



FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA Y CIENCIAS DEL MAR

**Escuela Superior  
POLITECNICA DEL LITORAL  
Facultad de Ingeniería Marítima  
y Ciencias del Mar**

**“Características de la variación de la Salinidad  
del Estuario interior del Río Guayas en relación  
a la descarga de los Ríos Daule y Babahoyo  
y a la acción de Mareas”**

# **TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de:  
LICENCIADO EN OCEANOGRAFIA**

**Presentado por:**

**Víctor Osorio Ceballos**

**Guayaquil - Ecuador**

**1984**

AGRADECIMIENTO

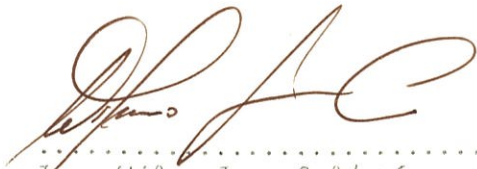
AL M.Sc. EDGAR ARELLANO MONCAYO,  
Director de Tesis, por su amable  
y colaboración para la realiza  
ción de este trabajo.



FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA

DEDICATORIA

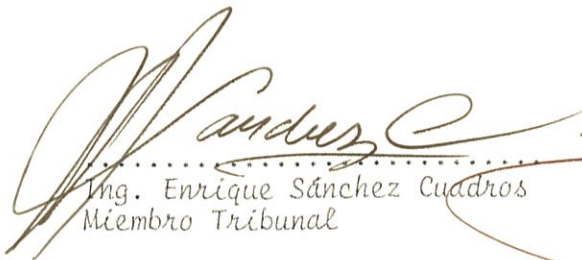
A mi Madre  
A mis Tías  
A mis Hermanos



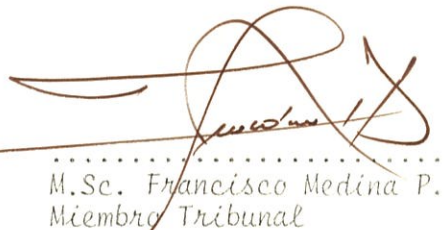
.....  
Ing. Wilmo Jara Calderón  
Decano Facultad Ing. Marítima  
y Ciencias del Mar  
Presidente Tribunal



.....  
M.Sc. Edgar Arellano Moncayo  
Director de Tesis



.....  
Ing. Enrique Sánchez Cuadros  
Miembro Tribunal



.....  
M.Sc. Francisco Medina P.  
Miembro Tribunal



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA



FACULTAD DE INGENIERIA  
MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).



..Victor Hugo Osorio..  
Nombre y firma del autor

## RESUMEN

Con el objeto de determinar el comportamiento del proceso de Intrusión Salina en el estuario interior del Río Guayas, en la época "normalmente seca", se tomaron mediciones de salinidad y temperatura tanto superficial como de fondo para los diferentes estados de marea en siete estaciones, previamente establecidas y uniformemente distribuidas a lo largo del estuario y comprendidas entre la ciudad de Guayaquil y la población de Puná, distantes aproximadamente a 66 Km.

Una vez analizados los resultados y luego de obtener las distribuciones longitudinales de salinidad y temperatura, así como los respectivos perfiles para pleamar y bajamar, observamos que el área estudiada presenta una mínima variación de salinidad (S ‰), de 0.90 ‰ en la cabecera a 6,43‰ en la desembocadura, con características de un estuario bien mezclado (según la clasificación de Pritchard); esto es una variación en la salinidad menos del 1‰ entre el agua superficial y de fondo manteniendo además la distribución longitudinal a través del ciclo de marea. Esto hace que su distribución espacio temporal del proceso de intrusión salina pueda ser considerado único, y matemáticamente sea representado mediante dos polinomios de segundo grado aplicables, por partes a la longitud total del tramo de estuario estudiado y cuyas ecuaciones son:

$$S_1(X) = 0.9192 + 5.08 \times 10E-4 X + 4.943 X^2 \quad 0 \leq X \leq 30 \text{Km}$$

$$S_2 (X) = 2.47 - 0.112 X + 2.598 X^2 \quad 21 \leq X \leq 66 \text{ Km}$$

en las que  $X$  representa la distancia medida en kilómetros, a partir de la cabecera (estación 1).

En cuanto a la temperatura podemos decir que su distribución es homogénea aunque con valores anormalmente altos, del orden de los  $28^\circ$  grados centígrados.

La presencia del fenómeno de El Niño, a partir de octubre de 1982, provocó un cambio en los patrones normales de los diferentes parámetros que determinan la clasificación del estuario con los resultados antes anotados.



BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

# INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	VIII
INDICE DE FIGURAS -----	X
INDICE DE TABLAS -----	XIV
INTRODUCCION -----	18
I. REVISION DE LITERATURA -----	20
1.1. Consideraciones en la variación de los caudales de los Ríos Daule y Babahoyo -----	20
1.2. Distribución de la curva de marea en el estuario	28
II. FUNDAMENTOS TEORICOS	
2.1. Importancia del estudio -----	30
2.2. Ubicación y características del área de estudio --	31
III METODOLOGIA.	
3.1. Determinación de las estaciones de muestreo -----	37
3.2. Metodología y duración del muestreo -----	39
3.2.1. Análisis de las muestras -----	41
3.2.2. Cálculo de la altura de marea -----	43
3.3. Determinación del ancho del estuario del Guayas co- mo una función exponencial de la distancia a la <u>ca</u> becera y ancho en ella -----	45
3.4. Factores que determinan la distribución espacial y temporal de la salinidad y la temperatura a lo lar- go del estuario en función de la marea ---	46
3.5. Simulación matemática que representa la curva de <u>sa</u> linidad a lo largo del estuario interior del Guayas	48



3.5.1. Descripción del método -----	49
IV. ANALISIS DE LOS RESULTADOS -----	58
CONCLUSIONES -----	70
RECOMENDACIONES -----	73
APENDICES -----	74
BIBLIOGRAFIA -----	151



**BIBLIOTECA**  
**FAC. ING.**  
**MARITIMA**

INDICE DE FIGURAS

	Págo
Fig. # 1 Sistema Hidrográfico de la Cuenca del Guayas .....	20
Fig. # 2 Curva de caudal mensual promedio para los Ríos Guayas, Daule y Babahoyo en el período 1972 - 1981.....	21
Fig. # 3 Distribución porcentual del volumen de precipitación en función del mes, correspondiente a la Cuenca del Guayas .....	22
Fig. # 4 Gráfico de la variación mensual promedio del caudal en el Río Guayas para el período comprendido entre los años 1978 - 1981.....	23
Fig. # 5 Gráfico de la variación mensual promedio del caudal en el Río Babahoyo para el período comprendido entre los años 1978 - 1981 .....	24
Fig. # 6 Gráfico de la variación mensual promedio del caudal en el Río Daule para el período comprendido entre los años 1978 - 1982. ....	25
Fig. # 7 Variación del volumen anual de precipitación para el período comprendido entre los años 1963 - 1981 .....	26
Fig. # 8 Curva de precipitación mensual promedio para el período 1963 - 1981 .....	27
Fig. # 9 Ubicación de la zona de estudio .....	31
Fig. # 10 Curva normal de precipitación para la Cuenca del Guayas.	33
Fig. # 11 Configuración de la curva normal de caudal para el Río Guayas y sus afluentes .....	34

Fig. # 12	Diagrama de estratificación-circulación del Río	
	Guayas para el mes de noviembre de 1970 .....	36
Fig. # 13	Ubicación de las estaciones de muestreo .....	38
Fig. # 14	Períodos de muestreo promedio para pleamar .....	40
Fig. # 15	Períodos de muestreo promedio para bajamar .....	41
Fig. # 16	Períodos de muestreo promedio para el ciclo de marea.	41
Fig. # 17	Curva de distribución longitudinal de salinidad en pleamar y bajamar para el 14 - 11 - 82 .....	51
Fig. # 18	Curva de distribución longitudinal de salinidad en pleamar y bajamar para el 15-11-82 .....	52
Fig. # 19	Curva de distribución longitudinal de salinidad en pleamar y bajamar para el 16-11-82.....	53
Fig. # 20	Curva de distribución longitudinal de salinidad en promedio para pleamar y bajamar durante el primer período de muestreo .....	54
Fig. # 21	Curva de distribución longitudinal de salinidad durante un ciclo de marea para la porción de estuario comprendida entre las primeras 3 estaciones en los días 29-11-82 y 30-11-82 .....	55
Fig. # 22	Curvas de distribución de la salinidad promedio durante un ciclo de marea para el segundo período de muestreo .....	56
Fig. # 24	Distribución del caudal del Río Daule para el año 1982 .....	58

Fíg. # 25	Distribución de salinidad promedio en pleamar u	
26	bajamar respectivamente para el primer período	
	de muestreo .....	61 62
Fíg. # 27	Distribución seccional de salinidad promedio para	63
28	las tres primeras estaciones de muestreo durante	
	el segundo período de muestreo.....	64
Fíg. # 29	Curva de distribución promedio para salinidad.....	65
Fíg. # 30-31	Distribución de temperatura promedio en pleamar...	66 67
Fíg. # 32	Distribución seccional de temperatura promedio para	68
33	las tres primeras estaciones de muestreo durante el	
	segundo período de muestreo .....	69
Fíg. # 34	Distribución de salinidad en pleamar para el día	
	14-11-82 .....	100
Fíg. # 35	Distribución de salinidad en pleamar para el día	
	15-11-82 .....	101
Fíg. # 36	Distribución de salinidad en pleamar para el día	
	16-11-82 .....	102
Fíg. # 37	Distribución de salinidad en bajamar para el día	
	14-11-82 .....	103
Fíg. # 38	Distribución de salinidad en bajamar para el día	
	15-11-82 .....	104
Fíg. # 39	Distribución de salinidad en bajamar para el día	
	16-11-82 .....	105
Fíg. # 40	Distribución de temperatura en pleamar para el	
	día 14-11-82 .....	106

	Pág.	
Fig. # 41	Distribución de temperatura en pleamar para el 15-11-82 .....	106
Fig. # 42	Distribución de temperatura en pleamar para el 16-11-82 .....	107
Fig. # 43	Distribución de temperatura en bajamar para el 14-11-82 .....	108
Fig. # 44	Distribución de temperatura en bajamar para el 15-11-82 .....	109
Fig. # 45	Distribución de temperatura en bajamar para el 16-11-82 .....	110
Fig. # 46	Distribución de salinidad y temperatura promedios para pleamar correspondiente al segundo período de muestreo .....	111
Fig. # 47	Distribución de salinidad y temperatura promedios para reflujo correspondiente al segundo período de muestreo .....	112
Fig. # 48	Distribución de salinidad y temperatura promedios para bajamar correspondiente al segundo período de muestreo .....	113
Fig. # 49	Distribución de salinidad y temperatura promedios para flujo correspondiente al segundo período de muestreo .....	114
Fig. # 50	Variación de salinidad durante un ciclo de marea para la estación .....	115

Fig. # 51	Variación de salinidad durante un ciclo de marea para la estación 2 29-11-82 .....	116
Fig. # 52	Variación de salinidad durante un ciclo de marea para la estación 3 29-11-82 .....	117
Fig. # 53	Variación de salinidad durante un ciclo de marea para la estación 1 30-11-82 .....	118
Fig. # 54	Variación de salinidad durante un ciclo de marea para la estación 2 30-11-82 .....	119
Fig. # 55	Variación de salinidad durante un ciclo de marea para la estación 3 30-11-82 .....	120
Fig. # 56-57	Variación promedio de salinidad para las es-	121-122
58	taciones 1, 2 y 3, durante un ciclo de marea..	123
Fig. # 59	Variación de temperatura durante un ciclo de marea para la estación 1 29-11-82 .....	124
Fig. # 60	Variación de temperatura durante un ciclo de marea para la estación 2 29-11-82 .....	125
Fig. # 61	Variación de temperatura durante un ciclo de marea para la estación 3 29-11-82 .....	126
Fig. # 62	Variación de temperatura durante un ciclo de marea para la estación 1 30-11-82 .....	127
Fig. # 63	Variación de temperatura durante un ciclo de marea para la estación 2 30-11-82 .....	128
Fig. # 64	Variación de temperatura durante un ciclo de marea para la estación 3 30-11-82 .....	129

	Pág.
Fig. # 65-66 Variación promedio de temperatura para las es-	130
67 taciones 1, 2, 3, durante un ciclo de marea....	131
Fig. # 68 Curva de mínimos cuadrados .....	147

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Características de las muestras para pleamar del 14-11-82 -----	76
Tabla 2 Características de las muestras para pleamar del 14-11-82 -----	77
Tabla 3 Características de las muestras para pleamar del 15-11-82 -----	78
Tabla 4 Características de las muestras para pleamar del 15-11-82 -----	79
Tabla 5 Características de las muestras para pleamar del 16-11-82 -----	80
Tabla 6 Características de las muestras para pleamar del 16-11-82 -----	81
Tabla 7 Características de las muestras para pleamar del 29-11-82 -----	82
Tabla 8 Características de las muestras para reflujo del 29-11-82 -----	83
Tabla 9 Características de las muestras para bajamar del 29-11-82 -----	84
Tabla 10 Características de las muestras para flujo del 29-11-82 -----	85
Tabla 11 Características de las muestras para pleamar del 30-11-82 -----	86



Tabla 12	Características de las muestras para reflujo del 30-11-82 -----	87
Tabla 13	Características de las muestras para bajamar del 30-11-82 -----	88
Tabla 14	Características de las muestras para flujo del 30-11-82 -----	89
Tabla 15	Altura de marea para las estaciones de muestreo, para el 14-11-82 -----	90
Tabla 16	Altura de marea para las estaciones de muestreo, para el 15-11-82 -----	91
Tabla 17	Altura de marea para las estaciones de muestreo, para el 16-11-82 -----	92
Tabla 18	Altura de marea para las estaciones de muestreo, para el 29-11-82 -----	93
Tabla 19	Altura de marea para las estaciones de muestreo, para el 30-11-82 -----	94
Tabla 20	Caudal promedio mensual del Río Cuayas para el período 1972-1981 -----	95
Tabla 21	Caudal promedio del Río Babahoyo para el período 1972-1981 -----	96
Tabla 22	Caudal promedio mensual del Río Daule para el pe- ríodo 1972-1982 -----	97
Tabla 23	Precipitación mensual en mm para el período 1963- 1983 -----	98

## INTRODUCCION

El Estuario del Guayas está ubicado en la parte Sur-Este de la Costa Ecuatoriana, entre los  $2^{\circ}10'$  y  $9^{\circ}45'$  de latitud sur u los  $79^{\circ}48'$  u  $80^{\circ}00'$  de longitud este y oeste en su orden. Siendo el mayor estuario de la Costa Oeste de América. Su zona de influencia es aprovechada con diversos fines tanto agrícolas como de uso humano y últimamente para el desarrollo de la acuicultura. Por lo que el conocimiento y comprensión de los procesos que en el se desarrollan, es de mucha importancia ya que esto nos permitiría realizar un manejo óptimo de este recursos.

El presente trabajo enfoca uno de los procesos más importantes que se desarrollan en el estuario; es el producido por la intrusión y mezcla del agua salada proveniente del océano y transportado por la marea, con el agua dulce acarreada por el río; y denominado generalmente como PROCESO DE INTRUSION SALINA.

Para el efecto se tomaron muestras de agua a lo largo del Estuario interior del Río Guayas de los que se determinó la salinidad u temperatura. Este muestreo se llevó a cabo en dos períodos de muestreo: del 14 al 16 de noviembre y del 29 al 30 de noviembre de 1982, respectivamente.

Los resultados y conclusiones obtenidas en este primer estudio de la intrusión salina en el estuario interior del Guayas se detallan a

*continuación.*

## CAPITULO 1

### REVISION DE LITERATURA

#### 1.1. CONSIDERACIONES EN LA VARIACION DE LOS CAUDALES DE LOS RIOS DAULE Y BABAHOYO.

En la distribución de las propiedades fisicoquímicas del agua del estuario del Guayas, juega un papel muy importante la variación del caudal de los Ríos Daule y Babahoyo, los que con sus afluentes forman el sistema hidrográfico de la cuenca del Guayas. fig 1.

SISTEMA HIDROGRAFICO DE LA CUENCA DEL GUAYAS

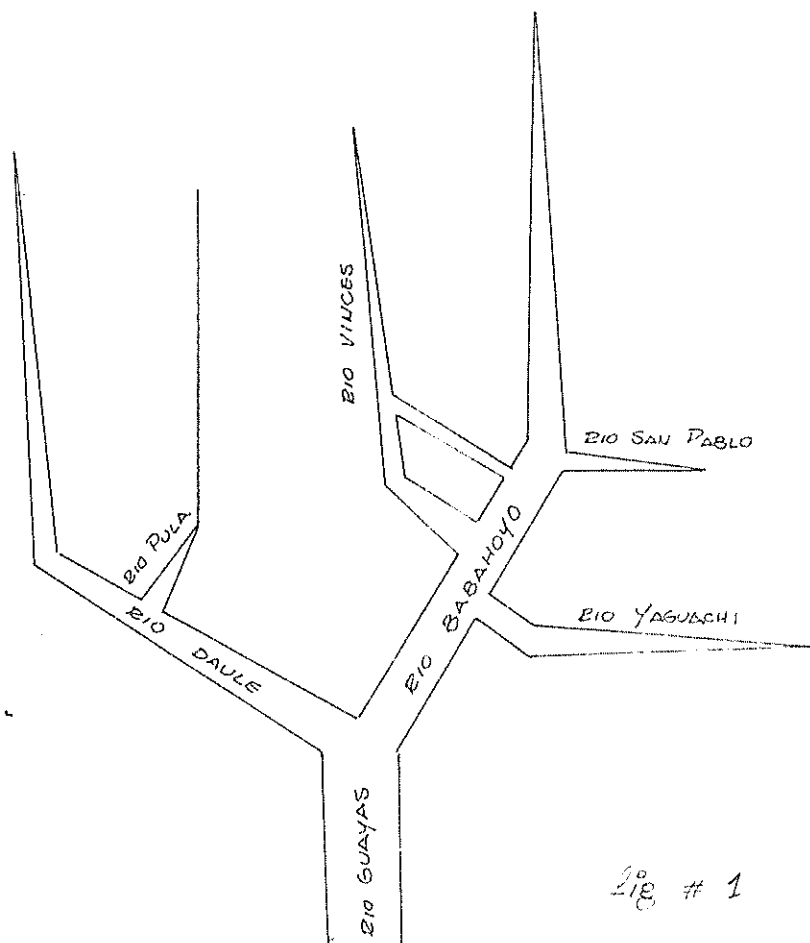
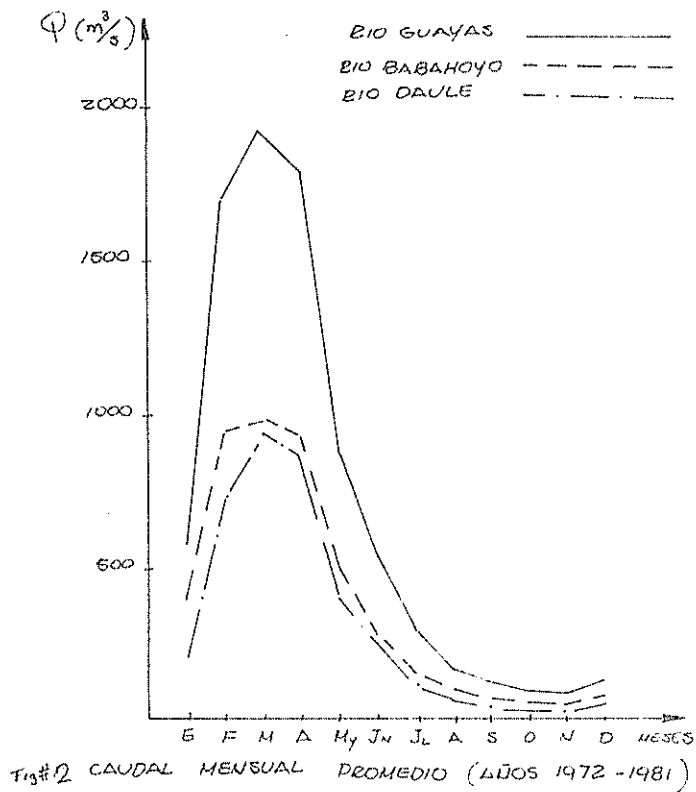


Fig # 1

Debido a que el Río Guayas se forma como resultado de la confluencia de éstos, su caudal, es igual a la suma de los caudales y la variación estacional presentará idéntica configuración. Fig. 2 .



Del análisis del gráfico anterior podemos decir que el Río Guayas está formado en un 60% por agua proveniente del Río Babahoyo y el 40% restante por aguas del Río Daule.

Analizando las series históricas de caudal para los Ríos Guayas, Babahoyo y DAule (Fig. 4 , 5 y 6 ), para el período comprendido entre los años 1972-1981 observamos las siguientes características; presentan un máximo en el mes de marzo y un mínimo en el mes de noviembre. Esta distribución

obedece en gran parte al régimen pluviométrico de la zona; que en condiciones normales se encuentra concentrado en los primeros cuatro meses del año en un 90% Fig. 3.

Siendo marzo y julio los meses con mayor y menor volumen de precipitación respectivamente.

Valores correspondientes a la precipitación atmosférica para los años 1963-1981 son dados en la tabla 23.

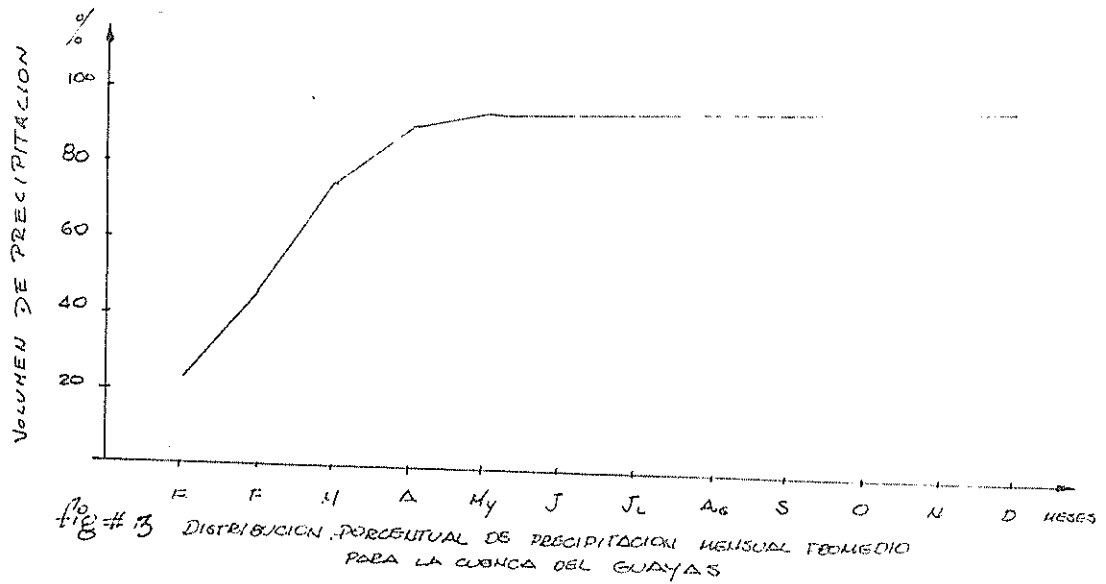
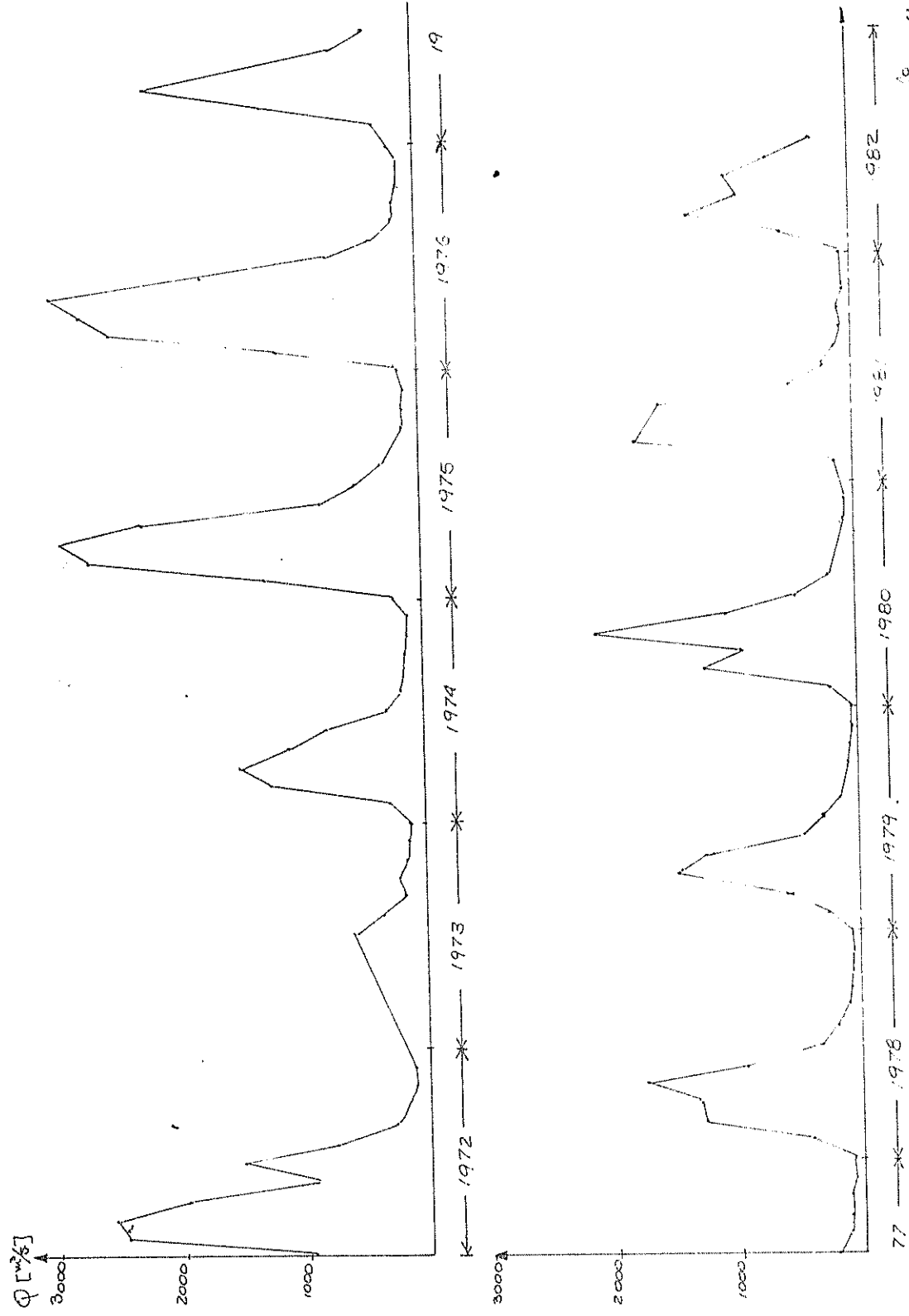


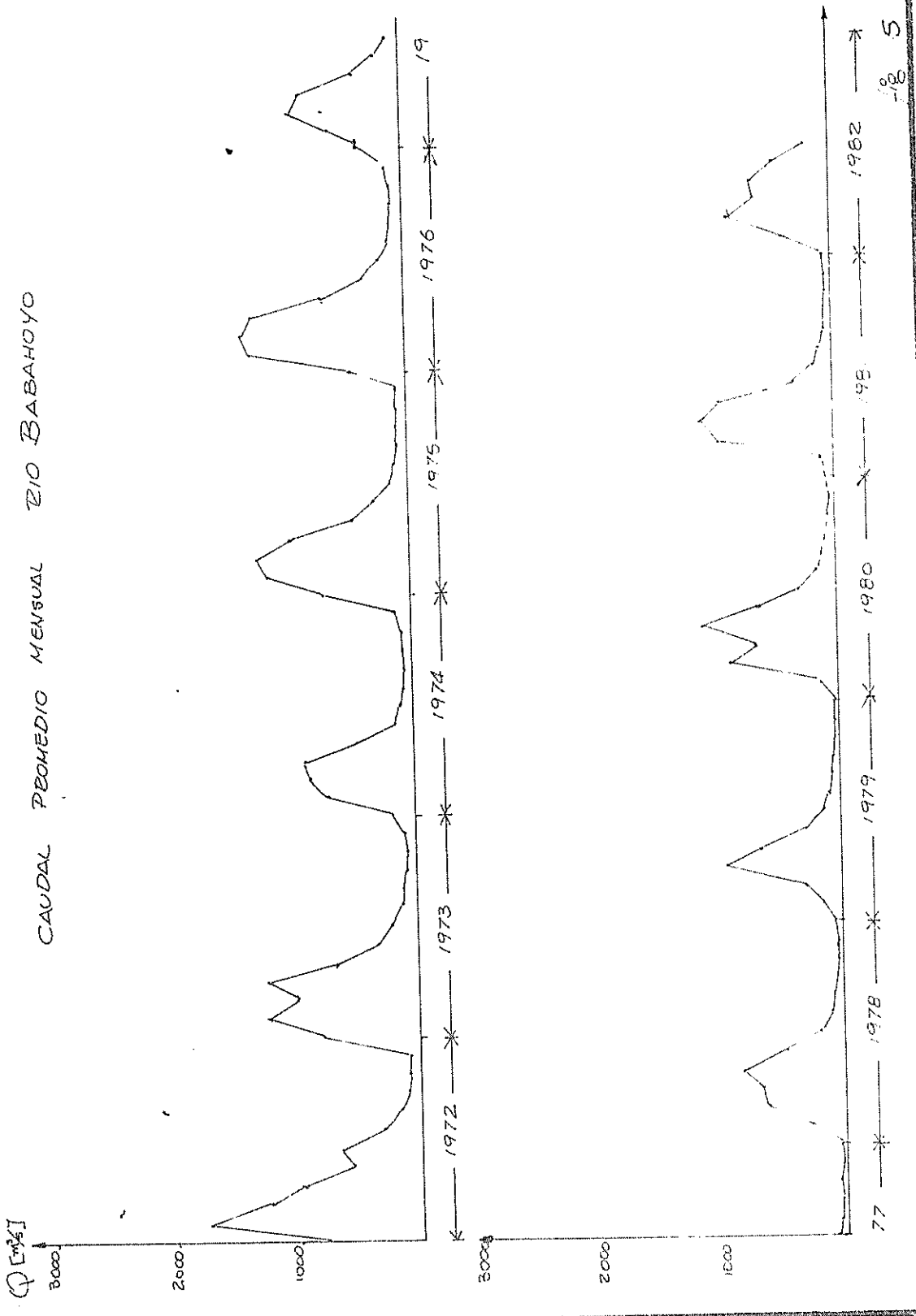
GRAFICO DE LOS CAUDALES PROMEDIO MENSUALES DEL RIO GUAYAS PARA LOS AÑOS 72-82



3000  
1000  
4

77

CAUDAL PROMEDIO MENSUAL RIO BABAHOYO





CAUDAL PEQUEDIO MENSUAL RIO DAULE

Q (m³)

3000

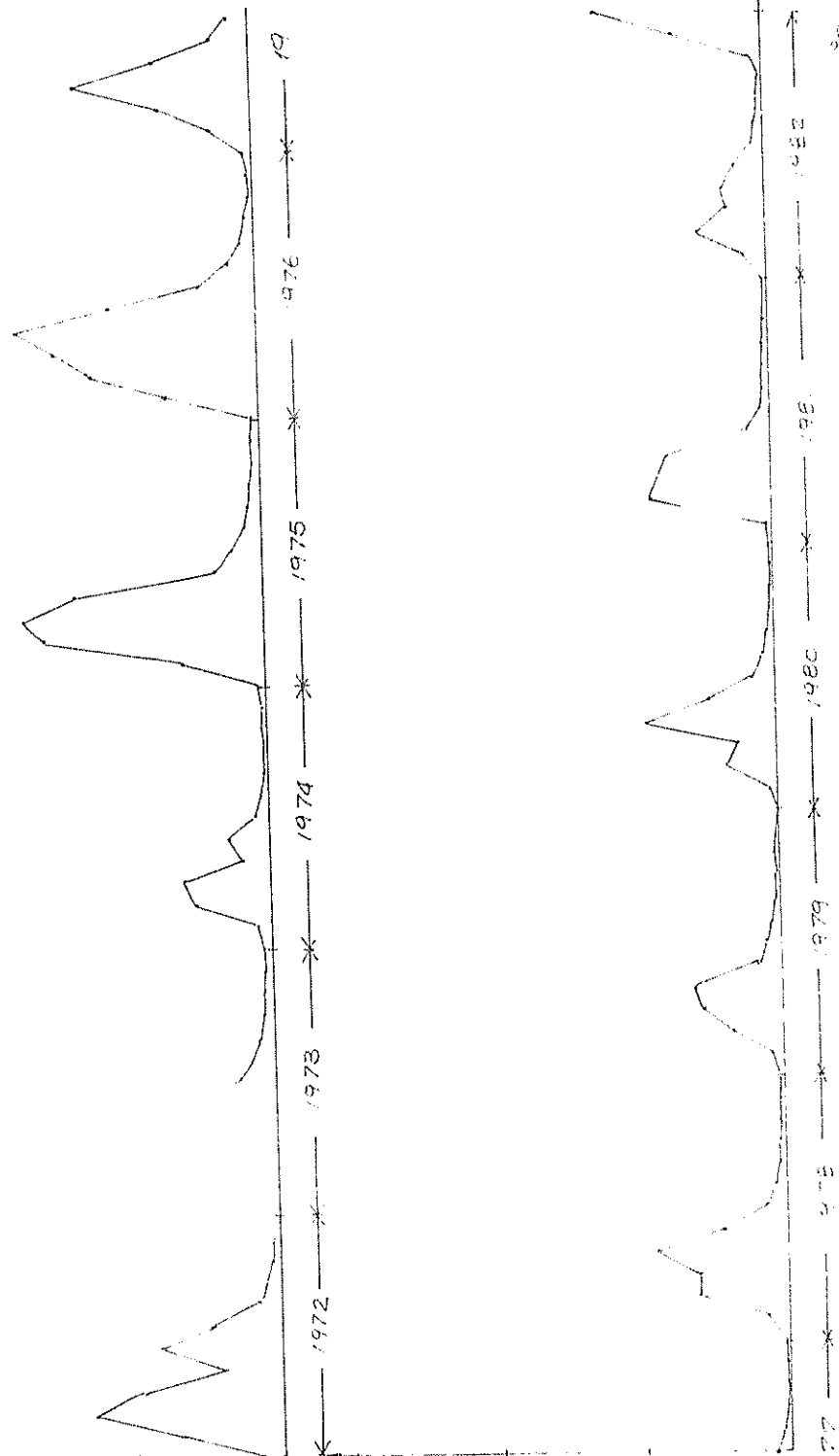
2000

1000

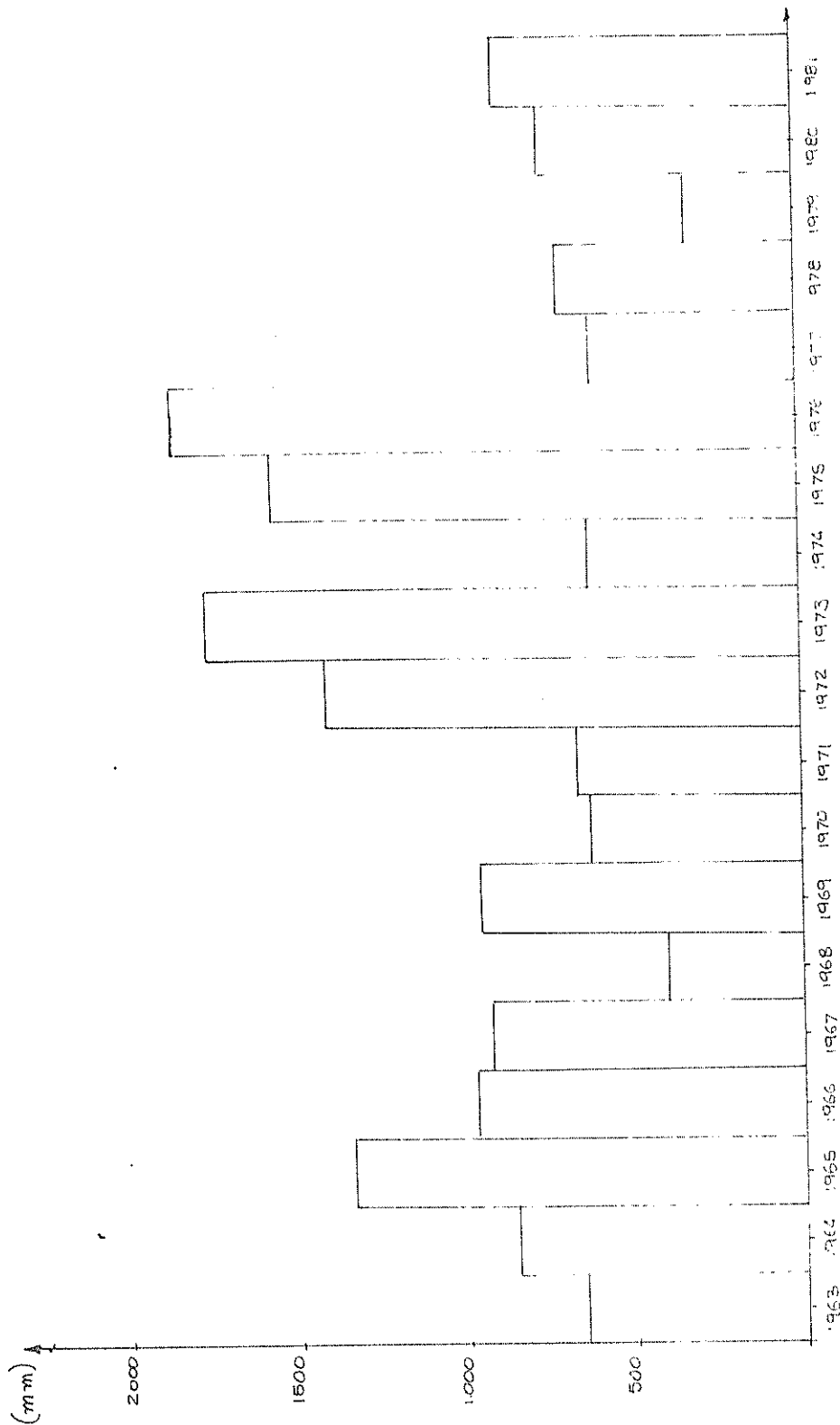
3000

2000

1000

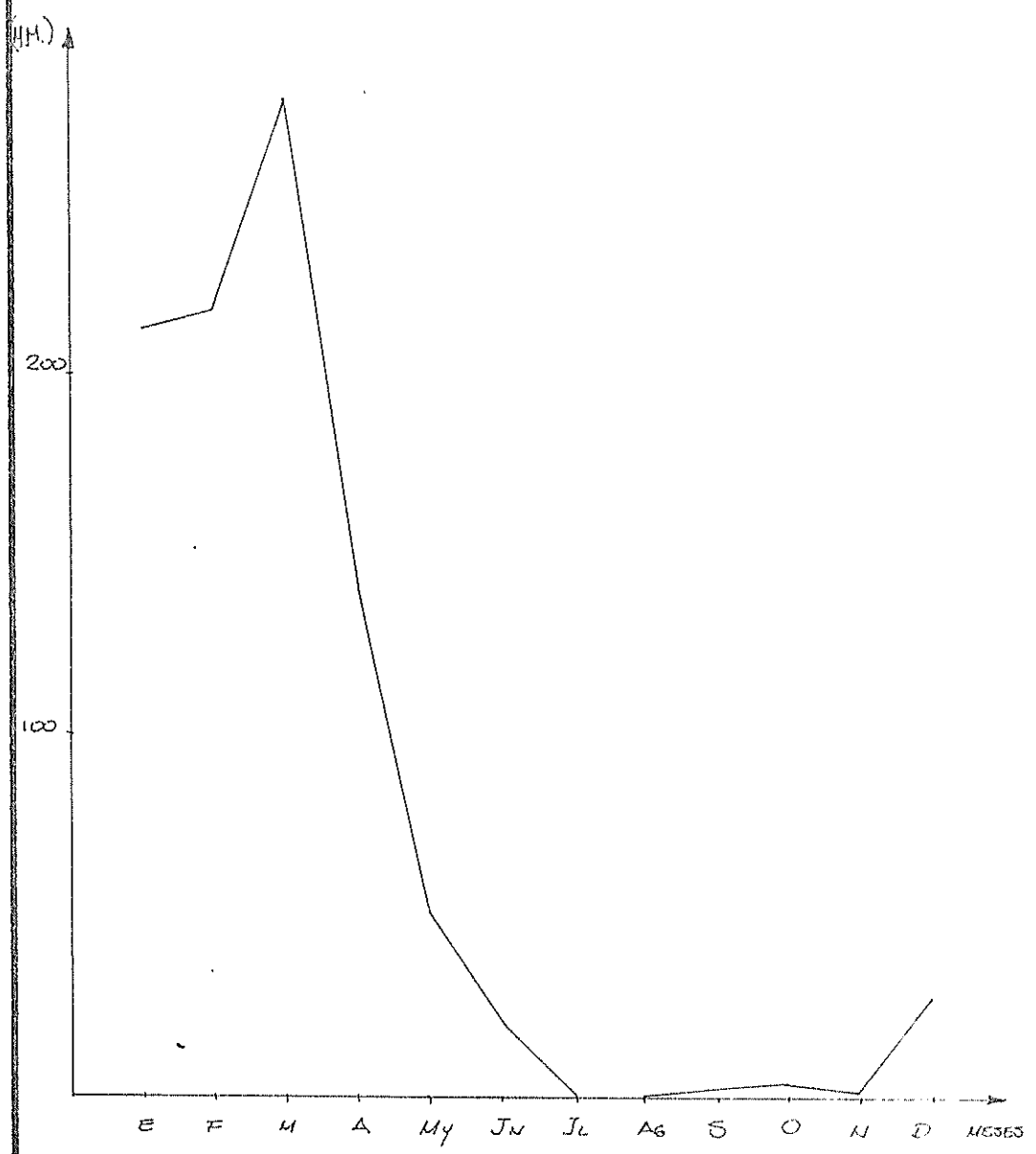


DISTRIBUCION DEL VOLUMEN DE PRECIPITACION ANUAL PARA EL PERIODO 1963 - 1981



0  
500

CURVA DE PRECIPITACION MENSUAL PROMEDIO PARA EL PERIODO  
1963 - 1981



## 1.2. DISTRIBUCION DE LA CURVA DE MAREA EN EL ESTUARIO

La amplitud de marea dentro de un estuario convergente está afectada de tal forma que tiende a incrementar por efecto de la convergencia de las costas a medida que se aproxima a la cabecera, y al mismo tiempo tiende a decrecer por causa de los efectos disipativos de la fricción, los dos procesos son opuestos y por lo tanto, el resultado final de la amplitud será el debido a la superposición de ambos.

De acuerdo con la Ley de Green, el incremento de la amplitud debido a la convergencia del estuario es proporcional al ancho del estuario ( $A$ ) el cual a su vez es una función exponencial de la distancia a la cabecera y del ancho existente en ella pudiéndose expresar matemáticamente como:

$$A = A_0 e^{jX} \quad 2.4.1.$$

en donde:  $A$  = Ancho del estuario en cualquier punto

$A_0$  = Ancho del estuario en la cabecera

$X$  = Distancia a la cabecera

$j$  = Constante determinada en base a la graficación semilogarítmica del ancho real en función de la distancia.

La condición de validez de dicha ley es que la variación del ancho con la distancia sea mucho menor que la relación long. de onda. Matemáticamente podemos expresar lo dicho de la siguiente forma:

$$P \times L \ll 1 \quad 2.4.2$$

$L$  = Long. de onda mínimo para la marea = 170 km

Esta condición no se cumple en el estuario del Guayas, como se demuestra más adelante, lo que indica que hay continuas reflexiones de la energía de marea sobre las costas. También se producirá una reflexión en la cabecera del estuario que dará como resultado otra onda progresiva pero propagándose en sentido contrario. La superposición de estas dos ondas nos proporcionará el perfil espacio temporal de la altura de marea en cualquier punto del estuario pudiéndose expresar como:

$$M(x, t) = N_1 + N_2 \quad 2.4.3$$

$M(x, t)$  = Altura de marea en cualquier punto del estuario para cualquier tiempo.

$N_1$  = Amplitud de la onda de marea proveniente de Océano.

$N_2$  = Amplitud de la onda reflejada en la cabecera del estuario y que se desplaza hacia la desembocadura.

## CAPITULO II FUNDAMENTOS TEORICOS

### 2.1. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

La utilización de la zona estuarina con diversos fines entre los que podemos anotar: el aprovechamiento del recurso agua, el cual para su utilización en la agricultura, industria, potabilización para el uso humano y últimamente para el desarrollo de la acuicultura necesita de un conocimiento cuantitativo y cualitativo del comportamiento del estuario que nos permita determinar los periodos óptimos en los cuales debemos tomar dicha agua para destinarla al fin previsto.

El diseño y construcción de obras de ingeniería, el transporte fluvial, entre otros. Convierten en una necesidad imperante el estudio y comprensión de las características Oceanográficas-Biológicas-Geológicas existentes en el agua del estuario, en un momento determinado, así como su variación espacio temporal.

Para ello debemos empezar por comprender y definir los procesos involucrados. Con este fin, el presente trabajo enfoca uno de los procesos más importantes que se desarrollan en un estuario; como es el producido por la intrusión y mezcla del agua salada proveniente del océano y transportada por la marea, con el agua dulce acreada por el río; y denominado generalmente como PROCESO DE INTRUSION SALINA.

### 2.2. UBICACION Y CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO

El estuario del Guayas está ubicado en la parte Sur-Este de la costa ecuatoriana, entre los 2°10' y 2°45' de latitud sur y los 79°45' y 80°00' de longitud este y oeste en su orden. Fig. # 9.

Límita al norte con la cuenca hidrológica del Guayas, al sur con el Golfo de Guayaquil, al este y oeste por sus respectivas riveras naturales. Se forma a unos 5Km al norte de la ciudad de Guayaquil por la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo.

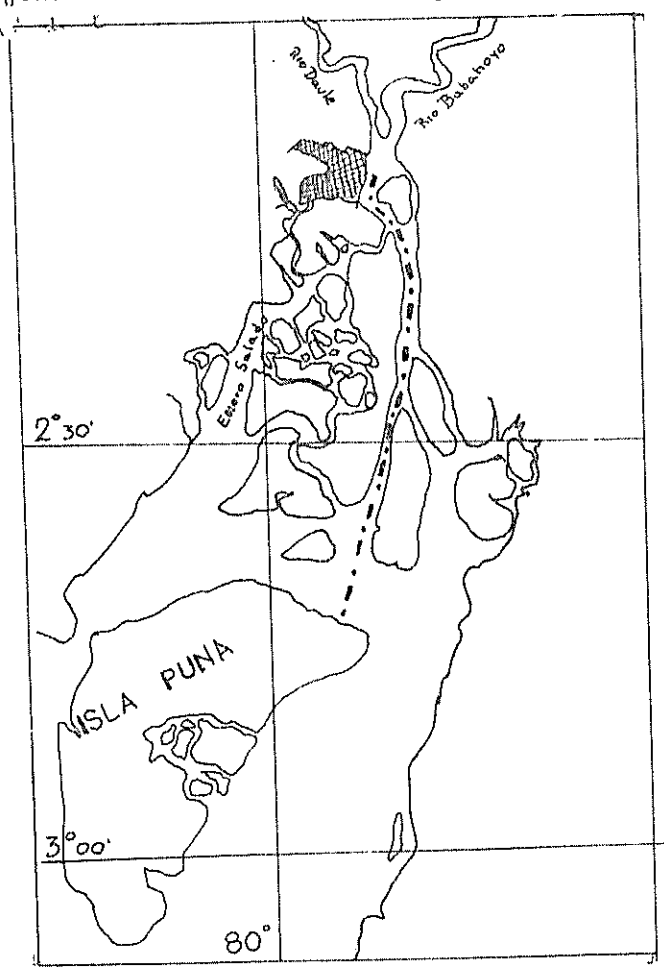


Fig #9 Ubicación del Area de Estudio

El estuario del Guayas tiene una longitud aproximada de 90km hasta su desembocadura en el Golfo de Guayaquil, al cual llega por dos canales principales, el canal del Morro y el canal de Jumbellí, situados a la izquierda y derecha de la Isla Puná, respectivamente.

El estuario interior, que es donde se desarrolló este estudio, está formado por el canal principal del Río Guayas y se extiende desde Guayaquil hasta Puná, teniendo una longitud de 66km. aproximadamente.

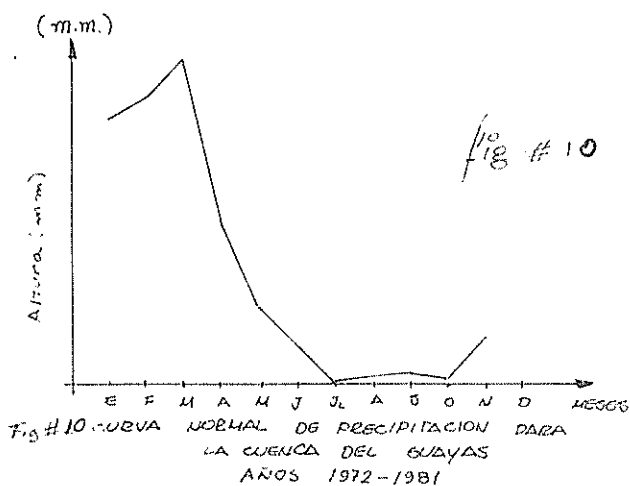
Su configuración batimétrica es muy variable debido en gran parte a que la interacción entre el agua dulce y el agua salada produce zonas de deposición de los sedimentos acarreados, siendo este uno de los principales problemas para la navegación de alto bordo en el estuario, por otro lado se produce una zona de gran productividad primaria, que es el primer eslabón en la cadena alimentaria en el mar, y que por lo tanto condiciona la riqueza de los demás organismos, los cuales directa o indirectamente se alimentan en él.

El Río Guayas descarga anualmente unos 30.000 millones de metros cúbicos en promedio, luego de drenar una vasta zona geográfica (la cuenca del Guayas) de aproximadamente 36.000 km<sup>2</sup>; de dicho total, y nos 10.000km<sup>2</sup> constituyen la denominada planicie aluvial del Guayas, de topografía plana y próxima al nivel del mar; con suelos arcillo-



tos de alta permeabilidad y con un sistema de drenaje natural, formado por un sinnúmero de esteros que se unen y ramifican entre sí, y desaguan en los ríos Daule y Babahoyo al oeste y este de la cuenca, respectivamente.

En condiciones normales, el patrón de precipitación es influenciado por el clima y la orografía, caracterizándose por la acumulación de un 90% del volumen de precipitación anual en los primeros cuatro meses del año, repartiéndose el 10% restante en los meses siguientes. Fig. # 10.



Esto produce dos épocas bien diferenciadas; una lluviosa, de enero a mayo, y una seca de junio a diciembre, en cada una de las cuales, hay un cambio brusco de las características del estuario; debido principalmente a la variación del caudal del Río, el cual en el mes de marzo, representativo de la época húmeda, es aproximadamente

veinte veces mayor que en el mes de noviembre, representativo de la época seca. Fig. #11

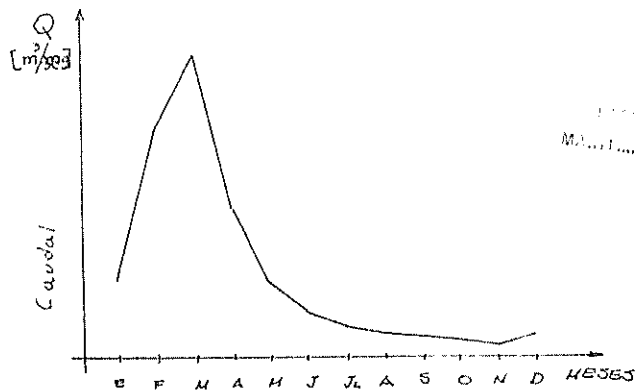


Fig. #11 CONFIGURACION MENSUAL DE LA CURVA DE CAUDAL  
PARA EL RIO GUAYAS Y SUS AFLUENTES  
AÑOS (1972-1981)



1972-1981  
Mauricio E. Caceres Lora

En cada una de las cuales, el estuario presenta una clasificación diferente.

Estudios realizados con el objeto de determinar la clasificación del estuario del Guayas, nos dan los siguientes resultados:

En base al "Número de Estratificación"<sup>\*</sup>, el cual expresa la relación entre la potencia disipada por unidad de masa, y la ganancia de energía potencial (por unidad de masa y tiempo) de una parcela de agua cuando viaja desde la cabecera hasta la boca del estuario. Es decir, nos da una medida -

\* Trabajo técnico: MAR-OCE-08-77-ESPOL.

del grado de mezcla (o estratificación) alcanzada por las aguas, siendo valores grandes un indicativo de un buen grado de mezcla, mientras que valores pequeños indican la tendencia a formarse una estratificación de dos capas; nos da una clasificación de bien mezclado para la época seca y de parcialmente estratificado para la época lluviosa con números de estratificación de 850 a 42 respectivamente.

Otro estudio \*\* con este fin se realizan mediciones de velocidad y salinidad en el estuario del Guayas por un período de 21 días, entre el mes de octubre y noviembre de 1970.

El diagrama de estratificación-circulación allí obtenido, Fig. # 12, nos muestra al Guayas como un estuario tipo 2B según clasificación HANSEN y RATTRAV, esto es, parcialmente mezclado para la época seca.

Este diagrama selecciona dos parámetros que están delineados el uno con el otro y se expresan de la siguiente manera:

PE = Parámetro de estratificación =  $S/S^{\circ}$

Pe = Parámetro de circulación =  $V_s/u_f$

$\Delta s$  = Diferencia de salinidad entre la superficie y el fondo

$S_o$  = Salinidad promedio de la sección transversal

$\underline{U_s}$  = Corriente superficial neta

$\underline{U_f}$  = Velocidad promedio de la sección transversal

\*\* Murray, Conlon y Santoro

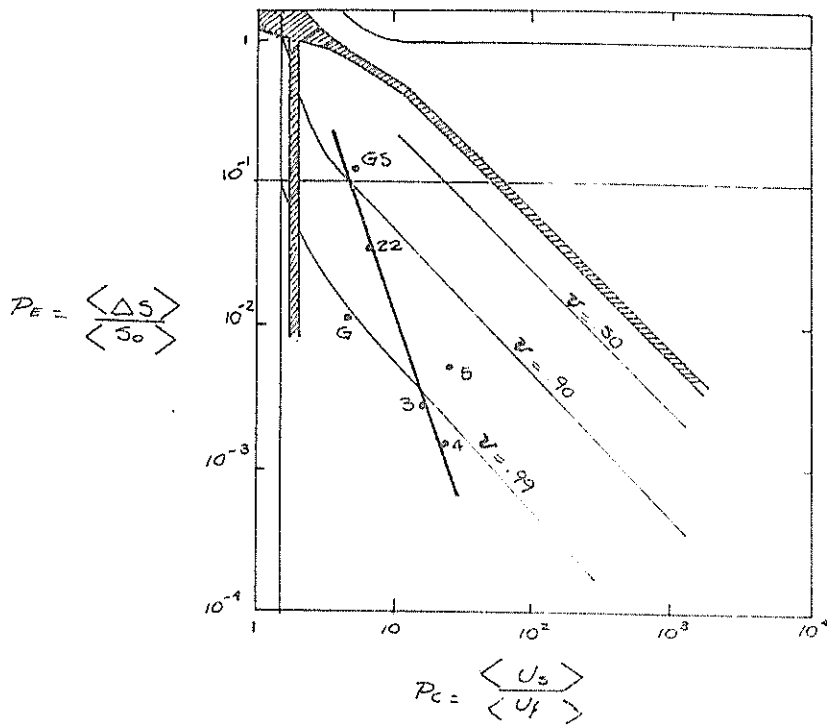


FIG. # 12

DIAGRAMA DE ESTRATIFICACION-CIRCULACION DEL RIO GUAYAS  
PARA EL MES NOVIEMBRE 1970

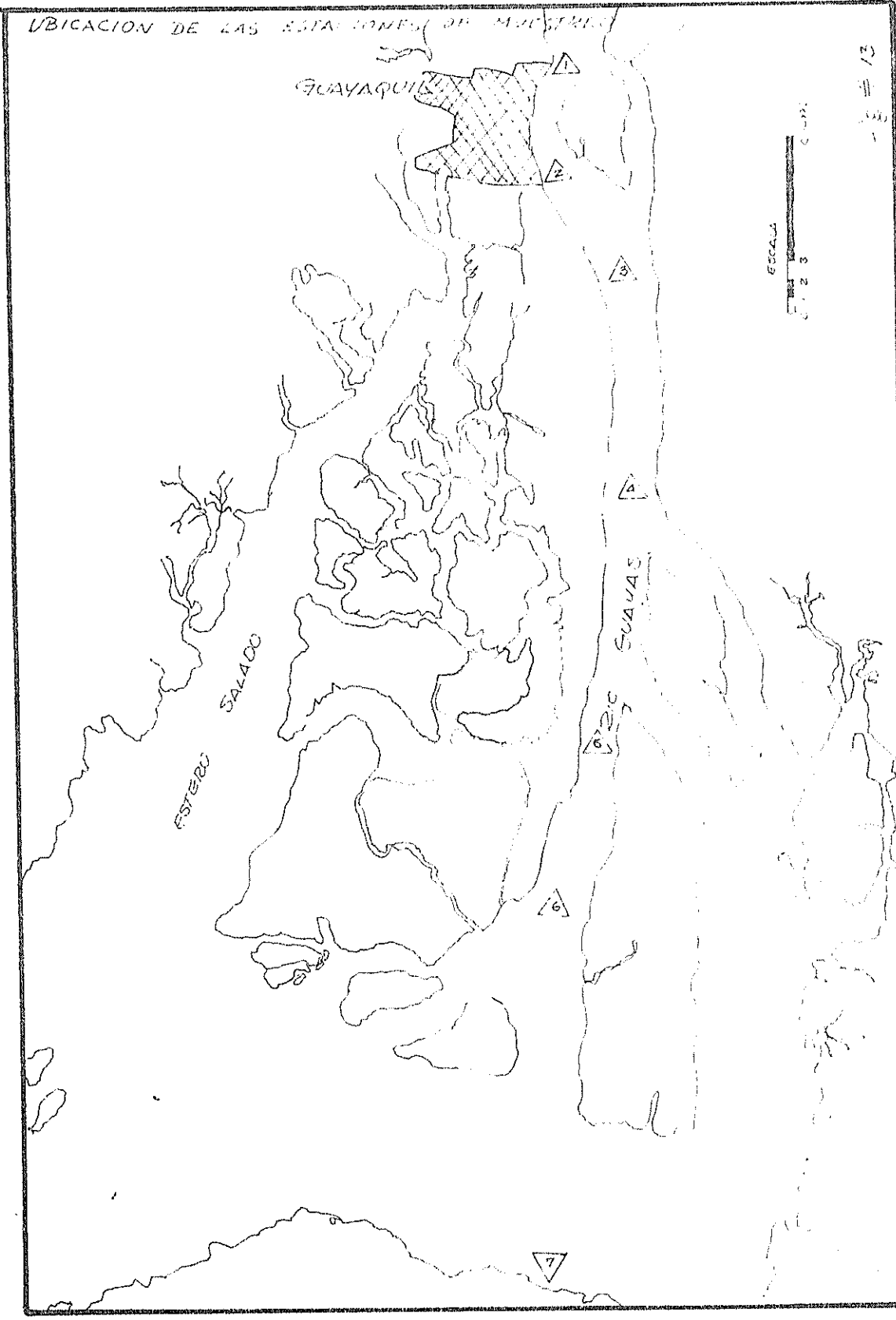
CAPITULO III  
METEOROLOGIA

3.1. DETERMINACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Con el objeto de describir las características del área de estudio; debemos elegir anticipadamente a lo largo del estuario varios sitios de muestreo, denominados estaciones, las cuales cumplen con las siguientes condiciones: que sean puntos fácilmente reconocibles geográficamente; que se encuentran en lo posible uniformemente espaciados, que el tiempo empleado por la embarcación en trasladarse de una estación a otra, sea pequeño; con el fin de obtener un muestreo cuasisisnótico que nos permita hacer inferencias correctas de las características del área de estudio.

Teniendo en mente estos factores y luego de realizar un reconocimiento previo; escogimos los sitios que a continuación se detallan como estaciones de muestreo y se muestran en la Fig. (5).

1. Guayaquil.- Frente al muelle de la ESPOL, estación principal en base a la cual describimos las demás estaciones.
2. Esclusas.- Situada a 10Km al sur de Guayaquil, frente a las esclusas que comunican el Río Guayas con el Estero Salado.
3. Boya.- Situada a la altura de la Boya 11 de señalamiento del canal de navegación a 21km al sur de Guayaquil.



4. Punta de Piedra.- Como su nombre lo indica, está ubicada frente al sitio denominado con este nombre, aproximadamente a 30km de - Guayaquil.
5. Puerto Roma.- Frente al pueblo de este nombre a 40km de la esta ción principal.
6. Faro.- A 48km al sur de Guayaquil, al inicio del estuario inte- rior del Guayas.
7. Puná.- Última estación de muestreo; frente a dicho pueblo a a- proximadamente 66km de la cabecera del estuario.

## 5.2. METODOLOGIA Y DURACION DEL MUESTREO

La recolección de muestras de agua del estuario interior del Río Gua- yas; con el objeto de determinar su salinidad y temperatura, se lle- vó a cabo en dos períodos; el primero comprendido entre los días 14 al 16 de noviembre de 1982, coincidente con la sicigia de Luna Nueva (la primera de este mes) y el segundo período coincidente con la si- cigia de Luna Llena en los días 29 y 30 del mismo mes.

Para el muestreo se utilizó una embarcación provista de un motor de 80HP, con la que se cubrió en aproximadamente 3 horas el área de es-

tudio, y una botella Van-Dorn transparente para la recolección de las muestras y la determinación de la temperatura respectiva.

Durante el primer período se tomaron muestras superficiales y de fondo en todas las estaciones de muestreo, señaladas previamente, con el objeto de determinar la distribución longitudinal tanto de salinidad como de temperatura en el estuario para los estados de pleamar y bajamar respectivamente; la metodología seguida en esta fase se describe a continuación. Para el muestreo en pleamar salimos de Guayaquil tomando el primer par de muestras frente al muelle de la ESPOL, continuando con esta secuencia hasta llegar a la estación de Puná. Cabe anotar en este punto que un muestreo sinóptico del estuario para pleamar se obtiene saliendo de Puná hacia Guayaquil con marea llena. Fig. (14).

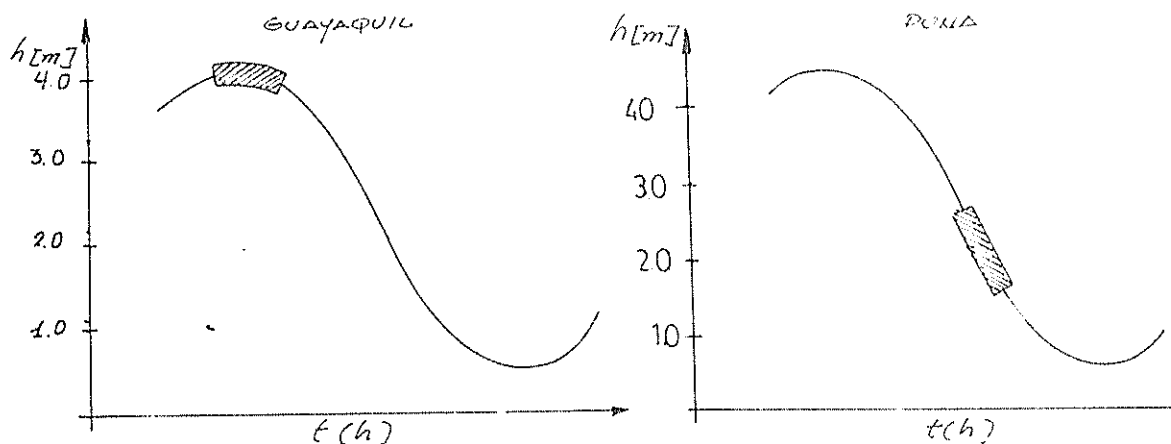
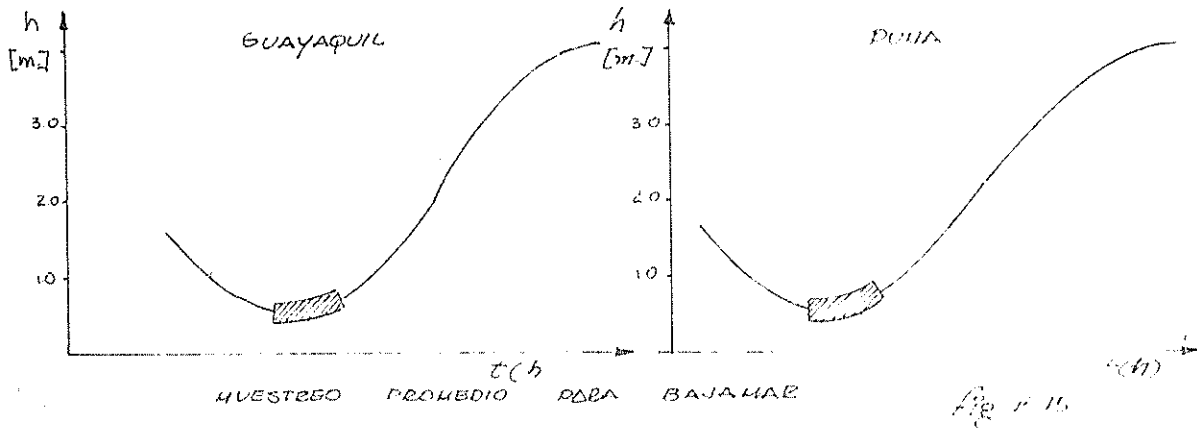


Fig. # 14 PERIODOS DE MUESTREO PROMEDIO PARA PLEAMAR

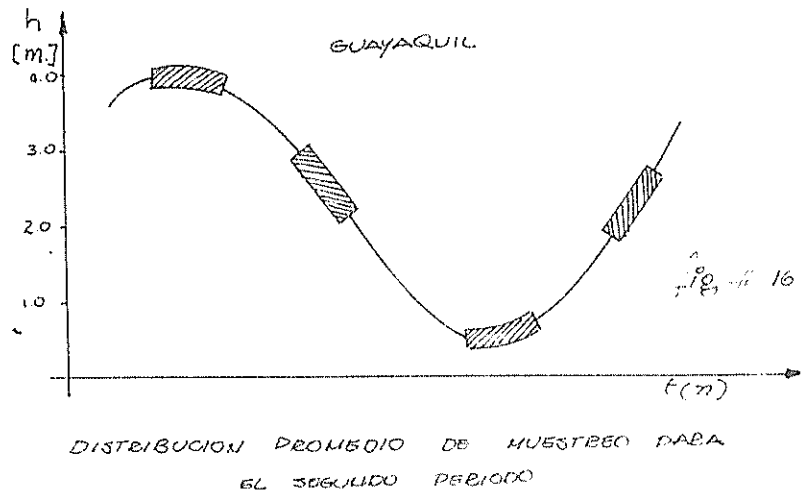
Para el muestreo en Bajamar, viajamos con la marea, partiendo de Puná y llegando a Guayaquil con la marea Baja, obteniendo de esta mane



ra un muestreo sinóptico para este estado. Fig. (15).



En el segundo período, se tomaron muestras superficiales y de fondo representativas de las secciones transversales de las tres primeras estaciones de muestreo durante los cuatro estados típicos de marea. Fig. (16), obteniendo de esta manera la distribución longitudinal y transversal de temperatura y salinidad respectivamente para esta porción del estuario en este período de tiempo.



### 5.2.1. Análisis de las Muestras

Para determinar la salinidad de las muestras obtenidas, aplicamos el método volumétrico de Knudsen.

Apéndice 1, los resultados obtenidos y las características de las muestras de acuerdo al día de muestreo y al estado de marea que representan están dados en las tablas 1 al 14.

### 3.2.2. Cálculo de la altura de marea

El cálculo de la altura de marea en cada una de las estaciones durante el período de muestreo se obtuvo considerando como lineal su variación entre Puná y Guayaquil. Esta relación lineal está dada en función de la distancia a la cabecera y a la altura de marea existente en ese momento en Puná y Guayaquil, y podemos expresarla como:

$$y_E = y_G + \frac{(y_P - y_G)}{X} \cdot X_E \quad 2.2.1$$

en la que:

$y_E^*$  = Altura de marea en la estación deseada

$y_G^*$  = Altura de marea en Guayaquil para ese momento

$y_P^*$  = Altura de marea en Puná para ese momento

$X^{**}$  = Longitud del estuario entre Puná y Guayaquil

$X_E$  = Distancia de la estación deseada a Guayaquil en Km.

Ejemplo: Calcular la altura de marea para la estación Uñalu-  
sas a las 8:15m del 14 de noviembre de 1982.

$$y_G = 3.6 \text{ m}$$

$$y_P = 2.4 \text{ m}$$

$$X = 10 \text{ Km}$$

\* tomada de la tabla de mareas

\*\* longitud del estuario interior del Guayas; aproximadamente 66 Km.

$$Y = 3.6 + \frac{(2.4 - 3.6)}{66} \cdot 10 \quad 2.2.2$$

$$Y = 3.6 - 0.182 = 3.418\text{m} \quad 2.2.3$$

$$Y = 3.42 \text{ m}$$

La altura de marea para cada una de las estaciones para los diferentes estados de marea y días de muestreo están dadas en las tablas 15 - 19. Apéndice I.

3.3. Determinación del ancho del estuario del Guayas como una función exponencial de la distancia a la cabecera y al ancho existente en ella.

Tomando datos del ancho seccional del estuario, desde la ciudad de Babahoyo; hasta la desembocadura en el Golfo de Guayaquil y graficando los logaritmos de estos valores como ordenada y los de la distancia a la cabecera como abscisa. Con el objeto de obtener la función del tipo  $\ln A = \rho X$ .

Aplicando la aproximación lineal del método de mínimos cuadrados para obtener utilizamos la siguiente tabla de valores.

Estación	Distancia (km)	Ancho (m)	$\ln$ Ancho real	$\ln$ Ancho calculado	Desviación
1	0	1500	7.31	7.375	-0.065
2	10	1750	7.46	7.485	-0.025
3	21	2675	7.89	7.606	0.284
4	30	1800	7.49	7.705	-0.215
5	40	2300	7.74	7.815	-0.075
6	48	2800	7.93	7.903	-0.027

Una vez realizados los cálculos respectivos tenemos:

$$A_0 = 1500m \quad \rho = 1/90 \text{ Km}^{-1}$$

Por lo que, para el estuario del Guayas la relación de ancho se expresaría como:

$$A = 1500 e^{1/90X} \quad 2.4.4$$

Podemos ahora demostrar que la ley de Green no se cumple para el estuario. Para ello consideramos la mínima longitud de onda para la marea:

$$L = 170 \text{ Km}$$

Aplicamos la relación 2.4.2

$$\rho_x L = 1/90 \text{ Km}^{-1} \times 170 = 1.87$$

### 3.4. FACTORES QUE DETERMINAN LA DISTRIBUCION ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA SALINIDAD Y LA TEMPERATURA A LO LARGO DEL ESTUARIO EN FUNCION DE LA MAREA.

Los factores que afectan la distribución espacio temporal de la salinidad y temperatura en un estuario son los mismos que gobiernan su régimen de flujo; el cual es determinado por cuatro distintas influencias dinámicas diferentes, las cuales determinan la dirección y magnitud de la velocidad a diferentes profundidades y a distintas distancias a partir de la desembocadura. Estos factores primarios pueden ser listados en orden de importancia como sigue:

- a. El efecto de la marea que actúa sobre el agua dulce y determina la zona de intrusión salina, es una función de su fuerza en la entrada (desembocadura) del estuario.
- b. El efecto de las fuerzas gravitacionales debido a la variación de densidad entre el agua dulce, acarreada por los ríos, y el agua salada, proveniente del océano.
- c. Las fuerzas gravitacionales necesarias para producir un transporte neto de agua dulce hacia el océano.
- d. Las fuerzas de Coriolis y centrífugas; inducidas por el movimiento transversal del fluido, originadas por la rotación de la tierra y la curvatura en el canal del estuario respectivamente.

Debido a que las variaciones producidas por la fuerza de Coriolis no tienen efecto en nuestra latitud y a la configuración casi recta del estuario interior del Guayas, las fuerzas centrífugas pueden ser ignoradas; por lo cual el último factor dinámico puede ser reemplazado por un factor local importante como es la variación estacional que sufre el caudal del Río Guayas; siendo este, en condiciones normales, máximo en el mes de marzo y mínimo en noviembre respectivamente.



3.5. SIMULACION MATEMATICA QUE REPRESENTA LA CURVA DE SALINIDAD A LO LARGO DEL ESTUARIO INTERIOR DEL GUAYAS

Ahora aplicaremos un método numérico que nos permita encontrar la expresión matemática que describa de una manera continua la distribución de la salinidad en función de la distancia a la cabecera del estuario (Guayaquil); tomando como base los valores puntuales obtenidos durante el muestreo.

Una vez probados varios métodos de interpolación escogimos aquel que mas se aproxime a éstos; este es el método de Interpolación de los Mínimos Cuadrados y dentro de éste, la aproximación parabólica.

Para el primer período de muestreo, obtenimos una gran distorsión entre los valores puntuales y los calculados si el método matemático es aplicado directamente a toda la longitud del estuario. Para obviar este problema, lo aplicamos por secciones; esto es obteniendo dos polinomios interpolantes, el primero de los cuales describe el comportamiento para las cuatro primeras estaciones, y el segundo lo hace a partir de la cuarta hasta la séptima estación, traslapándose en el punto medio (cuarta estación) garantizando de esta manera la continuidad y obteniendo una alta fidelidad entre los valores calculados y los puntuales.



Para el segundo período de muestreo no tenemos problema en aplicar el procedimiento matemático debido a las pocas estaciones involucradas en este.

De esta manera obtenemos la distribución de salinidad de una manera continua tanto en pleamar como en bajamar para toda la longitud del estuario. Y para los cuatro principales estados de marea en la porción de estuario comprendida entre las tres primeras estaciones.

Debido a la poca diferencia existente entre la distribución en Pleamar y Bajamar, encontramos una expresión que describe de una manera general el comportamiento del proceso de intrusión salina a lo largo del estuario.

Con la ayuda de un programa de computadora, realizamos los cálculos respectivos, obteniendo como datos de salida del mismo; los valores de salinidad estimados por el método; los valores puntuales, obtenidos en el campo durante los días de muestreo y su respectiva desviación.

### 3.5.1. Descripción del método

Para llegar a determinar la ecuación que relacione las variables involucradas, el primer paso es la graficación del dia-

grama de dispersión, el cual nos dará una idea clara de la clase de curva que más se aproxime a nuestro conjunto de datos.

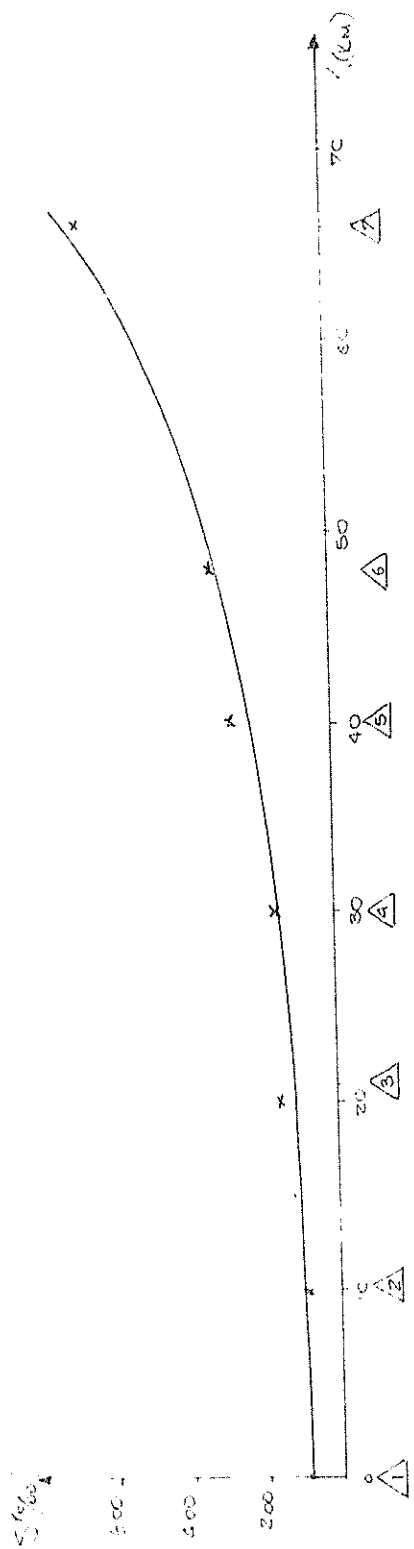
- Con el fin de evitar el juicio individual en la construcción de las curvas de aproximación, en su ajuste o colección de datos es necesario obtener una definición de "la mejor curva de aproximación". Apéndice 5.

4 JUL - 82

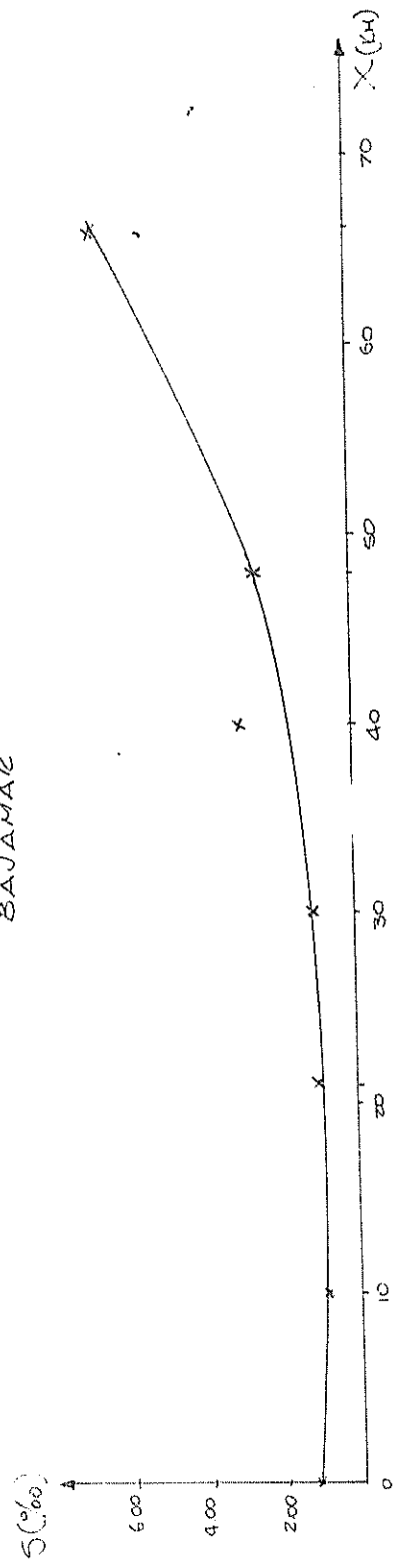
x VALORES REALES

CONTROL DE CALIDAD DE SALINIDAD

PLEAMAR



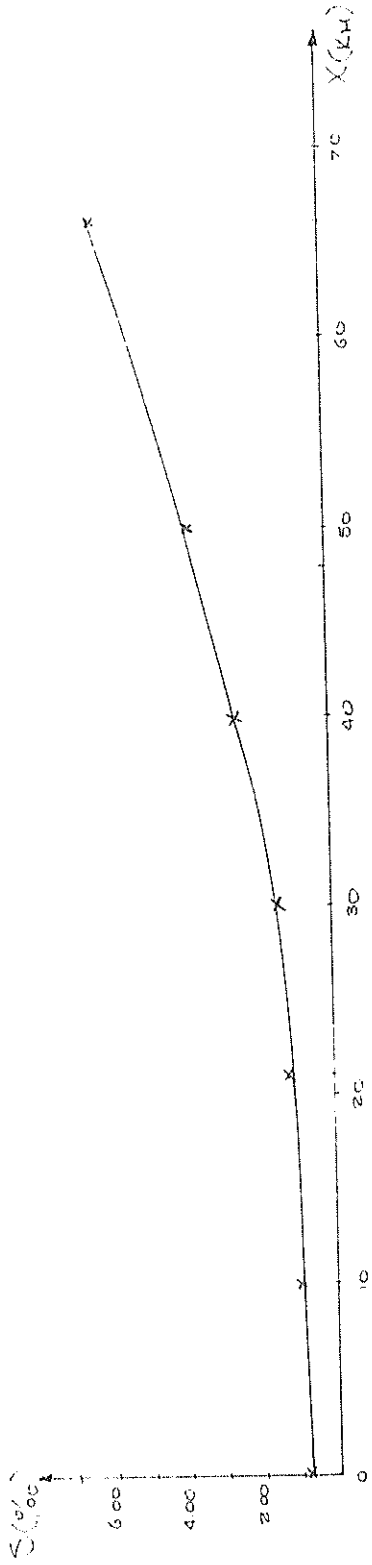
BAJAMAR



17  
82

15 NOV. 62  
X VALORES REALES

DISTRIBUCION LINEAL DE SALINIDAD  
PLEAMAR



BAJAMAR

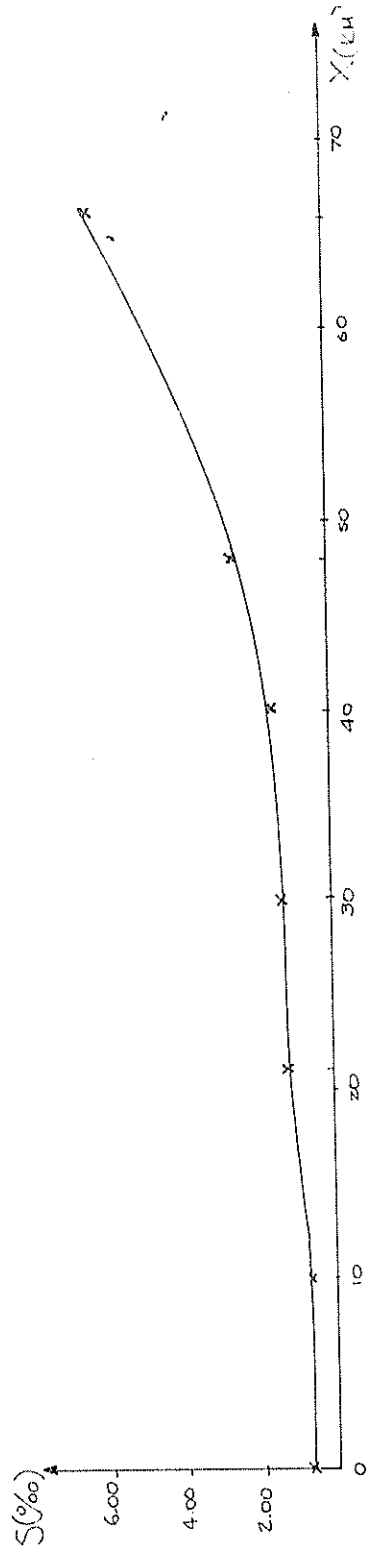


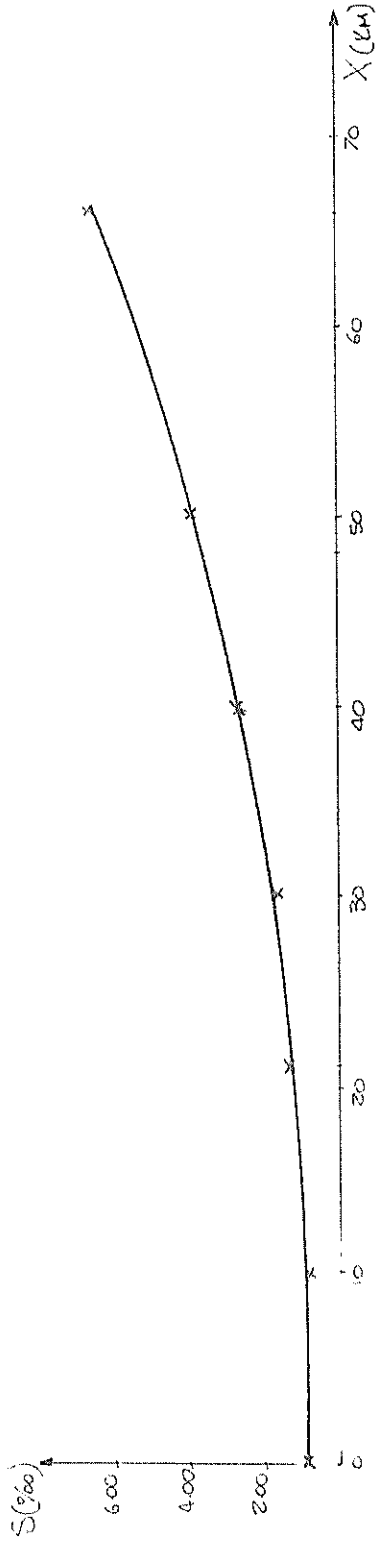
fig 18

ESTACION LONGITUDINAL DE SALINIDAD

16 NOV - 82

X VALORES REALES

PLEAMAR



BAJAHAR.

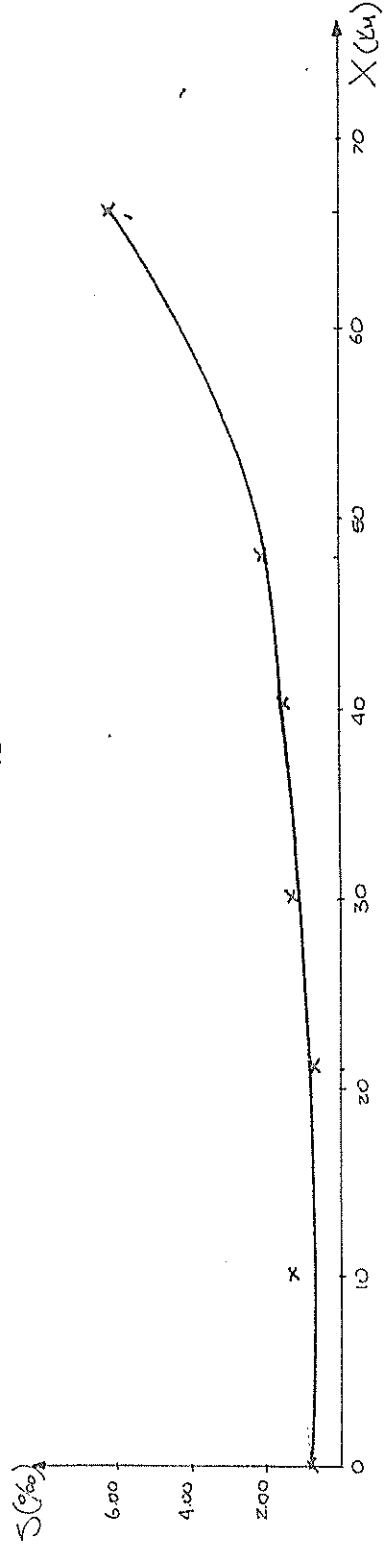
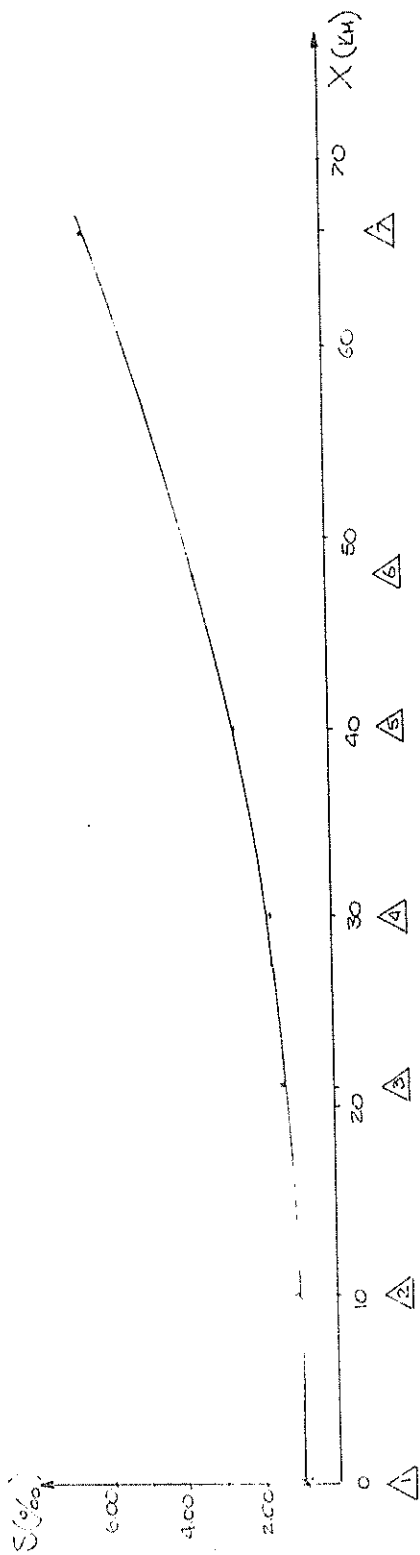


fig 19

CURVAS DECOMPOSICION DE DISTRIBUCION LONGITUDINAL DE SALINIDAD

DLEAMAR



BAJAHAB

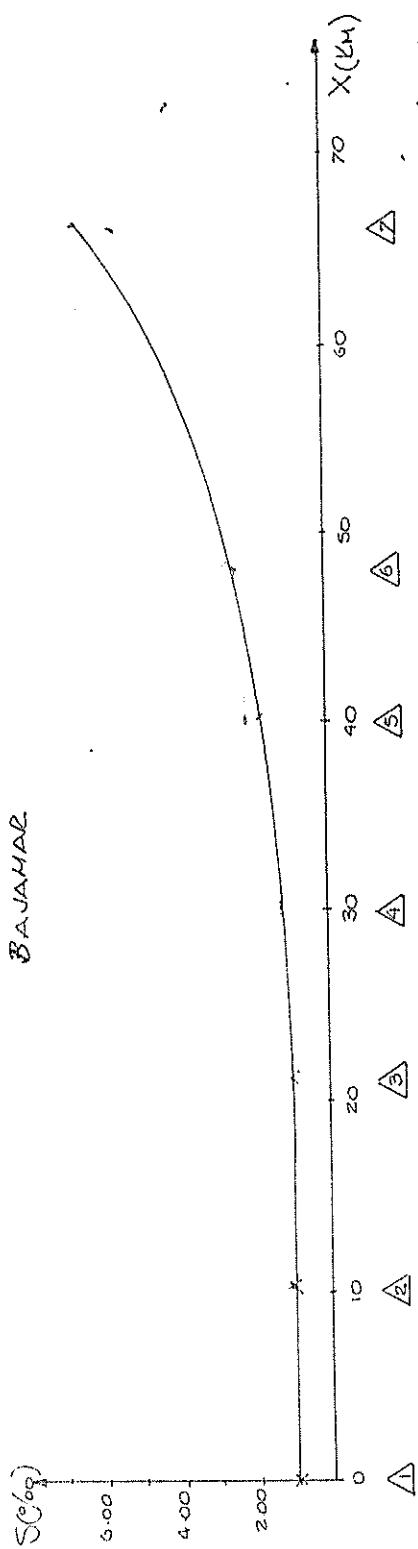


Fig 20

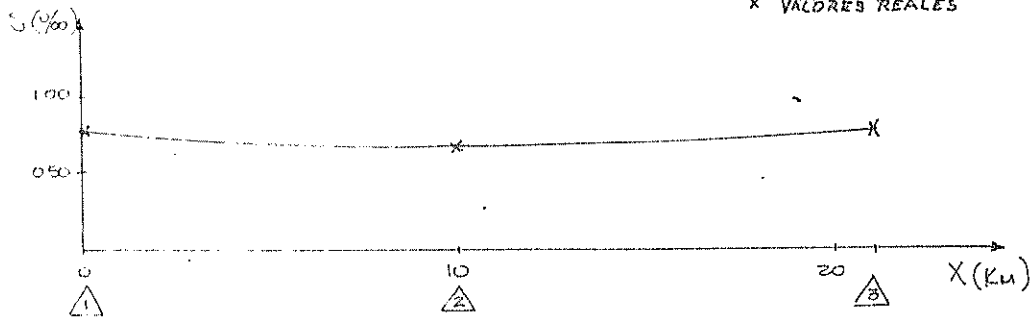
5th. *Problema 1 - salinidad?*

DISTRIBUCION LONGITUDINAL DE SALINIDAD

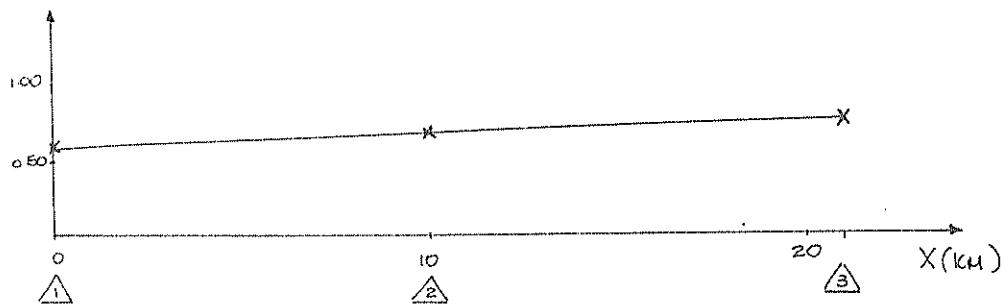
29 NOV. - 82

X VALORES REALES

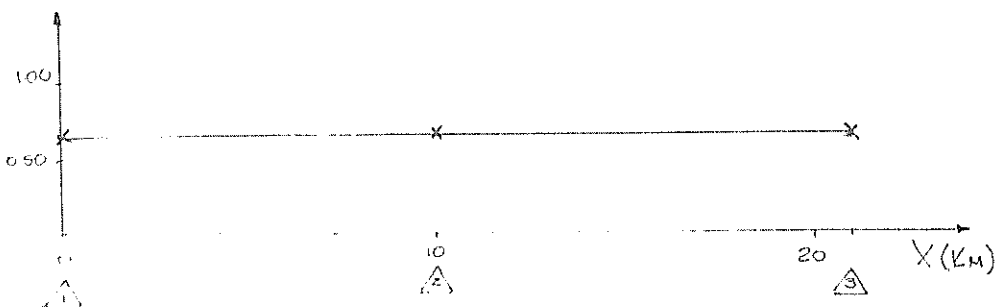
Fig 21



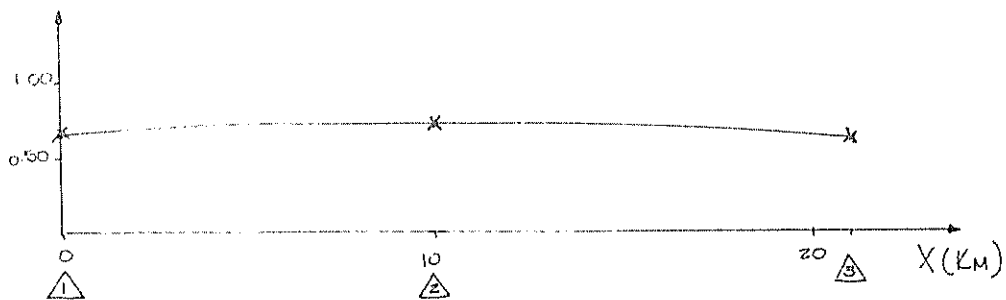
PLEAMAR



REFLEJO



BAJAMAR



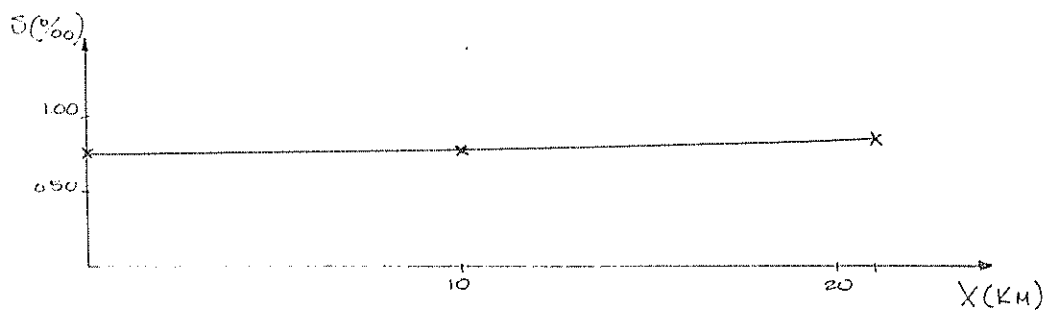
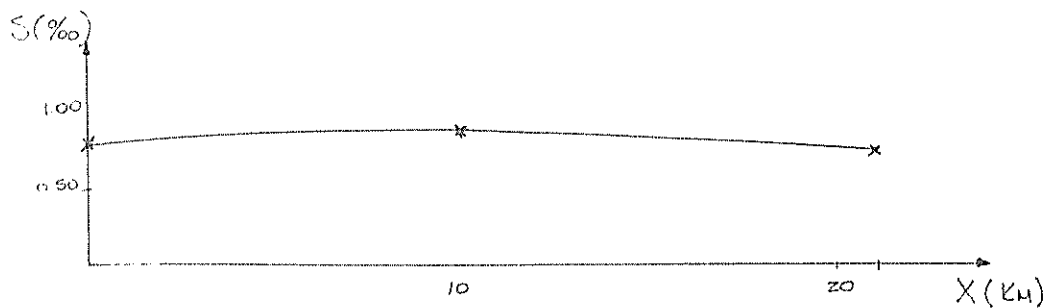
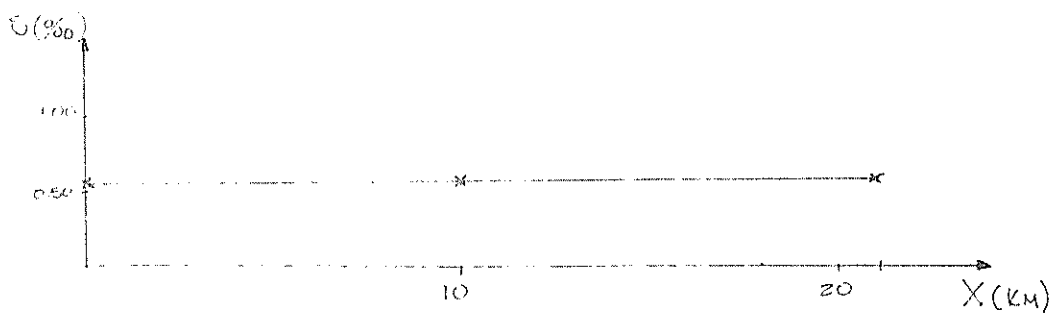
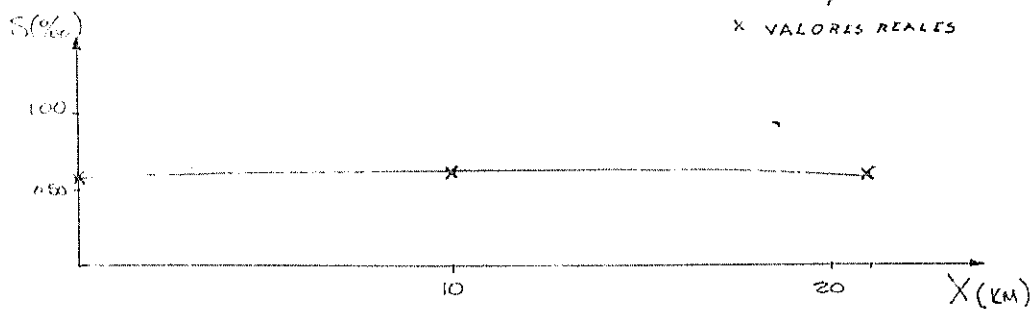
FLUJO

DISTRIBUCION LOG. DE  $\delta$  (%) PARA LAS 3 PRIMERAS ESTACIONES

30 NOV - 82

x VALORES REALES

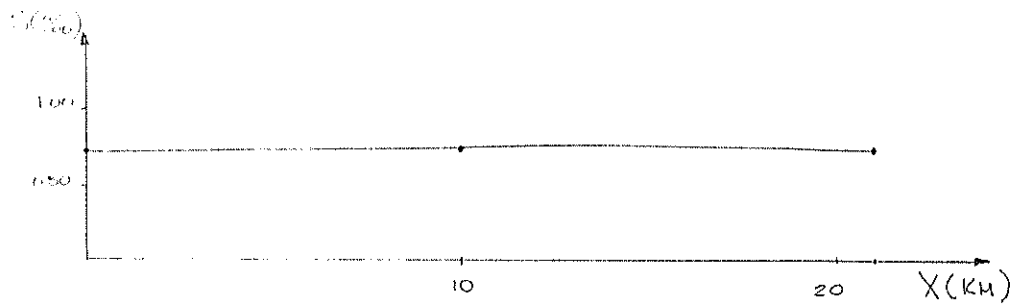
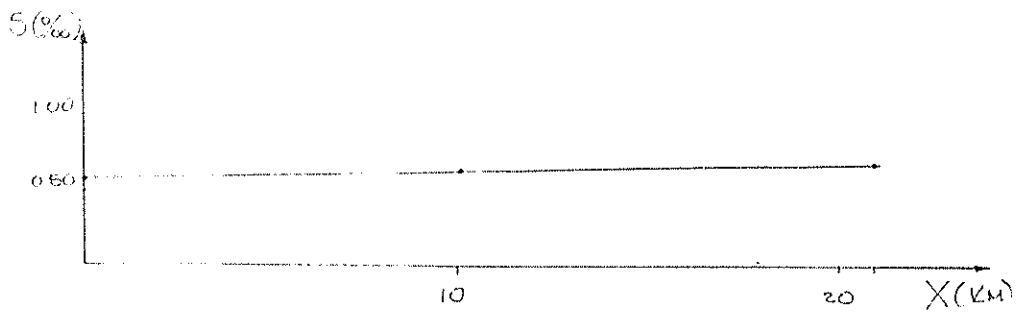
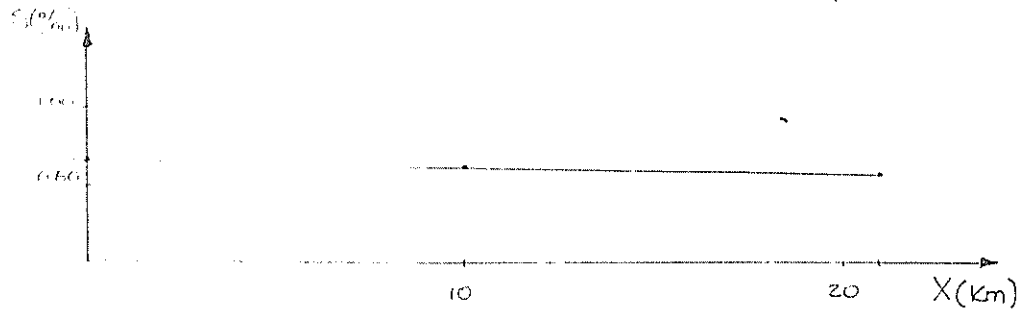
fig 22





DISTRIBUCION DE SALINIDAD PROMEDIO PARA LAS 3 PRIMERAS ESTACIONES

fig 23



## CAPITULO IV

### ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. En el año 1982 la prematura estación lluviosa presentó características singulares, las cuales distorciónaron completamente la distribución normal de caudal; presentando las siguientes características: un pico secundario en el mes de febrero, de valor menor que el máximo normal; el caudal mínimo, se presenta en el mes de septiembre seguido por un brusco incremento a partir del mes de octubre, llegando a diciembre con un valor mayor que el máximo normal y con tendencia creciente.

Un gráfico comparativo para el Río Daule, del único que se tiene datos de caudal de 1982, se presenta a continuación.

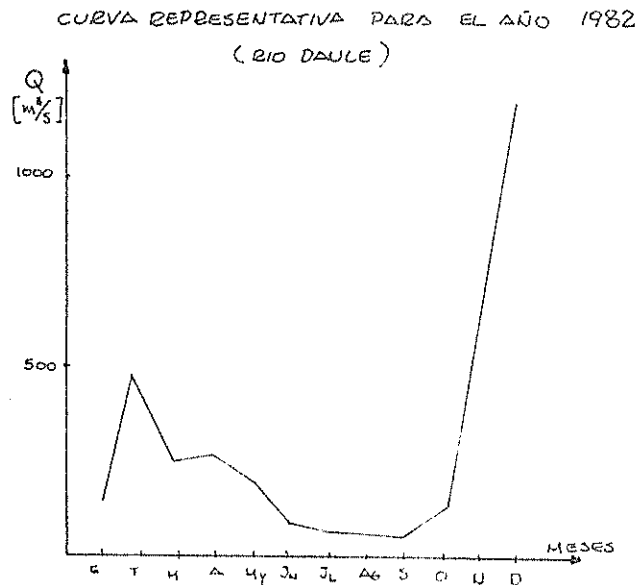


Fig # 2#

Según la estructura de salinidad en el tramo de estudio, el estuario se comporta como uno de tipo D de la clasificación de Pritchard es decir un

estuario bien mezclado, con una distribución homogénea con variaciones menores a 1‰ entre el agua superficial y la de fondo y entre los diferentes estados de marea durante los días 14-15 y 16 de noviembre, esto se pone en evidencia al analizar los perfiles de salinidad y temperatura obtenidos para la porción del estuario comprendido entre la primera y tercera estación de muestreo durante todo el ciclo de marea, los días 29 y 30 de noviembre de 1982.

Debido a las condiciones meteorológicas y de caudal existente en la zona durante el período de muestreo, los valores en la primera época de muestreo de salinidad son relativamente bajos variando de 6.34 a 0.87‰ en pleamar y de 6.51‰ a 0.6‰ en bajamar entre la desembocadura (Puná) y la cabecera (Guayaquil), respectivamente. Según se ilustra en las figuras 25, 26, 27 y 28.

El proceso de Intrusión Salina se presenta en forma muy débil y sus características son prácticamente las mismas para todos los estados de marea, lo cual nos permite asumir como única la distribución longitudinal de salinidad, en función de la distancia (X) medida en kilómetros a partir de la cabecera, la que matemáticamente es representada por dos polinomios cuadráticos de características uniformes y crecientes hacia la desembocadura los cuales, son aplicables por secciones a la longitud total de la sección de estuario estudiado y cuyas ecuaciones son: (Fig # 29)

$$S_1(X) = 0.9192 + 5.08 \times 10^{-4} X + 4.943X^2 \quad 0 \leq X \leq 30 \text{ Km}$$

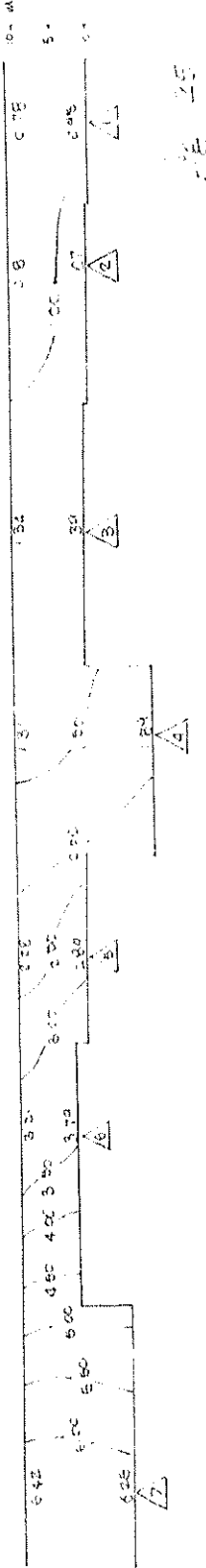
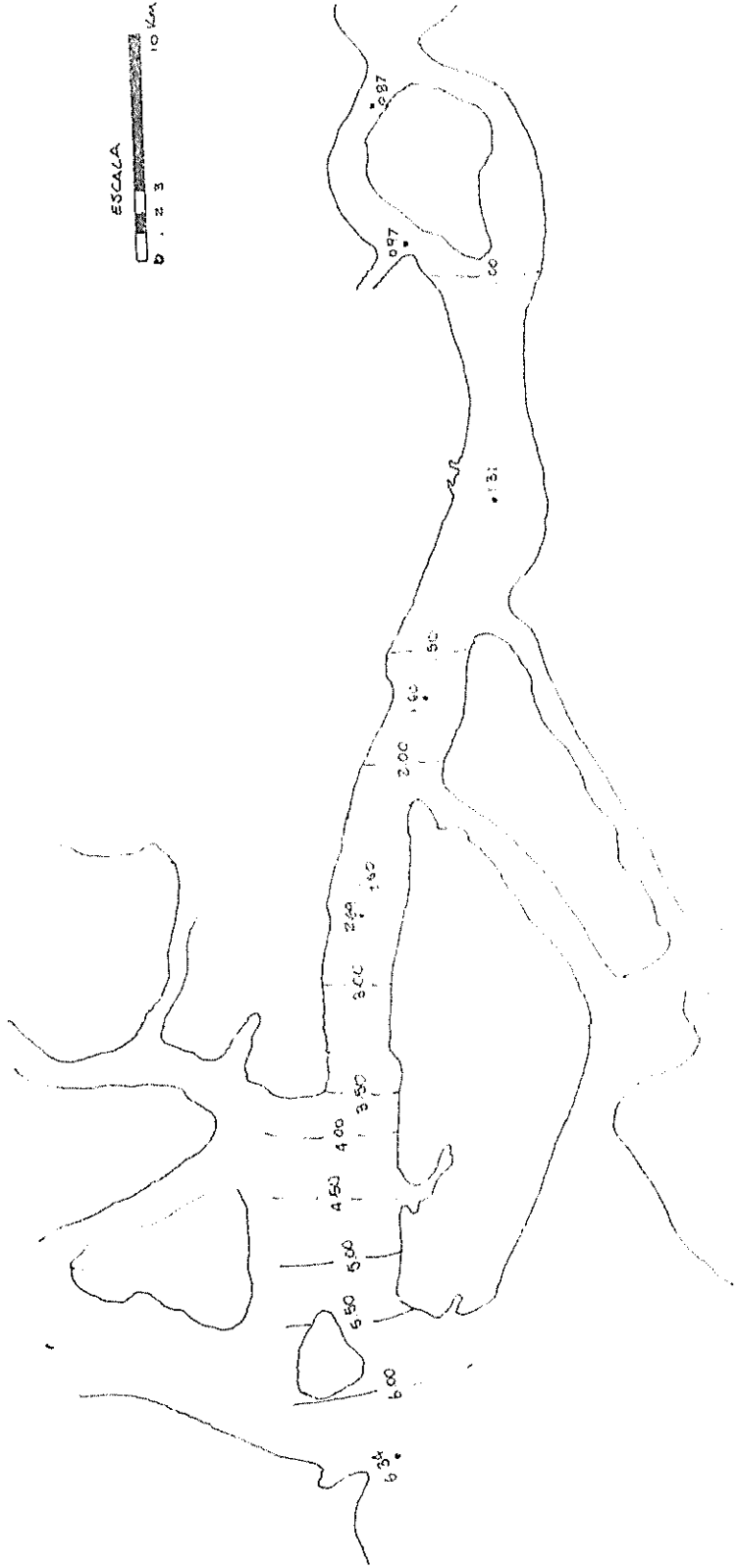
$$S_2(X) = 2.47 - 0.112 X + 2.598X^2 \quad 21 \leq X \leq 66 \text{ Km}$$

La temperatura presenta una distribución prácticamente homogénea aunque con valores anormalmente altos, fluctuando de  $28.2^{\circ}\text{C}$  a  $27.6^{\circ}\text{C}$  en pleamar y de  $28.4^{\circ}\text{C}$  a  $27.8^{\circ}\text{C}$  en bajamar entre la desembocadura (Puná) y la cabecera (Guayaquil) respectivamente. Según se ilustra en las figuras 30, 31, 32 y 33.

Para la distribución en bajamar observamos un ligero incremento de salinidad en las estaciones 1, 2, 3; lo cual puede ser explicado debido a la diferencia de nivel existente entre el Estero Salado y el Río Guayas para este período de marea, lo que hace que el agua de mayor salinidad proveniente del Estero ingrese a través de las esclusas al estuario, produciendo el fenómeno indicado.

En el apéndice 2 se ilustran los gráficos de las distribuciones de salinidad y temperatura para el primero y segundo período de muestreo.

DISTRIBUCION EN TIEMPO PROMEDIO  
 SALINIDAD - PLEAMAR



DISTRIBUCION EN TIEMPO PROMEDIO

SALINIDAD - SOJAMBAE.

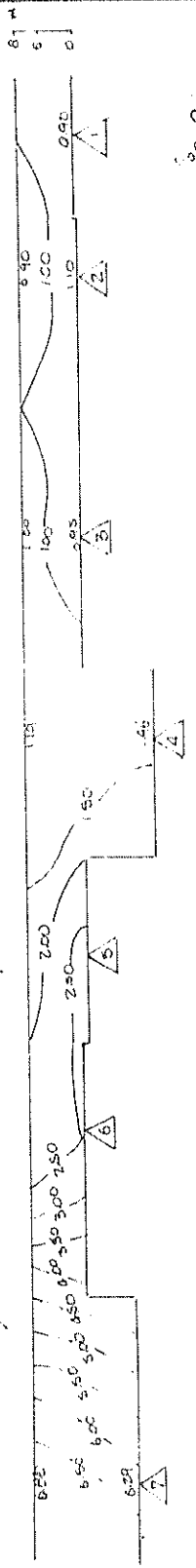
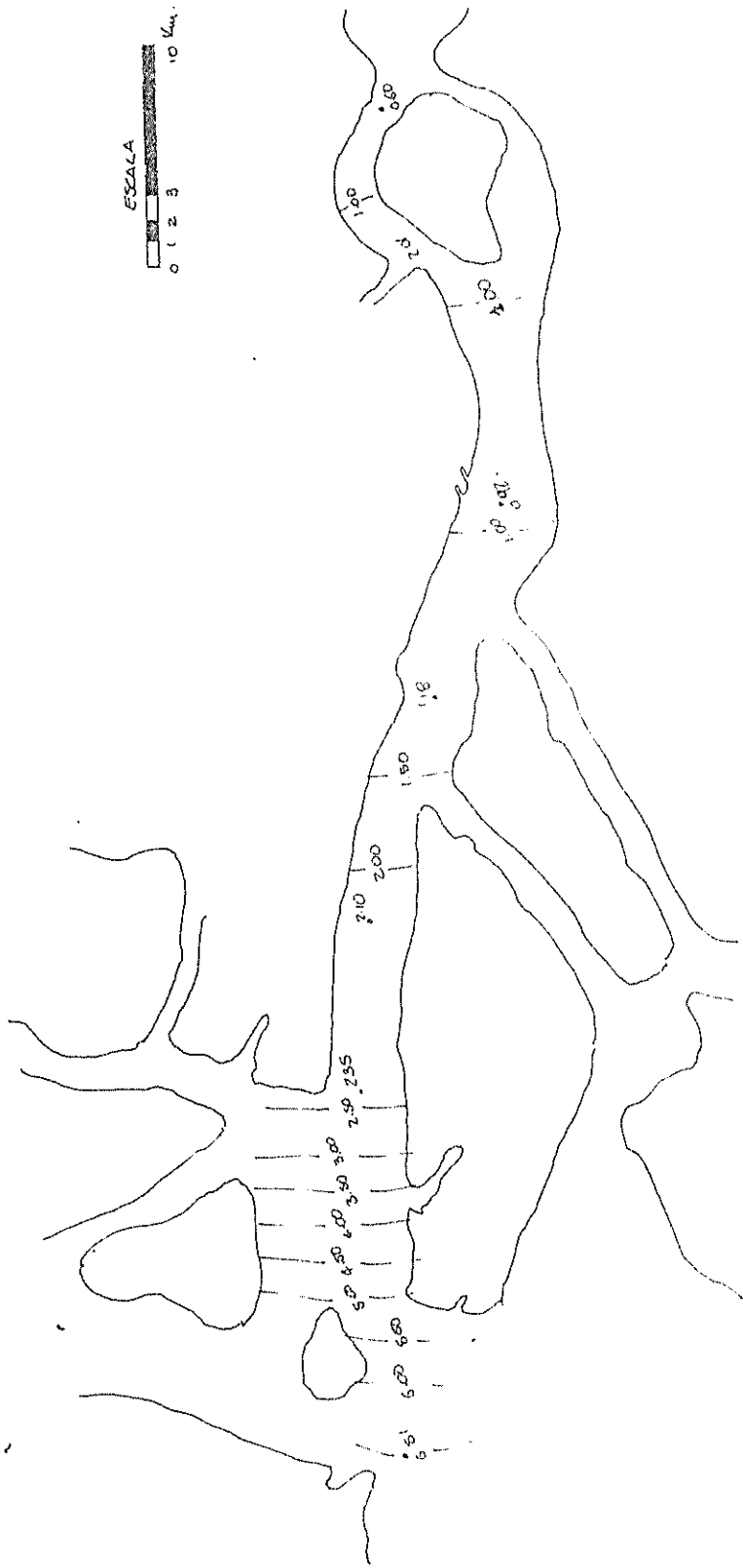
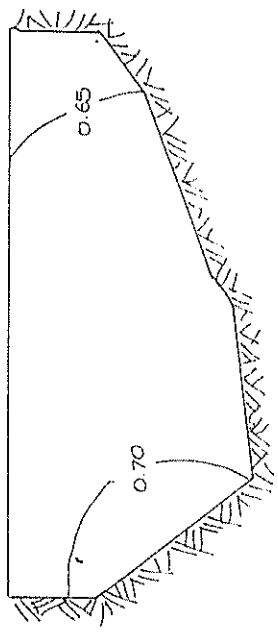


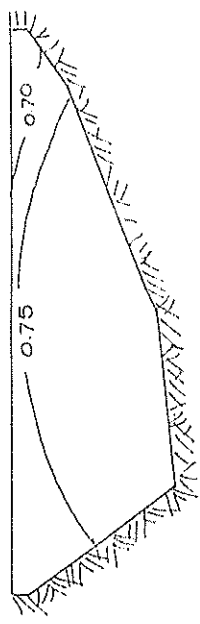
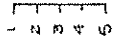
Fig. 20

DISTRIBUCION SECCIONAL DE SALINIDAD PROMEDIO PARA EL 2<sup>do</sup> PERIODO DE MUESTREO

GUAYÁQUIL

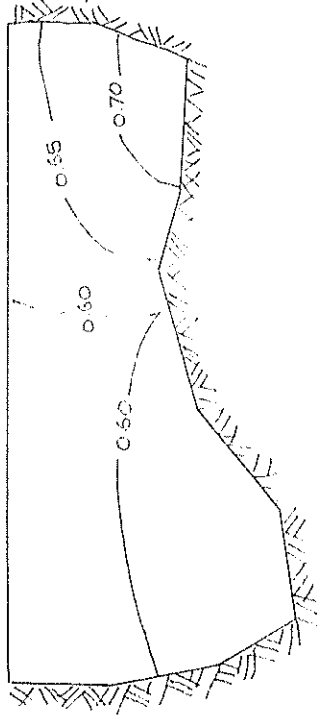


PLEAMAZ

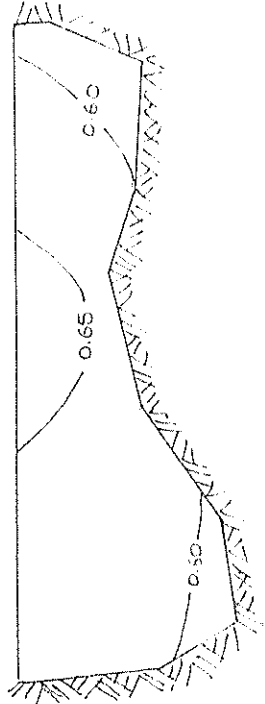


BAJAMAZ

EXCLUSAS



PLEAMAZ

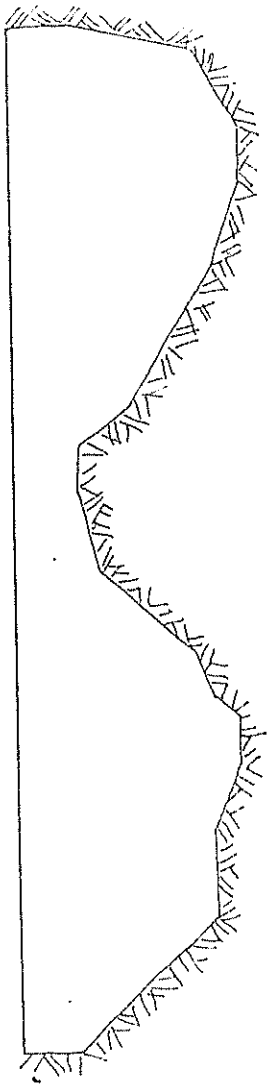
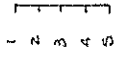


BAJAMAZ

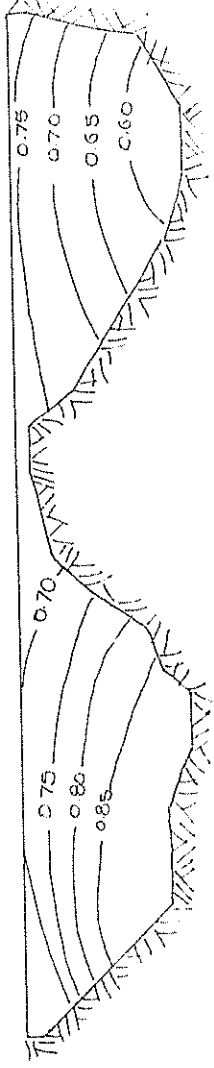


DISTRIBUCION DE SALINIDAD PROMEDIO PARA EL 2<sup>do</sup> PERIODO DE MUESTREO

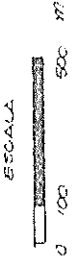
BOYA



PLEAMAR

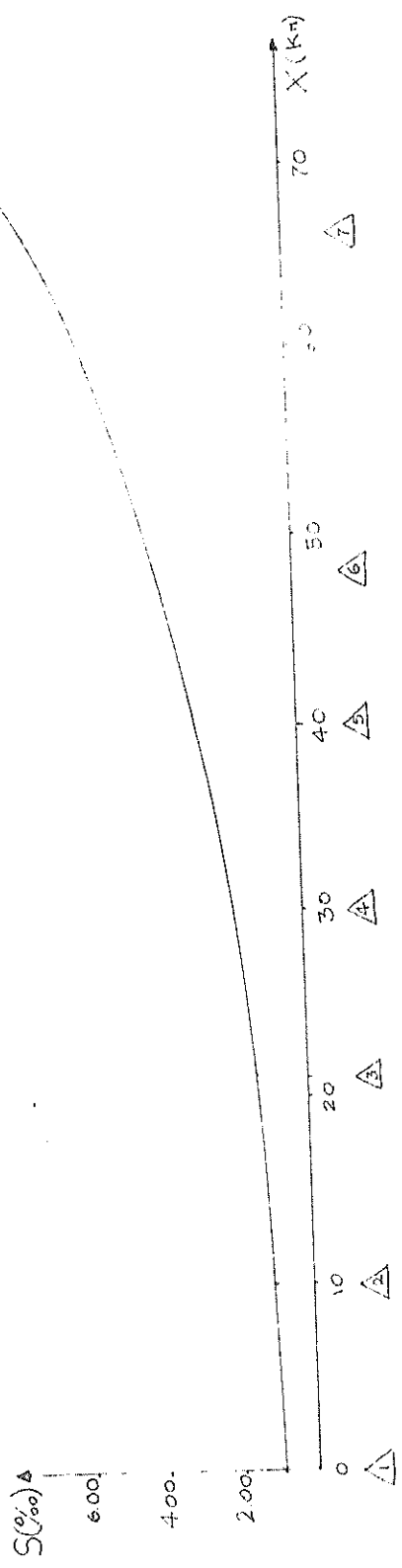


BAJAMAR



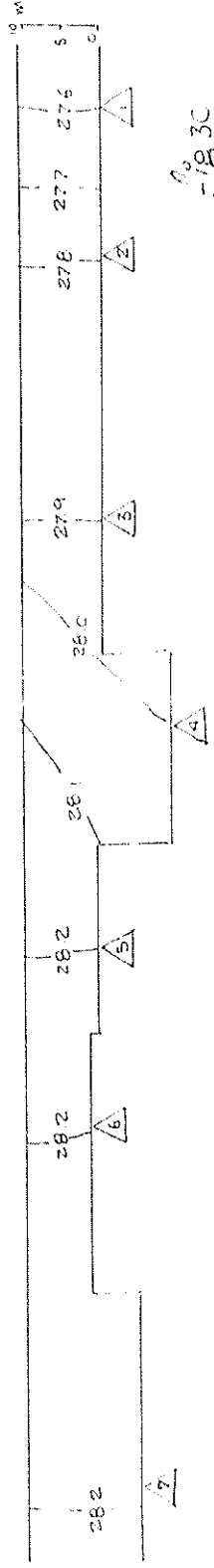
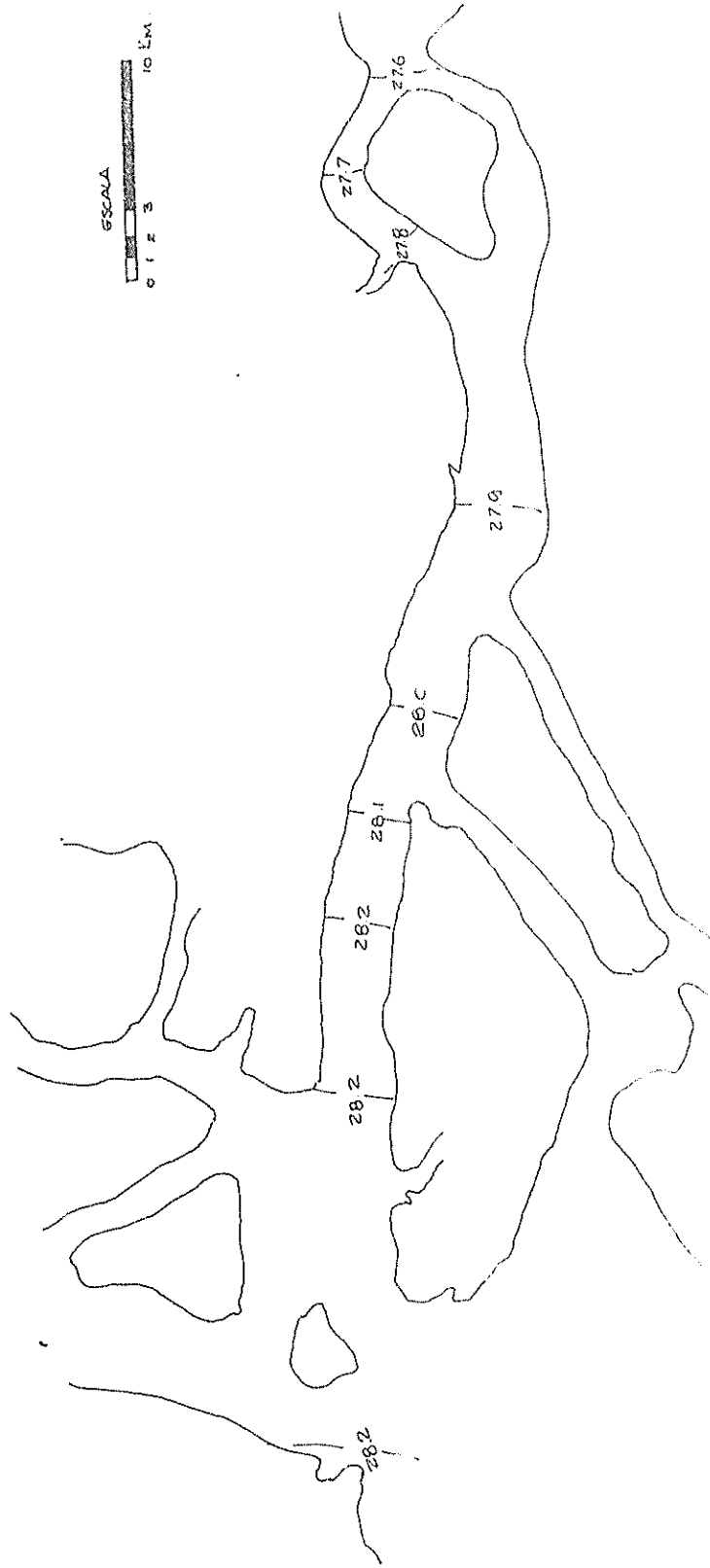


CURVA PROMEDIO DE DISTRIBUCION LONGITUDINAL DE SALINIDAD



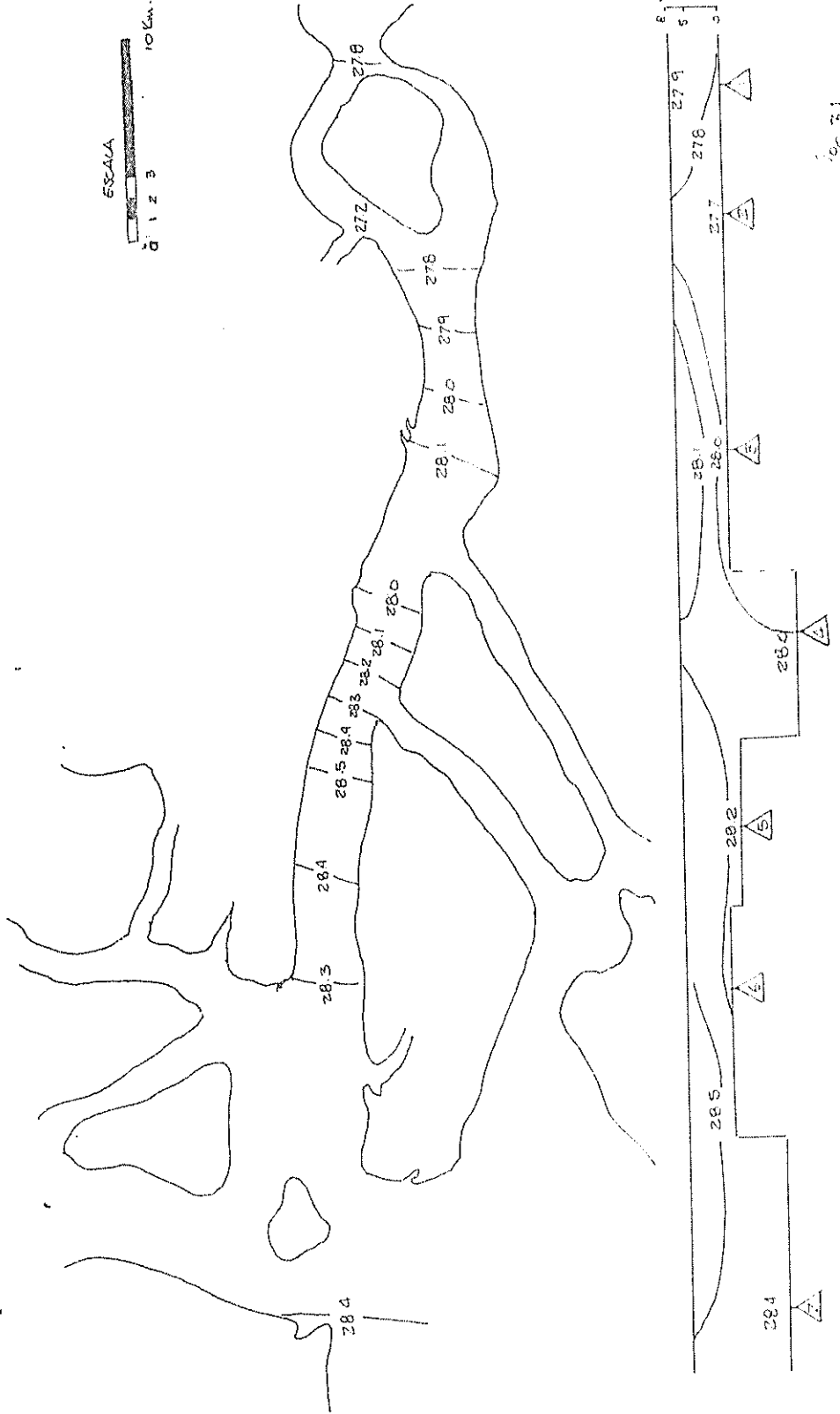
F. 2. 2. 2

DISTRIBUCION EN TIEMPO PROMEDIO  
TEMPERATURA - REANQUE



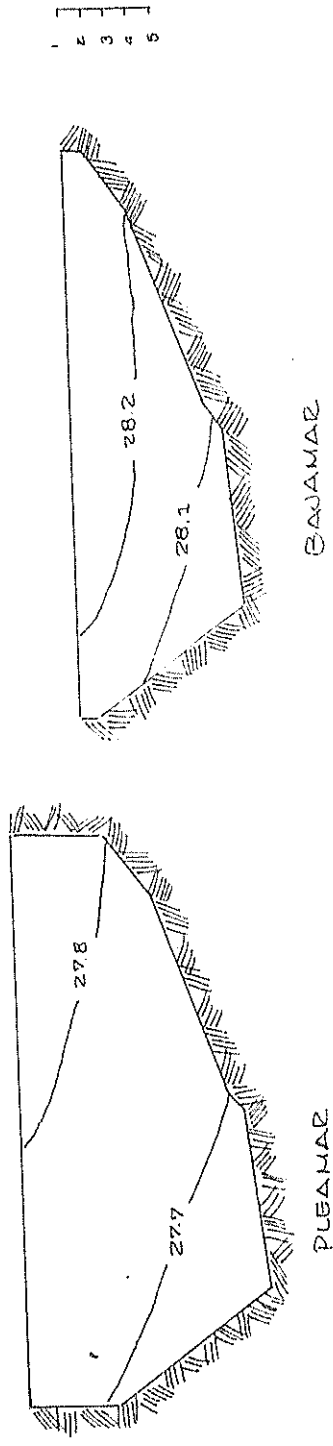
1830

DISTRIBUCION EN TIEMPO PROMEDIO  
TEMPERATURA - SAUJANAE.

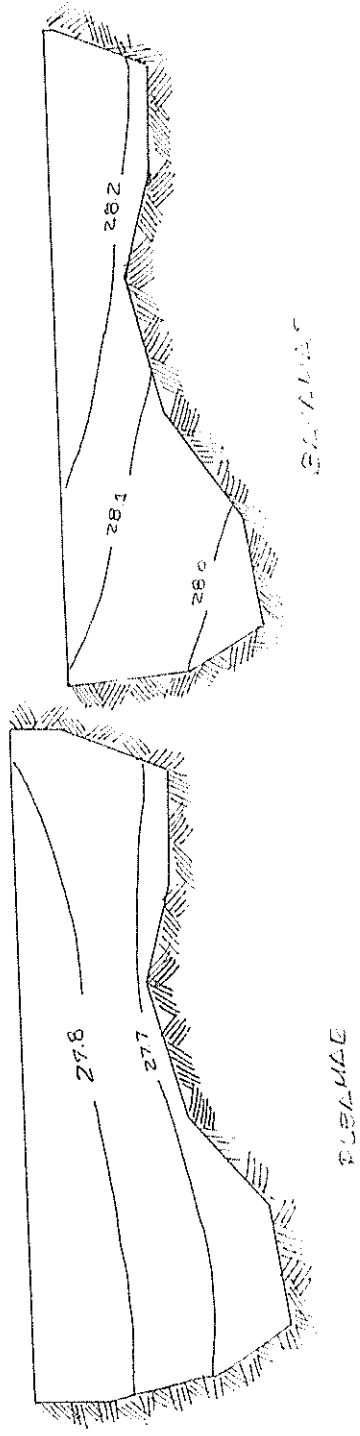


10831

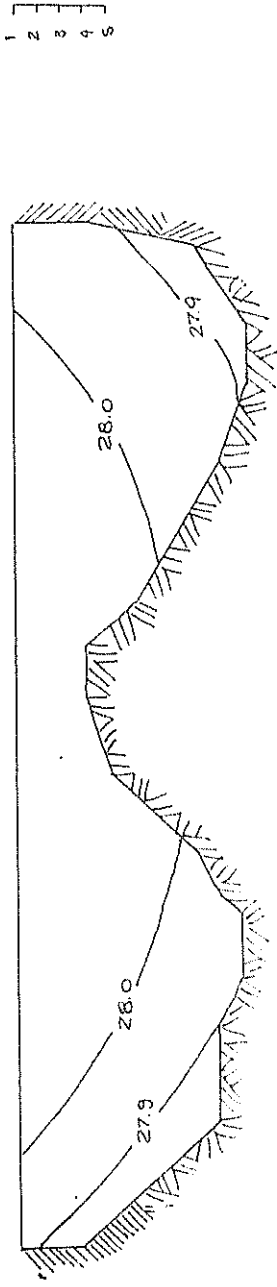
DISTRIBUCION SECCIONAL DE TEMP. (°C) PROMEDIO PARA EL 2º PERIODO DE MUESTREO  
EUAYÁQUIL



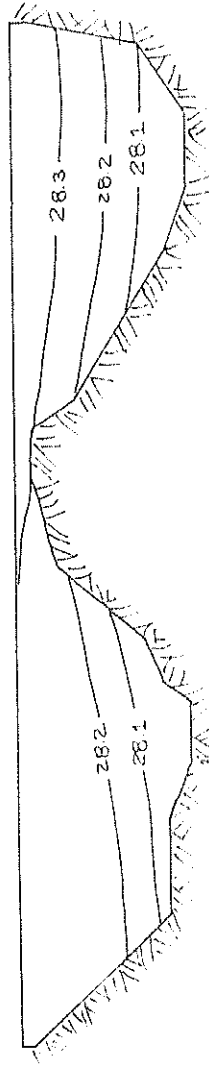
EXCLUSAS



DISTRIBUCION DE TEMPERATURA PROMEDIO  
BOYA



PLEAMAR



SAJAMAQ



## CONCLUSIONES

1. La presencia del Fenómeno de El Niño, a partir de octubre de 1982, produjo un desequilibrio en las condiciones hidrológicas y meteorológicas de la zona, provocando un cambio en los patrones normales de los diferentes parámetros que determinan la clasificación del estuario para esta época.
2. Los principales factores que determinan la distribución de la salinidad en el estuario son entre otras: El efecto de la marea, que actúa sobre el agua dulce y determina la zona de intrusión salina. El efecto de las fuerzas gravitacionales debido a la variación de la densidad en el agua dulce, accreada por el Río y el agua salada, proveniente del océano. El caudal de Río que se opone a la marea y la geomorfología misma del estuario.
3. El proceso de intrusión salina se presenta en forma muy débil, variando muy poco cuantitativamente entre los diferentes estados de marea, por lo que la distribución longitudinal de salinidad, parámetro que define este proceso, puede considerarse única a través de un ciclo de marea y ser matemáticamente expresada en función de la distancia (X), medida en kilómetros a partir de la cabecera, por dos polinomios cuadráticos cada uno de los cuales expresa esta distribución para un tramo específico del estuario, cubriendo ambos la longitud total del área de estudio y cuyas ecuaciones son:

$$S_1 (X) = 0.9192 + 6.08 \times 10^{-4} X + 4.943 X^2 \quad 0 \leq X \leq 30 \text{ Km}$$

$$S_2 (X) = 2.47 - 0.112 X + 2.598 X^2 \quad 21 \leq X \leq 66 \text{ Km}$$

4. El estuario presenta características que lo clasifican como bien mezclado (según Pritchard) con valores bajos de salinidad promedio durante las épocas del estudio de 0.90‰ en la cabecera, y de 6.43‰ en la desembocadura).
5. La distribución de temperatura es homogénea aunque con valores anormalmente altos, del orden de los 28°C.
6. En Bajamar la estación 2 actúa como una fuente puntual de salinidad debido a la diferencia de nivel existente entre el Istmo Salado y el Río Guayas, los cuales se comunican por medio de las esclusas.
7. La amplitud de marea dentro del Guayas, está afectada de tal forma que tiende a incrementar por efecto de la convergencia de las costas a medida que se aproxima a la cabecera, y al mismo tiempo tiende a decrecer por causa de los efectos disipativos de la fricción, los dos procesos son opuestos y por lo tanto, el resultado final de la amplitud será el debido a la superposición de ambos.

para marea  
 ...  
 ...

8. De los gráficos correspondientes al caudal del Río Guayas y a la precipitación pluviométrica en la zona, podemos concluir que hay dos estaciones completamente diferenciadas: Una estación lluviosa (dic.-mayo) en la que tenemos una elevada precipitación pluviométrica que produce un aumento del caudal del Río Guayas con valores que fluctúan entre los 1500 y 2000 m<sup>3</sup>/seg; y una estación seca (junio-nov.) con una pobre precipitación pluviométrica y con valores de caudal menores de 500 m<sup>3</sup>/seg. Cabe señalar que estos valores de caudal y precipitación corresponden a un año normal, sin la presencia del fenómeno de El Niño.



## RECOMENDACIONES

El estudio y comprensión de los fenómenos y procesos estuarinos es muy importante para el aprovechamiento de los numerosos recursos existentes en la zona de influencia del estuario del Cuayas; por lo que el desarrollo de programas con este propósito deben ser llevados a cabo periódicamente, a fin de conocer las distribuciones normales de estos procesos durante las diferentes épocas del año.

1. Se recomienda señalar estaciones bases de muestreo a lo largo del estuario para que los estudios de los diferentes parámetros, sean estos físicos, químicos, biológicos o geológicos se puedan correlacionar a fin de tener una más completa y mejor descripción del estuario.
2. Mantener una más estrecha relación con las instituciones públicas y/o privadas (i.e. camaroneras) que directa o indirectamente tienen que ver con el uso del estuario y sus recursos, a fin de unir esfuerzos tendientes a optimizar el aprovechamiento de esta rica zona natural.
3. La determinación y cuantificación del proceso de intrusión salina debe ser realizado en un año normal tanto para la época seca como para la lluviosa mediante muestras oceanográficas enasisinópticas, y obtener así las respectivas ecuaciones que describan la distribución longitudinal de salinidad en función de la distancia.

APENDICES

APENDICE 1  
TABLAS DE RESULTADOS

Tabla 1

Día 14 de noviembre de 1982

PLEAMAR

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3\text{Ag}$	Salinidad S(‰)	Temperatura
Guayaquil	S	3.2	0.75	27.5
	F	4.2	0.98	27.5
Exclusas	S	3.5	0.82	27.8
	F	5.0	1.16	27.8
Boya	S	5.5	1.27	27.8
	F	6.9	1.58	27.9
Pta. de Piedra	S	5.3	1.22	27.8
	F	7.1	1.63	27.8
Pto. Roma	S	10.2	2.32	28.0
	F	13.0	2.96	28.0
Faro	S	12.0	2.73	28.0
	F	15.3	3.49	28.0
Puná	S			
	F			

Tabla 2

Día 14 de noviembre de 1982

Bajamar

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3\text{Ag}$ (ml)	Salinidad S(‰)	Temperatura °C
Guayaquil	S	4.6	1.07	27.8
	15:20			
Exclusas	F	5.0	1.16	27.8
	S	3.3	0.77	27.6
Boya	15:00			
	F	4.0	0.93	27.8
Pta. de Piedra	S	4.9	1.13	28.2
	14:30			
Pto. Roma	F	3.1	0.73	28.2
	S	4.7	1.09	28.0
Faro	14:00			
	F	4.1	0.95	28.0
Puná	S	10.0	2.28	28.2
	13:30			
Faro	F	17.5	3.97	28.0
	S	10.9	2.49	28.3
Puná	13:10			
	F	13.0	2.96	28.3
Puná	S	30.6	6.92	28.6
	12:30			
	F	29.6	6.70	28.4

Tabla 3

Día 15 de noviembre de 1982

Pleamar

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3\text{Ag}(\text{ml})$	Salinidad S(‰)	Temperatura °C
Guayaquil	S	2.9	0.68	27.6
	8:20			
	F	3.2	0.75	27.6
	S	3.4	0.80	28.0
Exclusas	8:45			
	F	4.6	1.07	27.7
	S	5.2	1.20	27.9
Boya	9:10			
	F	4.9	1.13	27.8
	S	4.9	1.13	28.2
Pta. de Piedra	9:30			
	F	7.5	1.72	28.0
	S	9.4	2.15	28.2
Pto. Roma	9:50			
	F	11.7	2.67	28.2
	S	14.6	3.32	29.5
Faro	10:15			
	F	17.8	4.04	28.2
	S	27.2	6.16	28.3
Puná	10:50			
	F	26.3	5.95	28.3

Tabla 4

Día 15 de noviembre de 1982

Bajamar

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3\text{Ag}$ (ml)	Salinidad S(‰)	Temperatura °C
Guayaquil	S	3.0	0.71	27.8
	15:00			
	F	3.5	0.82	27.8
Exclusas	S	3.1	0.73	27.9
	14:30			
	F	3.2	0.75	27.9
Boya	S	6.5	1.49	28.5
	14:00			
	F	3.5	0.82	27.9
Pta. de Piedra	S	3.9	0.91	28.0
	13:40			
	F	5.5	1.27	28.0
Pto. Roma	S	5.6	1.29	29.2
	13:00			
	F	8.2	1.88	28.4
Faro	S	9.6	2.19	28.8
	12:40			
	F	11.3	2.58	28.0
Puná	S	27.1	6.13	28.7
	11:45			
	F	28.4	6.43	28.4

Tabla 5

Día 16 de noviembre de 1982

Pleamar

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3^- \text{Aq}$ (mℓ)	Salinidad S(‰)	Temperatura °C	
Guayaquil	8:00	S	3.4	0.80	27.7
		F	4.8	1.11	27.7
Exclusas	8:30	S	4.1	0.95	27.8
		F	4.2	0.98	27.8
Boya	9:00	S	5.4	1.26	27.9
		F	6.3	1.45	28.0
Pta. de Piedras	9:30	S	6.8	1.56	28.2
		F	10.2	2.32	28.2
Pto. Roma	10:00	S	10.4	2.37	28.2
		F	13.3	3.03	28.2
Faro	10:15	S	15.8	3.59	28.3
		F	17.0	3.86	28.3
Puná	11:00	S	29.5	6.67	28.0
		F	28.9	6.54	28.0



Tabla 6

Día 16 de noviembre de 1982

Bajamar

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3\text{Ag}$ (ml)	Salinidad S(‰)	Temperatura °C
Guayaquil	S	5.4	1.25	28.0
	16:00			
	F	2.8	0.66	27.7
Exclusas	S	5.6	1.29	27.8
	15:45			
	F	7.3	1.67	27.5
Boya	S	2.7	0.64	28.2
	15:15			
	F	3.0	0.71	27.8
Pta. de Piedra	S	6.8	1.56	28.2
	14:45			
	F	5.4	1.25	28.0
Pto. Roma	S	5.9	1.36	28.3
	14:15			
	F	8.0	1.83	28.3
Faro	S	8.3	1.90	28.3
	13:45			
	F	8.6	1.97	28.3
Puná	S	27.5	6.22	28.2
	12:25			
	F	29.4	6.65	28.2

Tabla 7

Día 29 de noviembre de 1982

Pleamar

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3\text{Ag}$ (ml)	Salinidad S (‰)	Temperatura °C
Guayaquil	S	3.4	0.80	27.6
	F	3.7	0.96	27.6
	S	2.8	0.66	27.6
	8:45			
	F	3.2	0.76	27.6
	S	3.3	0.80	27.6
	F	3.1	0.76	27.6
	S	3.2	0.76	27.6
	F	2.9	0.68	27.6
Exclusas	S	2.9	0.68	27.7
	9:30			
	F	2.6	0.62	27.6
	S	2.8	0.66	27.8
	F	2.7	0.65	27.6
	S	3.0	0.71	28.2
	F	2.8	0.66	28.1
Boya	S	3.6	0.84	28.2
	10:00			
	F	2.9	0.60	28.1
	S	3.0	0.71	28.2
F	3.5	0.82	28.1	

Tabla 8

29 de noviembre de 1982

Reflujo

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3\text{Ag}$ (ml)	Salinidad S (‰)	Temperatura °C	
		S	2.4	0.57	28.3
		F	2.4	0.57	28.1
		S	2.2	0.53	28.5
Guayaquil	12:00				
		F	2.8	0.66	28.1
		S	2.5	0.59	28.0
		F	2.4	0.57	27.8
		S	2.6	0.62	28.0
		F	2.8	0.66	27.8
		S	3.4	0.80	28.3
Exclusas	11:30				
		F	2.8	0.66	27.8
		S	2.7	0.64	28.2
		F	2.9	0.68	27.8
		S	3.0	0.71	28.1
		F	2.8	0.66	27.8
		S	3.1	0.73	27.9
Boya	10:45				
		F	4.7	1.09	27.8
		S	2.8	0.66	28.0
		F	2.6	0.62	27.8

Tabla 9

29 de noviembre de 1982

Bajamar

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3\text{Ag}$ (‰)	Salinidad S(‰)	Temperatura °C
Guayaquil	S	3.2	0.75	28.3
	F	2.6	0.62	28.2
	S	2.7	0.64	28.5
	12:45			
	F	3.0	0.71	28.2
	S	2.8	0.66	28.3
	F	2.5	0.59	28.2
	S	3.0	0.71	28.5
	F	2.7	0.64	28.3
	S	2.7	0.64	28.3
Exclusas	13:15			
	F	2.7	0.64	28.1
	S	2.8	0.66	28.1
	F	3.1	0.73	28.1
	S	2.8	0.66	28.3
	F	2.8	0.66	28.1
	S	2.7	0.64	28.3
Boya	13:45			
	F	2.7	0.64	28.1
	S	3.1	0.73	28.3
	F	2.6	0.62	28.1

Tabla 10

29 de noviembre de 1982

Flujo

Estación	Hora	Consumo de NO <sub>3</sub> A <sub>g</sub> (ml)	Salinidad S (‰)	Temperatura °C
	S	2.4	0.57	28.5
	F	2.7	0.64	28.3
	S	3.0	0.71	28.3
Guayaquil	16:10			
	F	2.7	0.64	28.3
	S	2.1	0.50	28.3
	F	3.6	0.84	28.3
	S	3.0	0.71	28.2
	F	2.9	0.68	28.2
	S	3.1	0.73	28.2
Exclusas	15:45			
	F	2.9	0.68	28.2
	S	2.8	0.66	28.2
	F	2.8	0.66	28.2
	S	2.7	0.64	28.4
	F	2.1	0.50	28.1
	S	2.7	0.64	28.4
Boya	15:15			
	F	2.9	0.68	28.1
	S	2.5	0.59	28.4
	F	2.5	0.59	28.1

Tabla 11

30 de noviembre de 1982

Pleamar

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3\text{Ag}$ (ml)	Salinidad S (‰)	Temperatura °C	
Guayaquil	8:30	S	2.3	0.55	28.0
		F	2.4	0.57	27.9
		S	2.9	0.68	28.1
		F	2.3	0.55	27.8
		S	2.1	0.50	28.1
		F	2.3	0.55	27.9
		S	2.1	0.50	28.0
		F	3.3	0.77	27.8
		S	2.5	0.59	28.0
		Exclusas	9:00	F	2.4
S	2.8			0.66	28.0
F	2.0			0.48	27.8
S	2.1			0.50	28.0
F	3.0			0.71	27.9
S	2.4			0.57	28.1
Boya	9:30			F	2.5
		S	2.4	0.57	28.0
		F	2.2	0.53	27.9

Tabla 12

30 de noviembre de 1982

Reflujo

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3\text{Ag}$ (ml)	Salinidad S (‰)	Temperatura °C	
Guayaquil	11:30	S	2.4	0.57	28.2
		F	2.0	0.48	28.0
		S	2.5	0.59	28.0
		F	2.9	0.68	27.9
		S	2.1	0.50	27.6
		F	2.3	0.55	27.7
		S	2.5	0.59	28.1
		F	2.3	0.55	27.9
		S	2.3	0.55	28.1
		Exclusas	11:00	F	2.6
S	2.3			0.55	28.1
F	2.2			0.53	27.9
S	2.5			0.59	28.2
F	2.5			0.59	27.9
S	2.4			0.57	28.2
Boya	10:15			F	2.0
		S	2.5	0.59	28.1
		F	2.6	0.62	27.9

Tabla 13

30 de noviembre de 1982

Bajamar

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3\text{Ag}$ (ml)	Salinidad S (‰)	Temperatura °C
		2.8	0.66	28.0
		3.8	0.89	27.9
		3.7	0.86	28.0
Guayaquil	13:00			
		0.71	0.71	28.1
		3.0	0.71	28.2
		4.1	0.95	28.1
		4.9	1.13	28.2
		4.1	0.95	28.1
		3.2	0.75	28.4
Exclusas	13:15			
		2.9	0.68	28.1
		3.9	0.91	28.1
		3.5	0.82	27.9
		2.9	0.68	28.4
		4.6	1.07	28.3
		3.3	0.77	28.4
Boya	14:00			
		3.1	0.73	28.1
		3.4	0.77	28.4
		3.3	0.77	28.1



Tabla 14

30 de noviembre de 1982

Flujo

Estación	Hora	Consumo de $\text{NO}_3\text{Ag}$ (ml)	Salinidad S (‰)	Temperatura °C	
Guayaquil	16:00	S	4.5	1.04	28.3
		F	4.2	0.98	28.3
		S	3.2	0.75	28.3
		F	2.8	0.66	28.3
		S	3.2	0.75	28.3
		F	2.8	0.66	28.3
		S	3.2	0.75	28.4
		F	2.9	0.68	28.1
		S	3.8	0.89	29.0
		Exclusas	15:30	F	3.5
S	3.3			0.77	28.6
F	3.1			0.73	28.2
S	2.8			0.66	28.5
F	3.1			0.73	28.3
S	3.1			0.73	28.7
Boya	15:00			F	3.1
		S	3.7	0.86	28.7
		F	5.4	1.25	28.1

Altura de marea ( $Y_E$ ) para las diferentes estaciones durante el período de muestreo, en función de la altura de marea en Guayaquil ( $Y_G$ ) o en Puná ( $Y_P$ ).

Día 14 de noviembre de 1982

Estación	Hora	$Y_G$ (m)	$Y_P$ (m)	$Y_E$ (m)
Guayaquil	7:50	3.8		3.8
Exclusas	8:15	3.4		
Boya	8:45	3.3	1.6	2.78
Pta. de Piedra	9:10	2.9	1.2	2.10
Pto. Roma	9:30	2.6	0.9	1.54
Faro	9:45	2.10	0.65	1.02
Puná	12:30	0.40	0.25	0.25
Faro	13:10	0.30	0.75	0.63
Pto. Roma	13:30	0.30	1.00	0.73
Pta. Piedra	14:00	0.30	1.75	0.96
Boya	14:30	0.35	2.35	0.96
Exclusas	15:00	0.40	2.75	0.76
Guayaquil	15:20	0.50	3.00	0.50

Día 15 de noviembre de 1982

Estación	Hora	$y_G$ (m)	$y_P$ (m)	$y_F$ (m)
Guayaquil	8:20	4.10	2.40	4.10
Exclusas	8:45	3.90	1.88	3.60
Boya	9:10	3.70	1.38	3.00
Pta. Piedra	9:30	3.50	1.10	2.40
Pto. Roma	9:50	3.20	0.88	1.75
Faro	10:15	2.60	0.50	1.05
Puná	10:50	2.00	0.25	0.00
Puná	11:45	0.80	0.00	0.20
Faro	12:40	0.45	0.10	0.25
Pto. Roma	13:00	0.40	0.15	0.32
Pta. Piedra	13:40	0.30	0.35	0.40
Boya	14:00	0.30	0.65	0.47
Exclusas	14:30	0.35	1.15	0.40
Guayaquil	15:00	0.40	1.65	

Día 16 de noviembre de 1982

Estación	Hora	$y_G$	$y_P$	$y_L$
Guayaquil	8:00	4.20	3.35	4.20
Exclusas	8:30	4.10	3.00	3.95
Boya	9:00	3.90	2.55	3.50
Pta. Piedra	9:30	3.75	2.00	2.95
Pto. Roma	10:00	3.15	1.25	2.00
Faro	10:15	3.00	1.00	1.50
Puná	11:00	1.60	0.30	0.30
Puná	12:25	0.80	0.00	0.00
Faro	13:45	0.40	0.20	0.25
Pto. Roma	14:15	0.30	1.25	0.90
Pta. Piedra	14:45	0.30	1.50	0.85
Boya	15:15	0.35	2.10	0.90
Exclusas	15:45	0.40	2.75	0.80
Guayaquil	16:00	0.45	3.10	0.45

Día 29 de noviembre de 1982

<i>Estación</i>	<i>Hora</i>	$Y_G$	$Y_P$	$Y_E$
<i>Guayaquil</i>	8:45	3.40	1.35	3.40
<i>Exclusas</i>	9:30	2.70	0.65	2.10
<i>Boya</i>	10:00			
<i>Pta. Piedra</i>	10:10	1.80	0.35	1.15
<i>Boya</i>	10:45	1.40	0.30	1.10
<i>Exclusas</i>	11:30	1.00	0.30	0.90
<i>Guayaquil</i>	12:00	0.80	0.35	0.80
<i>Guayaquil</i>	12:45	0.60	0.50	0.60
<i>Exclusas</i>	13:15	0.55	0.75	0.60
<i>Boya</i>	13:45	0.50	1.00	0.65
<i>Pta. Piedra</i>	14:45	0.60	2.40	1.40
<i>Boya</i>	15:15	0.80	2.85	1.40
<i>Exclusas</i>	15:45	1.20	3.25	1.45
<i>Guayaquil</i>	16:10	2.00	3.40	2.00

Día 30 de noviembre de 1982

Estación	Hora	$y_G$	$y_P$	$y_E$
Guayaquil	8:30	3.90	1.0	3.90
Exclusas	9:00	3.80	0.75	3.30
Boya	9:30	3.60	0.50	2.70
Pta. Piedra	10:00	3.20	0.35	1.90
Boya	10:30	2.60	0.25	1.90
Exclusas	11:15	1.40	0.15	1.20
Guayaquil	11:45	1.00	0.10	1.00
Guayaquil	13:00	0.45	0.25	0.40
Exclusas	13:15	0.40	0.30	0.40
Boya	14:00	0.40	0.75	0.50
Pta. Piedra	14:30	0.45	1.25	0.80
Boya	15:00	0.50	2.25	1.00
Exclusas	15:30	0.70	2.85	1.10
Guayaquil	16:00	1.20	3.25	1.20

TABLA 20 CAUDAL PROMEDIO DEL RIO GUAYAS [ m<sup>3</sup>/seg. ]

Meses AÑOS	ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1972	953	2435	2534	1934	928	1510	759	250	155	25	123	
1973						579	364	173	103	115	129	125
1974	276	231	1477	1072	778	282	173	150	132	22	100	196
1975	1843	2543	2672	2231	800	504	302	212	12	15	99	130
1976	1115	2455	2705	2924	1690	716	370	7	155	30	117	185
1977	615	215	2148	470	662	364	211	25	115	9	75	97
1978	430	283	301	749	951	327	184	15	33	15	59	77
1979	210	139	477	203	450	399	59		30		45	54
1980	2	225	916	2098	1039	476	215			10	72	
1981	52	713	547	443	215	33						52
1982	573	1522	1929	600	869	527	290	57	30	115	91	118

TABLA 21 CAUDAL PROMEDIO DEL RIO BABAHoyo [  $\frac{m^3}{seg.}$  ]

MESES AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1972	775	1731	1220	974	348	664	329	153	109	85	89	
1973	781	1232	971	1225	682	309	198	117	98	87	69	72
1974	180	711	1169	868	461	170	108	73	66	57	51	38
1975	700	1169	1232	953	448	281	169	105	85	78	68	80
1976	493	1270	1325	1264	665	335	191	129	95	70	75	120
1977	340	585	928	813	387	192	118	77	58	53	40	63
1978	285	669	680	849	504	181	108	71	56	43	35	51
1979	171	306	443	643	286	171	99	69	56	36	24	37
1980	147	894	650	1180	636	318	142			50	46	
1981	107	938	1020	835	324	139	98	60	58	43	42	55
$\bar{C}$	548	942	951	931	459	264	156	96	73	60	54	77
1982	394	862	626	697	441	193						



TABLA 22 CAUDAL PROMEDIO DEL RIO DAULE [  $m^3/sec$  ]

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC.
1972	158	705	1312	960	380	846	430	143	95	79	60	
1973						270	166	100	76	64	49	54
1974	96	520	631	204	317	112	65	46	36	39	31	58
1975	543	1474	1640	1278	352	233	133	82	70	50	42	50
1976	625	1185	1380	1660	1026	380	179	94	58	38	35	65
1977	274	630	1220	666	275	172	93	54	38	33	23	34
1978	144	614	621	900	447	143	76	46	33	25	21	26
1979	90	332	534	600	164	128	70	38	35	28	19	17
1980	64	333	264	917	433	158	74	48	33	30	27	29
1981	46	825		712	168	76	54	38	35	27		28
$\bar{Q}$	219	735	960	877	346	252	134	104	5	4	35	40

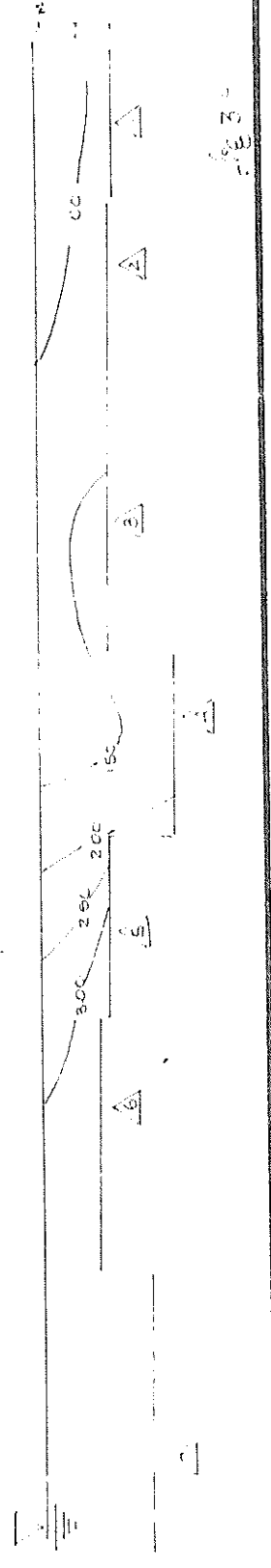
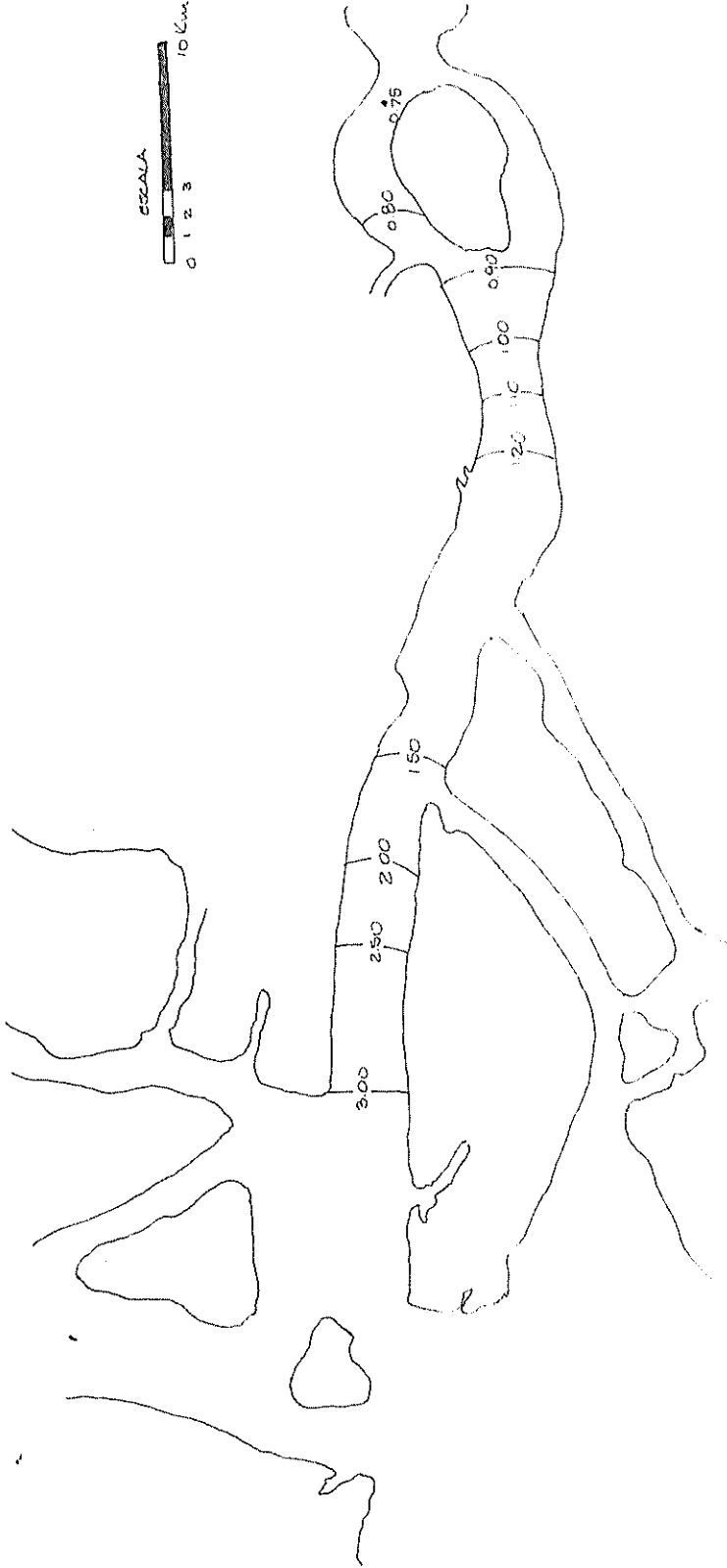
TABLE 23 PARTICIPACION MENSUAL EN MI DE ACTIVA ESTACION : SUYAPUR DAC.

ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1963	547	295.2	190.0	58.4	178	T	T	0.0	0.0	0.0	0.0	472	655.3
1964	756.9	95.3	299.1	.771	126	4.0	0.0	0.0	T	T	0.4	T	855.4
1965	326	126.6	433.7	885.1	207.5	14.7	0.0	0.0	2.2	3.1	5.6	34.0	1335.3
1966	530.9	164.4	185.0	45.7	148	1.7	0.0	2.1	0.0	18.4	0.6	10.1	971.7
1967	404.3	366.6	116.7	10.8	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.4	918.2
1968	906	137.7	131.4	23.4	0.0	0.9	T	0.0	T	11.0	T	1.8	396.8
1969	62.0	100.8	415.0	197.5	24.8	126.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.3	947.0
1970	1286	84.7	100.7	128.1	164.0	1.3	0.0	0.0	0.0	T	1.7	7.1	616.2
1971	95.0	55.4	429.5	54.0	7.9	3.7	T	0.0	1.6	T	0.6	2.1	659.8
1972	226.4	330.4	406.9	142.7	34.6	151.7	0.0	0.0	0.4	0.7	0.6	103.0	1397.4
1973	701.3	210.2	491.9	180.7	135.7	2.9	0.0	5.5	2.7	0.0	0.0	16.3	1746.9
1974	174.4	123.7	81.3	84.1	69.3	0.3	0.0	0.0	4.3	3.4	3.0	74.4	618.2
1975	221.0	502.7	609.6	192.9	4.6	1.4	1.4	0.8	0.0	9.4	1.4	2.8	1548.0
1976	403.8	589.4	451.0	183.7	141.2	9.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	72.6	1851.2
1977	162.0	146.2	216.9	58.0	0.1	0.3	0.7	0.0	20.9	0.9	0.0	3.2	609.7
1978	96.9	244.1	176.7	68.9	39.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	62.5	688.7
1979	65.7	64.0	78.2	190.7	14.2	T	0.1	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0	413.2
1980	93.2	68.4	175.6	378.8	29.8	1.4	0.3	T	0.0	0.4	0.2	2.6	750.7

APENDICE II

GRAFICOS DE LAS DISTRIBUCIONES DE SALINIDAD  
Y TEMPERATURA PARA EL PRIMER Y SEGUNDO PERIODO DE  
MUESTREO

NOVIEMBRE 14  
SANIDAD - PLEAMAR



NOVIEMBRE 15  
SALINIDAD - PLEAMAR.

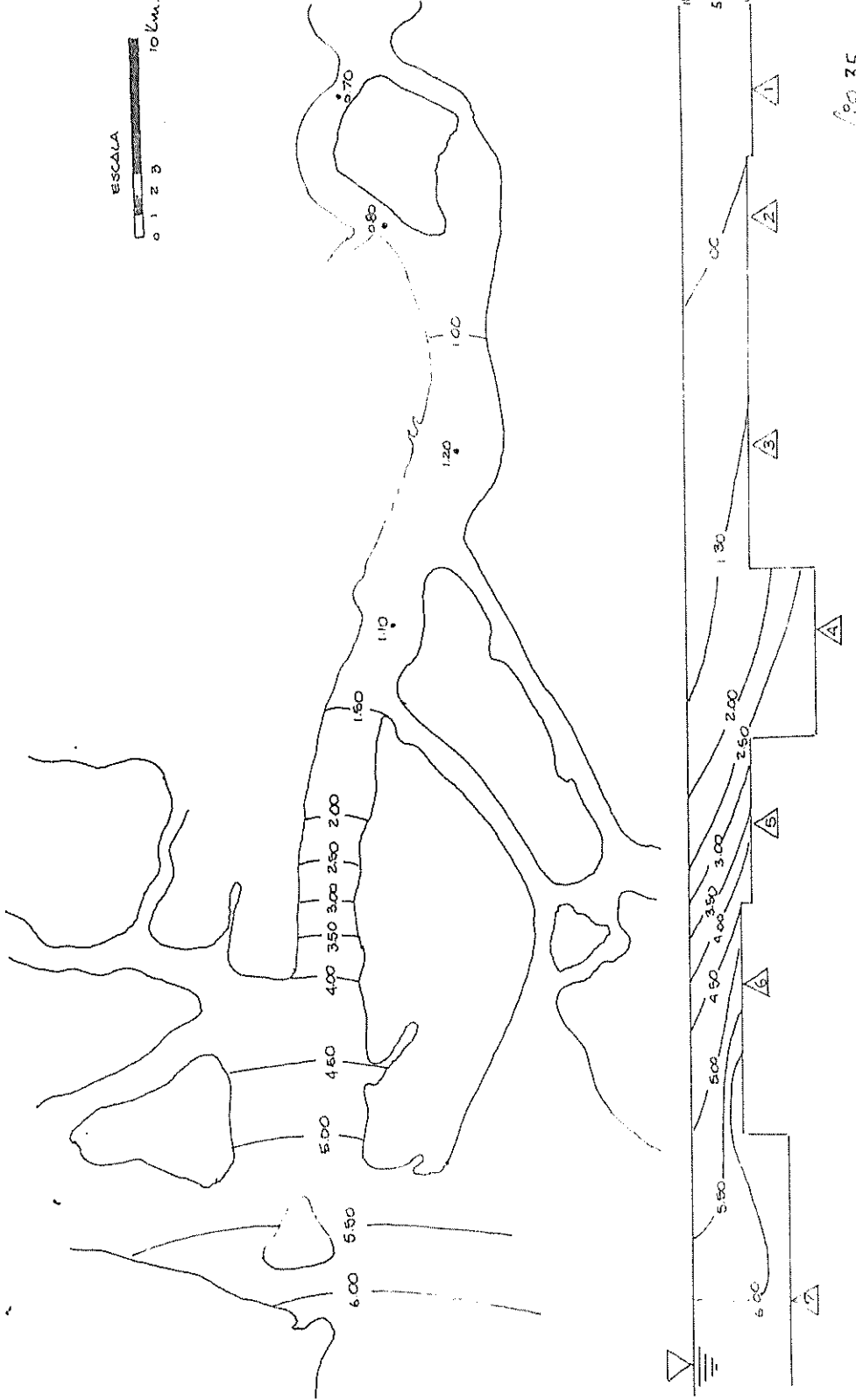


Fig 35

NOVIEMBRE 16  
COMUNIDAD - PLEAMAR

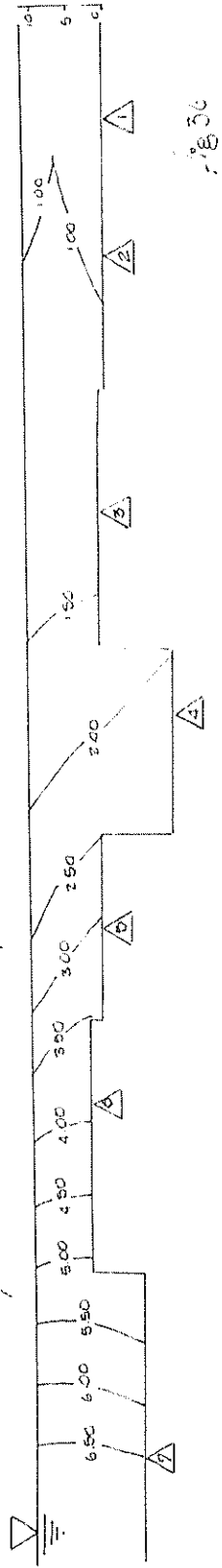
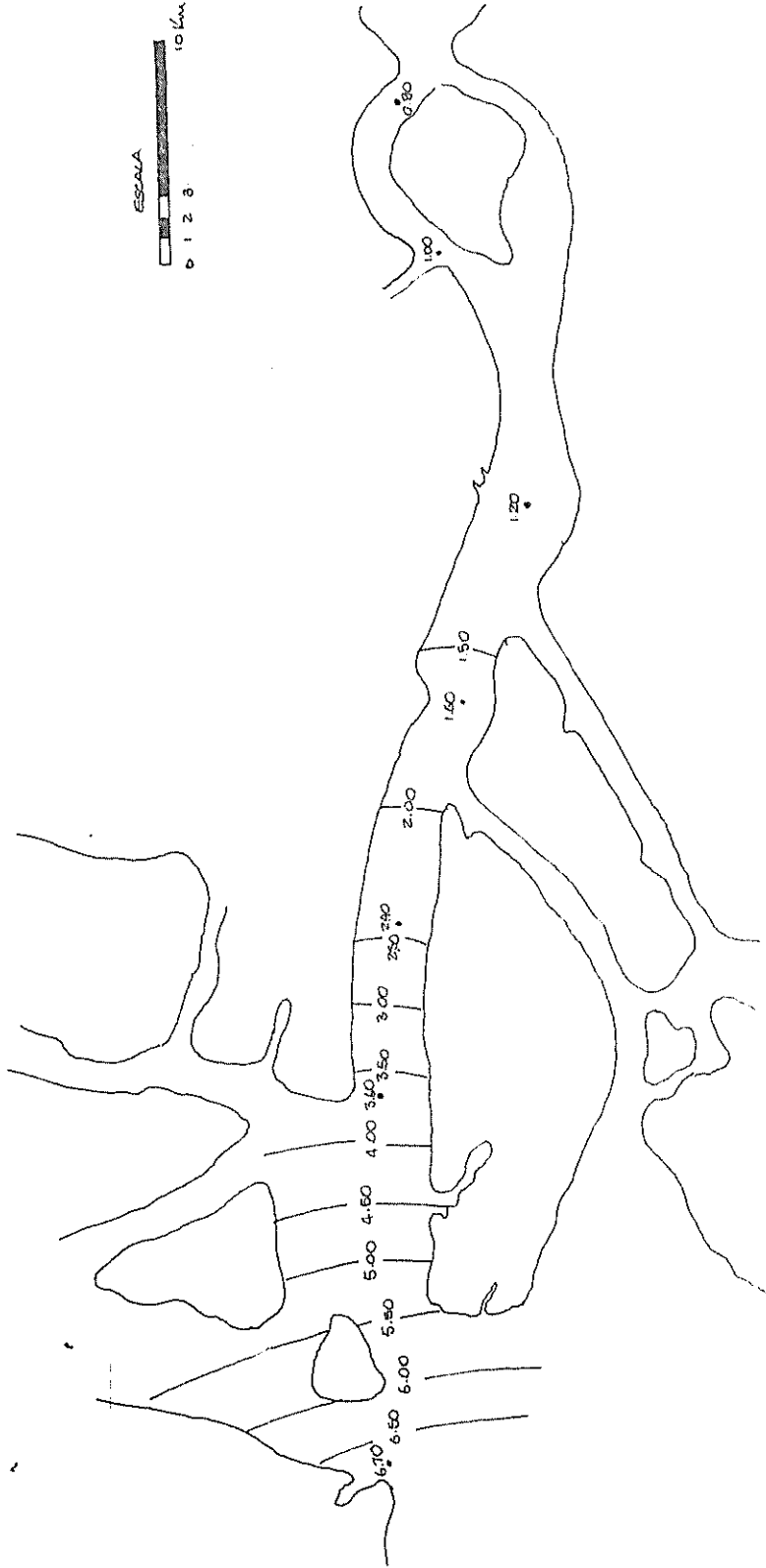
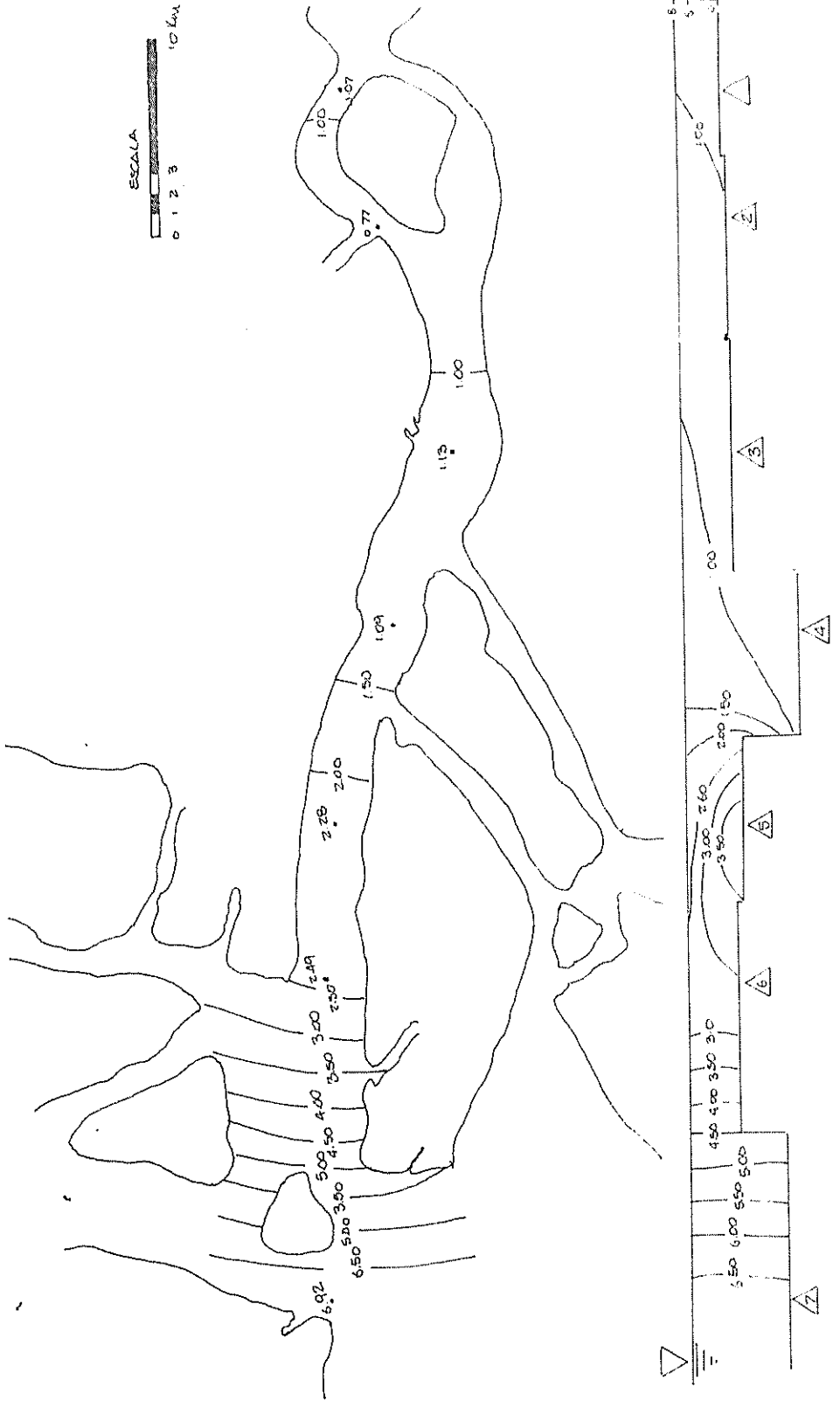


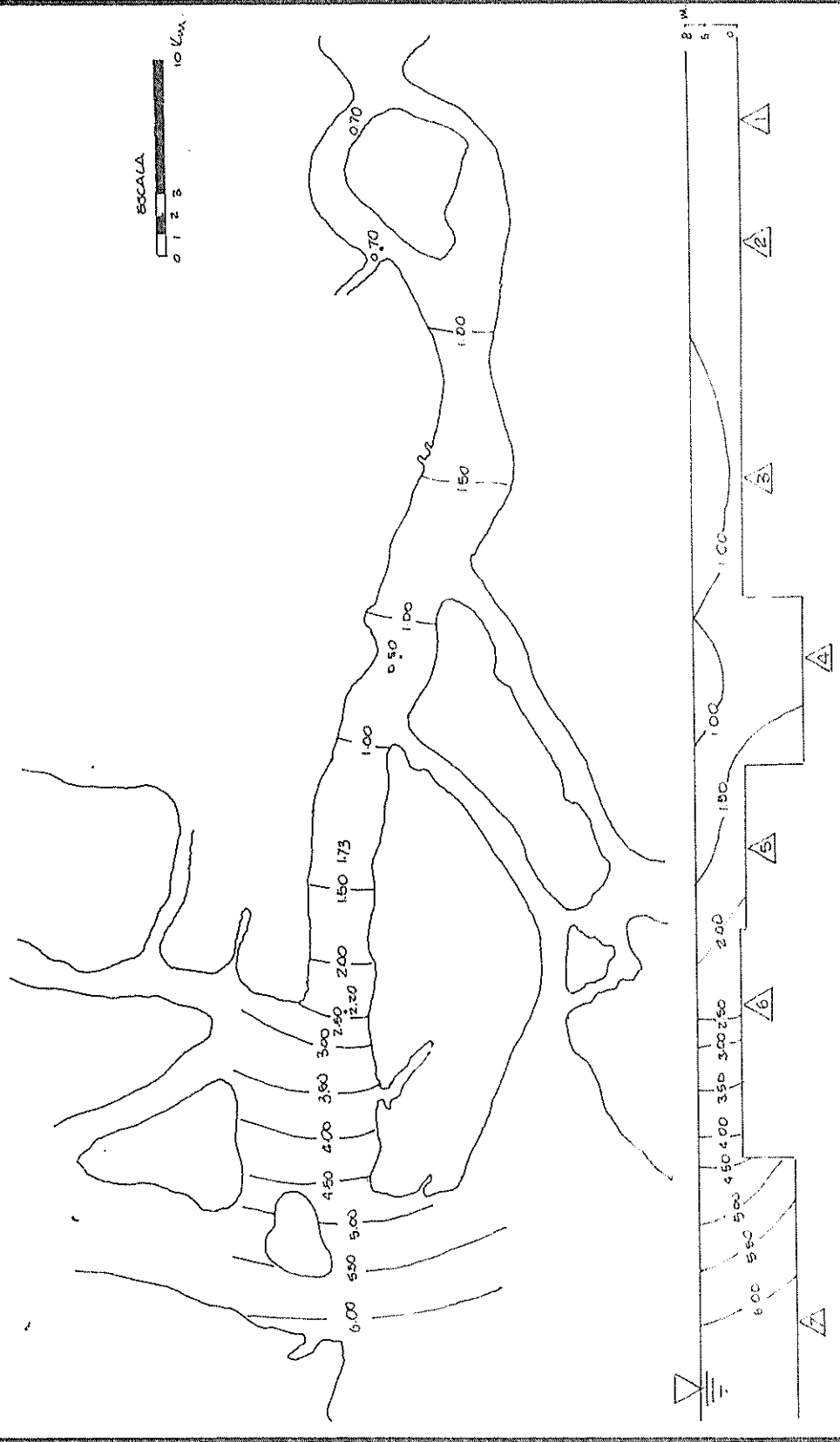
Fig. 36

NOVIEMBRE 14  
BALINIDAD - GAJAMAR



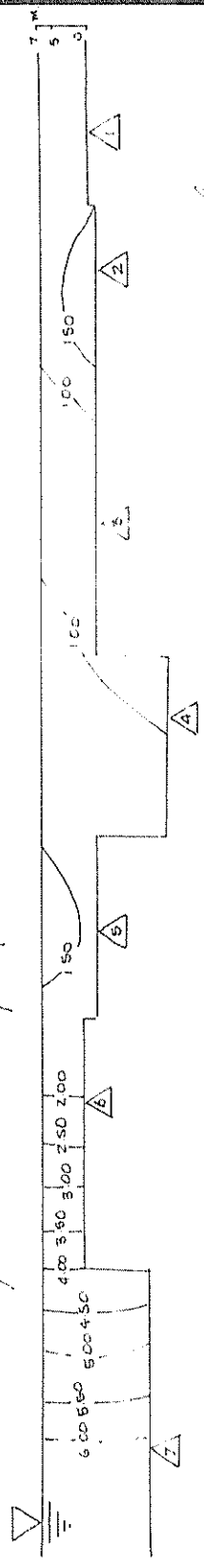
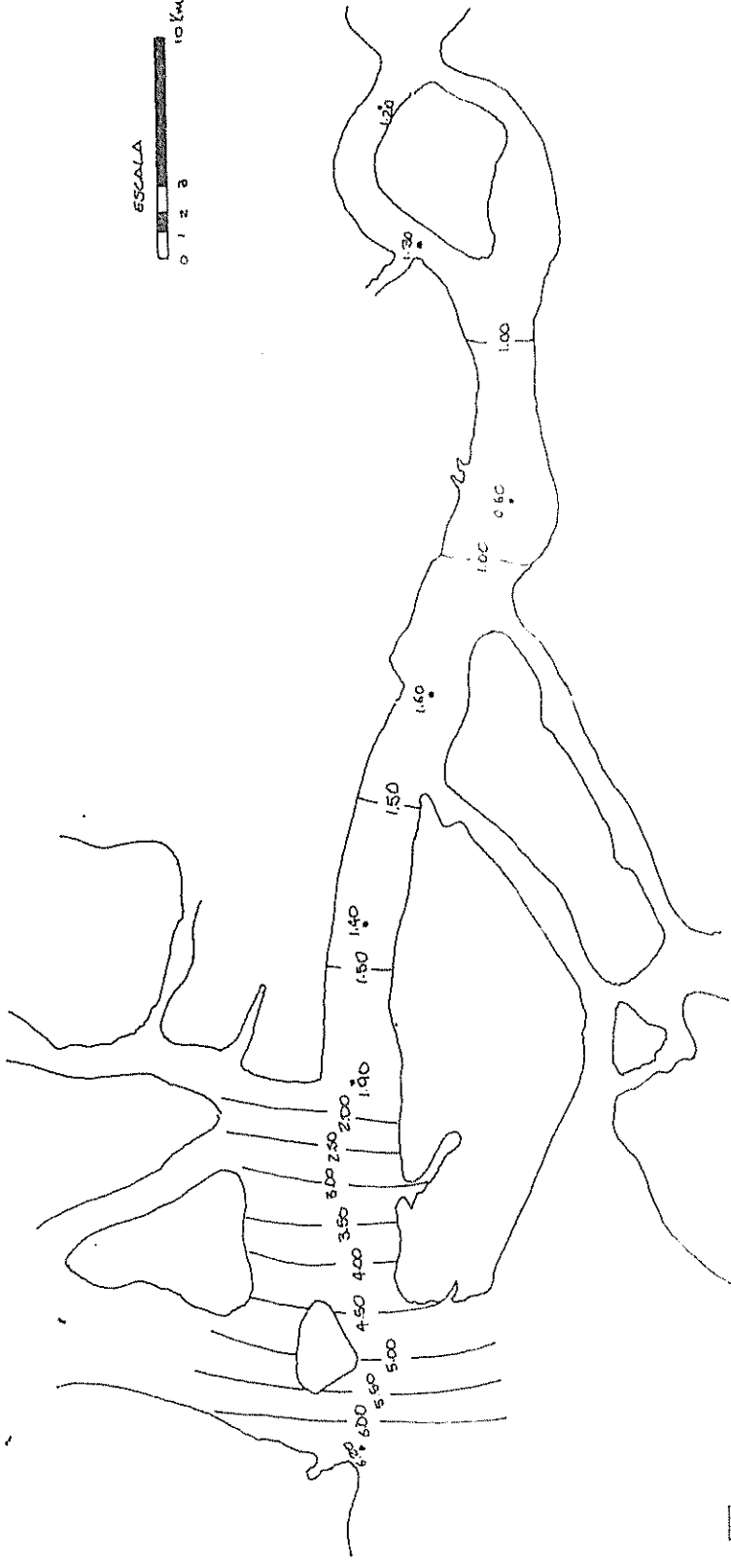
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.

NOVIEMBRE 15  
SANTIDAD - BAJAMAR



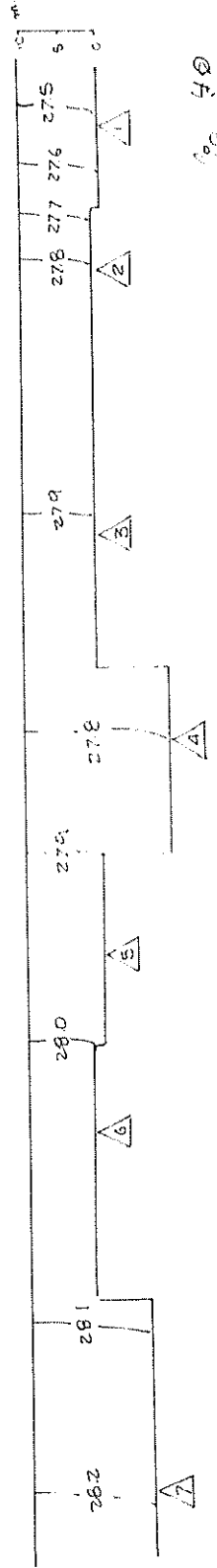
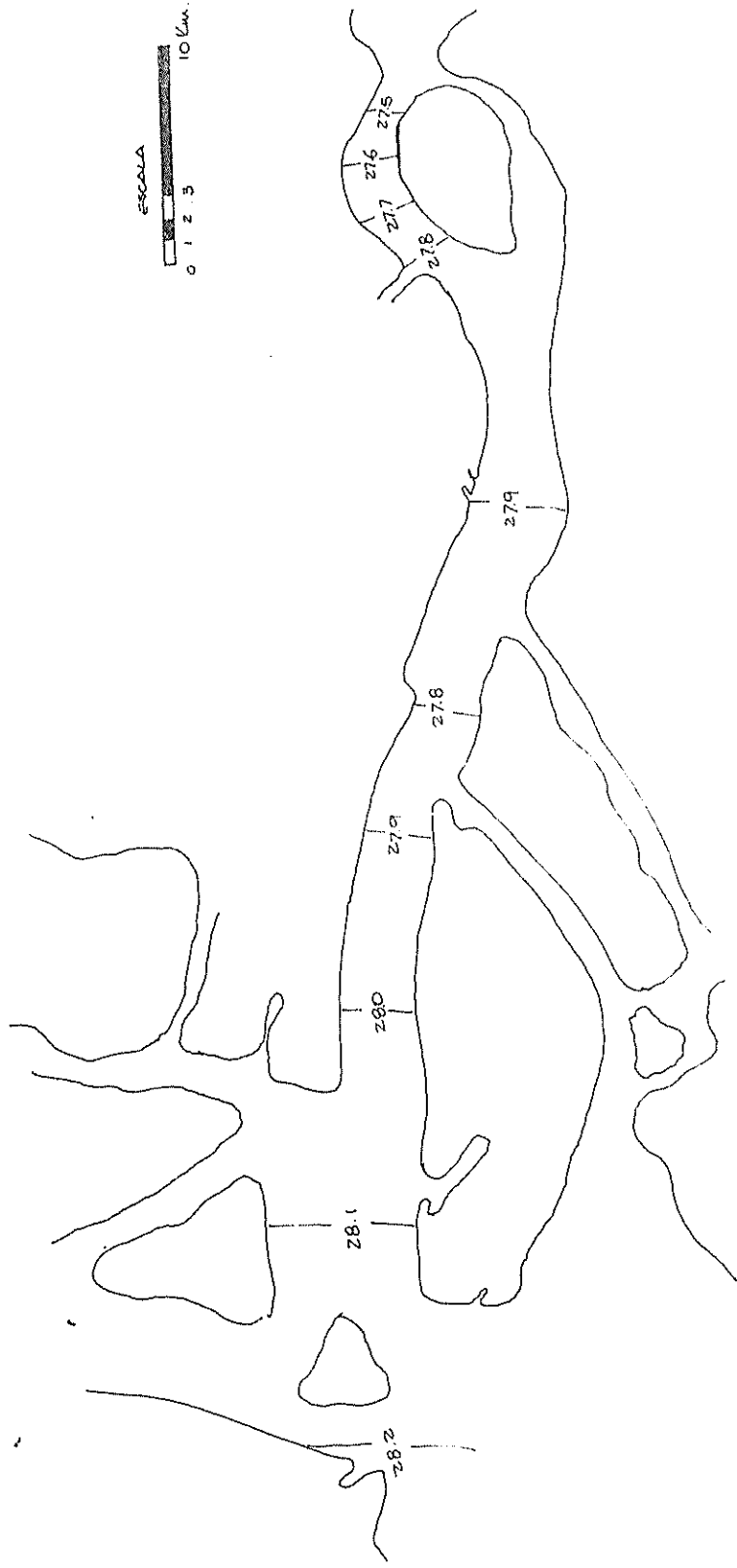
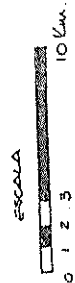


NOVIEMBRE 16  
SALINIDAD - BAJAMAR



6839

NOVIEMBRE 14  
TEMPERATURA - PLEAMAR



GA 31  
40

NOVEMBRE 15  
TEMPERATURA - PLEAMAR.

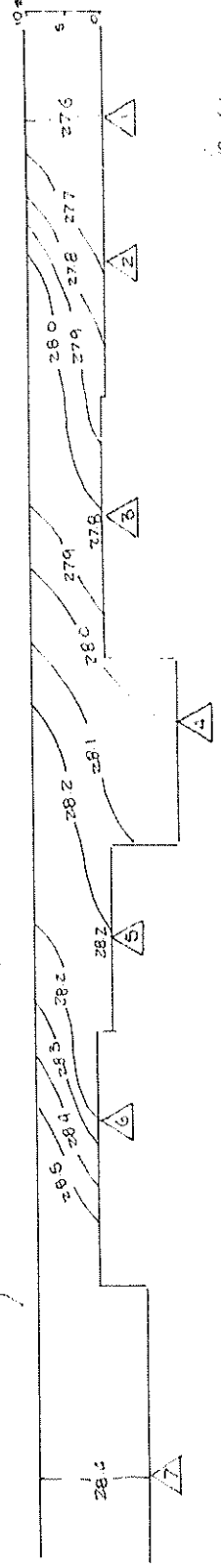
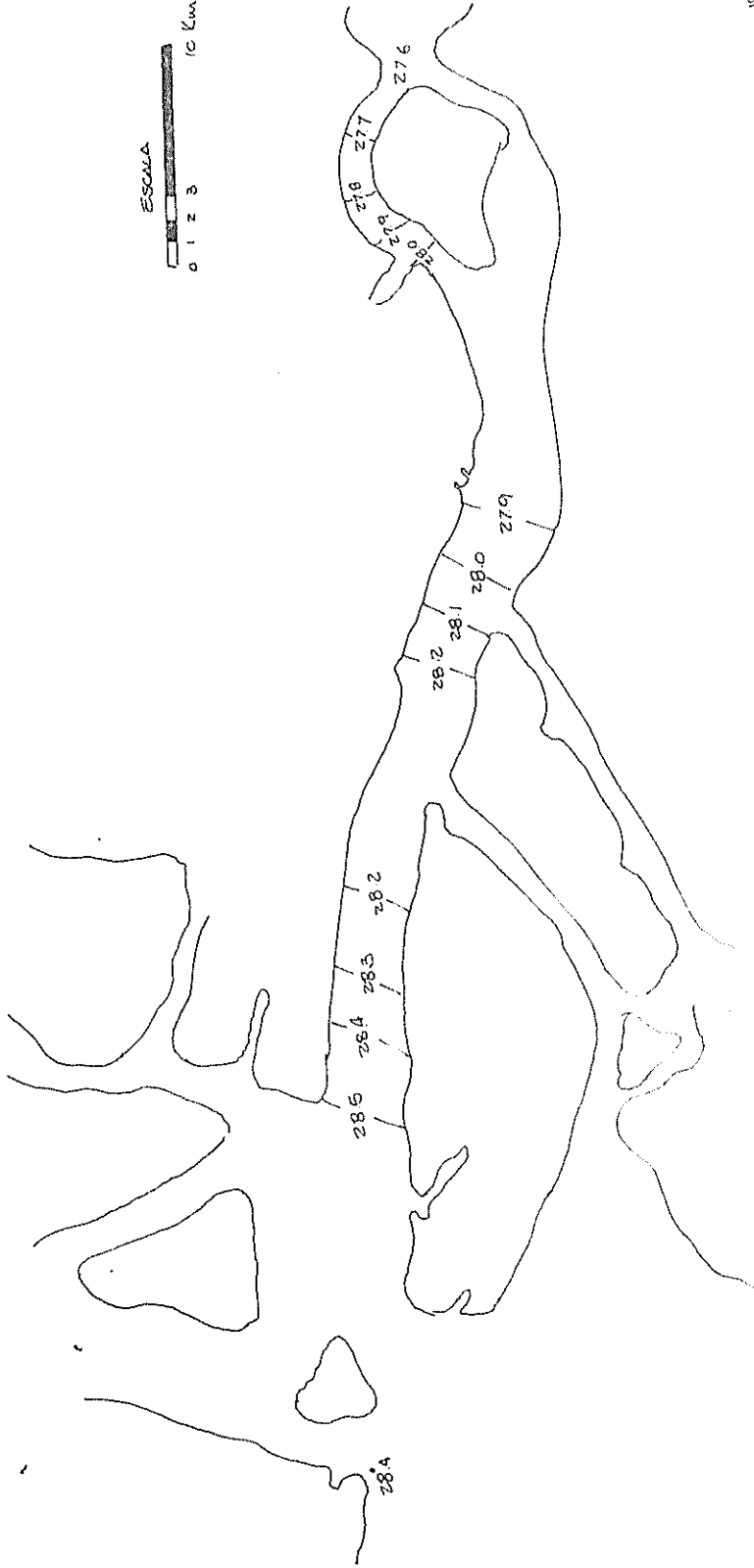
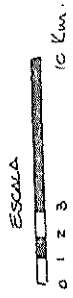


Fig. 41

NOVIEMBRE 16  
TEMPERATURA - PLEAMAR.

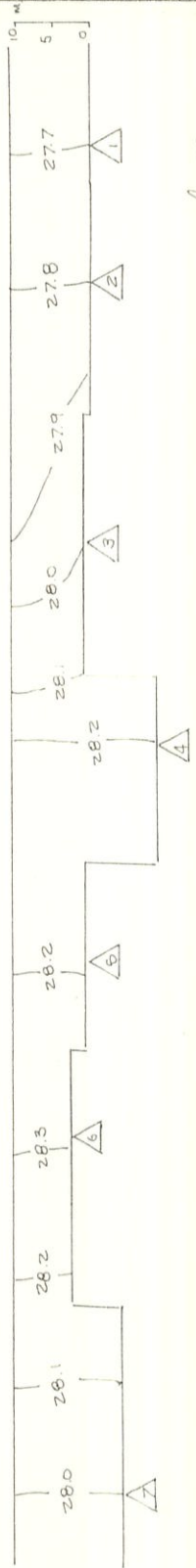
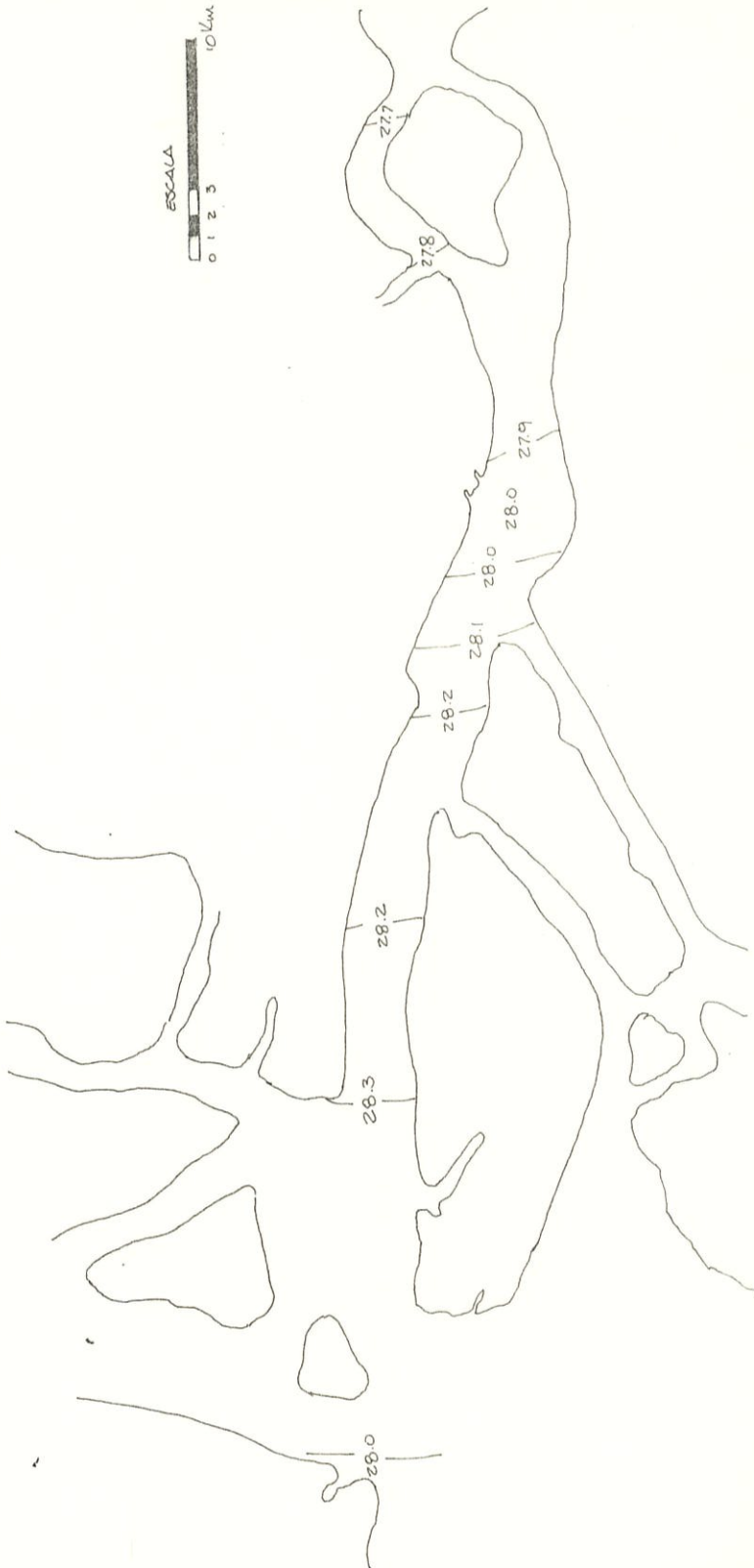
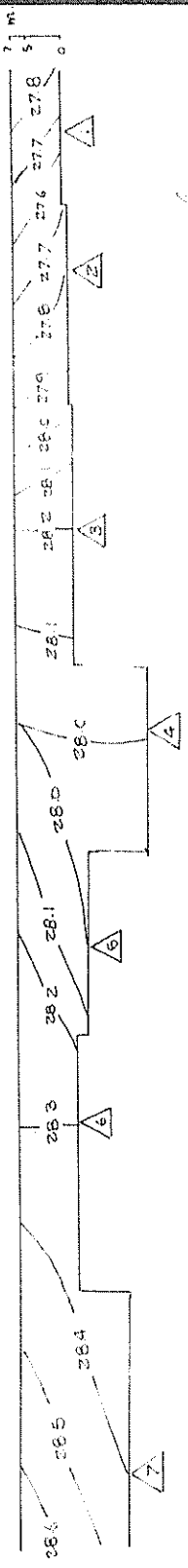
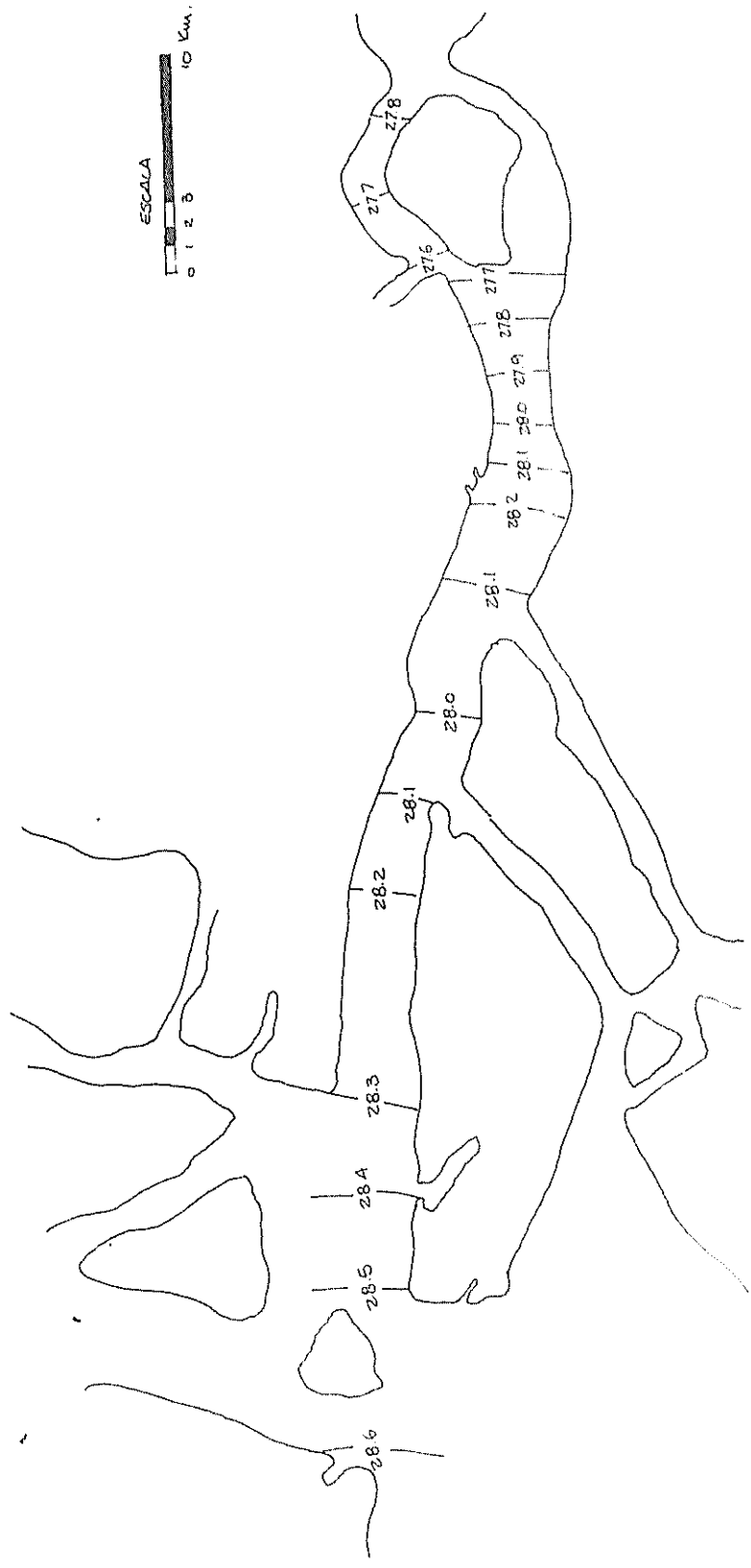


Fig. 42

NOVIEMBRE 14  
TEMPERATURA - BAJAMAR.

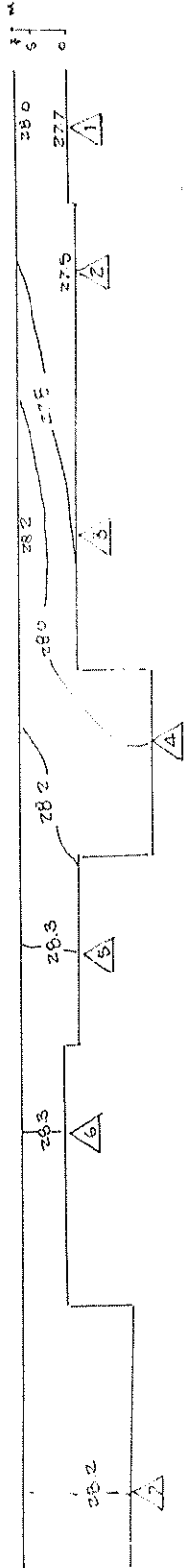
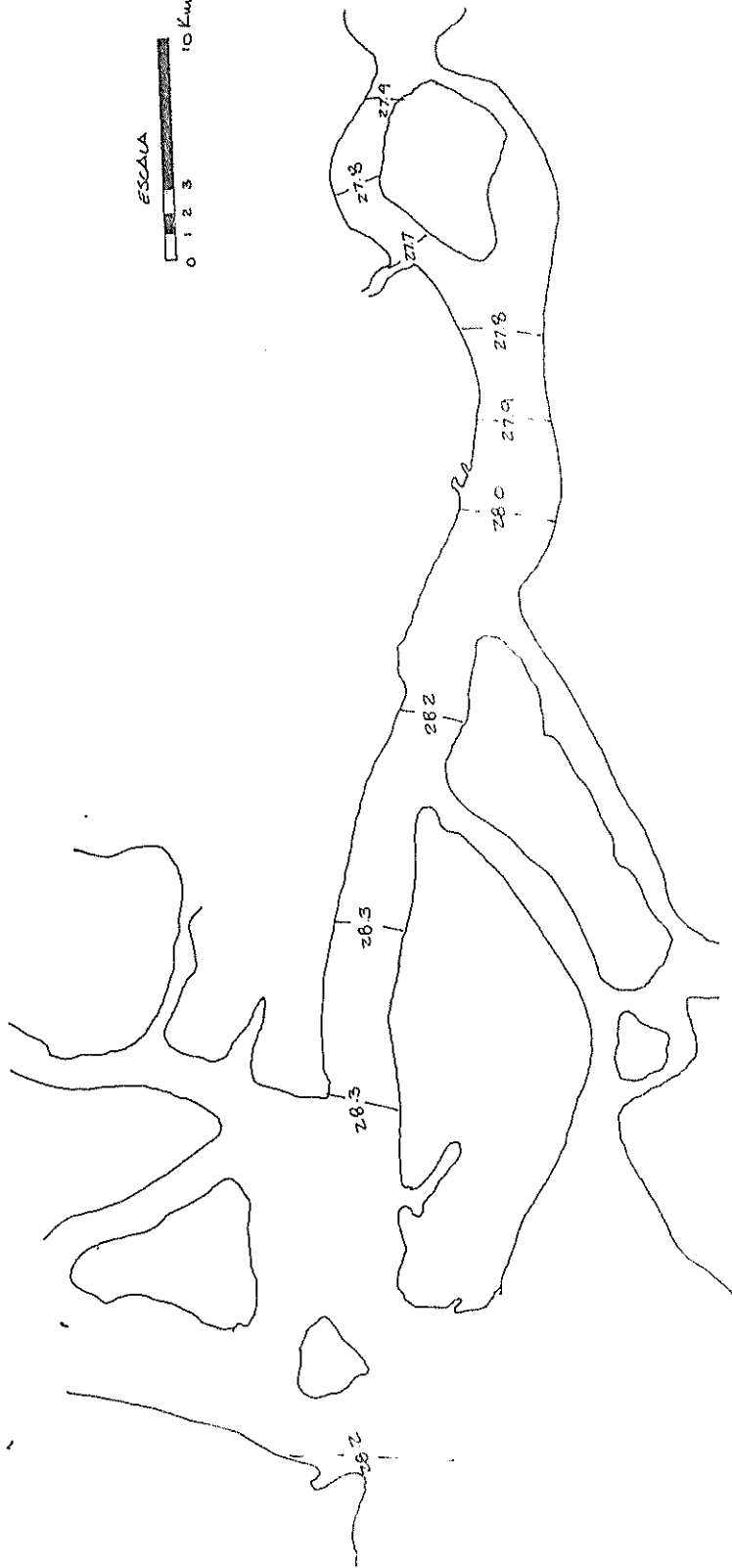


1873



NOVIEMBRE 16.

TEMPERATURA BANJAHAR

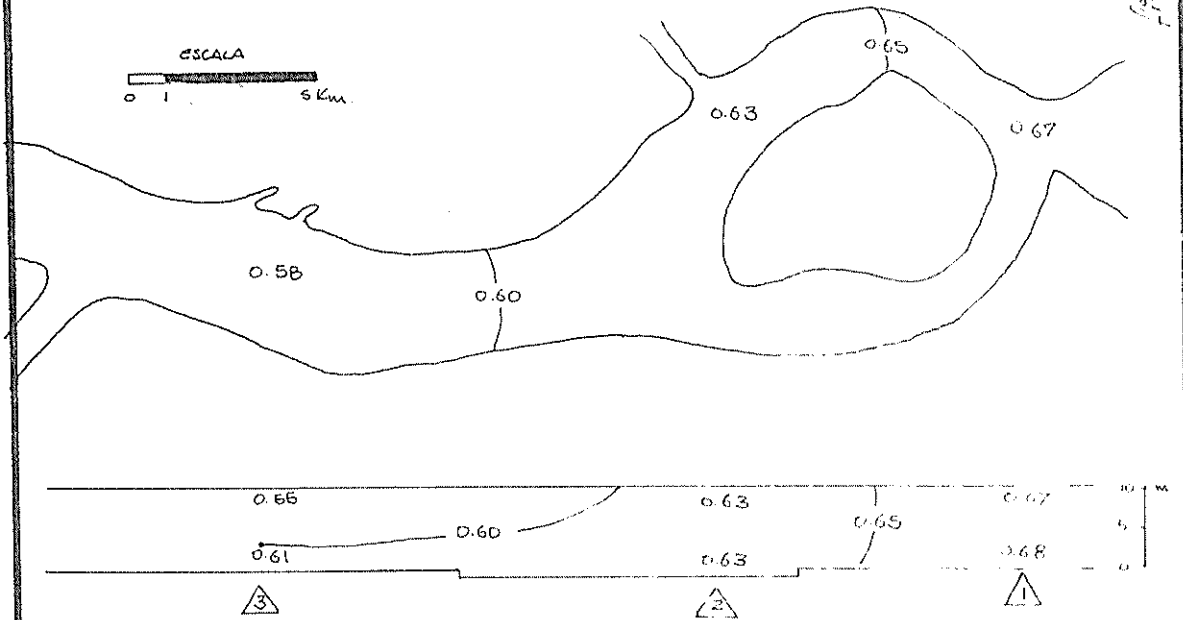


1-8 4-5

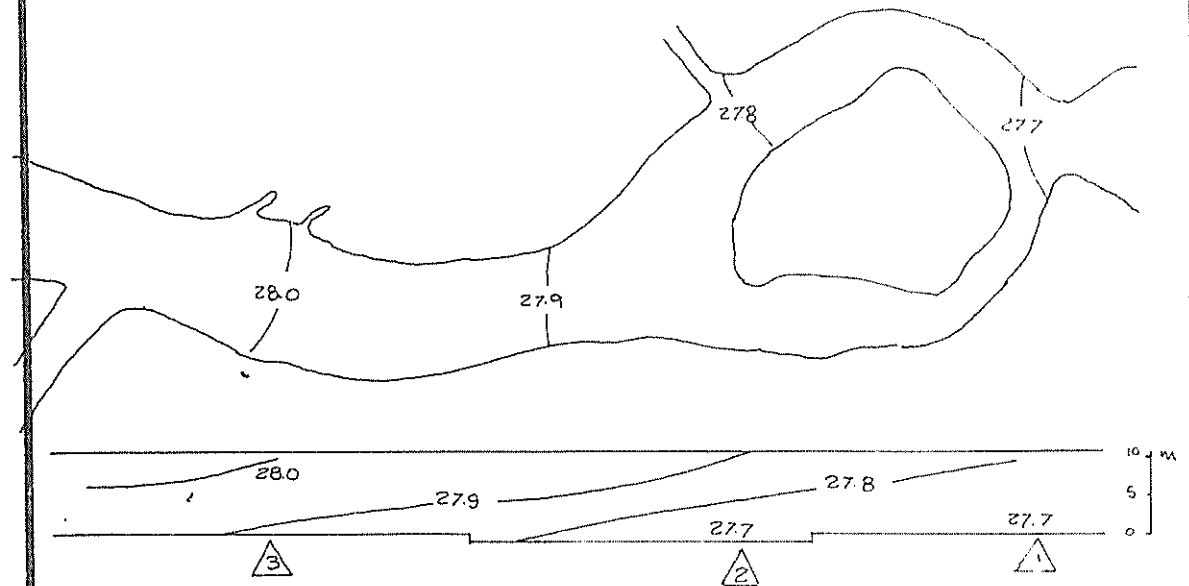
## PLEAMAR

SALINIDAD PROMEDIO

ESCALA  
0 1 5 km.



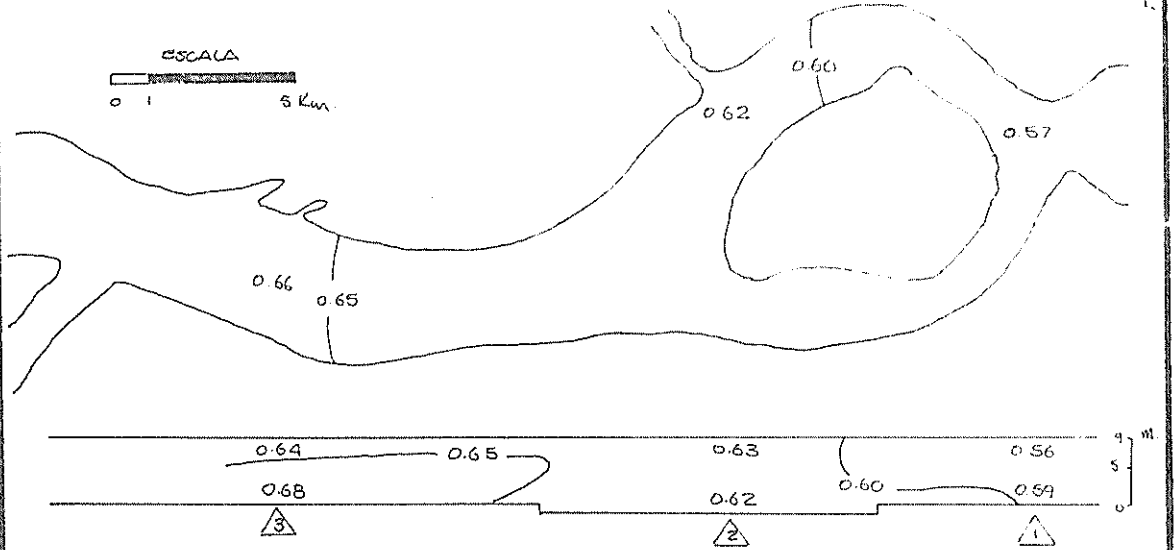
## TEMPERATURA PROMEDIO



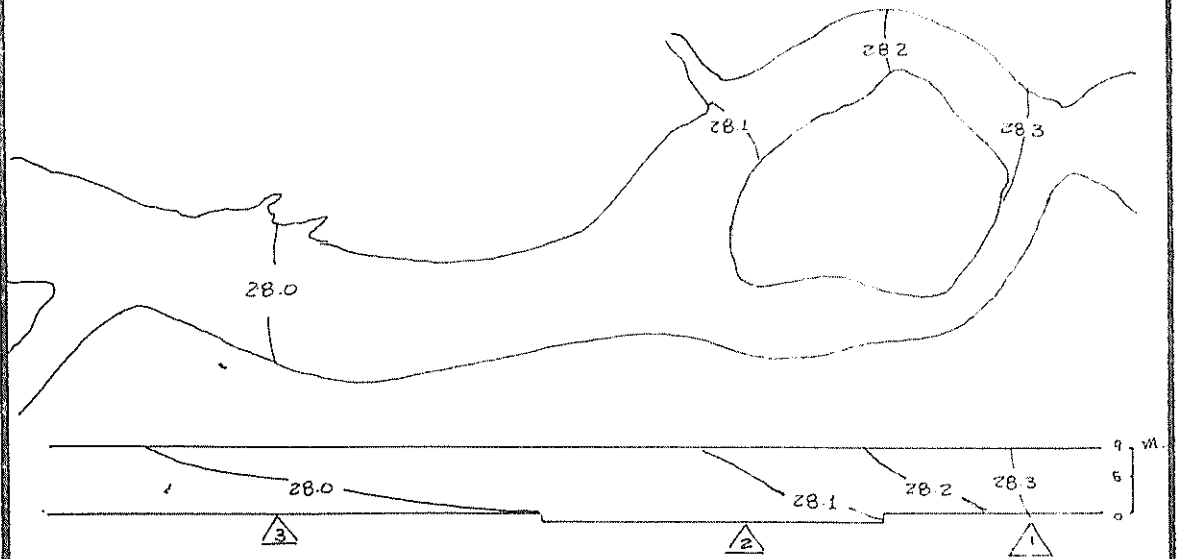


# REFLUJO

## SALINIDAD PROMEDIO

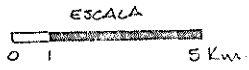


## TEMPERATURA PROMEDIO

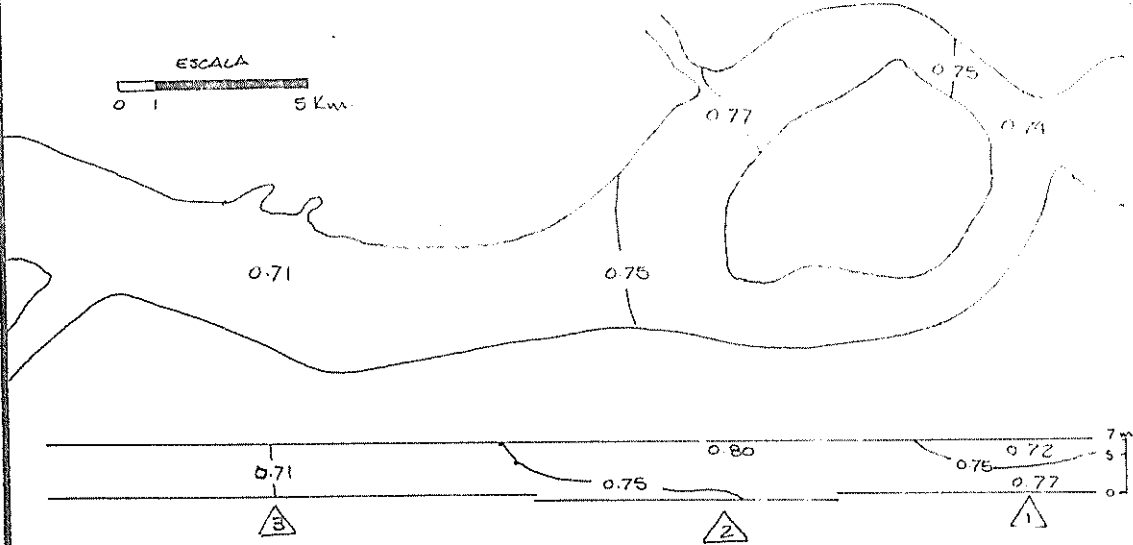


# BAJAMAR.

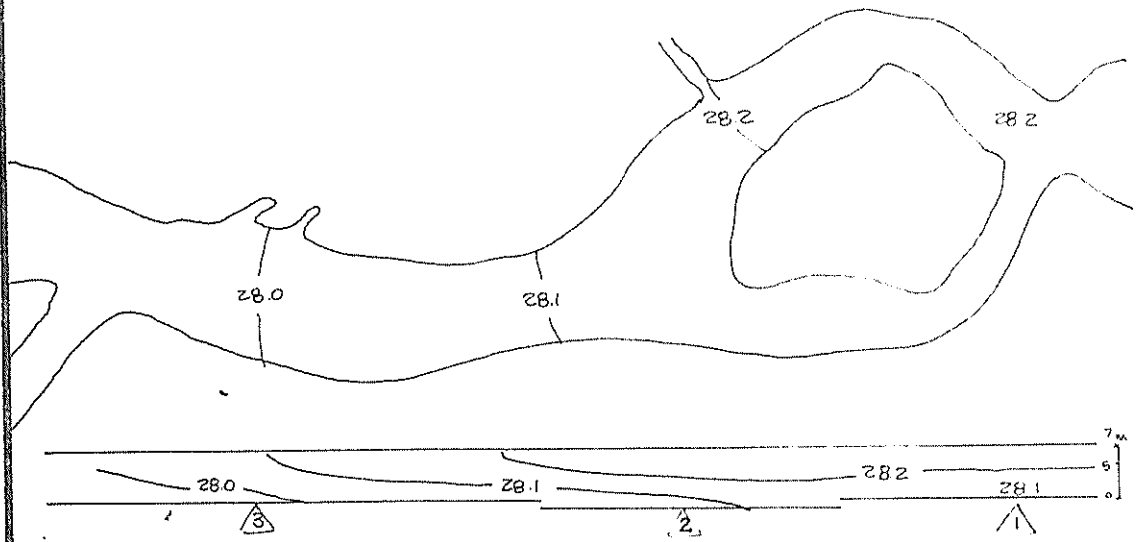
## SALINIDAD PROMEDIO



5.7  
2.0

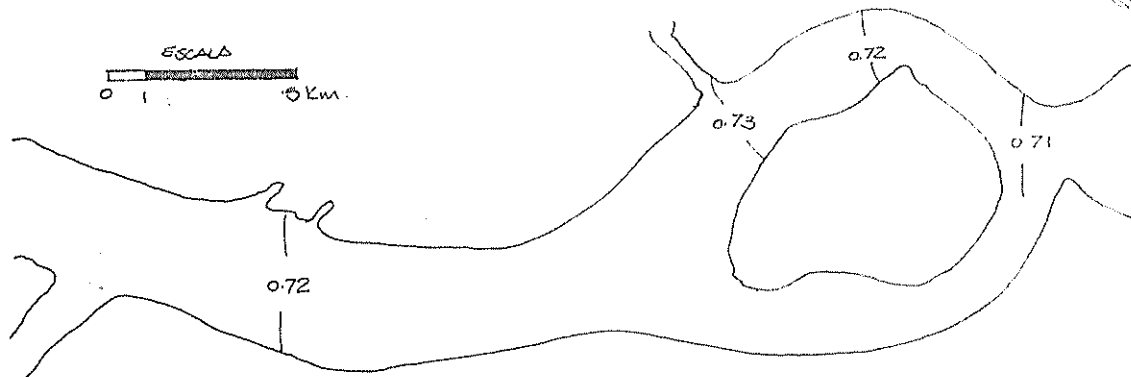
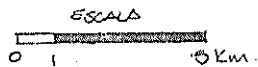


## TEMPERATURA PROMEDIO

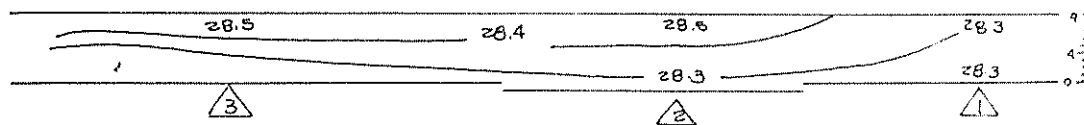
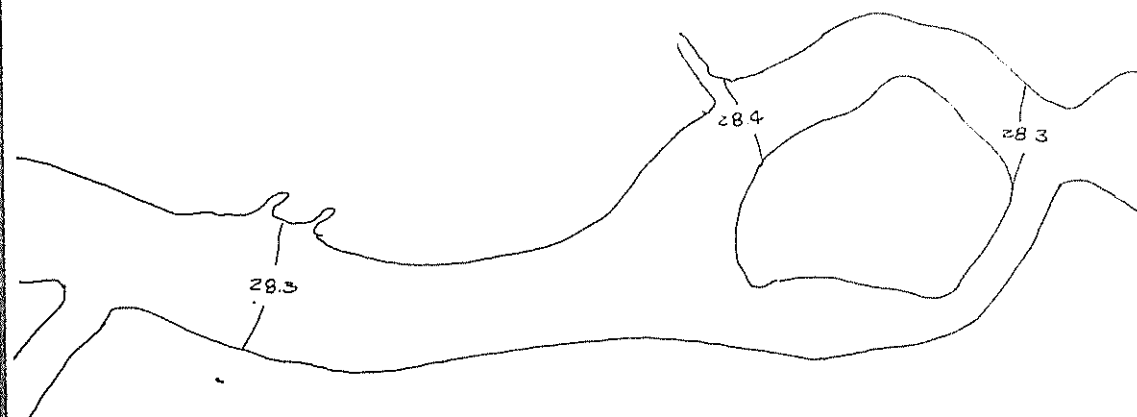


# FLUJO

## SAUNIDAD PROMEDIO



## TEMPERATURA PROMEDIO



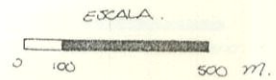
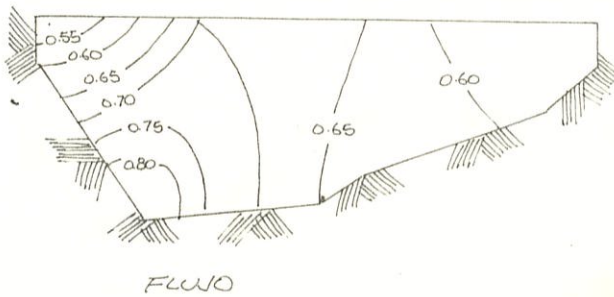
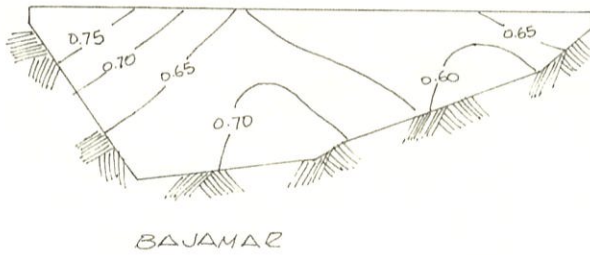
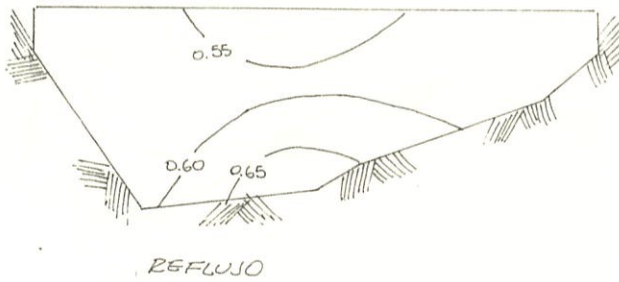
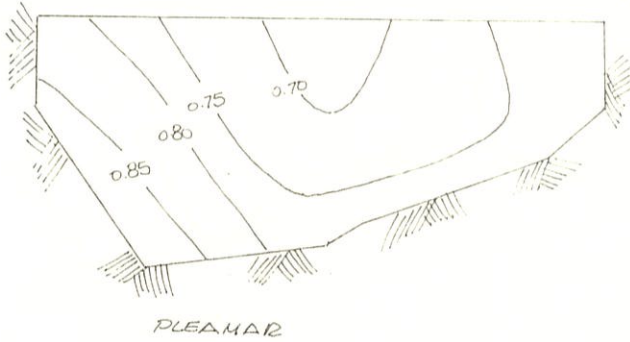
54.45  
0.00

# GUAYAQUIL

NOV. 29-1982

SALINIDAD (‰)

Fig. 50

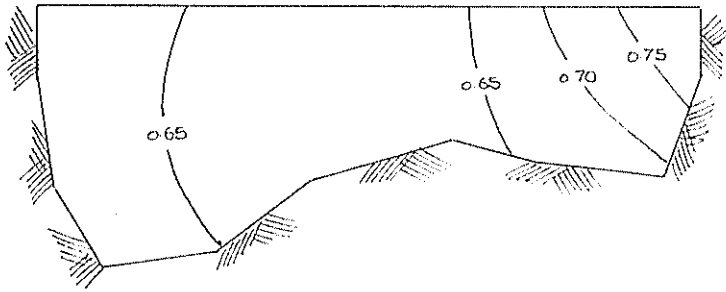


EXCLUSAS

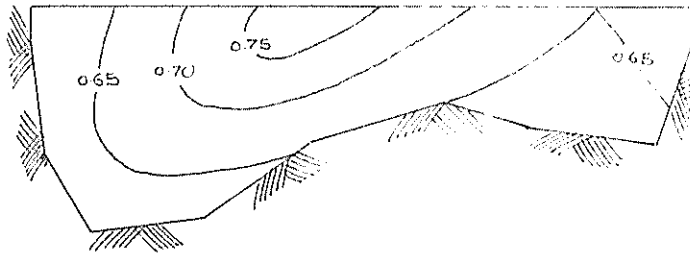
NOV. 29-1982

SALINIDAD (5‰)

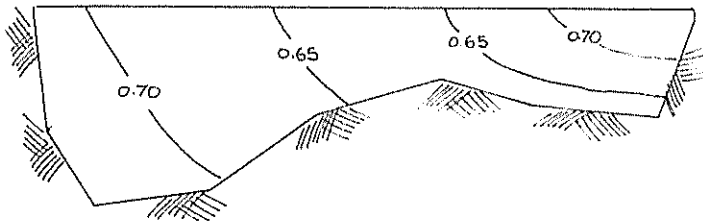
Fig. 51



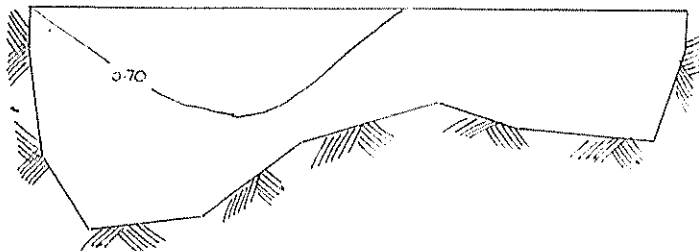
PLEAMAR



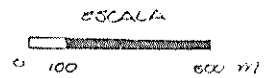
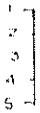
REFLUJO



BAJAMAR



FLUJO

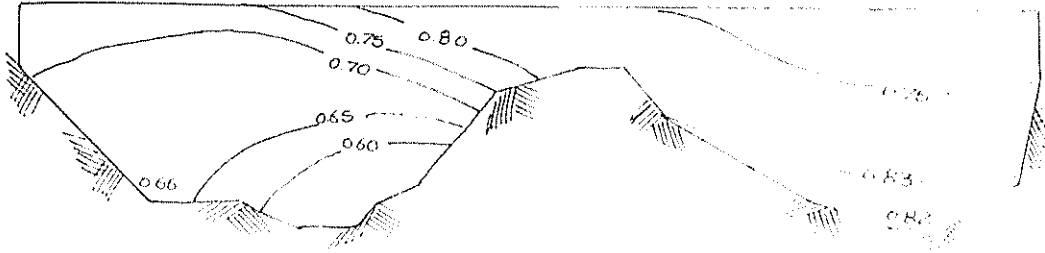


# BOYA # 11

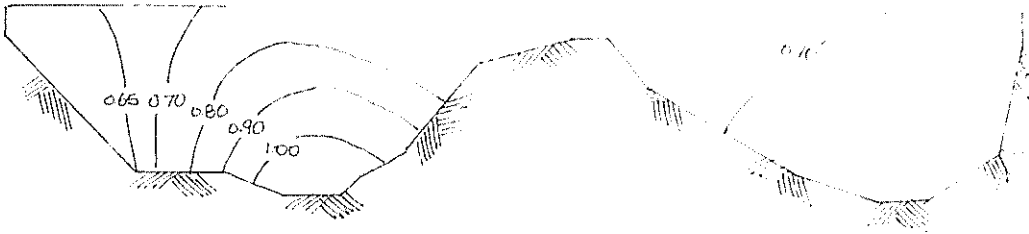
NOV. 29 - 1982

SALINIDAD (g/l)

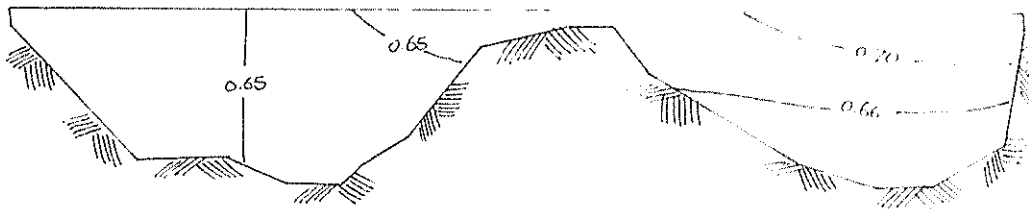
100  
50  
0



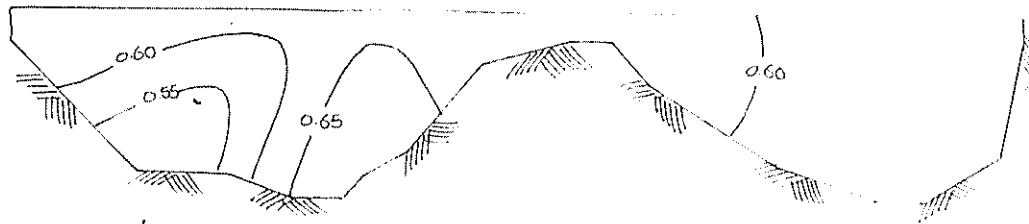
PLEAMAR



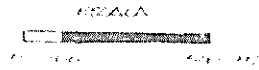
REFLUJO



BAJAMAR



FLUJO

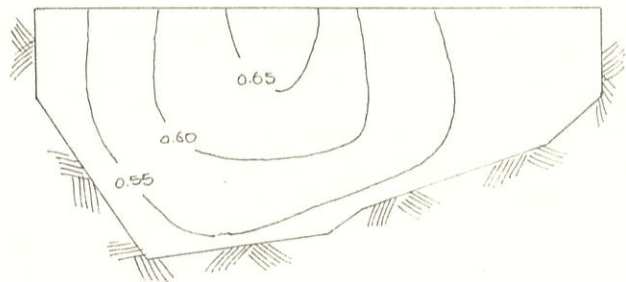


# GUAYAQUIL

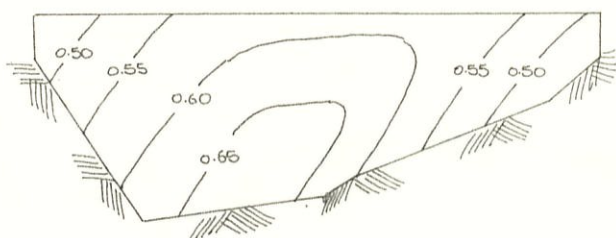
NOV. 30-1982

SALINIDAD (‰200)

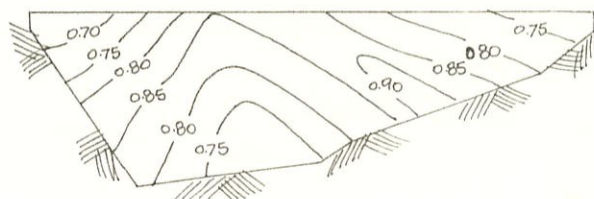
1000  
100



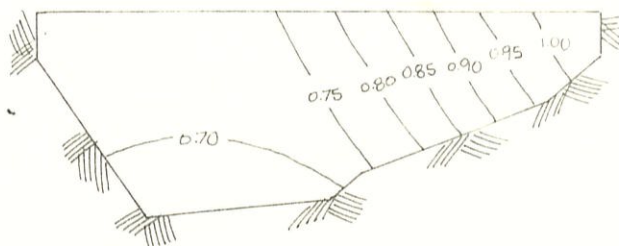
PLEAMAR



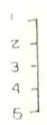
REFLUJO



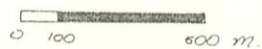
BAJAMAR



FLUJO



ESCALA

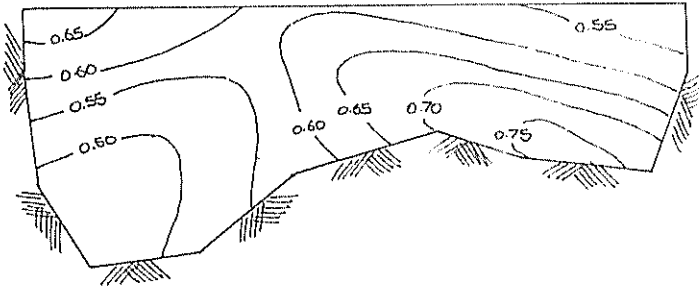


# EXCLUSAS

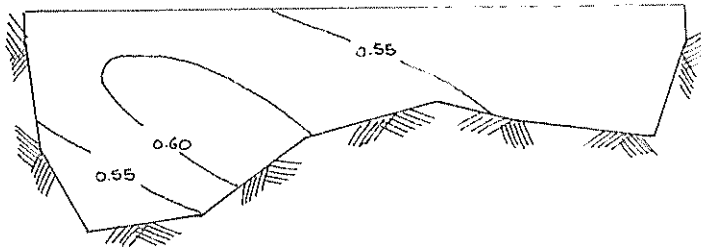
NOV 30 - 1982

SAUNIDAD (5 700)

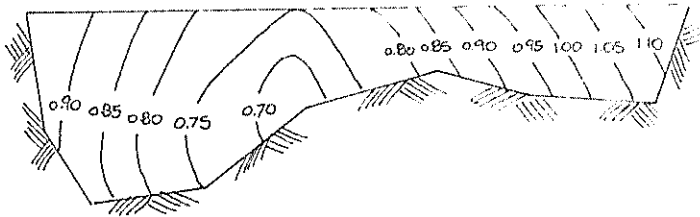
2005



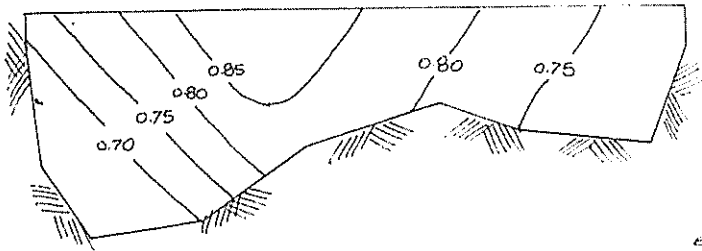
PLEAMAR



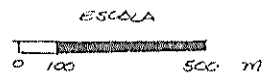
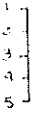
REFLUJO



BAJAHAR



FLUJO



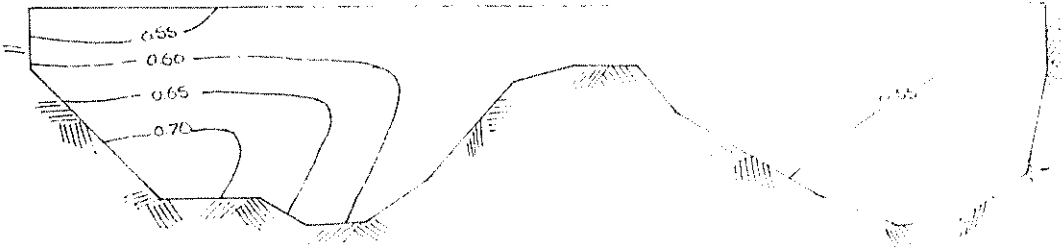


# BOYA # 11

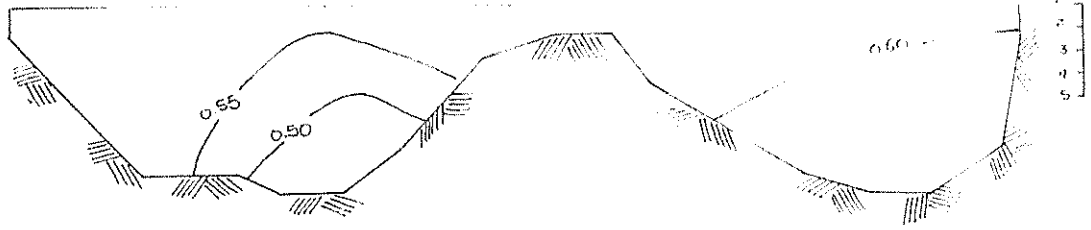
NOV 30 - 1982

LA JOLLA, CALIF.

115  
110  
105  
100



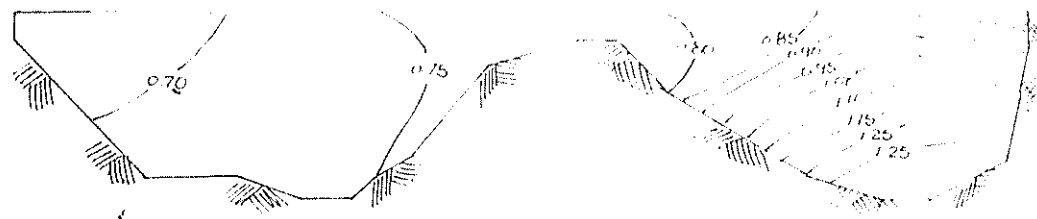
PLEAMAR



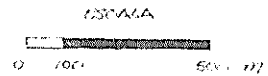
REFLUJO



BAJAMAR



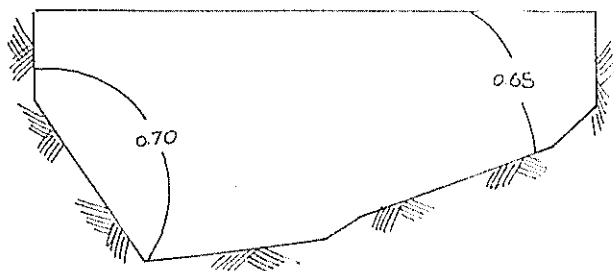
FLUJO



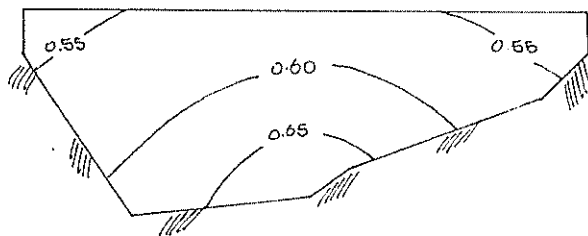
# GUAYAQUIL

SALINIDAD PROMEDIO (‰)

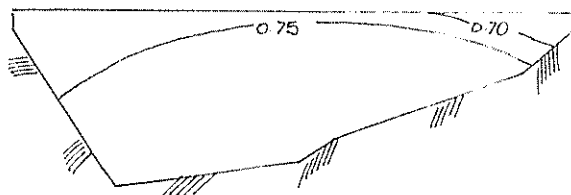
Fig. 56



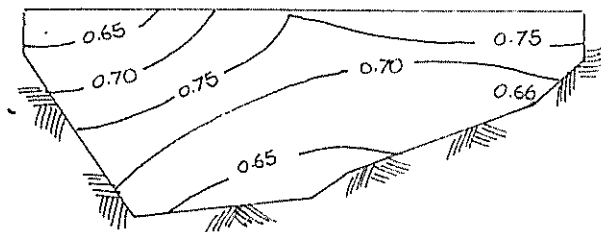
PLEAMAR



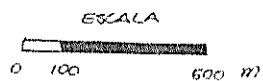
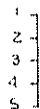
REFLUJO



BAJAMAR



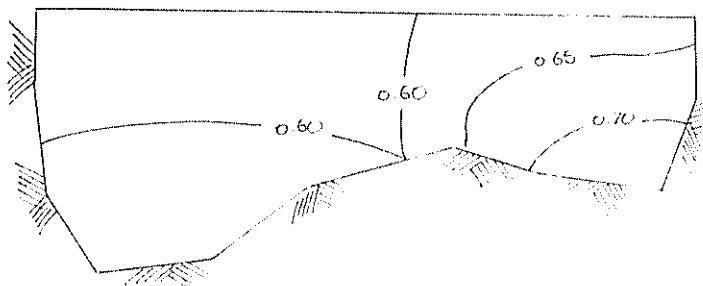
FLUJO



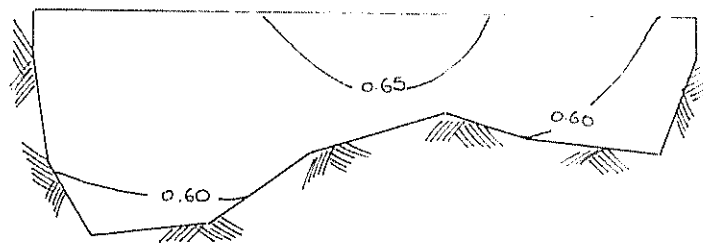
# EXCLUSAS

SALINIDAD PROMEDIO (‰)

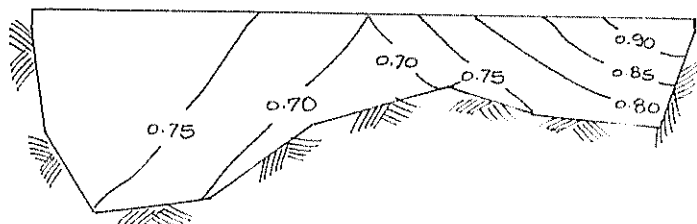
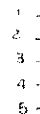
1.50  
1.00



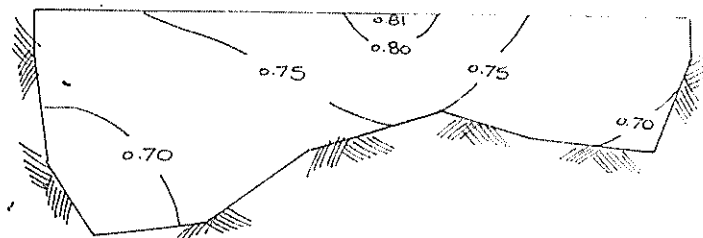
PLEAMAR



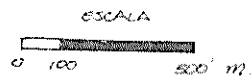
REFLUJO



BAJAMAR



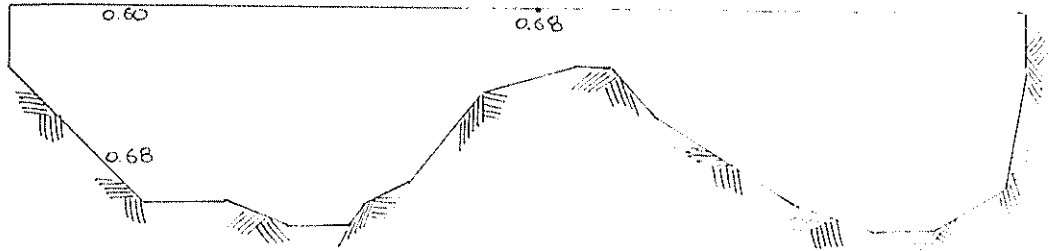
FLUJO



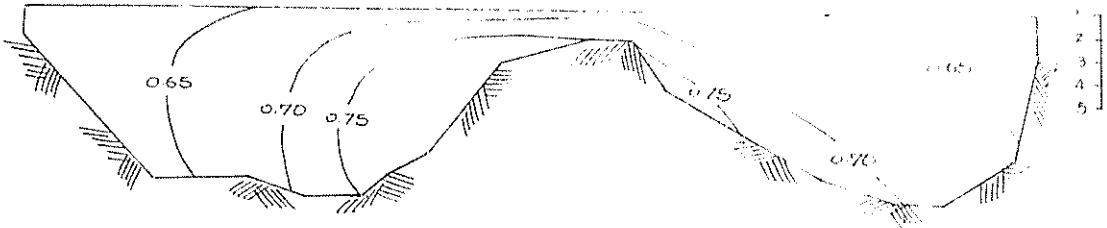
BOYA # 11

SALINIDAD PROMEDIO

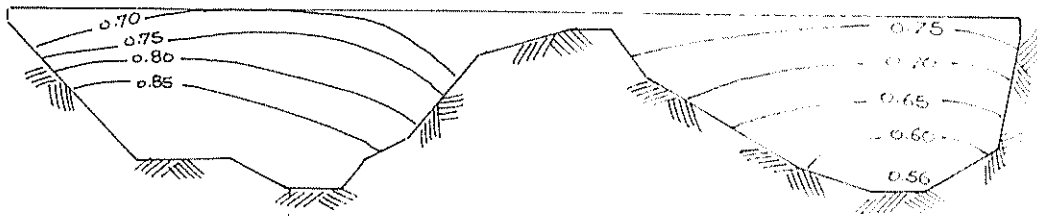
1.5  
1.0  
0.5  
1.



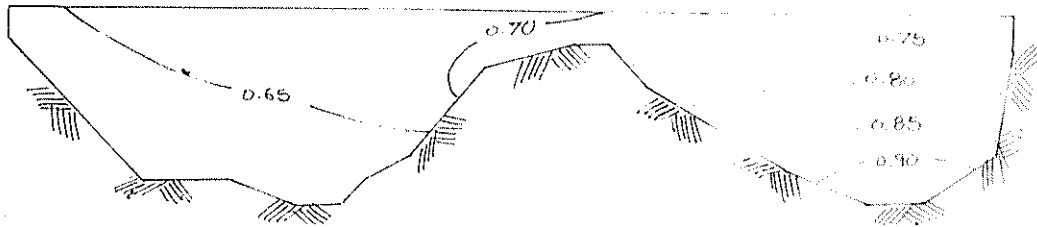
PLEAMAR



REFLUJO



BAJAMAR



FLUJO

ESCALA

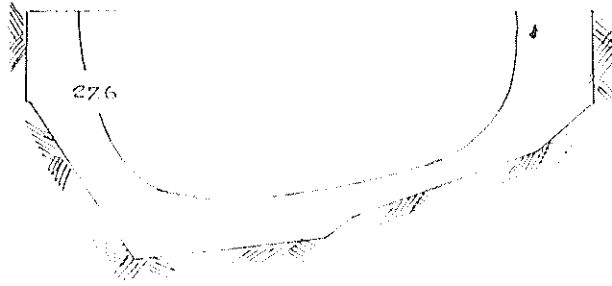


# GUAYAQUIL

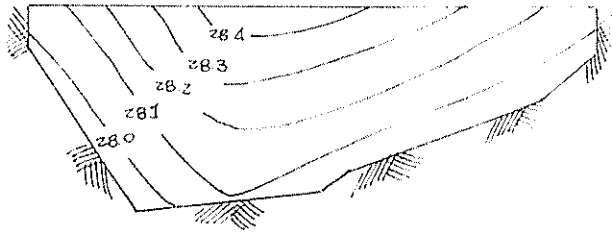
NOV. 29 - 1982

TEMPERATURA (°C)

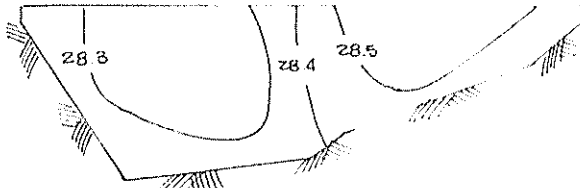
0.5  
1.0  
1.5  
2.0



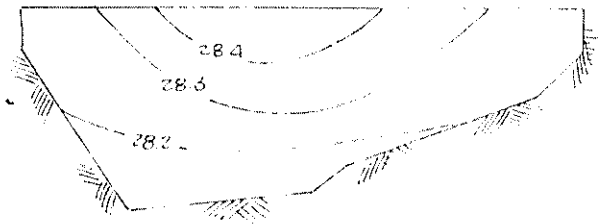
PLEGAMAR



REFLUJO

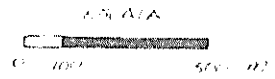


BAJAMAR



FLUJO

2  
3  
4  
5

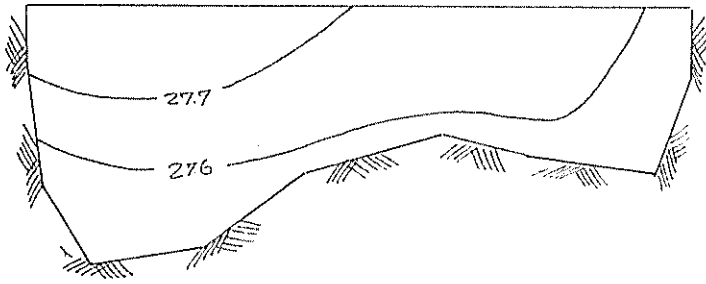


# EXCLUSAS

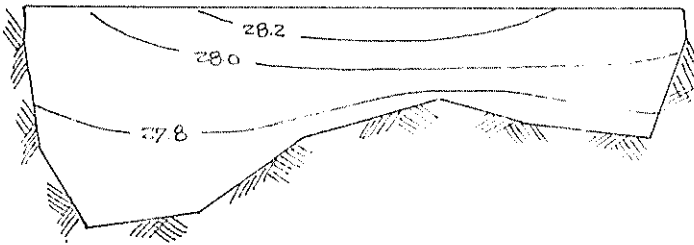
NOV. 29 - 1982

TEMPERATURA (°C)

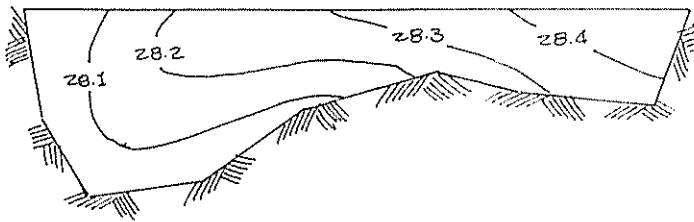
0387



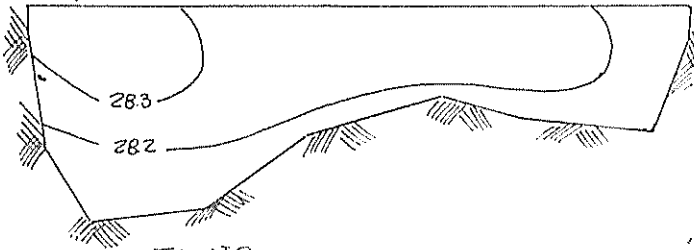
PLEAMAR



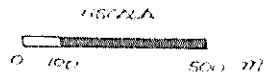
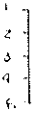
REFLUJO



BAJA MARE



FLUJO

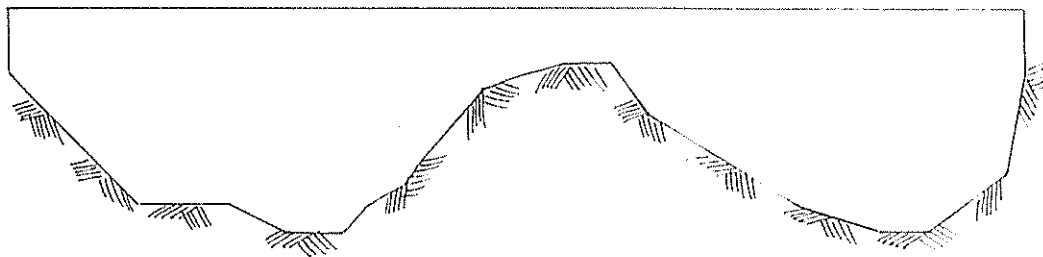


BOYA # 11

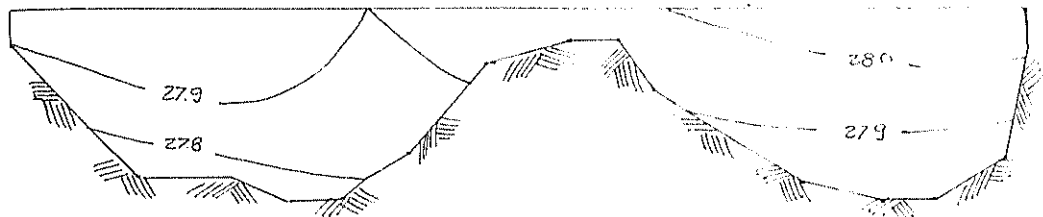
NOV. 29 - 1982

TEMPERATURA (°C)

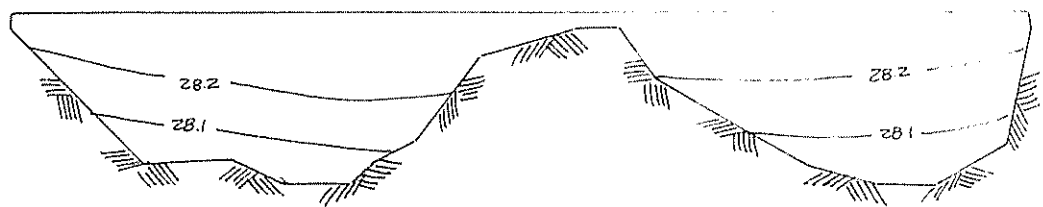
Fig. 1



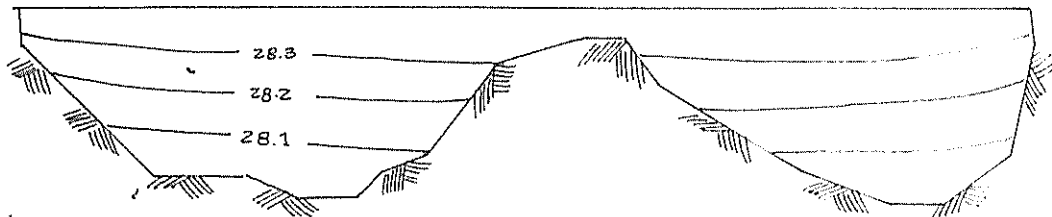
PLEAMAR



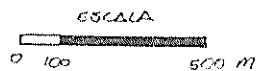
REFLUJO



BAJAMAR



FLUJO

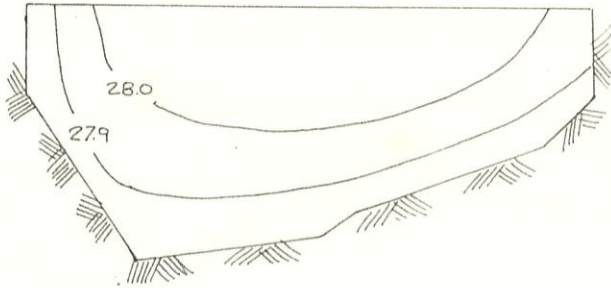


# GUAYAQUIL

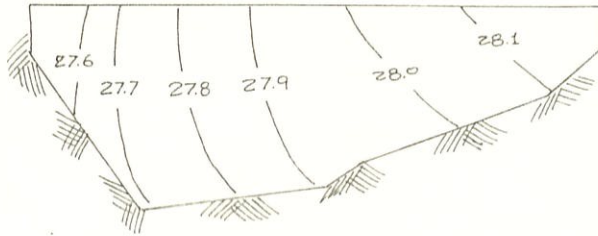
NOV. 30 - 1982

TEMPERATURA (°C)

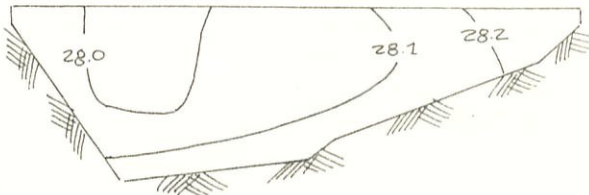
Fig. 62



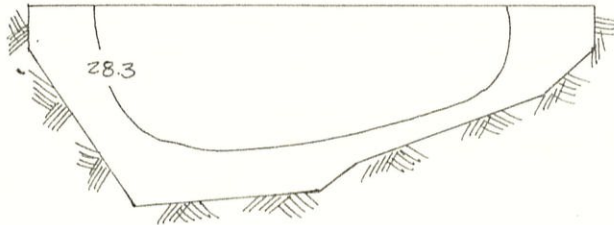
PLEGADOR.



REFLUJO



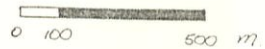
BAJAMAR



FLUJO

1  
2  
3  
4  
5

ESCALA



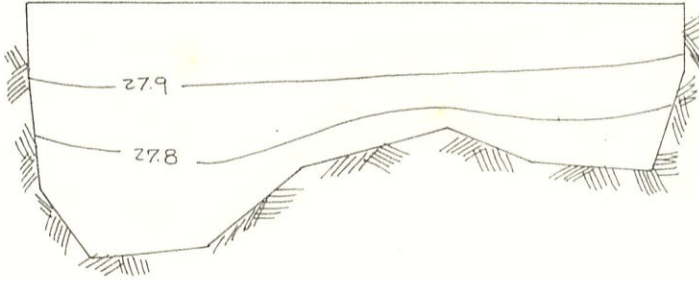


# EXCLUSAS

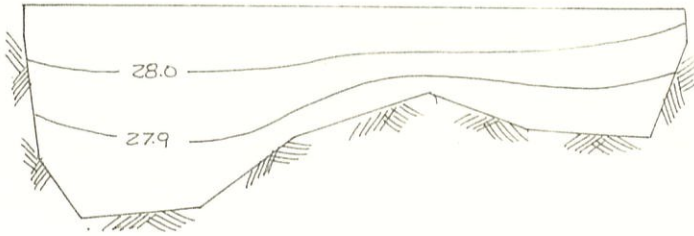
NOV. 30 - 1982

TEMPERATURA (°C)

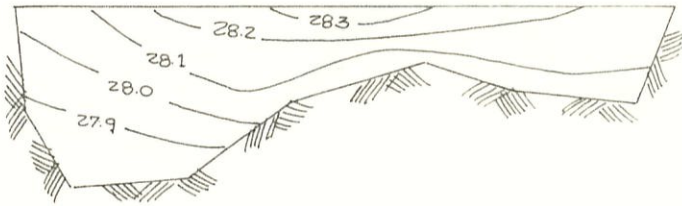
Fig 63



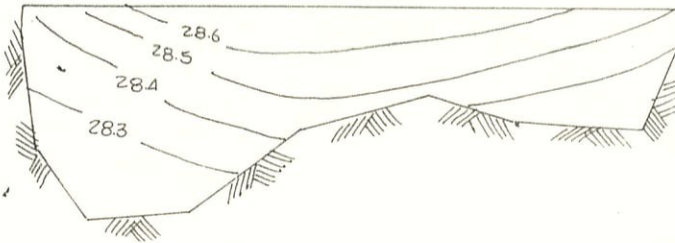
PLEAMAR



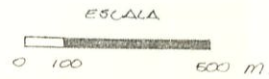
REFLEJO



BAJAMAR



FLUJO

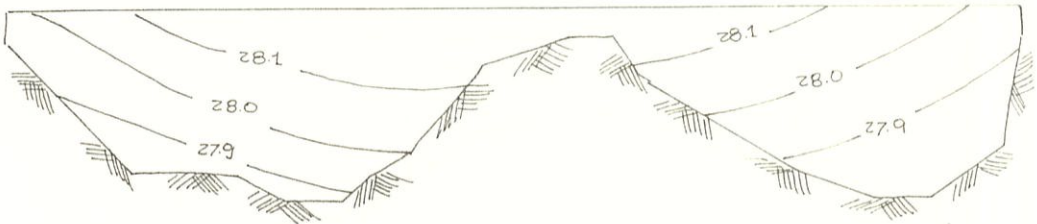
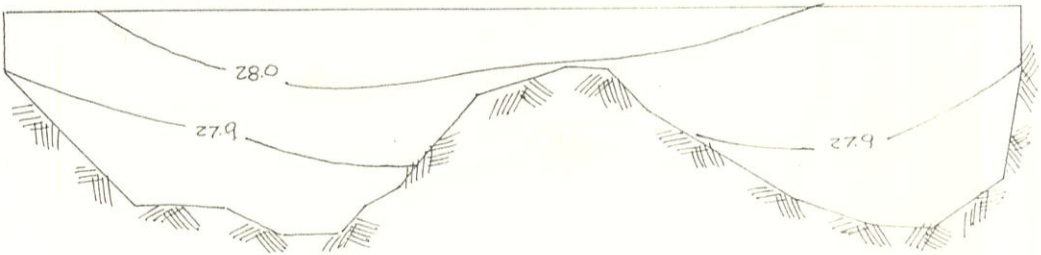


BOYA # 11

Nov. 30 - 1982

TEMPERATURA (°C)

1984  
1064



1  
2  
3  
4  
5

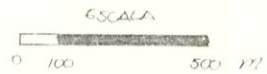
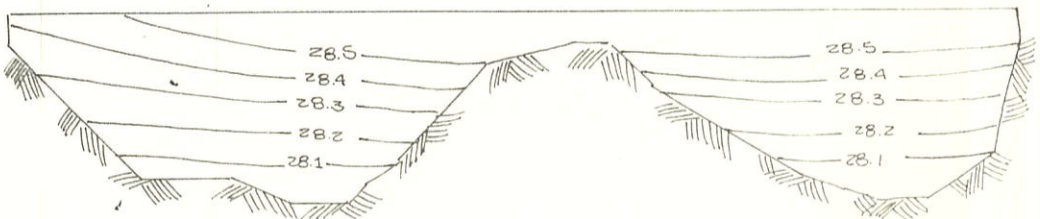
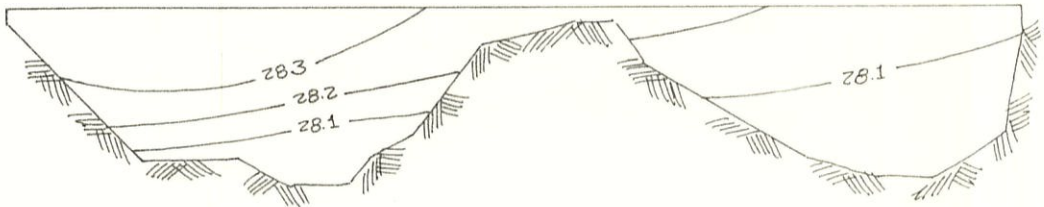
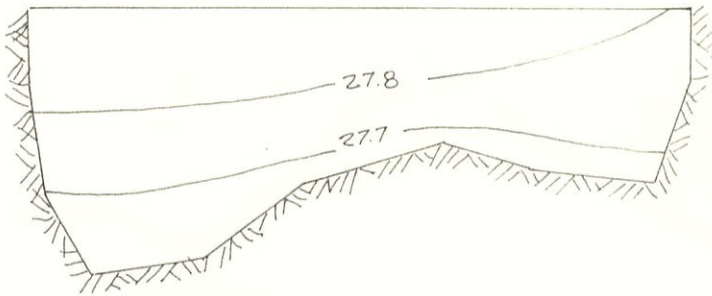


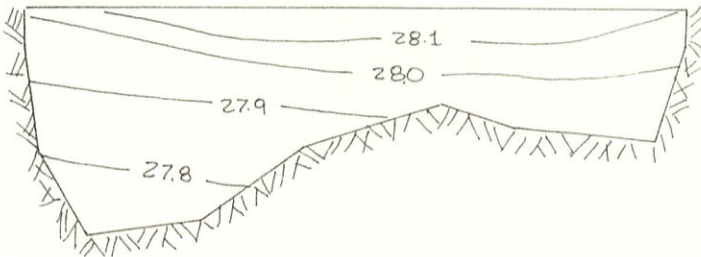
Fig 65

### EXCLUSAS

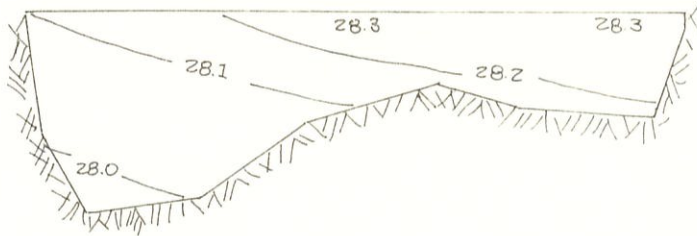
TEMPERATURA PROMEDIO (°C)



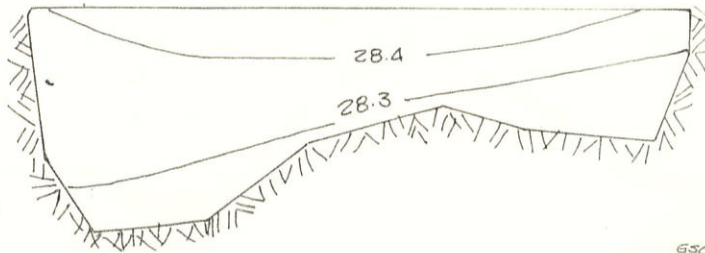
PLEAMAR



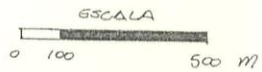
REFLUJO



BAJAMAR



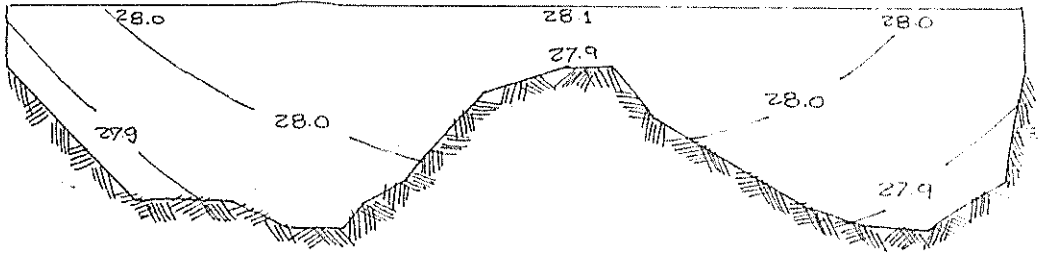
FLUJO



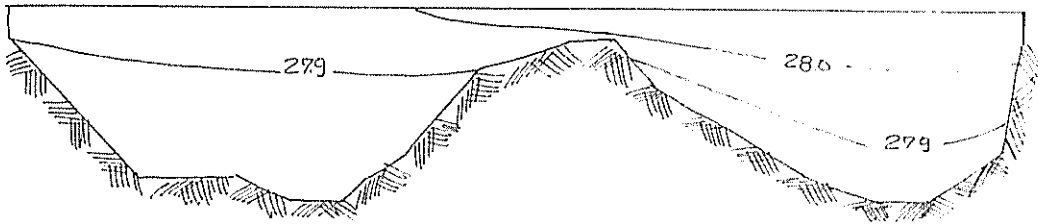
# BOYA # 11

TEMPERATURA PROMEDIO (°C)

0.5  
1.0  
1.5

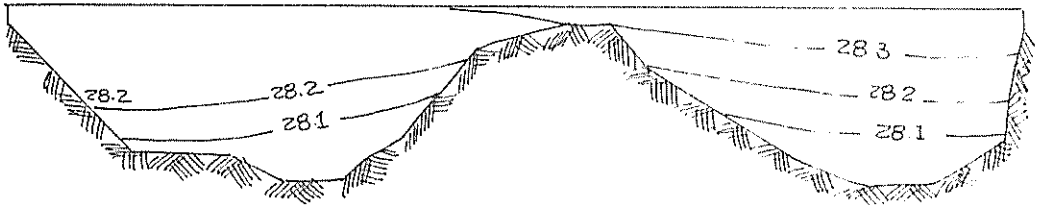


PLEAMAR

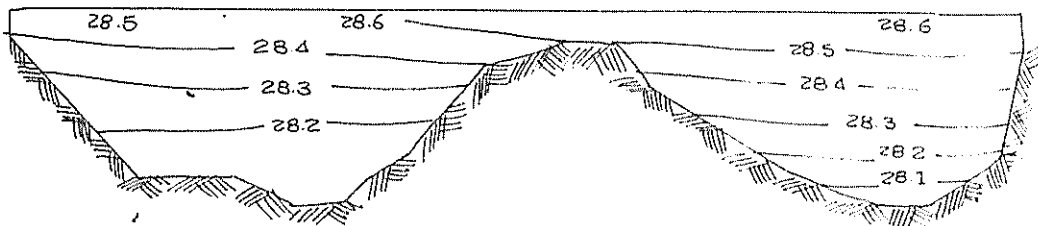


REFLUJO

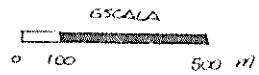
1  
2  
3  
4  
5



BAJAMAR



FLUJO



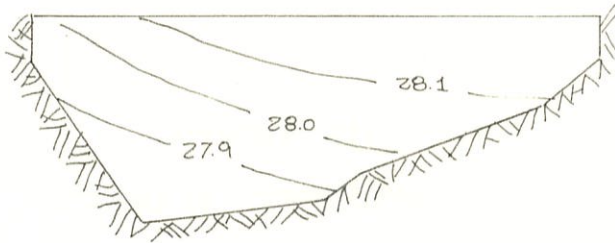
# GUAYABUIL

TEMPERATURA PROMEDIO (°C)

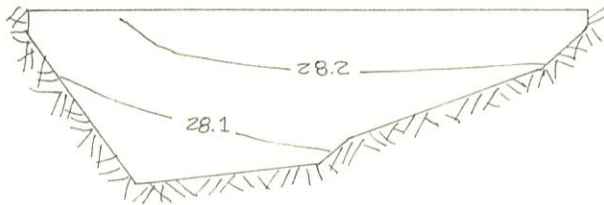
Fig. 67



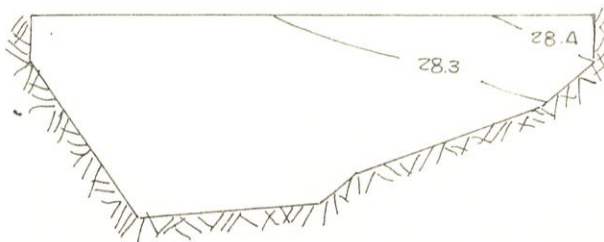
PLEAMAR



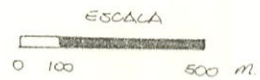
REFLUJO



BAJAMAR



FLUJO





BIBLIOTECA  
FAC. ING.  
MARITIMA

APENDICE III

PROGRAMAS DE COMPUTADORA

ST

```

HOME
REM "CALCULO DEL POLINOMIO QUE DESCRIBE LA DISTRIBUCION LONGITUDINAL
DE SALINIDAD EN EL ESTUARIO INTERIOR DEL RIO GUAYAS EN BASE A DATOS P
UNTUALES"
REM "SE USA PARA ELLO EL METODO NUMERICO DE LOS MINIMOS CUADRADOS"
DIM X(7),Y(7),A(3),B(3),C(12)
DIM D(50),H(50),D1(7),D2(7),D3(7)
DIM Y1(7),Y2(7),Y3(7)
FOR I = 1 TO 7
REM "LECTURA DE LOS VALORES DE: DISTANCIA, SALINIDAD (PUNTO PROMEDIO) Y SALIN
AD PUNTUAL EN LOS DIAS DE MUESTREO"
READ X(I),Y(I),Y1(I),Y2(I),Y3(I)
NEXT I
REM "CALCULO DE LOS COEFICIENTES DEL POLINOMIO"
J = 1:N = 4
FOR I = J TO N
A = A + X(I)
B = B + X(I) ^ 2
C = C + X(I) ^ 3
D = D + X(I) * Y1(I)
E = E + X(I) ^ 2 * Y1(I)
F = F + Y1(I)
G = G + X(I) ^ 4
NEXT I
C(1) = 4:C(2) = A:C(3) = B:C(4) = F:C(5) = A:C(6) = B
C(7) = C:C(8) = D:C(9) = E:C(10) = C:C(11) = G:C(12) = E
M = C(1) * (C(6) * C(11) - C(7) * C(10)) - C(2) * (C(5) * C(11) - C(9)
* C(7)) + C(3) * (C(5) * C(10) - C(6) * C(9))
A(1) = (C(4) * (C(6) * C(11) - C(10) * C(7)) - C(2) * (C(8) * C(11) -
C(12) * C(7))) + C(3) * (C(8) * C(10) - C(12) * C(6))) / M
A(2) = (C(1) * (C(8) * C(11) - C(12) * C(7)) - C(4) * (C(5) * C(11) -
C(9) * C(7))) + C(3) * (C(5) * C(12) - C(8) * C(9))) / M
A(3) = (C(1) * (C(6) * C(12) - C(10) * C(8)) - C(2) * (C(5) * C(12) -
C(9) * C(8))) + C(4) * (C(5) * C(10) - C(9) * C(6))) / M
O = O + 1
IF O = 2 GOTO 300
FOR I = 1 TO 3
B(I) = A(I)
NEXT I
J = 4:N = 7
A = 0:B = 0:C = 0:D = 0:E = 0:F = 0:G = 0
GOTO 90
DEF FN SO(X) = B(1) + B(2) * X + B(3) * X ^ 2
DEF FN IS(X) = A(1) + A(2) * X + A(3) * X ^ 2
FOR I = 1 TO 4
X = X(I)
REM " D(I)= VALOR DE SALINIDAD CALCULADO POR EL POLINOMIO"
D(I) = FN SO(X)
NEXT I
FOR I = 4 TO 7
X = X(I)
D(I) = FN IS(X)
NEXT I
FOR I = 1 TO 7
REM "H(I)= DESVIACION ENTRE LOS VALORES PUNTUALES Y EL CALCULADO POR
EL POLINOMIO"
H(I) = D(I) - Y1(I)
PRINT
PRINT "DISTANCIA(KM)", "V. PUNTUALES", "V. CALCULADOS", "DESVIACIONES"

```

DATA 0,0.94,1.09,0.77,0.96,1.0,1.03,0.85,0.74,1.48,21,0.92,0.93,1.16,  
 0.68,30,1.18,1.02,1.09,1.41  
 DATA 40,2.10,3.13,1.59,1.60,48,2.95,2.73,2.39,1.94,66,6.51,6.61,6.28  
 ,6.44

INT""

N

PUNTUALES=VALORES DE SALINIDAD OBTENIDOS DEL ANALISIS DE LA MUESTRA

CALCULADOS=VALORES DE SALINIDAD OBTENIDOS POR EL M. P. (M. P. ...)

PRIMER PERIODO DE MUESTREO

PLEAMAR

14 DE NOVIEMBRE DE 1982

DISTANCIA(KM)	V. PUNTUALES	V. CALCULADOS	DESVIACIONES
.87		.834546677	-.0354533226
.99		1.09152548	.101525476
1.43		1.32256562	-.107434377
1.43		1.51707154	.0870715408
2.65		2.3787386	-.271261403
3.11		3.32767767	.217677668
6.34		6.30650822	-.0334917847

INT""

N

15 DE NOVIEMBRE DE 1982

DISTANCIA(KM)	V. PUNTUALES	V. CALCULADOS	DESVIACIONES
.72		.72479617	4.79616993E-03
.94		.926265486	-.0137345137
1.17		1.18453387	.0145338653
1.43		1.38374478	-.0462552239
2.41		2.5541086	.144108605
3.68		3.56435935	-.115640651
6.06		6.07779249	.0177924931

INT""



STANCIA (KM)	V. PUNTUALES	V. CALCULADOS	DESVIACIONES
.96		1.29381045	.336810454
.97		1.06504279	.0950427924
1.33		1.20942562	-.120574382
1.95		6.93361739	4.93361739
2.7		.595265042	-.210473496
3.73		-.765952049	-.13985105
6.61		8.22706995	1.61118995

INT""

IN

LORES FROMEDIO PARA PLEAMAR EN EL PRIMER PERIODO DE MUESTREO

STANCIA (KM)	V. FROMEDIO	V. CALCULADOS	DESVIACIONES
.87		.860108372	-9.89162829E-03
.97		.998326049	.0283260488
1.31		1.28002534	-.0299746608
1.6		1.60919727	9.19726631E-03
2.59		2.56134657	-.0286534298
3.5		3.52299337	.0229933718
6.34		6.33646259	-3.53740715E-03

INT""

IN

BAJAMAR

IA 14 DE NOVIEMBRE DE 1982

STANCIA (KM)	V. PUNTUALES	V. CALCULADOS	DESVIACIONES
1.09		1.07561147	-.0143885296
.85		.891203522	.0412035219
.93		.886398391	-.0436016091
1.02		1.28458962	.264589618
3.13		2.3057103	-.8242697
2.73		3.39147037	.66147037
6.81		6.70823698	-.101763021

INT""

IN

.77	.724701077	-.0452989220
.74	.869719677	.129719677
1.16	1.02273051	-.137269489
1.09	1.10776319	.0177631904
1.59	1.53465369	-.05534653193
2.39	2.43441217	.0444121678
6.28	6.27316852	-.083138205003

INT"

IN

LA 16 DE NOVIEMBRE DE 1982

STANCIA(KM)	V. PUNTUALES	V. CALCULADOS	DESVIACIONES
.96		1.10498267	.134982667
1.48		1.06482283	-.41517666
.68		1.11933143	.434331431
1.41		1.49025032	.0702503237
1.6		1.39114077	-.21907711
1.94		2.1156257	.175625695
6.44		6.41297747	-.0270225253

INT"

IN

ORES PROMEDIO PARA BAJAMAR EN EL PRIMER PERIODO DE MUESTREO

STANCIA(KM)	V. PUNTUALES	V. CALCULADOS	DESVIACIONES
.94		1.24649489	.306494894
1.03		.917310074	-.112689926
.92		.858772414	-.0612275857
1.18		-7.31213018	-8.49213018
2.1		5.48011306	3.38011306
2.35		10.3163305	7.96633054
6.51		3.65569427	-2.85430573

N  
BIDO A QUE LA DISTRIBUCION LONG. DE SALINIDAD ENTRE PLEA Y BAJAMAK CASI NO  
IA; CALCULAMOS UN POLINOMIO GENERAL APLICABLE A ESTOS ESTADOS DE MAREA

TANCIA(KM)	V.PROMEDIO	V.CALCULADOS	DESVIACIONES
.91		.919185623	9.18562314E-03
1		.973695666	-.0263043342
1.12		1.14783527	.0278352695
1.39		1.45310146	.0631014598
2.35		2.15342216	-.196577842
2.93		3.08775254	.15775254
6.43		6.40573584	-.0242641699

RINT""

UN

SEGUNDO PERIODO DE MUESTREO

PLEANAR

STANCIA(KM)	V. CALCULADOS	V. PROMEDIO	DESVIACIONES
	.679999996	.68	-4.17055129E-09
	.639999999	.64	-1.3133538E-09
	.580000002	.58	-1.2581151E-09

DESVIACION ENTRE LOS VALORES CALCULADOS POR EL POLIPONDO Y LOS VALORES PUNTUALES PARA LOS DIAS 29 Y 30 DE NOV.

STANCIA(KM)	DIA 29	DIA 30
	-.090000004	.109999996
	-.040000001	.039999999
	1.62981451E-09	1.62981451E-09

RINT""

UN

REFLUJO

STANCIA(KM)	V. CALCULADOS	V. PROMEDIO	DESVIACIONES
	.57	.57	-2.32830644E-10
	.619999995	.62	-4.42378223E-09
	.659999997	.66	-2.56110708E-09

DESVIACION ENTRE LOS VALORES CALCULADOS POR EL POLIPONDO Y LOS VALORES PUNTUALES PARA LOS DIAS 29 Y 30 DE NOV.

STANCIA(KM)	DIA 29	DIA 30
	-.0100000005	9.99999954E-09
	-.0600000047	.0499999956
	-.0900000027	.0899999975

PRINT"

UN

BAJAMAR

STANCIA(KM)	V.CALCULADOS	V.PROMEDIO	DESVIACIONES
	.729999995	.73	-4.88944352E-09
	.769999998	.77	-2.32830644E-09
	.730000005	.73	5.12227416E-09

SVIACION ENTRE LOS VALORES CALCULADOS POR EL POLINOMIO Y LOS LORES PUNTUALES PARA LOS DIAS 29 Y 30 DE NOV.

STANCIA(KM)	DIA 29	DIA 30
	.0699999952	-.0700000005
	.0999999978	-.1000000002
	.0700000052	-.0199999949

PRINT"

UN

FLUJO

STANCIA(KM)	V.CALCULADOS	V.PROMEDIO	DESVIACIONES
	.729999999	.73	-1.39698386E-09
	.730000003	.73	3.02679837E-09
	.720000008	.72	8.14907253E-09

SVIACION ENTRE LOS VALORES CALCULADOS POR EL POLINOMIO Y LOS LORES PUNTUALES PARA LOS DIAS 29 Y 30 DE NOV.

STANCIA(KM)	DIA 29	DIA 30
	.0799999987	-.0800000015
	.0400000031	-.0399999997
	.110000008	-.0899999919

APENDICE IV  
METODO DE KNUDSEN PARA LA  
DETERMINACION DE LA SALINIDAD

## APENDICE IV

### METODO DE KNUDSEN PARA LA DETERMINACION DE LA SALINIDAD

Antes de describir el método usado recordemos el concepto de salinidad; se conoce como salinidad al contenido de sales minerales existentes en el agua y por convención, ésta se aproxima al peso en gramos, en el vacío de los sólidos obtenidos de un kilogramo de agua de mar, cuando los sólidos han sido secados a 480°C., la materia orgánica completamente oxidada, el Bromo y el Yodo reemplazados por una cantidad igual al Cloro y todos los carbonatos convertidos en óxidos. La salinidad se expresa en miligramos por litro (mg/lt) ó partes por mil (‰).

El método volumétrico de Knudsen se basa en la relación lineal existente entre la salinidad y la clorinidad\* y expresada como:

$$S (\%) = 0.030 + 1.8050 \text{ Cl } (\%)$$

Por lo que la determinación de la salinidad requiere de una determinación previa de la clorinidad de la muestra la cual es determinada mediante la titulación con Nitrato de Plata de 50 ml. de la muestra a la que se ha añadido Bromuro de Potasio como indicador, el punto final de la titulación

\*Clorinidad. La clorinidad del agua ha sido definida como 0.3285234 veces el peso de la plata precipitada como haluro de plata desde 1 km de agua de mar (todas las pesadas han sido hechas al vacío).

viene dado por el cambio de color de la muestra, la cual debe ser agitada continuamente; una vez obtenido el valor en mililitros del nitrato de plata usado en la titulación; aplicamos la siguiente relación que nos permite encontrar la clorinidad.

$$\text{Cl (\%)} = 7.09 \times C \times N$$

C = Consumo de Nitrato de Plata

N = Normalidad del Nitrato de Plata usado en la titulación

Para efecto de análisis de las muestras obtenidas en el Río Guayas; están diluidas en una razón de 1 ml. de muestra en 100 ml. de agua. Debido a que el análisis de las muestras sin una dilución previa implica un gasto excesivo de Nitrato de Plata, que es un reactivo muy costoso.

Cabe señalar que la dilución no afecta la exactitud de los resultados ya que estos son proporcionales a un factor conocido que es el de dilución.

El Nitrato de Plata usado en la titulación fue de 0.0176 normal.



APENDICE V  
METODO DE MINIMOS CUADRADOS

## APENDICE V

### METODO DE MINIMOS CUADRADOS

Para llegar a una posible definición de la mejor curva de aproximación; considérese los puntos representativos de los datos por:  $(X_1, Y_1)$ ,  $(X_2, Y_2)$ , ...,  $(X_n, Y_n)$ .

Para un valor dado de  $X$  por ejemplo  $X_1$  habrá una diferencia entre el valor  $Y_1$  y el correspondiente valor de la curva  $C$ , como se indica en la figura, denotemos esta diferencia por  $D_1$ , que se conoce como desviación error o residuo y puede ser positivo, negativo o nulo.

Análogamente para los valores  $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ , se obtienen las desviaciones  $D_1, D_2, D_3 \dots D_n$ .

De todas las curvas de aproximación a una serie de datos puntuales, la curva que tiene la propiedad de que  $D_1^2, D_2^2, D_3^2, \dots, D_n^2$  es mínimo se conoce como "la mejor curva de ajuste". Una curva que presenta esta propiedad se dice que ajusta los datos por mínimos cuadrados y se llama "CURVA DE LOS MINIMOS CUADRADOS".

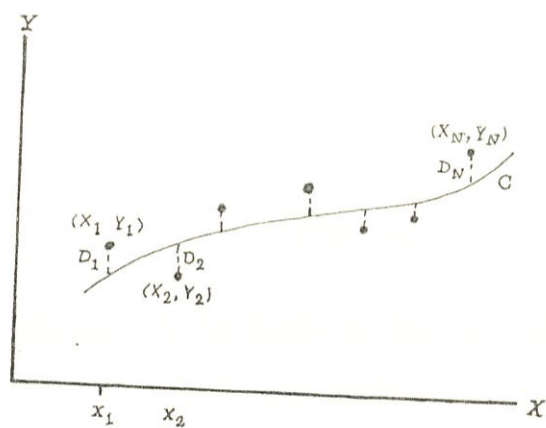


Fig # 68 CURVA DE MINIMOS CUADRADOS

APENDICE VI

ANALISIS DE LA CURVA DE CAUDAL PARA EL

RIO DAULE

DEL AÑO 1982

## APENDICE VI

### ANALISIS DE LA CURVA DE CAUDAL PARA EL AÑO 1982

El análisis de esta curva tiene especial importancia por cuanto la distribución de las propiedades y el comportamiento del estuario están directamente influenciadas por este parámetro el cual también nos da una idea clara de las condiciones meteorológicas, en lo que se refiere a la precipitación atmosférica de la zona.

Para ello empezamos recordando que la curva de caudal del Río Guayas presenta idéntica configuración a las de sus afluentes por lo que el análisis de una de ellas nos da una idea cuantitativa del conjunto; nos valemos de este echo por cuanto sólo disponemos de datos representativos del Río Daule para todo el año 1982. fig.

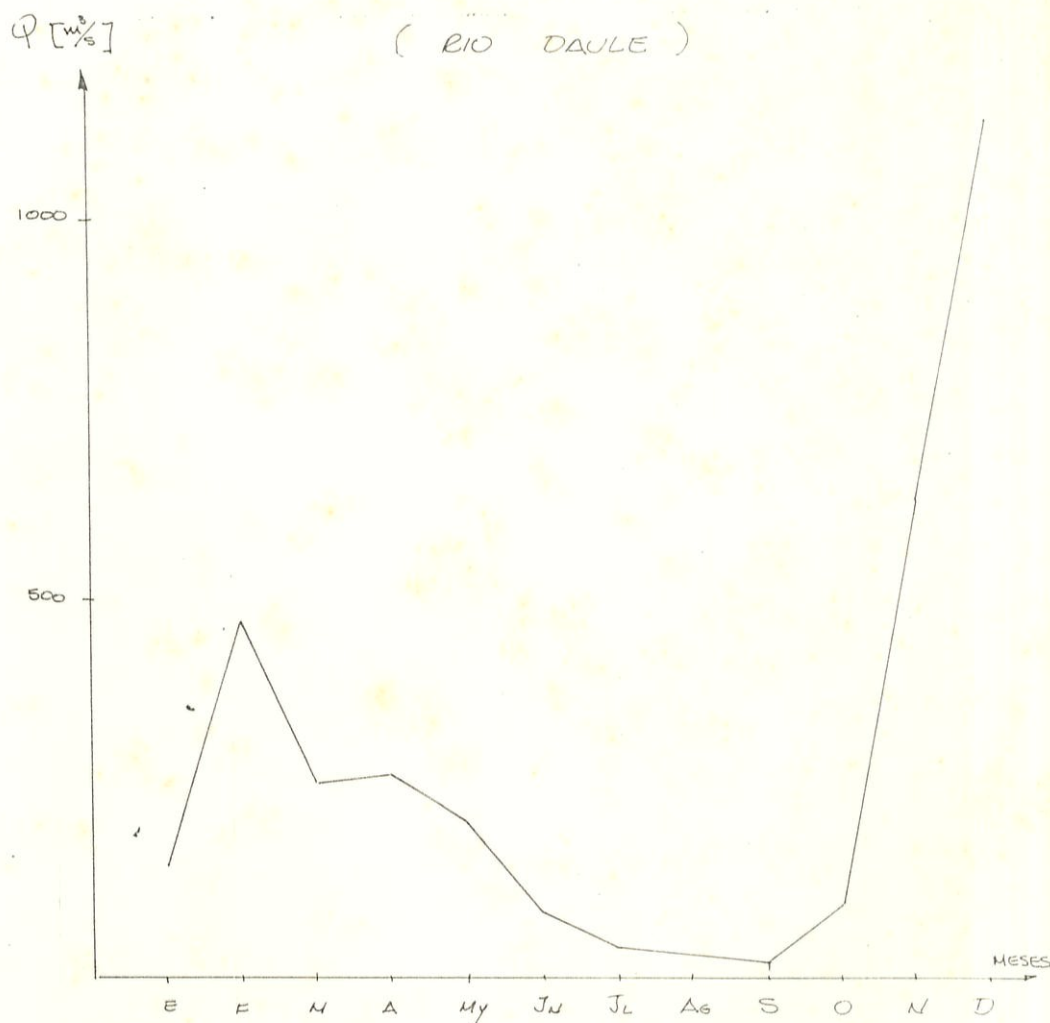
Comparando esta con la curva normal de caudal observamos lo siguiente:

En un año normal quedan definidos perfectamente los meses de marzo y noviembre como los representativos para época lluviosa y seca respectivamente. Para el año 1982 en el cual el invierno se presentó tempranamente y con una intensidad muy poco usual la curva de caudal se distorsionó completamente, presentando las siguientes características: un pico secundario en el mes de febrero cuyo valor cuantitativo es menor al máximo normal, el caudal mínimo se trasladó al mes de septiembre, presentando un

brusco incremento a partir de octubre llegando a diciembre con un valor mayor que el máximo normal y con tendencia creciente.

Para el mes de noviembre en que se realizó el muestreo, los valores son relativamente altos, con un valor igual al que correspondería a la época lluviosa para un año normal, explicándose de esta manera la condición de mezcla casi total y los bajos valores de salinidad encontrados en el estuario.

CURVA DE CAUDAL REPRESENTATIVA PARA EL AÑO 1982.





BIBLIOGRAFIA

ESTADISTICA, Spiegel. Colección Swan 275p.

ESTUARY AND COASTLINE HYDRODYNAMICS. IPPEN. Editor Mc Graw Hill.

ESTUARIES A PHYSICAL INTRODUCTION. Cap. 4.649. K.R. DYER. John Willey  
& Sons.

ESTUARINE RESEARCH. Volume II. 345p. L. Eugene Cronin, Academic Press.

PHYSICAL OCEANOGRAPHY OF ESTUARIES. Charles B. Officer. John Willey  
& Sons. 155p.

DISIPACION DE ENERGIA DE MAREA EN EL SISTEMA BABAHOYO-GUAYAS. Ldo. Hugo  
Peña-ESPOL MAR-OCE-02-77.

PROCESOS ESTUARINOS. Dr. Robert Holden. Publicación MAR-OCE-07-78.  
ESPOL.