

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SALINIDAD (INTRUSIÓN SALINA) EN EL SISTEMA RÍO GUAYAS CANAL DE JAMBELI COMO PARTE DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Por:

Patricia Arreaga Vargas¹

ABSTRACT

The present work allows to establish the behavior of the salinity of the water, time of renovation and its effect on the quality of water in two established stages: increase in the level of the sea in 0.3 m and 1.0 m. I in the System of the Guayas Channel in Jambeli, considering the exchange of waters that exists between the Guayas River and the sea. After careful analysis of information from 1984, 1996 and, 1997 were established these points:

The horizontal and vertical gradients of salinity are intimately bound with the flow of the Guayas River, as long as the flow increases the intrusion of the saline wedge will be minor.

During the dry station the vertical gradients of salinity are maximums in the sector between The Exclusas- Point Stone. It is in this area where they give up the processes of mixture in a higher form.

The gradient mentioned changes, being found in the south during the humid season.

The gradients of salinity are important in the area already mentioned, after this, the variations don't present too many changes, this is a reason why it can be ignore.

The advance of the saline wedge will be harmful, in the cases, where the water is used directly due to that an excess of salted water that will cause damages in the agriculture production of corn, rice, banana tree, etc. as well as the populations settled in the borders of the Daule and Babahoyo rivers who use the water directly from the river for their daily work.

RESUMEN

El presente trabajo permite establecer el comportamiento de la salinidad del agua, tiempo de renovación y sus efectos sobre la calidad del agua para dos escenarios establecidos: aumento en el nivel del mar en 0.3 m y 1.0 m. en el Sistema Río Guayas Canal de Jambeli, considerando el intercambio de aguas que existe entre el Río Guayas y el mar. Basándose en información de salinidad obtenida durante el año 1984, 1996 y 1997, se hizo un cuidadoso análisis estableciendo que:

Los gradientes horizontales y verticales de salinidad están íntimamente ligados con el flujo del Río Guayas, mientras mayor sea este flujo la intrusión de la cuña salina será menor.

Durante la estación seca los gradientes verticales de salinidad son máximos en el sector entre Las Esclusas – Punta Piedra. Es en esta área donde se dan los procesos de mezcla en forma marcada.

El gradiente antes mencionado, fluctúa, ubicándose en el sur durante la estación húmeda.

Los gradientes de salinidad son importantes en el área antes mencionada, después del cual, las variaciones no presentan una mayor variación por lo que pueden pasarse por alto.

El avance de la cuña salina será perjudicial, en los casos, donde se utiliza el agua directamente para riego, debido a que un exceso de agua salada causará daños en la producción agraria de la zona de riego de: maíz, arroz, banano, etc. así como las poblaciones asentadas en los márgenes de los ríos Daule y Babahoyo y que usan el agua del río directamente para sus labores diarias.

¹ Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de julio Base Naval Sur, casilla 5940 Guayaquil – Ecuador. Fax (5934)485166. E-Mail: tsunamis@inocar.mil.ec

INTRODUCCIÓN

Varias investigaciones indican que debido al efecto de invernadero y de los gases en la atmósfera, el mar se elevará progresivamente afectando a las zonas costeras. Algunas estimaciones hablan de aumentos en el nivel del mar de unos 20 a 30 cm para el año 2030, otras, indican elevaciones aproximadas a 1m y más. En todo caso, el aumento en el nivel del mar es un hecho en los próximos años, los efectos que dicha elevación producirá se reflejará de varias formas en las diferentes actividades y formas de vida que dependen del mar o se derivan de su influencia, entre los que se pueden citar: cambios en el comportamiento de las olas, corrientes costeras y en las mareas; alteraciones en el balance sedimentario de playas, cambios en la línea de costa, variaciones en la cuña salina de los estuarios afectando a la producción de agua potable para las principales ciudades costeras.

Partiendo de la importancia del efecto que las variaciones en la cuña salina pueden causar en la producción de agua potable, se ha realizado el presente trabajo, permitiendo conocer el comportamiento de la cuña salina en el Sistema Río Guayas - Canal de Jambelí, conociendo que el Río Guayas abastece de agua a Guayaquil, puerto principal del país, y a muchas otras poblaciones.

AREA DE ESTUDIO

El Golfo de Guayaquil se divide naturalmente en un estuario exterior que se origina en el lado occidental de la Isla Puná en dirección noreste incluyendo los sistemas del Estero Salado y del Río Guayas. La Isla Puná define dos canales: al noroeste, el Canal del Morro y al Sureste, el Canal de Jambelí. El área de estudio considerada para este estudio comprende el Sistema Río Guayas - Canal de Jambelí, considerando el intercambio de aguas que existe entre el Río Guayas y el mar.

METODOLOGIA UTILIZADA

El presente documento se elaboró partiendo de la recopilación de información existente tanto en el INOCAR, como en otras instituciones.

La figura 1, muestra el área de estudio y la ubicación de las estaciones de las que se analizó la información. En cada una de estas estaciones se ha considerado los siguientes parámetros: Temperatura, Salinidad, Oxígeno, DBO y Nutrientes entre otros parámetros, de los cuales únicamente se considera para este trabajo el parámetro de Salinidad.

ANALISIS DE RESULTADOS

SALINIDAD

Las variaciones estacionales de salinidad en el Sistema Río Guayas - Canal de Jambelí se ven influenciadas en

gran manera, por la variación del aporte de agua dulce del Río Guayas. Durante la estación seca, la salinidad superficial toma valores que van desde 35.21 ups en Punta Mandinga Isla Puná a 4.20ups a la altura de la Puntilla frente a la ciudad de Guayaquil, durante el flujo; mientras que en los reflujos los valores difieren ligeramente con valores que van desde 35.06 ups a 2.69 ups respectivamente en cada una de las zonas mencionadas anteriormente. Las mayores concentraciones como es de esperarse son a la altura de la Isla Puná. Conforme se acerca a la ciudad esta concentración va disminuyendo producto de la mezcla con el agua dulce del río. Tablas 1a y 1b.

A la altura de Punta Piedra - Las Esclusas se puede ver claramente como lo muestran las figura 2 y 3 que los procesos de mezcla se presentan en esta zona. Tanto la figura 2 como la figura 3 muestran la distribución de la Salinidad vertical y espacial desde Punta Mandinga hasta Las Esclusas (1984) y desde la Punta Mandinga hasta La Puntilla frente a la Ciudad de Guayaquil (1996) respectivamente; mientras que, durante la estación de lluvias, la salinidad superficial se reduce agudamente desde 13.58 ups durante el flujo y 16.13 ups en el reflujo en la parte más estuarina como lo es Punta Mandinga en la Isla Puná y 0.0 ups en flujo y reflujo en Las Esclusas respectivamente, figura 4. Esta reducción en la salinidad superficial durante la estación de lluvias, comparada con la de la estación seca está asociada con el incremento que experimenta el Río Guayas en su descarga debido a las precipitaciones.

A nivel subsuperficial, también existen variaciones estacionales y de la misma manera que las superficiales están relacionadas principalmente con el aporte fluvial y el grado de mezcla horizontal y vertical que ocurren en el interior del Sistema Río Guayas- Canal de Jambelí. Durante la estación seca, la salinidad a lo largo del Sistema Río Guayas - Canal de Jambelí aumenta, formándose gradientes verticales que van desde 0.31 ups/12 m a 1.81 ups/6m, desde la Isla Puná hasta La Puntilla en el Río Guayas, figuras 5 y 6. El mayor cambio vertical de Salinidad ocurre a la altura de Punta Piedra donde el gradiente tiene un rango de 3.85 ups - 6.31 ups/9 -17m.

Durante la estación de lluvias, la salinidad subsuperficial disminuye en el estuario interior y los cambios de salinidad a través de la columna de agua, en el Sistema Río Guayas - Canal de Jambelí van a ser los siguientes: 0.075 ups/7.5m a 9.98 ups/14 m, estos valores son encontrados en la entrada y parte final del Sistema Río Guayas - Canal de Jambelí, figura 7 y 7a.

DISTRIBUCIÓN LONGITUDINAL DE LA SALINIDAD

Tomando como referencia la distribución promedio de la salinidad durante un ciclo de marea establecida por Murray et al. (1975), CAAM 1996. a lo largo del

sistema Río Guayas-Canal de Jambelí y utilizando la información existente del INOCAR (1984, 1996) y ECAPAG (1995), se puede notar la disminución de la salinidad promedio en el segmento Río Guayas comprendido entre Punta Mandinga y Las Esclusas en un primer plano y hasta La Toma en un segundo plano, empleando en este último, información de salinidad superficial, asumiendo que a la altura de La Toma la salinidad promedio es similar a la de la superficie; estableciendo de esta manera la penetración de la cuña salina. En la figura 8, se puede ver como la disminución de la salinidad promedio comprendido entre Punta Mandinga y Las Esclusas identifica la zona donde el agua del río y el agua de mar se mezclan con más intensidad; en esta zona las variaciones son mayores y sobrepasan las 8 ups.

Los perfiles verticales de salinidad a lo largo del sistema Río Guayas-Canal de Jambelí prueban que los gradientes verticales son más importantes en esta zona, mientras que en el resto del sistema son despreciables, figuras 5-7a. Las Tablas 2a y 2b confirman lo antes mencionado, los grandes gradientes verticales de salinidad están constantemente fluctuando entre Punta Mandinga y Las Esclusas; durante la estación seca el gradiente máximo se encuentra a la altura de Punta Piedra (3.85 ups - 6.31ups), mientras que durante la estación húmeda avanza hacia el sur a la altura de Punta Mandinga (6.17 - 9.98 ups). De manera general, se puede indicar que, durante la estación seca, el flujo neto del río cuando llega al Canal de Jambelí ha sido totalmente diluido por el agua de mar.

En todo estuario, el avance de la intrusión de agua salina depende de un equilibrio de fuerzas entre la descarga de agua dulce y el gradiente de densidad. En el Río Guayas, con una descarga promedio de 400 m³/s, el gradiente de densidad se sitúa entre el extremo sur de la Isla Santay y 10 km río-abajo (Boya 11); conforme aumenta la descarga, el gradiente es desplazado hacia el sur como se afirmó anteriormente. En condiciones extremas con alta descarga del río el gradiente se desplaza a la altura de la Isla Puná, INOCAR (1986).

Valores pequeños de salinidad, normalmente se extienden hasta cerca de 20 km al norte de Guayaquil siguiendo el cauce del Río Daule; en el sitio de captación de agua de la planta La Toma (25 km al norte de Guayaquil), la salinidad promedio durante la estación de lluvias es menor de 0.1 ups y durante la estación seca de alrededor de 0.7 ups. Arriaga (1989), CAAM 1996. Sin embargo, durante el estiaje de ciertos años, la cuña salina ha penetrado más hacia el norte de lo habitual (pasando la población de Daule), determinando graves problemas en el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Guayaquil. Por otro lado, 30 km río arriba de Guayaquil siguiendo el cauce del Río Babahoyo, a la altura de la población de Samborombón, la salinidad fluctúa entre 0.1 y 0.3 ups en un ciclo de marea durante la estación seca; mientras que 30 km mas arriba cerca de la ciudad de Babahoyo,

la salinidad del agua se mantiene por debajo de 0.1 ups durante todo el año, Benites (1975), CAAM 1996. Basándose en la información existente, se tiene que para el año 1996 y durante la época seca, a la altura de La Puntilla se encontraron valores de salinidad superficial mayores que 2 ups y 4 ups durante el reflujo y flujo, respectivamente, información que comparada con la emitida por la ECAPAG, para la misma época, puede ser relacionada haciendo un seguimiento de la salinidad hasta la Toma, pasando por la estación El Progreso, La Alborada. Las salinidades van disminuyendo conforme avanzan a la Toma de la siguiente manera: 4.69 ups, 4.239 ups, 3.075 ups y 0.066 ups en La Puntilla, El Progreso, La Alborada y La Toma, figura 8.

De la información de salinidad superficial obtenida por ECAPAG durante los años 1995 - 1997, se presenta la Tabla 3, para que el lector pueda observar los valores de salinidad que han llegado hasta La Toma durante estos tres últimos años.

CLASIFICACION DEL ESTUARIO

Murray et al. (1975), CAAM 1996, a fin de representar las condiciones dinámicas del sistema Río Guayas - Canal de Jambelí al término de la estación seca (octubre - noviembre de 1970) utilizó el esquema de clasificación de Hansen y Rattray (1966), CAAM 1996, el cual se basa en un diagrama de circulación - estratificación obteniendo como resultado que el estuario fue clasificado como parcialmente mezclado (Tipo 2B). Usando este mismo esquema, se ha determinado para las estaciones seca y húmeda de 1984 y durante la estación seca de 1996, que el estuario fluctúa entre Tipo 1a, 1b. En los estuarios clasificados como Tipo 1 el flujo neto es hacia el mar en todas las profundidades y el transporte de sal hacia el interior es por difusión. En el estuario de Tipo 1a se tiene una ligera o suave estratificación y coincide con el estuario lateralmente homogéneo bien mezclado, comportamiento que tiene el Sistema Canal de Jambelí - Río Guayas durante la estación seca como lo muestra la figuras 9, para estaciones secas diferentes 1984 y 1996, el comportamiento del Estuario hacia el tipo 1a, con muy pocas fluctuaciones hacia el 1b, pero en general hacia el primero. Durante la estación húmeda (1984), el comportamiento es totalmente diferente clasificándose como de tipo 1b, figuras 10. De manera general se puede decir que de acuerdo a esta clasificación el estuario es de tipo 1, en el que el flujo resultante en el estuario, en todas las profundidades y el transporte de sal es debido solamente a procesos de difusión turbulenta.

TIEMPO DE RENOVACION (FLUSHING TIME)

Tiempo de Renovación (flushing Time) calculado para estos efectos, oscila entre un rango de 4 a 29 días; para este cálculo, fue necesario establecer secciones transversales que van desde La Puntilla hasta Punta

Piedra, espaciadas aproximadamente 3 km, a las que se les calculó el área total en marea alta y baja para la época seca y húmeda. Usando valores de caudales obtenidos por Osorio (1984), CAAM 1996, que van desde los 230 m³/s y 1500 m³/s con volúmenes aproximados de 576352x10³ m³ en época seca y de 583 077 x 10³ m³ en húmeda.

Así mismo se ha estimado el Tiempo de Renovación para otros caudales obteniéndose valores que van desde 0.5 días hasta 38 días, para valores extremos de caudal que van desde 15000m³/s durante un Fenómeno El Niño INOCAR (1997) y un período seco extremo de 50 m³, disminuyendo el Tiempo de Renovación conforme los caudales van aumentando, aunque no siempre se cumple esto, ya que en ciertas ocasiones a pesar de aumentar el caudal, el Tiempo de Renovación también se incrementa y esto es atribuido a factores como la forma del fondo y la distancia que recorre una partícula en el refluo para salir del estuario. Palacios (1989), CAAM 1996

DISCUSION

Asumiendo un incremento del nivel medio del mar de 0.30 m, como parte del Cambio Climático, y considerando precipitaciones tendientes a escasas (igual o inferior a los valores estadísticos normales), las condiciones mostradas para la época seca tanto para el año 1984 como para 1996, se verán agudizadas, es decir que habrá un mayor desplazamiento de la cuña salina hacia el norte en el Sistema de estudio Canal de Jambelí - Río Guayas, normalmente el ingreso de aguas salinas puede ser 20 km al norte de Guayaquil, es decir a la altura de la Toma de agua e incluso, pasando las poblaciones asentadas en la ribera del Río Daule en caso extremos, pudiéndose dar el caso de encontrar salinidades promedio mayores a 0.7 ups, (Arriaga, 1989), valores estimados para un período seco, lo que ocasionaría grandes problemas con el abastecimiento del agua potable para la ciudad, e incluso las poblaciones asentadas siguiendo el cauce del Río Babahoyo a la altura de Samborombón. El tiempo que tardará el agua del estuario en renovarse va a ser mucho mayor, como es de conocimiento del lector, este varía con el caudal que mantenga el río.

Si cambiáramos un poco este escenario y sumáramos a este incremento en el nivel del mar precipitaciones moderadas, prácticamente los valores de salinidad promedio, río arriba serían mínimos e incluso en ciertos casos igual a 0.1 ups, valores estimados por Arriaga (1989), para período húmedo, sin que estos valores lleguen a afectar la Toma de Agua dulce, según la ECAPAG.

Para un incremento en el nivel del mar de 1.0 m, con precipitaciones superiores a valores estadísticos normales, prácticamente estaríamos analizando un evento similar al del Fenómeno El Niño, la penetración de las aguas de mar dependería mucho del cauce que en ese momento tome el río, el cual durante un evento

como el mencionado aumenta su caudal de manera muy significativa y las salinidades promedios no excederían los valores estimados por Arriaga (1989), para un período húmedo (0.1 ups), como se pudo apreciar en las tablas 1a y 1b antes mencionadas, considerando que 1997, fue un año Niño. Una de las consecuencias se podría esperar, es que las poblaciones asentadas en la ribera del Río Daule, se vean inundadas por el aumento en el nivel de las aguas, tanto por el cauce del Río como por la del aumento paulatino del nivel del mar, generando graves problemas.

Haciendo un análisis en lo que respecta a un aumento de las salinidades de las aguas por el incremento paulatino del nivel del mar, no se puede apreciar, para la época seca de 1984, encontramos salinidades más altas que las encontradas en el año 1996, lo que implicaría que 1984 ha sido un año de menores precipitaciones que 1996, mientras que para la época húmeda el año 1997 presenta las salinidades más bajas que las de 1984, a consecuencia de las abundantes precipitaciones que ya se daban durante el período de muestreo, por el Fenómeno El Niño.

CONCLUSIONES

Basándose en todo este análisis se puede decir que:

Los gradientes horizontales y verticales de salinidad están íntimamente ligados con el flujo del Río Guayas, mientras mayor sea este flujo la intrusión de la cuña salina será menor.

Durante la estación seca los gradientes verticales de salinidad son máximos en el sector entre Las Esclusas - Punta Piedra, con valores que van de 3.85 ups a 6.31 ups. Es en esta área donde se dan los procesos de mezcla en forma marcada.

El gradiente antes mencionado, fluctúa durante la estación húmeda hacia el sur, en el sector Punta Piedra - Punta Mandinga en la Isla Puná (6.17 - 9.98 ups), debido al incremento en el flujo del Río Guayas por las precipitaciones.

Los gradientes de salinidad sólo son de gran importancia en el área antes mencionada, después del cual, las variaciones no presentan una mayor variación por lo que pueden pasarse por alto.

Las salinidades superficiales hacia el norte de la ciudad de Guayaquil van disminuyendo llegando a la Toma de Agua Potable, observándose los siguientes valores: (0.66-0.093 ups) año 1995, (0.056-0.119 ups) 1996 y (0.075ups) 1997 (fuente: ECAPAG, estación seca).

Como se mencionó antes la mayor o menor penetración de la cuña salina depende del mayor o menor flujo que mantenga el Río Guayas y sus afluentes y que en este escenario sería mayor.

El avance de la cuña salina será perjudicial, en los casos, donde se utiliza el agua directamente para riego, debido a que un exceso de agua salada causará daños en la producción agraria de la zona de riego de: maíz, arroz, banano, etc., así como las poblaciones asentadas en los márgenes de los ríos Daule y Babahoyo y que usan el agua del río directamente para sus labores diarias.

AGRADECIMIENTO

La autora deja constancia de su agradecimiento a los directivos del Instituto Oceanográfico por permitir y apoyar al desarrollo de este documento.

BIBLIOGRAFIA

- DYER. 1973.** Estuaries: A Physical Introduction. Capítulo 2.
- INOCAR. 1986.** Estudios Hidrográficos, Oceanográficos y Geológicos para resolver los problemas de sedimentación en el Canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil y en el área de la Esclusa (Río Guayas - Estero Cobina). Datos de Campo de salinidad y velocidad durante las estaciones: seca y húmeda.
- INOCAR. 1996.** Informe Anual 1996, División Oceanografía Química. Proyecto: Desarrollo de un Sistema de Información geográfica para el Golfo de Guayaquil. Estación Seca.
- INOCAR. 1996.** Informe de Corrientes, División Oceanografía Física. Proyecto: Desarrollo de un Sistema de Información geográfica para el Golfo de Guayaquil. Estación Seca.
- CAAM. 1996.** Sistemas Biofísicos en el Golfo de Guayaquil. Circulación del Agua. Pag. 61.
- DE MIRANDA. 1996.** Oceanografía Física de estuarios. Capítulo 5.
- ECAPAG. 1997** Datos de Campo del Proyecto: Guayas - Daule.

Estación		Fecha		Hora		Temperatura (°C)		Salinidad		Velocidad (cm/s)		Dirección	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7							

Tabla 1a. Variaciones Estacionales de Salinidad Superficial (ppm) a lo largo del Sistema Río Guayas – Canal de Jambelí durante 1984.

LUGAR	EPOCA HUMEDA 1984				EPOCA SECA 1984			
	CUADRATURA		SICIGIA		CUADRATURA		SICIGIA	
	Flujo	reflujo	flujo	reflujo	Flujo	reflujo	flujo	reflujo
Las Esclusas	0.00 ppm	0.00 ppm	0.00 ppm	0.00 ppm	8.14 ppm	8.65 ppm	9.08 ppm	10.22 ppm
Punta Piedra	0.18 ppm	0.10 ppm	1.60 ppm	1.19 ppm	23.32 ppm	23.75 ppm	25.05 ppm	24.43 ppm
Puná	13.28 ppm	13.02 ppm	17.55 ppm	16.58 ppm	35.21 ppm	35.06 ppm	33.57 ppm	33.22 ppm

Tabla 1b. Variaciones Estacionales de Salinidad Superficial (ppm) a lo largo del Sistema Río Guayas – Canal de Jambelí durante 1996 y 1997

LUGAR	EPOCA SECA 1996		EPOCA HUMEDA 1997	
	Flujo	Reflujo	Flujo	Reflujo
<i>La Puntilla</i>	4.20 ppm	2.69 ppm	0.02 ppm	0.006 ppm
Punta Piedra	13.59 ppm	10.41 ppm	0.13 ppm	0.14 ppm
Puná	29.70 ppm	29.86 ppm	13.58 ppm	16.13 ppm

Tabla 2a. Gradientes Verticales a lo largo del Sistema Río Guayas – Canal de Jambelí durante 1984.

LUGAR	ESTACION HUMEDA 1984		ESTACION SECA 1984	
	CUADRATURA	SICIGIA	CUADRATURA	SICIGIA
Las Esclusas	0.00 ppm	0.00 ppm	2.73 ppm	1.96 ppm
Punta Piedra	2.64 ppm	3.74 ppm	3.08 ppm	3.85 ppm
Puná	9.98 ppm	7.85 ppm	0.64 ppm	0.31 ppm

Tabla 2b. Gradientes Verticales a lo largo del Sistema Río Guayas – Canal de Jambelí durante 1984.

LUGAR	ESTACION HUMEDA 1997 SICIGIA	ESTACION SECA 1996 SICIGIA
La Puntilla	0.07 ppm	1.81 ppm
Punta Piedra	0.16 ppm	6.31 ppm
Puná	6.17 ppm	0.65 ppm

Tabla 3. Datos de Campo de Salinidad Superficial (ppm) del Proyecto Guayas-Daule. ECAPAG

MES	1995			1996			1997		
	La Toma	Alborada	Progreso	La Toma	Alborada	Progreso	La Toma	Alborada	Progreso
Enero	0.21-0.48	0.208	0.21-0.25	0.057	4.050	5.110			
Febrero							0.057	0.164	0.209
Marzo	0.389	0.478	0.568	0.084	0.299	0.295			
Abril	0.066	0.119	0.300				0.048	0.163	0.299
Mayo	0.066	0.163	0.299	0.119	0.299	1.373			
Junio				0.102	0.747	1.553			
Julio	0.093	2.046	3.640	0.056	1.284	2.806	0.075	0.209	0.389
Agosto				0.066	3.075	4.329			
Septiembre				0.057	2.499	5.853			
Octubre				0.066	5.225	6.748			
Noviembre				0.084	6.500	7.760			

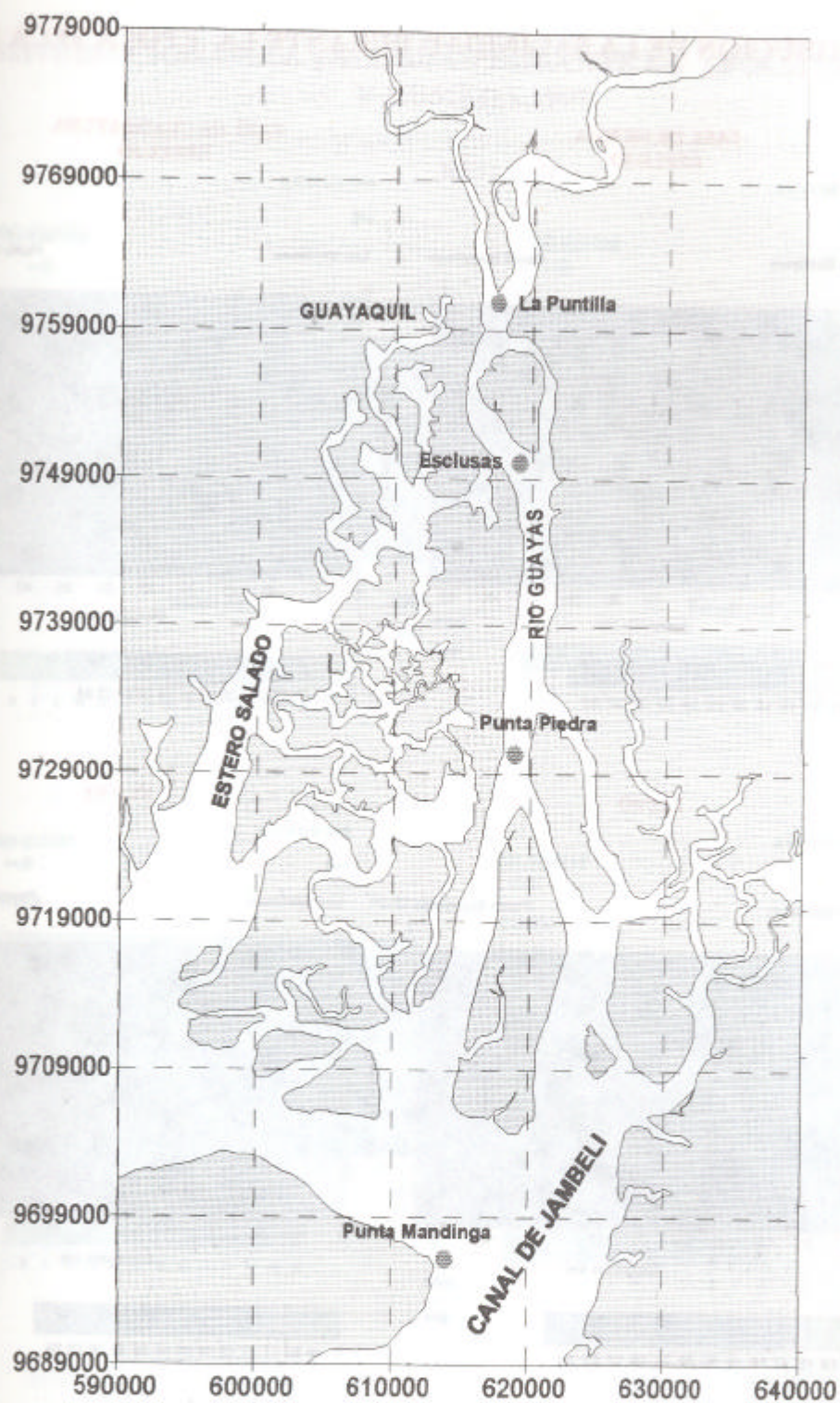


Figura 1.- Area de Estudio

DISTRIBUCION DE LA SALINIDAD DURANTE LA EPOCA SECA 1984

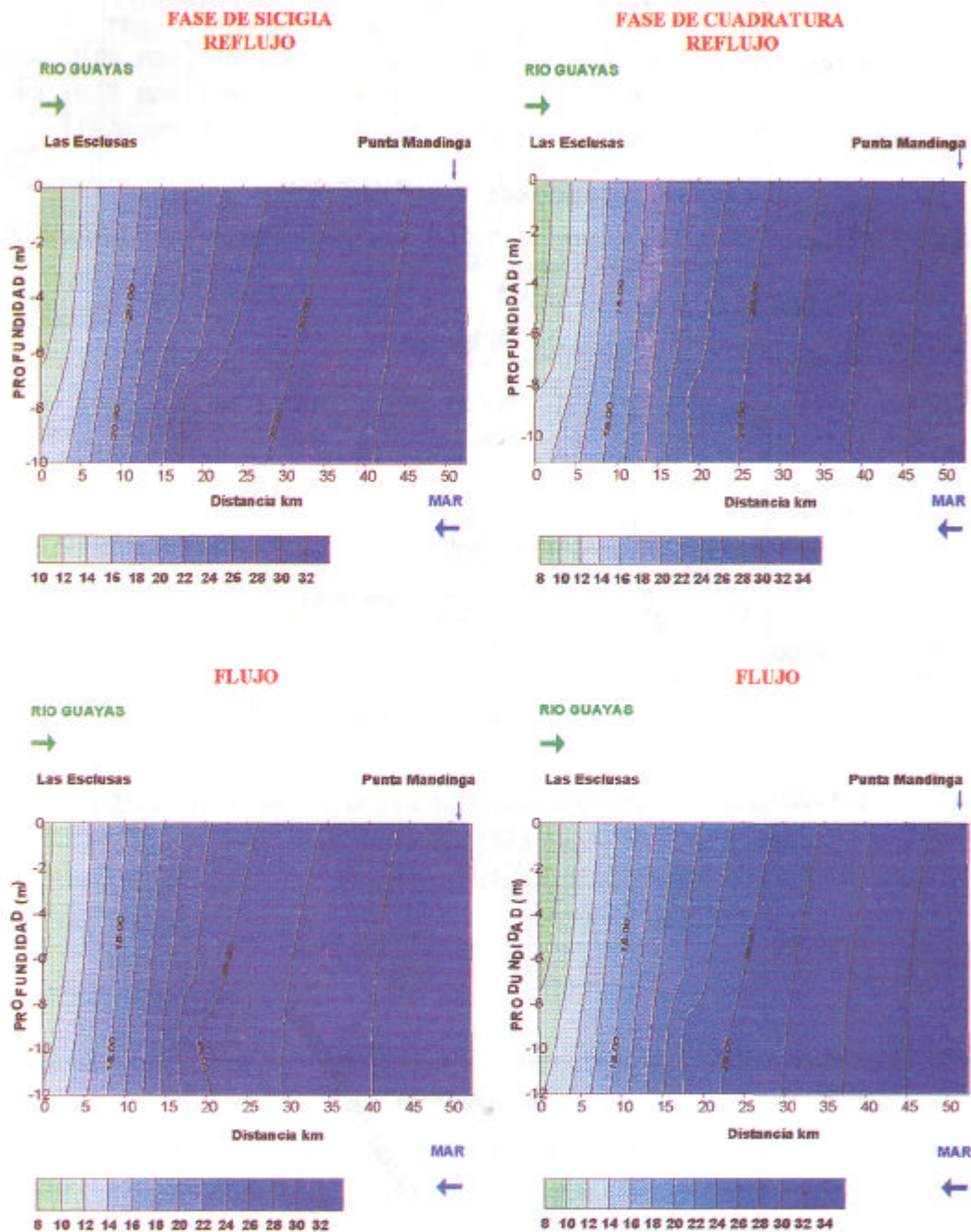
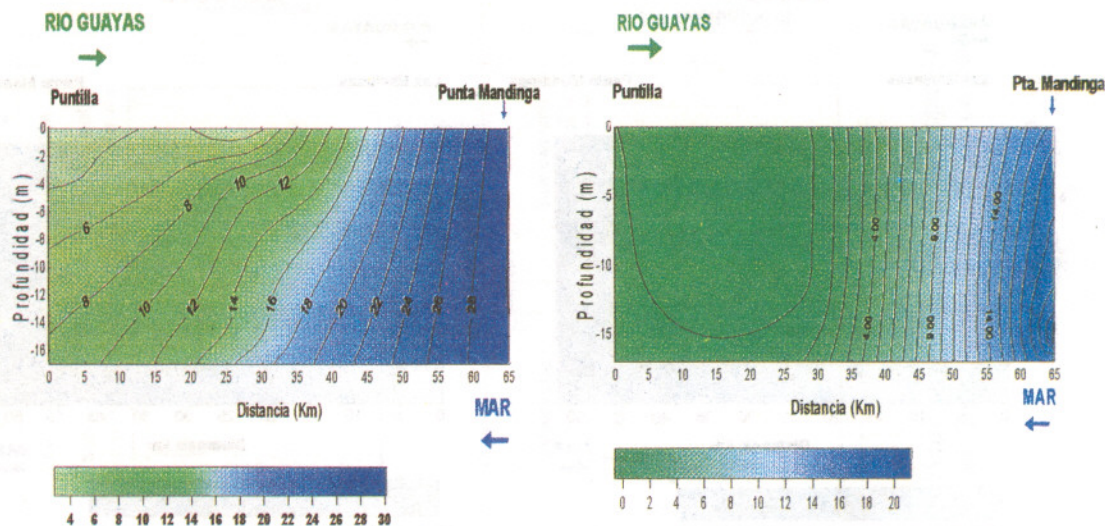


Figura 2.- Distribución vertical y espacial de la salinidad durante el flujo y reflujo para Epoca Seca (1984).

DISTRIBUCION DE LA SALINIDAD DURANTE LA EPOCA SECA 1996 Y HUMEDA 1997

REFLUJO



FLUJO

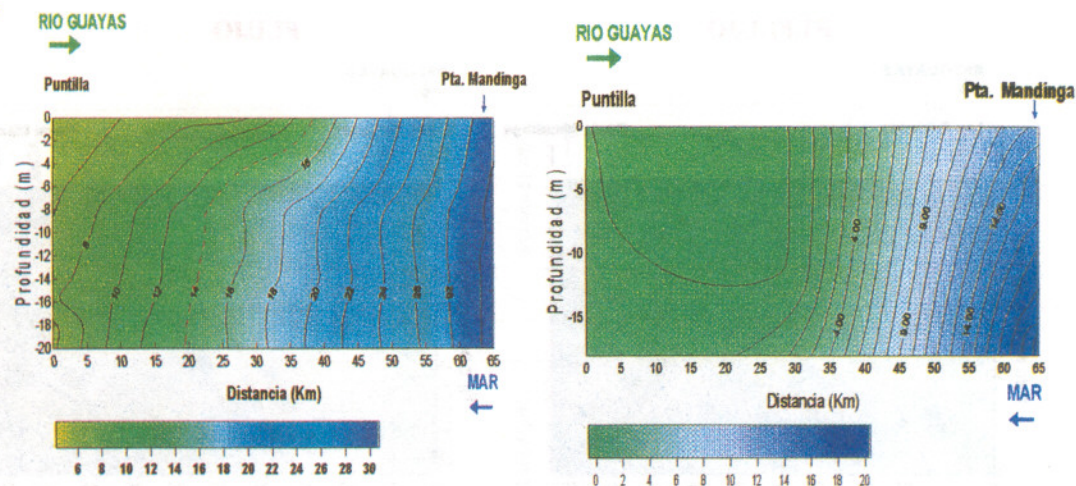
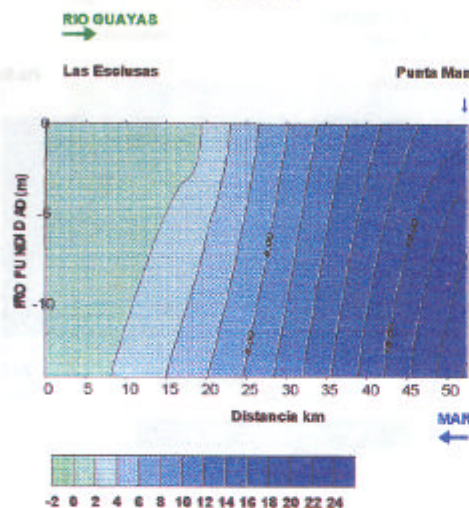


Figura 3.- Distribución vertical y espacial de la salinidad durante el flujo y refluo para Epoca Seca (1996) y Epoca Húmeda (1997).

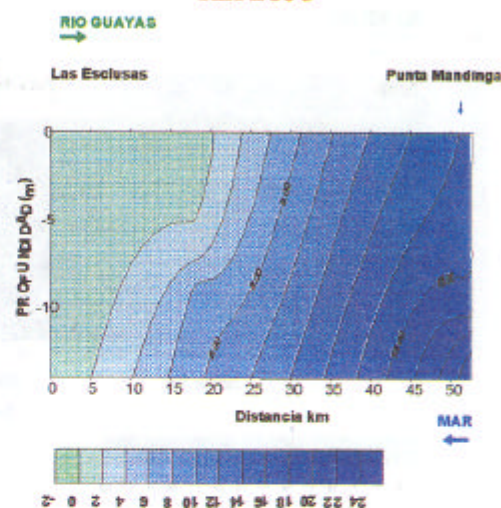
DISTRIBUCION DE LA SALINIDAD DURANTE LA EPOCA HUMEDA 1984

FASE DE SICIGIA

FLUJO

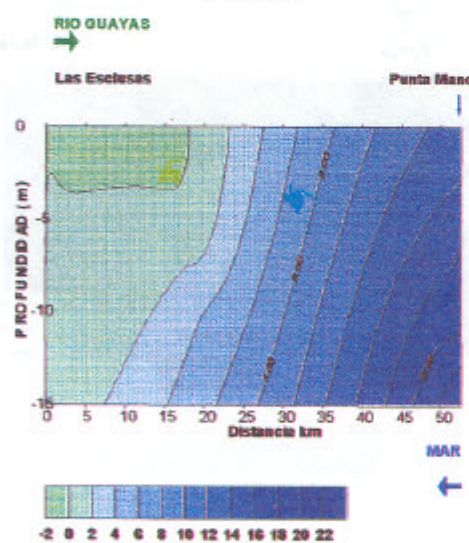


REFLUJO



FASE DE CUADRATURA

REFLUJO



FLUJO

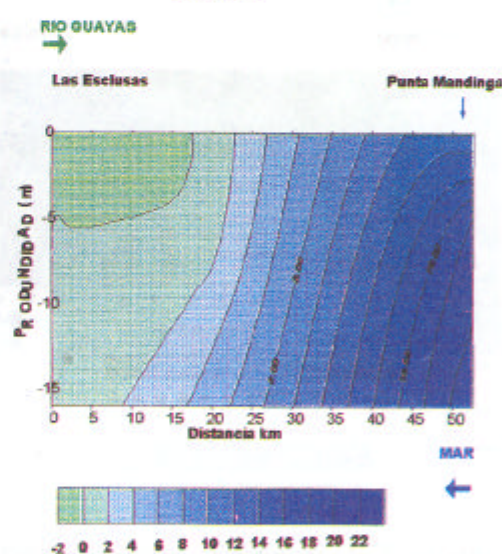
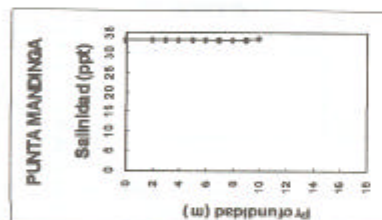
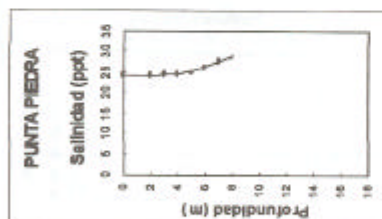
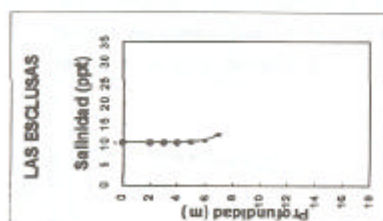
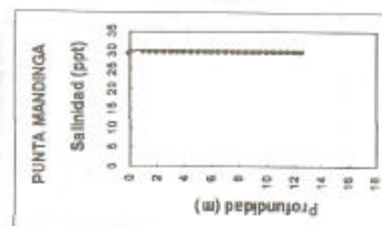
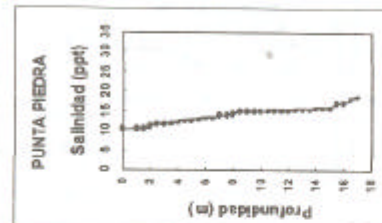
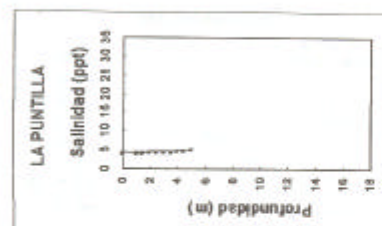


Figura 4.- Distribución vertical y espacial de la salinidad durante el flujo y reflujo para Epoca Húmeda (1984).

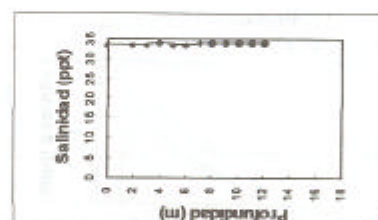
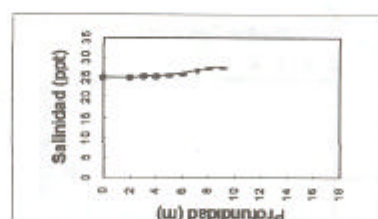
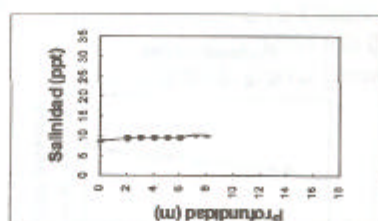
REFLUJO



REFLUJO



FLUJO



FLUJO

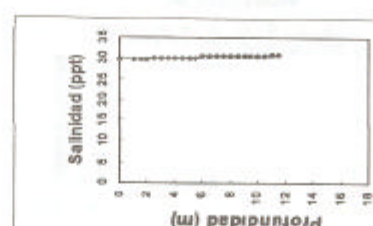
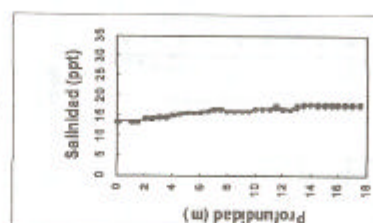
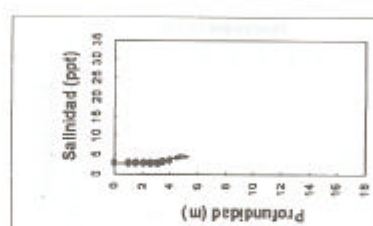
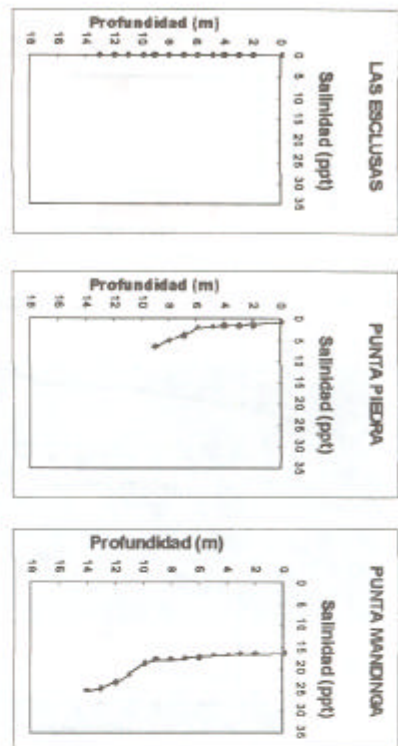


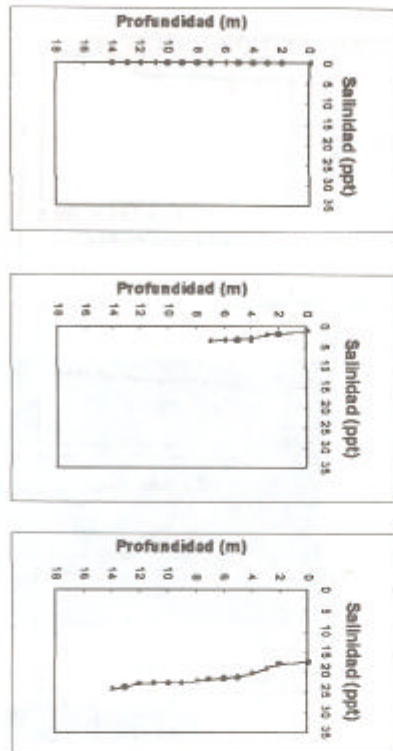
Figura 5.- Perfiles Verticales de Salinidad (ppm) en tres estaciones a lo largo del Sistema Río Guayas – Canal de Jambellí Época Seca 1984

Figura 6.- Perfiles Verticales de Salinidad (ppm) en tres estaciones a lo largo del Sistema Río Guayas – Canal de Jambellí. Época Seca 1996.

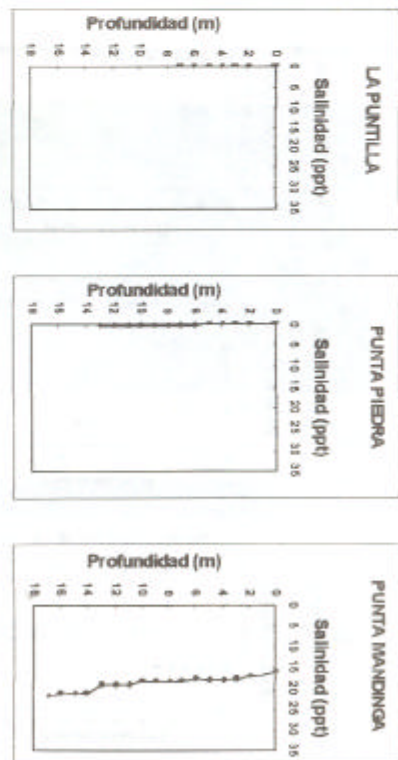
REFLUJO



FLUJO



REFLUJO



FLUJO

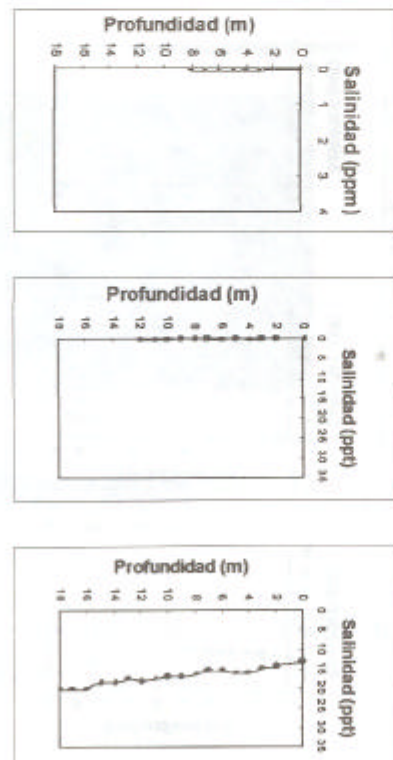


Figura 7.- Perfiles Verticales de Salinidad (ppt) en tres estaciones a lo largo del Sistema Río Guayas – Canal de Jambelí. Época Húmeda 1984.

Figura 7a.- Perfiles Verticales de Salinidad (ppt) en tres estaciones a lo largo del Sistema Río Guayas – Canal de Jambelí. Época Húmeda 1997.

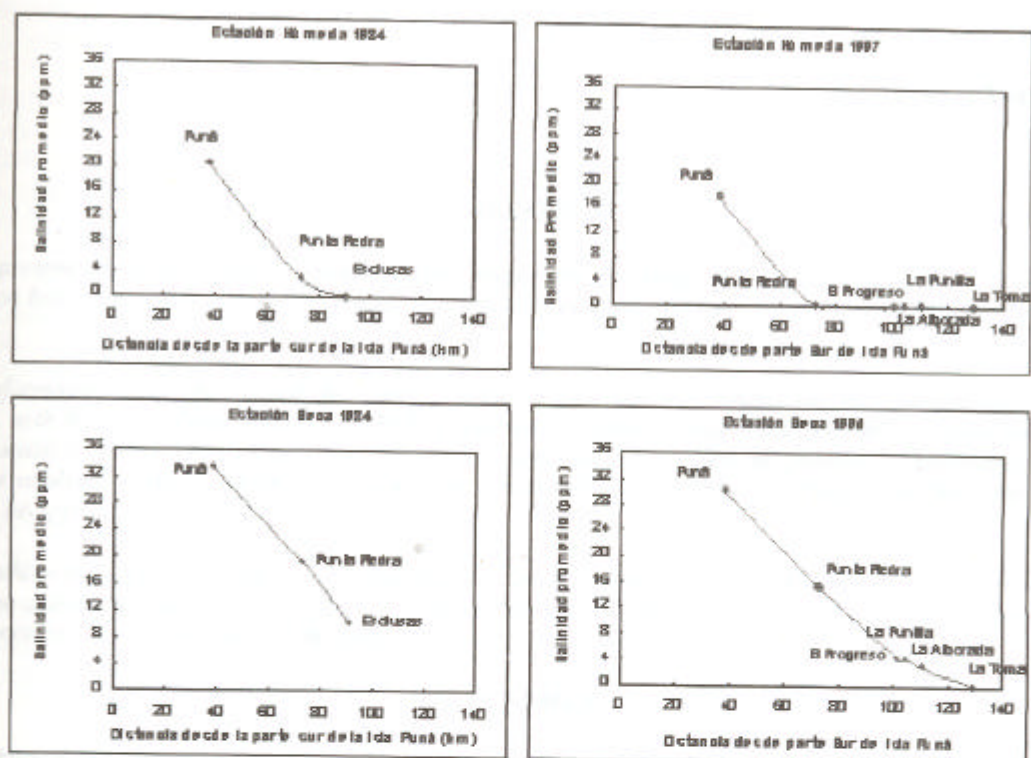


Figura 8.- Distribución de Salinidad promedio en el Sistema de Estudio

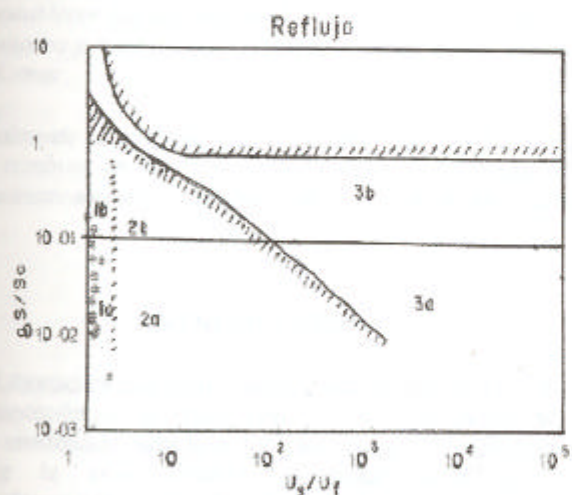


Fig. 9.- Diagrama de Clasificación de Estuario para el Sistema Río Guayas Canal de Jambelí, Epoca Seca, 1984

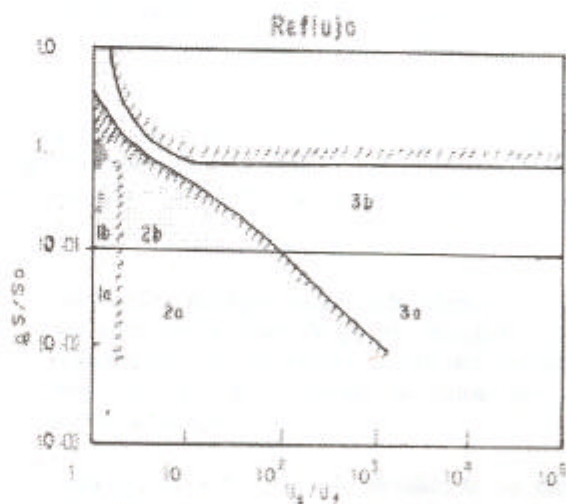


Fig. 10.- Diagrama de Clasificación de Estuario para el Sistema Río Guayas Canal de Jambelí, Epoca Húmeda, 1984