	1.08	47.96	1.40	33.10	36
		B ₁	10, 11	e	17.74	8.53	1.67	48.09	14.10	36.50	26
		B ₂	12, 13, 23, 27	t - e	18.47	7.69	1.21	41.64	2.70	32.30	40
		B ₃	14, 15	t - e	23.89	6.82	1.39	28.54	12.22	33.40	24
	UNT	A	30, 31, 31	e	68.00	51.18	9.34	75.75	30.00	200.00	30
		I ₁	24, 25, 26	t - e	17.00	29.58	4.98	169.71	1.00	150.00	33
		I ₂	20, 22	e	10.00	10.06	2.37	101.72	0.60	40.00	18
		B ₁	27	-	6.00	5.37	1.79	89.85	0.60	15.00	9
		B ₂	10, 11, 21	t - e	6.00	5.18	0.90	88.85	0.60	20.00	33
		B ₃	12, 13, 14, 15, 23	t - e	4.00	3.84	0.54	97.96	0.60	20.00	50
F O N D O	B %o	A	30, 31, 32	e	7.97	8.79	1.51	110.00	0.10	25.80	33
		I ₁	20, 24, 25, 22	t - e	17.29	6.45	1.02	37.30	4.81	31.00	40
		I ₂	21, 23	t - e	23.12	4.22	0.90	18.25	13.03	30.70	22
		B ₁	15, 27, 26	t - e	27.25	7.52	1.31	27.60	4.16	33.40	33
		B ₂	10, 11, 12, 13, 14	t - e	28.34	4.23	0.55	14.92	12.22	36.50	60
		A	30, 31, 32	t - e	86.00	52.17	9.69	60.60	15.00	220.00	30
	UNT	I ₁	25, 24	t - e	36.00	51.04	1.43	10.88	1.50	215.00	22
		I ₂	20, 21, 22, 26, 27	t - e	22.00	25.96	4.10	1.17	3.00	125.00	40
		B ₁	10, 23	t - e	8.00	6.77	1.51	82.06	3.00	30.00	20
		B ₂	11, 12, 13, 14, 15	e	4.00	3.66	0.89	51.82	0.80	20.00	50

NORMAS A LOS AUTORES PARA LA PRESENTACION DE ORIGINALES

1. Los trabajos deberán ser presentados por triplicado, escritos a máquina en letra tipo élite a doble espacio y en papel formato 21 x 29 cm.
2. No deberán exceder las 30 páginas incluyendo figuras y diagramas, y deberá incluir un resumen en español y en inglés (ABSTRACT) de no más de 300 palabras.
3. Los autores deberán ordenar los originales de acuerdo al siguiente esquema:
 - TITULO** -Deben ser concisos y suficientemente explícitos.
 - AUTORES** -Los nombres de los autores deben ser escritos de la siguiente forma:
primer autor: apellido/s e inicial/es del/los nombre/s.
siguientes autores: inicial/es del/los nombre/s y apellido/s.

Cada autor debe ser indizado con un número para identificación de las instituciones a las que pertenecen, si fuera el caso.

—**INSTITUCION/ES** - A continuación se citarán las instituciones a las que pertenecen los autores, y la dirección postal a la que debe remitirse la correspondencia. Deberá indicarse a continuación la dirección postal a la que deben ser remitidas las pruebas para su revisión.

—**PALABRAS CLAVE** - Los autores deberán seleccionar un máximo de 7 palabras claves que permitan la identificación del trabajo en una base de datos. Estas palabras deberán ser citadas en el mismo orden en que aparecen en el texto, y deberá incluirse una versión en inglés de las mismas.

—**RESUMEN** - En español y en inglés, de un máximo de 300 palabras, donde deben quedar claras las características generales del trabajo, incluyendo las conclusiones.

—**INTRODUCCION**

—**MATERIAL ESTUDIADO, AREA DE ESTUDIO, METODOS Y TECNICAS.**

—**RESULTADOS**

—**DISCUSION**

—**CONCLUSIONES**

—**AGRADECIMIENTOS**-Se incluirán aquí la mención al apoyo financiero y cualquier otra observación en este sentido.

—**BIBLIOGRAFIA** - La bibliografía deberá estar mencionada en el texto, y se citarán de acuerdo a los siguientes ejemplos:

Publicaciones periódicas:

Wallace, J.M., y R.E. Dickinson, 1972.-Empirical orthogonal representation of time series in the frequency domain. Part I: Theoretical considerations. J. Appl. Meteor., 11 (6): 887-892.

Libros:

Legendre, L., y P. Legendre, 1983.-Numerical ecology. S.E. Jorgensen (ed.). Developments in Environmental Modelling 3. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 419 pp.

Publicaciones pertenecientes a un libro:

Hannón, B., 1985.-Ecosystem flow analysis. En: Ecosystem theory for biological oceanography. R.E. Ulanowicz y T. Platt (eds.). Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 213: 97-118.

—**TABLAS Y DIAGRAMAS** -Las tablas y diagramas serán directamente reproducidas, y deberán por tanto ser presentadas en tamaño original, de un máximo de 15 x 21 cm., en papel calco y tinta china. Las tablas serán numeradas en números romanos de acuerdo al orden de citación en el texto, y deberán poseer un título breve y suficientemente explicativo. Los diagramas serán numerados en itálica, e incluirán una breve leyenda al pie. Las unidades de medida se mencionarán entre paréntesis.

OTRAS CONSIDERACIONES

Fórmulas matemáticas.

Las fórmulas matemáticas serán tipeadas a máquina, de manera que entren en una sola línea, y numeradas en forma correlativa. Cuando sea necesario el uso de letras griegas o símbolos especiales que deban ser escritos a mano, éstos deberán ser claros y no ambiguos. Se incluirá en el texto una cita con el significado de los términos utilizados. Se diferenciará la letra "l" del número "1", y se evitarán los exponentes, de segundo y tercer orden.

Citas bibliográficas en el texto.

Las citas en el texto deberán ser efectuadas nombrando el apellido/s del/los autor/es, seguido del año de la publicación, separado por una coma (,). Por ejemplo: Ottman y Urien, 1965. En el caso de más de dos autores se nombrará el apellido del primer autor seguido de "et al" y el año de publicación.

Las citas pueden ser efectuadas entre paréntesis o en el contexto de una frase, por ejemplo: "Ottman y Uribe (1965) establecen...".

En el caso de más de una publicación de la misma autoría en el mismo año deberán indizarse correlativamente por ejemplo: Ayup, R., 1981a; Ayup, R., 1981b.

Separatas

Por cada trabajo publicado el/los autores recibirán 10 separatas sin cargo. En el caso en que se desee un número mayor, deberán ser solicitadas al momento de entregar los originales y los autores correrán con los gastos suplementarios.

Los originales serán revisados por un Comité Revisor ad hoc. Los trabajos no aceptados serán devueltos a los autores.

INDICE

Inv. Oceanol., 1 (1) (1987)

	pags.
Nagy, G.J., A.C. Perdomo y R.D. Riso. - Algunos aspectos hidroquímicos de la Bahía de Montevideo	5-17
López Laborde, J. - Distribución de sedimentos superficiales de fondo en el Río de la Plata exterior y Plataforma adyacente	19-30
Nagy, G.J., J.López Laborde y L.H. Anastasía. - Caracterización de ambientes del Río de la Plata Exterior (salinidad y turbiedad)	31-56