



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

"DISTRIBUCION DE LOS VALORES DE ER Y PH EN LOS SEDIMENTOS DE LA PLANICIE DE INUNDACION DE LA LAGUNA COSTERA "ESTERO DE PUNTA BANDA", B.C. MEXICO".

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE OCEANOLOGO

P R E S E N T A:



DAVID CONTRERAS CASTELLANOS

ENSENADA , BAJA CALIFORNIA , MEXICO . DICIEMBRE DE 1986

RESUMEN

En este estudio se determino la distribución de los valores de dos características Geoquímicas en los sedimentos de la Marisma de Planicie de la Laguna Costera "Estero de Punta Banda, B.C.", como son el Potencial Redox (Eh) y el Ph; se establecieron relaciones con los parámetros texturales del sedimento, cantidad de Materia Orgánica, Sales Solubles y Carbonatos totales contenidos en los mismos. Se tomaron un total de 42 muestras distribuidas en 14 transectos los cuales cubren el área total de estudio, las lecturas se realizaron con un Potenciómetro Fotovolt equipado con electrodos de combinación los resultados se graficaron en un Diagrama de Barreras (Krumbein and Garrels, 1952). Los valores de Ph tienden en su gran mayoría a ser alcalinos, mientras que valores positivos de Eh se encuentran en casi la totalidad de las estaciones de la zona de marea alta, ocurriendo lo contrario con los valores negativos de Eh los cuales fueron más frecuentes en las estaciones ubicadas en la zona de marea baja. Las relaciones del Ph con los parámetros previamente establecidos en la zona de estudio se presentaron directas ; mientras que el Eh no presento relaciones bien definidas.

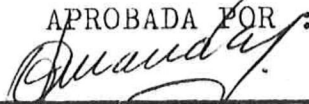
"DISTRIBUCION DE LOS VALORES DE Eh Y Ph
EN LOS SEDIMENTOS DE LA PLANICIE DE
INUNDACION DE LA LAGUNA COSTERA
"ESTERO DE PUNTA BANDA " , B. C.MEXICO".

T E S I S


QUE PRESENTA :

DAVID CONTRERAS CASTELLANOS

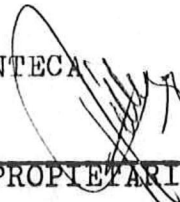
APROBADA POR:



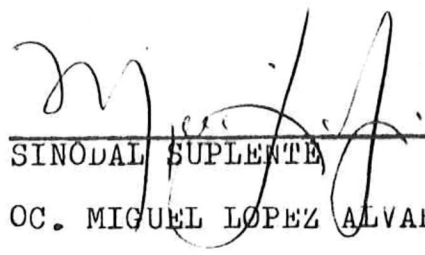
PRESIDENTE DEL JURADO
OC. FRANCISCO J. ARANDA MANTECCA




SINODAL PROPIETARIO
OC. JOSE L. FERMAN ALMADA



SINODAL PROPIETARIO
OC. MIGUEL A. TELLEZ DUARTE



SINODAL SUPLENTE
OC. MIGUEL LOPEZ ALVAREZ



SINODAL SUPLENTE
OC. RIGOBERTO GUARDADO F.

A G R A D E C I M I E N T O S

AL OCEANOLOGO FRANCISCO J. ARANDA MANTECA POR SU ACERTADA DIRECCION EN EL PRESENTE TRABAJO DE TESIS.

A LOS OCEANOLOGOS JOSE L. FERMAN A. , MIGUEL A. TELLEZ D. , MIGUEL LOPEZ A. Y RIGOBERTO GUARDADO F. , POR ACEPTAR SER SINODALES EN MI EXAMEN PROFESIONAL.

AL TECNICO SALVADOR ESTRADA D. POR SU APOYO CON CUESTIONES DE LABORATORIO.

A MIS MAESTROS.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE CARRERA.

A TODOS AQUELLOS QUE DE ALGUNA FORMA AYUDARON CON LA ELABORACION DE ESTA TESIS.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES JESUS Y MARIA DE JESUS

A ELLOS QUE CON SU ESFUERZO , DEDICACION Y SACRIFICIO
FORJARON MI CARRERA PROFESIONAL , LA CUAL ES EL MAYOR LEGADO
QUE PUDIERA RECIBIR.

A MIS HERMANOS : ELVIRA, NORMA , PATRICIA , MARIO Y JESUS
CON AFECTO Y CARINO FRATERNAL.

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO Y MAESTROS.

INDICE

	PAGINA
1.- INTRODUCCION.....	1
2.- ANTECEDENTES.....	3
3.- DESCRIPCION GEOGRAFICA DE AREA DE ESTUDIO.....	5
4.- OBJETIVO.....	11
5.- METODOLOGIA.....	12
6.- RESULTADOS.....	17
7.- DISCUSIONES.....	25
8.- CONCLUSIONES.....	42
9.- BIBLIOGRAFIA.....	44

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

	PAGINA
FIG. 1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	6
FIG. 2 ISOLINEAS DE PROFUNDIDAD EN METROS PARA EL ESTERO DE PUNTA BANDA B.C.	7
FIG. 3 MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO Y ARROYOS QUE DRENAN SEDIMENTO AL ESTERO DE PUNTA BANDA B.C.	9
FIG. 4 LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO	13
FIG. 5 GRAFICA DEL COMPORTAMIENTO DEL Eh Y Ph EN LAS DISTINTAS ZONAS DE MAREA.....	20
FIG. 6 GRAFICA DEL COMPORTAMIENTO DEL Eh EN CADA UNA DE LAS ZONAS DE MAREA.....	21
FIG. 7a DIAGRAMA DE BARRERAS PROPUESTO POR KRUMBEIN Y GARRELS (1952).....	15
FIG. 7b GRAFICA DE LOS RESULTADOS EN EL DIAGRAMA DE KRUMBEIN Y GARRELS (1952)	23
FIG. 8 RELACION ENTRE EL PH Y LA MEDIA DEL SEDIMENTO EN UNIDADES PHI	29

FIG. 9	RELACION DEL PH CON EL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	30
FIG. 10	RELACION DEL PH CON EL CONTENIDO DE CARBONATOS TOTALES.....	32
FIG. 11	RELACION ENTRE EL EH DE LA ZONA DE MAREA ALTA Y LA MEDIA DEL SEDIMENTO EN UNIDADES PHI.....	35
FIG. 12	RELACION ENTRE EL EH DE LA ZONA DE NIVEL MEDIO DE MAREA Y LA MEDIA DEL SEDIMENTO EN UNIDADES PHI.....	36
FIG. 13	RELACION ENTRE EL EH DE LA ZONA DE MAREA BAJA Y LA MEDIA DEL SEDIMENTO EN UNIDADES PHI.....	37
FIG. 14	RELACION DE EH DE LA ZONA DE MAREA ALTA CON LOS PARAMETROS YA ESTABLECIDOS EN LA ZONA DE ESTUDIO...	38
FIG. 15	RELACION ENTRE EL EH DE LA ZONA DE N.M.M. Y LOS PARAMETROS YA ESTABLECIDOS EN LA ZONA DE ESTUDIO...	39
FIG. 16	RELACION ENTRE EL EH DE LA ZONA DE MAREA BAJA Y LOS PARAMETROS YA ESTABLECIDOS EN LA ZONA DE ESTUDIO...	40
TABLA I	VALORES DE EH Y PH PARA LA ZONA DE ESTUDIO.....	18
TABLA II	VALORES DE EH POR ZONAS.....	19

I N T R O D U C C I O N

El "Estero de Punta Banda B.C.", es una laguna costera en la que actualmente se desarrollan trabajos de infraestructura como la fabricación de plataformas marinas y un Hotel. Por el potencial impacto ambiental de éstas obras es de gran importancia establecer las características más relevantes del medio ambiente, ya que con esto es posible brindar opciones que ayuden a establecer normas que protejan tanto la inversión como el medio ambiente.

A la fecha se tienen observaciones de gran valor entre las que destacan las de carácter físico. Esta Laguna tiene una conexión libre con el mar abierto y recibe una cantidad significativa de agua dulce proveniente del continente. El material aportado por éste es distribuido de acuerdo a las características físicas del medio, como son la presencia de canales de mareas, zonas de bajos, zonas de influencia de vientos, etc.

El establecer las características geoquímicas del medio nos presenta un marco de referencia acerca de los ciclos biogeoquímicos presentes en la Laguna; en

particular el Potencial Redox (Eh) y el Ph ya que estos controlan la solubilidad y precipitación de los componentes químicos del agua de mar.

Estos parámetros ambientales pueden ser determinados fácilmente y los resultados obtenidos son de suma importancia ya que son controles primarios medioambientales los cuales afectan la salinidad y disponibilidad de materia orgánica, la cantidad de carbonatos totales, entre otros factores (Bass-Becking, Kaplan, and Moore, 1960).

Cabe mencionar que la Laguna Costera "Estero de Punta Banda es una zona con amplios atractivos tanto turísticos como científicos, es por tanto que debe ser utilizada con una debida planeación con el propósito de obtener de ella el mayor beneficio, así como su mejor conservación.

ANTECEDENTES

A) GENERALES: El estudio de potenciales Redox y Ph en suelos fué iniciado por Guillespie en 1920, quien estudio el Eh de cultivos bacteriales y suelos inundados ; Pearsall and Mortimer, 1939, estudiaron los potenciales de oxidación - reducción en suelos inundados, aguas naturales y lodos; Zobell, 1946 , Quispel, realizó un estudio de potencial redox en sedimentos marinos ; Krumbein y Garrels en 1952 proponen el origen y clasificación de los sedimentos quimicos en terminos de Eh y Ph ; Bass-Becking, Kaplan y Nooze en 1960 establecen los limites de mediosambientes naturales en terminos de Eh y Ph ; y finalmente Ponnamperna en 1972 estudia la química de los suelos sumergidos.

B) PARTICULARES: La Laguna Costera "Estero de Punta Banda" B.C. , ha sido objeto de varios estudios Oceanográficos, siendo la mayoría de caracter físico, entre los que se pueden citar los de: O'Brien and Zeevaret (1968), realizan un estudio en el Estero con miras a la construcción, de una marina dentro del mismo, describiendo la existencia de cierto transporte litoral en la zona de

playa hacia el Norte y el avance de la barra en la misma dirección. ; Alvarez Borrego y Acosta Ruiz (1974) , realizan un estudio de dispersión superficial de parámetros físicos, químicos e hidrológicos en el estero de Punta Banda en Otoño e Invierno. ; Cecenb Celiz y Alvarez Borrego (1975) , hacen observaciones sobre las posibles variaciones de los parámetros descritos por Alvarez y Acosta en 1974. ; Alvarez Borrego, Lara Lara y Acosta Ruiz (1977) realizan un estudio de parámetros relacionados con la productividad primaria en el Estero de Punta Banda B.C. ; Alvarez Borrego (1981) estudia la variabilidad temporal y espacial de temperaturas. ; Ajas Perez de Lebrija (1984) realiza un análisis de características para la construcción de una marina dentro del Estero. ; Ames Sigala (1985) presenta el trabajo titulado "distribución de los ambientes sedimentarios presentes en el Estero de Punta Banda B.C. México". ; Cruz Blancas (1985) , realiza un estudio sobre el origen de la Laguna Costera Estero de Punta Banda. ; y Guardado France (1986), estudia la distribución de carbonatos totales en los sedimentos de la Laguna Costera Estero de Punta Banda .

DESCRIPCION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO

El "Estero de Punta Banda" es una Laguna Costera, situada a 31 grados 51 minutos de latitud Norte y 116 grados 38 minutos de longitud Oeste, en el extremo Sur de la Bahía de Todos Santos B.C. y a 13 Km. de la ciudad de Ensenada (Figura 1).

Tiene forma de "L" y está separado de las aguas de la Bahía de Todos Santos por una Barra arenosa de aproximadamente 7.5 Km de longitud, que se extiende en dirección NNE desde la base de una cadena de cerros que conforman Punta Banda. La boca del estero mide aproximadamente 250 metros y brinda una conexión libre con la Bahía.

En el extremo largo del Estero, las profundidades van decreciendo hacia el "codo" de la "L" desde 6 metros hasta 1 metro, con respecto a la Bajamar Media Inferior (Figura 2).

El ancho promedio del Estero es de aproximadamente 345 metros en Bajamar Media Inferior, aumentando hacia unos 1100 metros en Pleamar Superior, evidenciando extensas zonas que se cubren y descubren ciclicamente con cada cambio de marea.

El área superficial del Estero es de aproximadamente 3.6

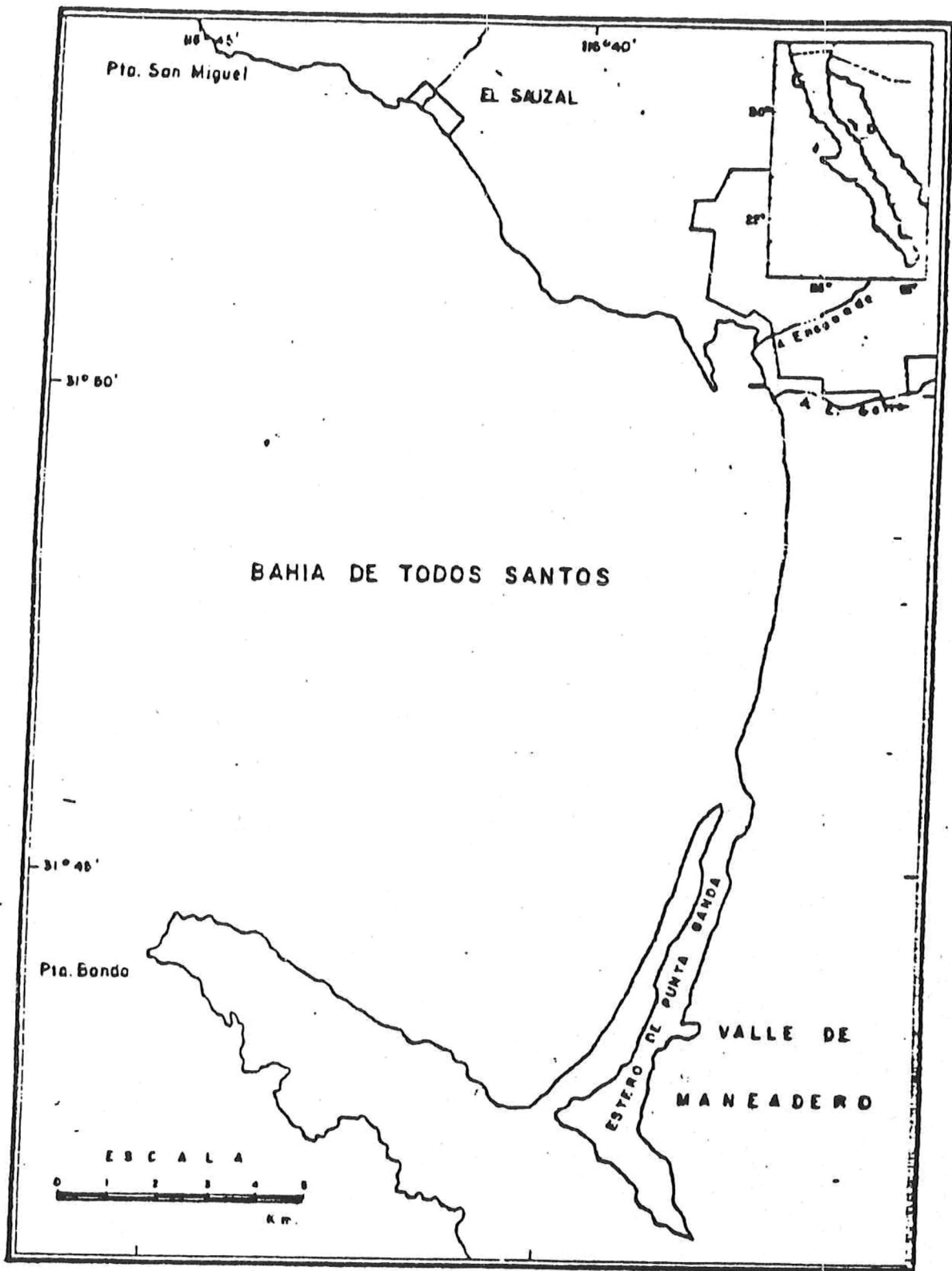
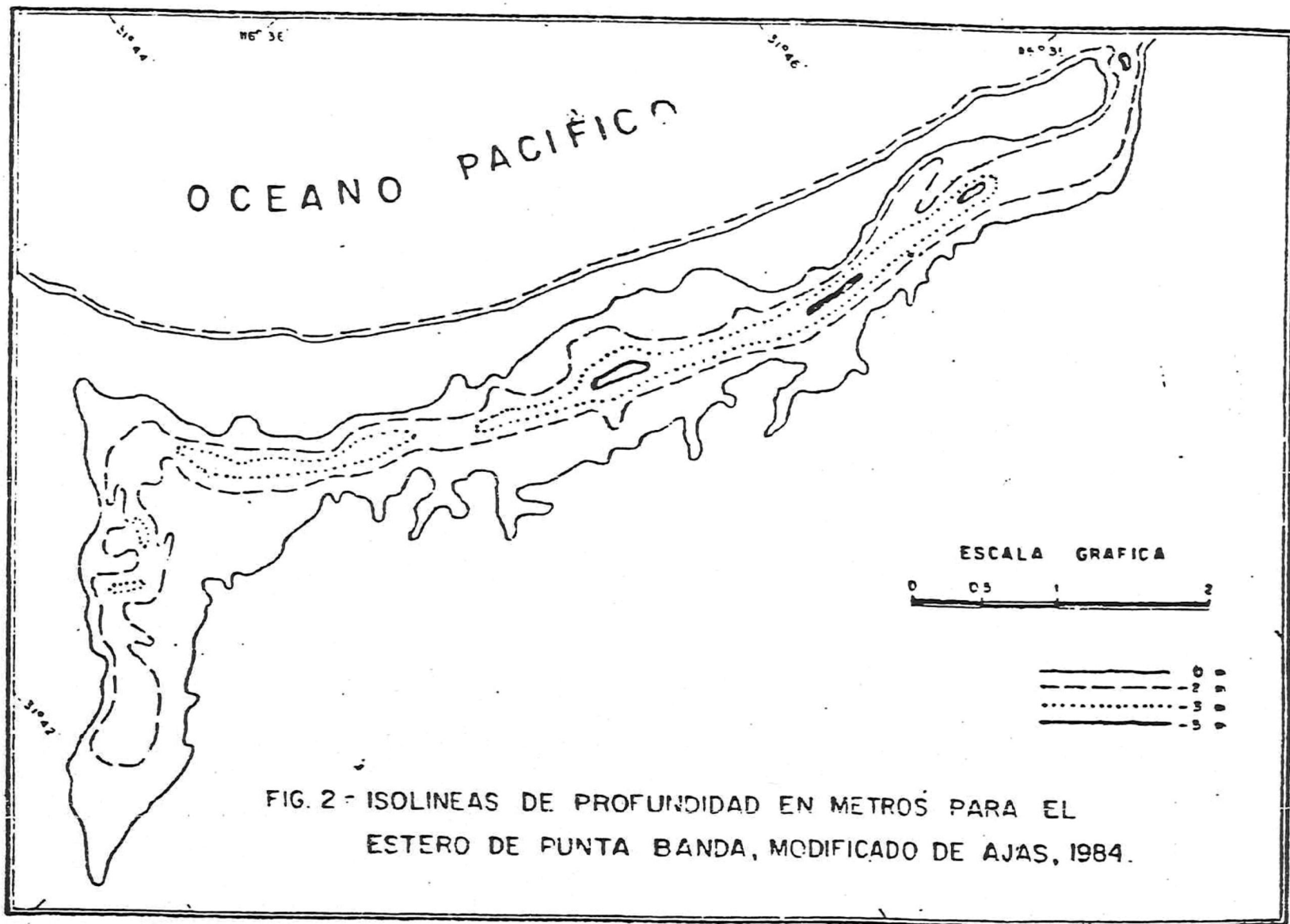


FIG. 1^a LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.



millones de metros cuadrados en Bajamar Media Inferior aumentando a 11.63 millones de metros cuadrados en Pleamar Superior. El volumen es de aproximadamente 5.28 millones de metros cúbicos en Baja Mar Media Inferior y 17.18 millones de metros cúbicos en Pleamar Media Superior (Pritchard, W., De la Paz, Cabrera, Farreras y Morales, 1978).

Esta laguna recibe aportes de los Arroyos San Carlos y San Antonio. El primero drena una área muy basta de aproximadamente 820 kilómetros cuadrados, con una longitud cercana de los 60 kilómetros. De entre los tipos de roca que erosiona se encuentra roca pre-batolítica volcánica, Gneiss, Gabro, Tonalita, Granito y Aluvion. El segundo tiene una longitud cercana a los 50 Km., drenando una área cercana de 860 kilómetros cuadrados donde erosiona Tonalita, Roca Pre-batolítica volcánica, Gneiss, Gabro, Aluvión reciente y cuaternario, formando un abanico aluvial en el valle de Manadero. Ambos Arroyos presentan una orientación Este-Oeste en su cauce principal (Figura 3).

L E Y E N D A

UNIDADES DE ROCA

POST-BATOLITICAS

ROCAS SEDIMENTARIAS

al Qd CUATERNARIO
al, Aluvión; Qd, Medanos

Qm Qf Qm, marino
Qf, fluvial

Tc Terciario Inferior
Tc, conglomerado

Kr Krm
Kuc CRETACICO SUPERIOR
Kr, Grupo Rosario; m, marino
Kuc, Formación Redonda

POST-BATOLITICAS ROCAS VOLCANICAS

Tmb Tmb, Mioceno, basalto y
andesito basáltico

ROCAS BATOLITICAS

gd gd, granodiorita


T gr T, Tonalita
gr, no diferenciado


gb gb, gabro


ROCAS PRE-BATOLITICAS


pbs, sl
sch, gn
mp pbs, metasedimentario
sl, pizarra; sch, esquisto
mp, plutónicas y metamórficas
mezcladas


S I M B O L O G I A

 Con línea interrumpido donde
su posición esta insegura


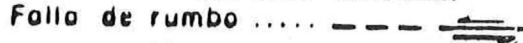
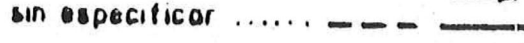
INCLINACIONES
ESTRATIFICACION
Observada 

 Rumbo en rocas plutónicas

 Rumbo en rocas pre-batolíticas

PLIEGUES
 sinclinal

FALLAS

normal 
Falla de rumbo 
sin especificar 

 Dique  Habitación

O B J E T I V O

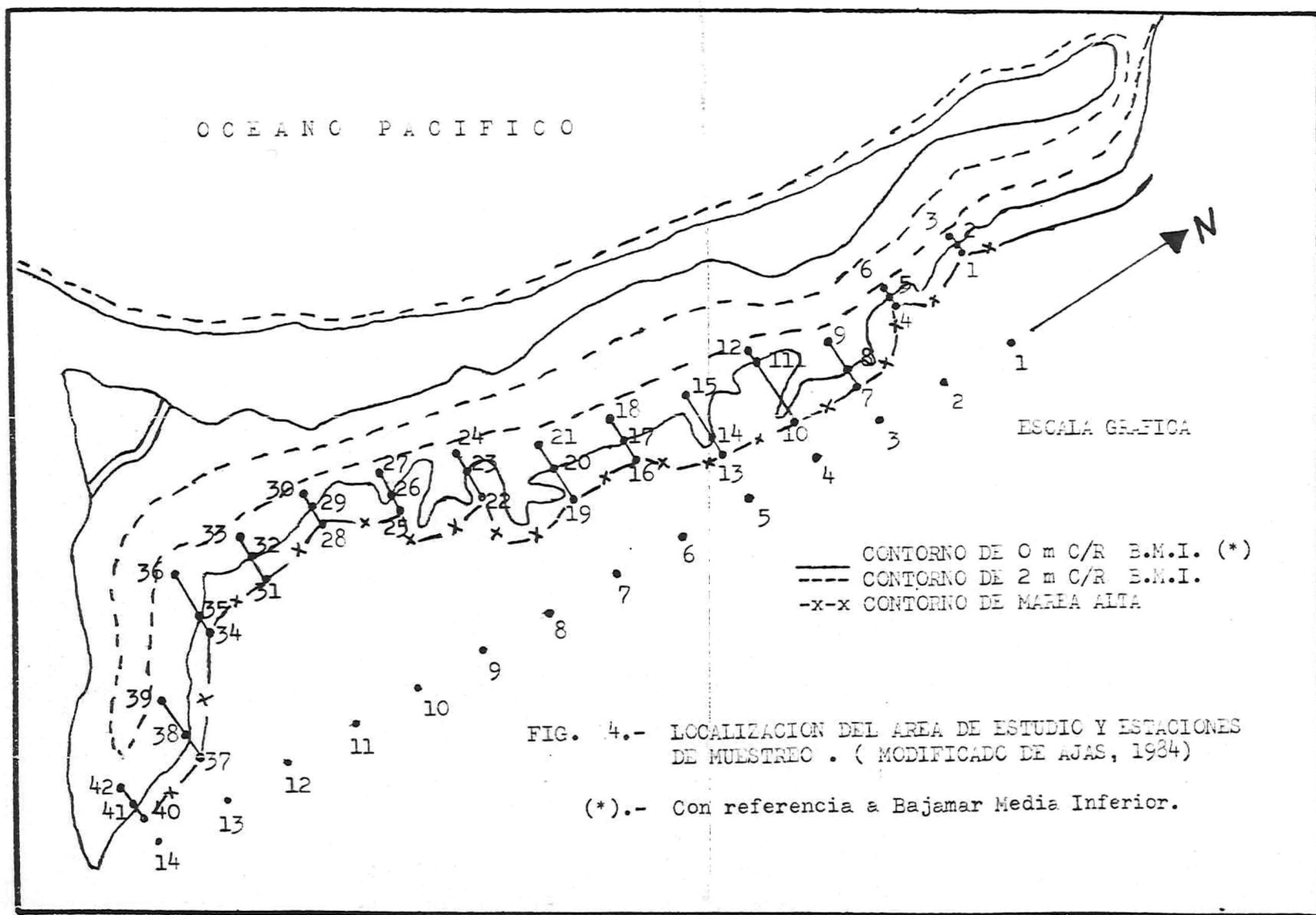
Determinar la distribución de los valores de Ph y Eh en los Sedimentos de la Planicie de Inundación de la Laguna Costera "Estero de Punta Banda, B.C." estableciendo sus posibles relaciones con la media del Sedimento, Sales Solubles, Materia Orgánica y Carbonatos totales, parámetros ya establecidos para la zona.

M E T O D O

En la figura 4 se muestra la localización del área de estudio y las estaciones de muestreo. Se tomaron un total de 42 muestras distribuidas en 14 transectos, la ubicación de los transectos se realizó con la ayuda de una Brújula Brunton, la distancia entre un transecto y otro fue de aproximadamente 500 metros. En cada uno de los transectos se tomaron tres muestras, una correspondiente a la zona de Marea Alta, otra al Nivel Medio de Marea (N.M.M.) y la tercera en la zona de Marea Baja, lo cual nos permitió comparar los valores de Ph y Eh entre los puntos extremos de Mareas.

Las mediciones de Ph y Eh se efectuaron en las muestras secadas al aire libre, ya que ciertas reacciones químicas del suelo se aceleran con el proceso de secamiento y no alteran el Ph y Eh, por lo tanto, las muestras secas se encuentran en condiciones más próximas a las de estabilidad (Jackson, 1964).

Una vez secas las muestras se llevaron al laboratorio donde se procedió a realizar las mediciones de Ph y Eh bajo una temperatura ambiental constante (22 grados C),



las lecturas se tomaron con un Potenciómetro Fotovolt equipado con electrodos de combinación. De cada una de las muestras se tomo una submuestra de aproximadamente 40 gramos y se deposito en los vasos de precipitado, añadiendosele cuidadosamente agua destilada hasta un punto de "humedad equipotencial", que es la máxima humedad que pueden presentar en el campo. En seguida se insertó el electródo permitiendo un contacto de tres a cinco minutos antes de tomar las lecturas correspondientes de Ph y Eh. Este procedimiento se repitió tres veces en cada muestra para trabajar estadísticamente (Jackson, 1964).

Cabe mencionar que se hicieron algunas lecturas de Ph y Eh en el campo y que los valores obtenidos no variaron con los de laboratorio.

Se utilizó el diagrama de Krumbein y Garrels (fig. 7a) que se divide en regiones de acuerdo con los valores de Eh y Ph en las cuales se forman algunos precipitados químicos de los sedimentos no clásticos. La barrera de la caliza a $P_h = 7.8$ separa una región situada hacia la derecha en la cual puede formarse abundante calicita de otra hacia la izquierda en las que las condiciones son menos favorables para su formación; Esta barrera es independiente del Eh tal como lo indica su posición vertical. La barrera de la

materia orgánica localizada a $Eh = 0$ separa una región superior en la que prevalecen condiciones oxidantes de otra inferior en la que las condiciones son de reducción. En general la materia orgánica tiende a conservarse bajo condiciones de Eh negativo (Krumbein y Garrels, 1952). La barrera de óxido-carbonato de Fe-Mn separa regiones en las que las condiciones favorecen la formación de hematita y limonita, de regiones en la que la siderita es el óxido de hierro dominante. La inclinación de esta barrera indica que es sensible tanto al Eh como al Ph .

RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los datos de Ph y Eh para la zona de estudio. El Eh varia desde -55.0 milivolts en la estación 6, hasta +75.0 para la estación 19.

El Ph presenta valores desde 5.8 en la estación 9 hasta 7.9 en la estación 2.

La tabla 2 muestra los valores de Eh distribuidos por zonas. Para la Zona de Marea Alta el Eh varia desde -45.0 mv en la estación 37 hasta +75.0 mv en la estación 19; para la Zona de Nivel Medio de Marea los valores de Eh varian desde -50.0 mv para las estaciones 38 y 41 hasta +65.0 mv para la estación 14; Mientras que la zona de Marea Baja presenta valores que oscilan entre -55.0 mv para la estación 6 hasta +65.0 mv en la estación 9.

La figura 5 muestra el comportamiento del Eh y Ph en cada una de las diferentes zonas de marea.

La figura 6 muestra el comportamiento del Eh en cada una de las diferentes zonas de marea, observandose claramente la afirmación anterior de que la mayoría de las

TABLA 1.- DATOS DE Fh Y PH PARA LA ZONA DE ESTUDIO

ESTACION	Fh (Millivolts)	PH
1	+10.0	7.6
2	-45.0	7.9
3	- 0.3	7.4
4	+30.0	7.1
5	+ 5.0	7.6
6	-55.0	7.4
7	+ 5.0	6.7
8	+ 5.0	6.9
9	+65.0	5.8
10	+25.0	7.2
11	+10.0	7.4
12	+15.0	7.6
13	- 5.0	6.8
14	+65.0	6.9
15	- 5.0	7.7
16	-20.0	7.1
17	+25.0	7.3
18	- 5.0	7.0
19	+75.0	6.4
20	- 5.0	6.5
21	-20.0	7.2
22	+35.0	7.1
23	+15.0	7.5
24	-30.0	7.5
25	-20.0	6.9
26	-10.0	7.0
27	+ 5.0	7.4
28	+25.0	7.2
29	+15.0	7.2
30	+15.0	7.4
31	+25.0	7.3
32	-35.0	6.7
33	-45.0	7.5
34	+ 5.0	7.5
35	-40.0	7.4
36	-45.0	7.4
37	-45.0	7.4
38	-50.0	7.5
39	+10.0	7.4
40	- 5.0	6.7
41	-50.0	7.5
42	+25.0	7.5

TABLA 2. VALORES DE Eh POR ZONAS

Eh para la zona de marea alta		Eh para la zona de N. M. M.		Eh para la zona de marea baja	
ESTACION	Eh	ESTACION	Eh	ESTACION	Eh
1	+10.0	2	-45.0	3	-0.3
4	+30.0	5	+ 5.0	6	-55.0
7	+ 5.0	8	+ 5.0	9	+65.0
10	+25.0	11	+10.0	12	+15.0
13	- 5.0	14	+65.0	15	- 5.0
16	-20.0	17	+25.0	18	- 5.0
19	+75.0	20	- 5.0	21	-20.0
22	+35.0	23	+15.0	24	-30.0
25	-20.0	26	-10.0	27	+ 5.0
28	+25.0	29	+15.0	30	+15.0
31	+25.0	32	-35.0	33	-45.0
34	+ 5.0	35	-40.0	36	-45.0
37	-45.0	38	-50.0	39	+10.0
40	- 5.0	41	-50.0	42	+25.0

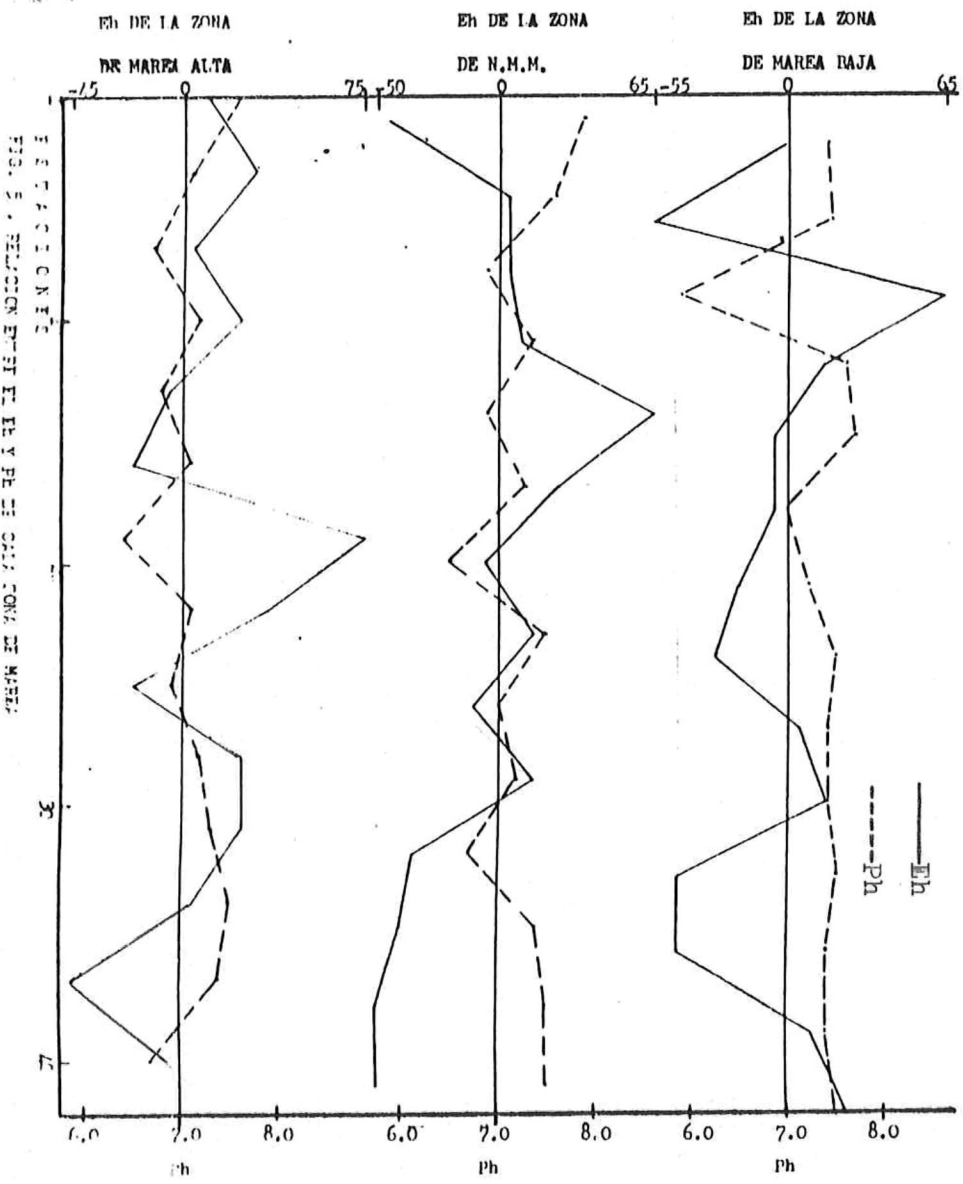


FIG. 5. RELACION ENTRE EL Eh Y Ph DE CADA FONDO DE MAREA.

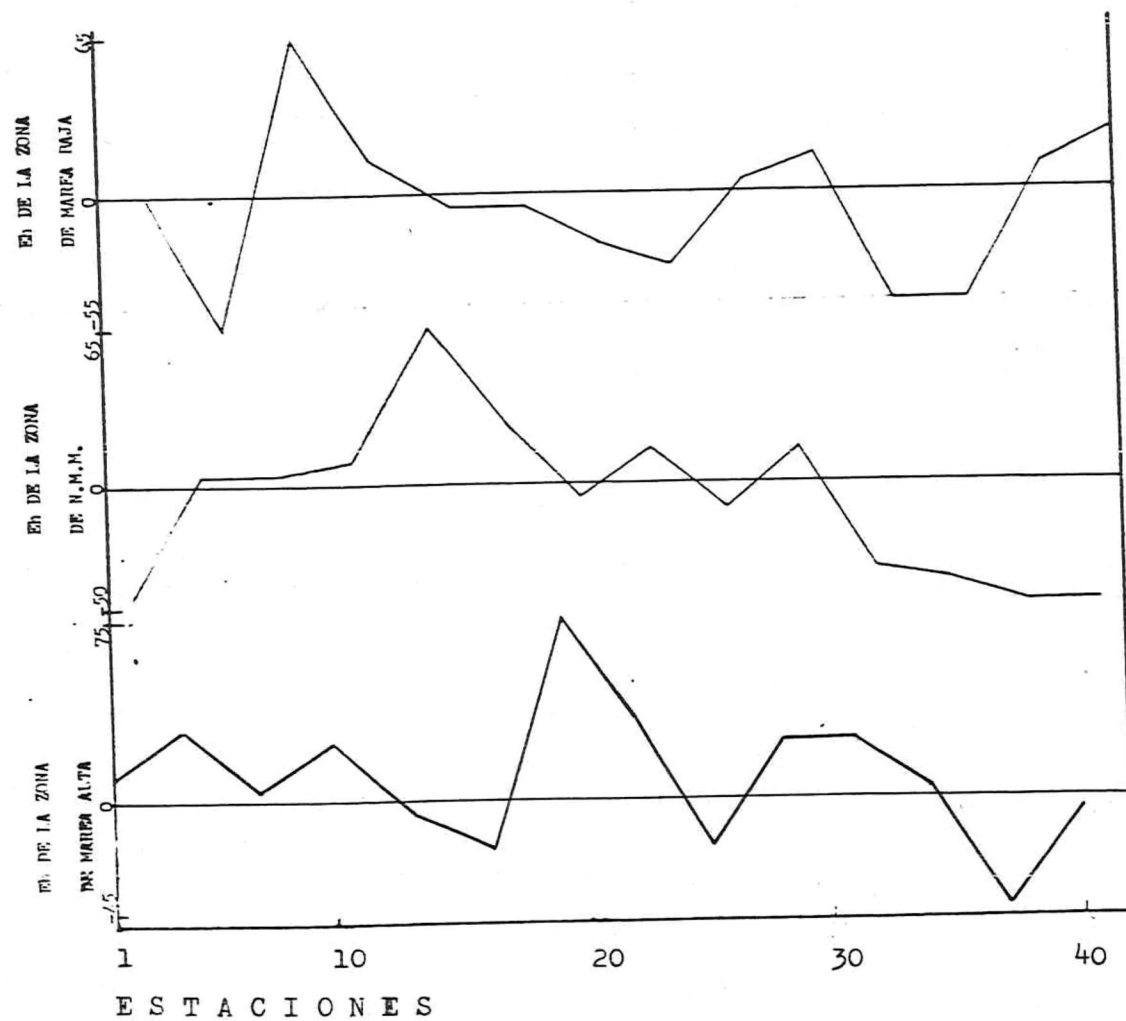


FIG. 6 . COMPORTAMIENTO DEL Eh EN CADA ZONA DE MAREA

estaciones que se localizan en la zona de marea alta poseen Eh positivo; ocurriendo lo contrario en la zona de marea baja ; mientras que en la zona de N.M.M. existe un balance entre las estaciones con valores de Eh positivo y negativo.

En la figura 7b se presentan los resultados de Eh y Ph en el diagrama de Krumbeln and Garrels(1952) en el cual se forman diferentes zonas de acuerdo a sus características de Eh y Ph:

ZONA A : Presenta valores de Eh positivo y esta delimitada por la barrera de la caliza y el plano neutral de Ph = 7.0.

ZONAS B Y C : Para la región formada por éstas dos zonas no existe precipitación química de iones debido a su condición de medio ambiente ácido. Dichas zonas se localizan sobre la barrera de materia orgánica y con valores de Ph menores de 7.0.

ZONA D : Esta delimitada por las barreras de materia orgánica y el plano neutral de Ph = 7.0 . Las estaciones correspondientes a ésta zona poseen valores negativos de Eh.

ZONA E : Posee valores negativos de Eh y está delimitada por el Plano neutral y la barrera de la Caliza.

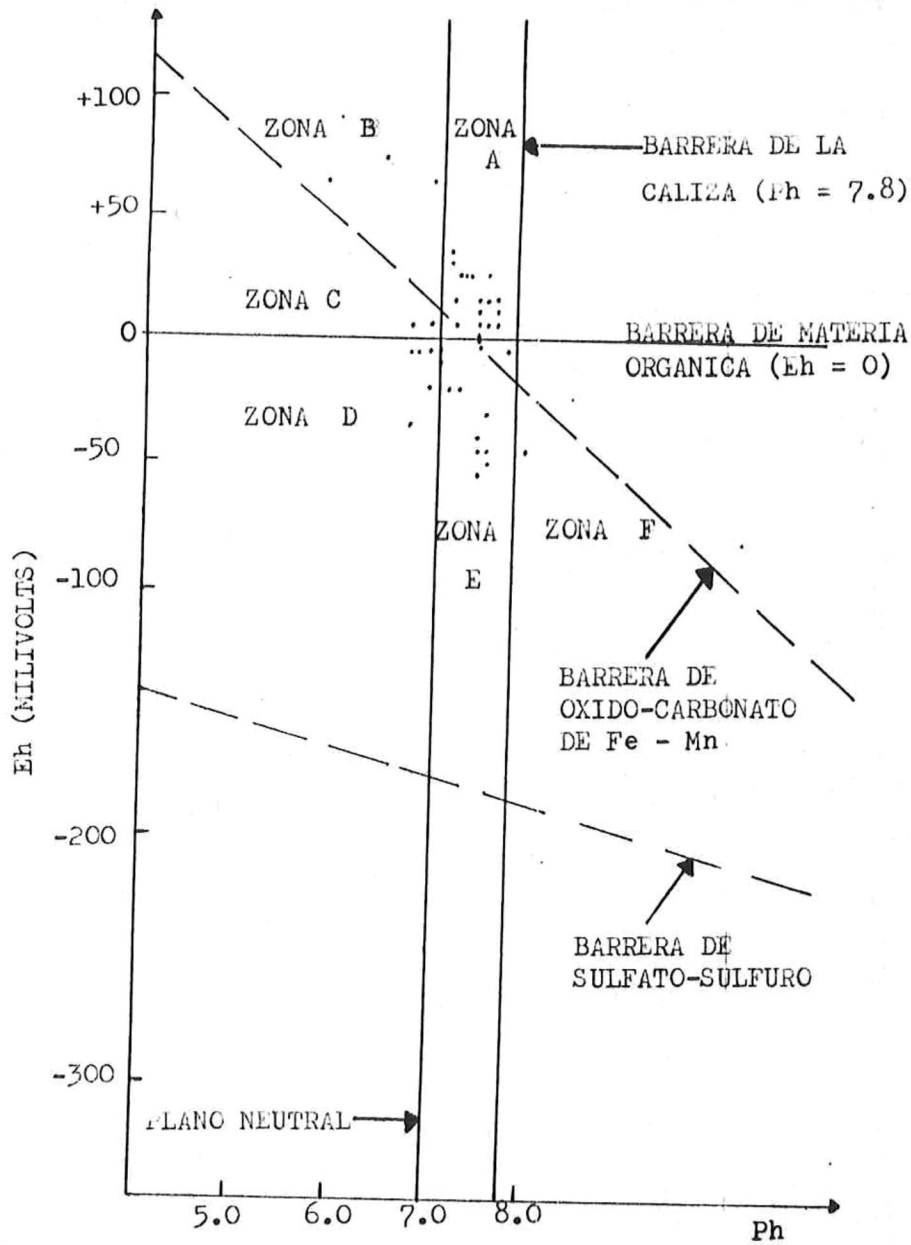


FIG. 7b. DIAGRAMA DE BARRERAS QUE MUESTRA LOS RESULTADOS DE Eh Y Ph PARA LA ZONA DE PLANICIE DE INUNDACION DEL ESTERO DE PUNTA BANDA B.C.

ZONA F : Esta definida por la barrera de la Caliza y la barrera de óxido - carbonato de Fe-Mn .

Del total de las 42 estaciones 22 poseen Eh positivo y 20 presentan Eh negativo. De estas últimas cinco estaciones corresponden a la zona de marea alta, siete a la zona de N.M.M. y las ocho restantes se localizan en la zona de marea baja (Tabla 2). De las estaciones con Eh positivo, nueve corresponden a la zona de marea alta, siete a la zona de N.M.M. y seis a la zona de marea baja (Tabla 2).

D I S C U S I O N E S

Para una mejor interpretación de los resultados, se agrupan por zonas, presentando cada una de ellas características particulares de Eh y Ph, (Fig. 7b).

ZONA A: Presenta valores de Eh positivo y está delimitada por las barreras de la Caliza y el plano neutral de $Ph=7.0$. La forman las estaciones 1,4, 5,10,11,12,17,22,23,27,28,29,30,31,34,39 y 42. Estas estaciones se encuentran distribuidas a lo largo de la planicie de inundación, desde la boca hasta la cabeza, existiendo el mayor número de ellas en la zona de Marea Alta. En general la zona A se caracteriza por la influencia de las descargas de desechos domésticos provenientes del Hotel Estero Beach y del Tony's Camp y por la abundante flora y fauna en la mayoría de las estaciones.

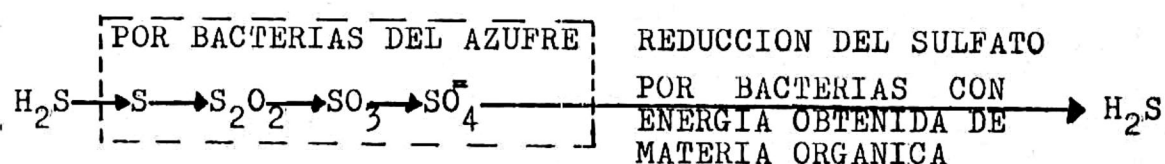
De acuerdo con Krumbein y Garrels(1952), bajo estas condiciones de Eh y Ph en esta zona los probables precipitados químicos finales son la Hematita y la Limonita además de óxidos de Mn, pudiéndose encontrar Calcita y Fosforita como minerales accesorios ; Lo

anterior se corroborara con la presencia de sedimentos de color café rojizo al rededor del Tony's Camp y en la zona de marea alta de la cabeza del "Estero de Punta Banda".

Con valores menores de $\text{Ph}=7.0$ (fig.7b) ,se presentan 10 estaciones las cuales representan medios ambientes ácidos y se clasifican en :

ZONAS B y C : Se localizan aquí las estaciones 6,7,9,14 y 19, con valores positivos de Eh. Para estas zonas no existe precipitación química de iones debido a su condición de medio ambiente ácido (Krumbein y Garrels, 1952).

ZONA D : Las estaciones correspondientes a ésta zona poseen valores negativos de Eh, está formada por las estaciones 13,20,25,32, y 40. Las cuales están distribuidas desde la cabeza hasta la parte media del Estero, y se caracterizan por su contenido de ácido sulfhídrico, lo que ocasiona el color negro de los sedimentos y un fuerte olor a "huevo acido" ; esto se puede representar por medio de la fase anaeróbica de $\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{S}$:



ZONA E : Esta zona está formada por las estaciones

3,6,15,16,18,21, 24,26,33,35,36,37,38,y 41; Las cuales poseen valores negativos de Eh y se localizan entre el plano neutral de PH=7.0 y la Barrera de la Caliza. Se distribuyen a lo largo de la Planicie de inundación y presentan características de fauna y flora abundante en la mayoría de ellas con sedimentos que varían desde un color negro hasta café-rojiso.

Se infiere de acuerdo con Krumbein y Garrels(1952) que para la zona de estudio la Siderita es el Precipitado químico más importante, encontrándose también Materia Orgánica y posiblemente Fosforita y Calcita como minerales accesorios.

ZONA F : La forman las estaciones 2 y 15. En la región de la estación 2 se infiere de acuerdo con Krumbein y Garrels,(1952) la existencia de Calcita, Materia Orgánica y minerales accesorios, tales como óxidos de Fe y Óxidos de Mn . En el campo la estación 2 se localiza cerca de la boca y está afectada por la influencia del Hotel Estero Beach, el Tony's Camp y los procesos de flujo y reflujos de Mareas. La 15 se ubica en la zona de canales y se caracteriza por abundante vegetación y poblaciones biológicas así como la fuerte evaporación.

Ponnamperuma (1972) establece que cuando un suelo sufre inundación el Ph tiende a un valor cercano a 7.0 , y

en forma general en la figura 5b se observa que la mayoría de los valores son cercanos a 7.0, lo que concuerda con lo anterior.

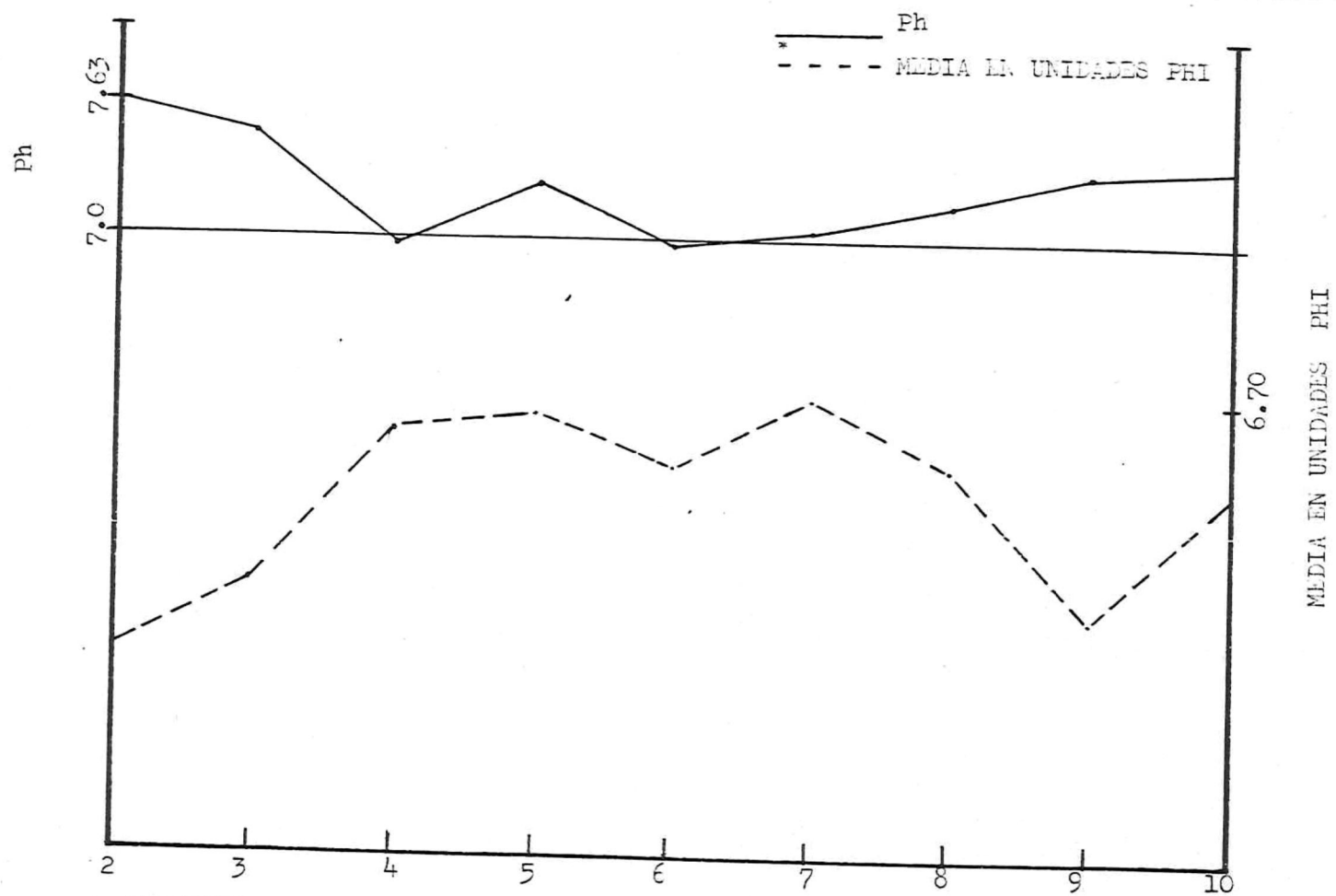
Guardado France (1986) establece que la presencia de carbonatos en la zona de marisma de inundación se debe a la gran abundancia de organismos con esqueletos calcáreos, tales como Moluscos, Ostracodos y Foraminíferos. Los valores de Ph son en su mayoría menores de 7.8 lo cual explica el origen biogénico de los carbonatos.

En la zona de Marisma de Planicie los factores que afectan la relación entre el Ph y la Media del sedimento son el Tamaño del sedimento, la Energía del medio y las descargas de aguas dulces y salobres.

Para poder establecer comparaciones con los parámetros previamente establecidos en la zona de estudio se tomaron los valores de los trabajos de Ames Sigala (1985) y Guardado France (1986), los cuales tienen la misma nomenclatura.

En general en la figura 8 se observa que a mayor tamaño de sedimentos mayor Ph.

En la figura 9 se muestra una relación directa en forma general entre el Ph y las sales solubles, indicando que a mayor Ph mayor contenido de sales solubles.



ESTACIONES

FIG. 8. RELACION ENTRE Ph Y MEDIA DEL SEDIMENTO.

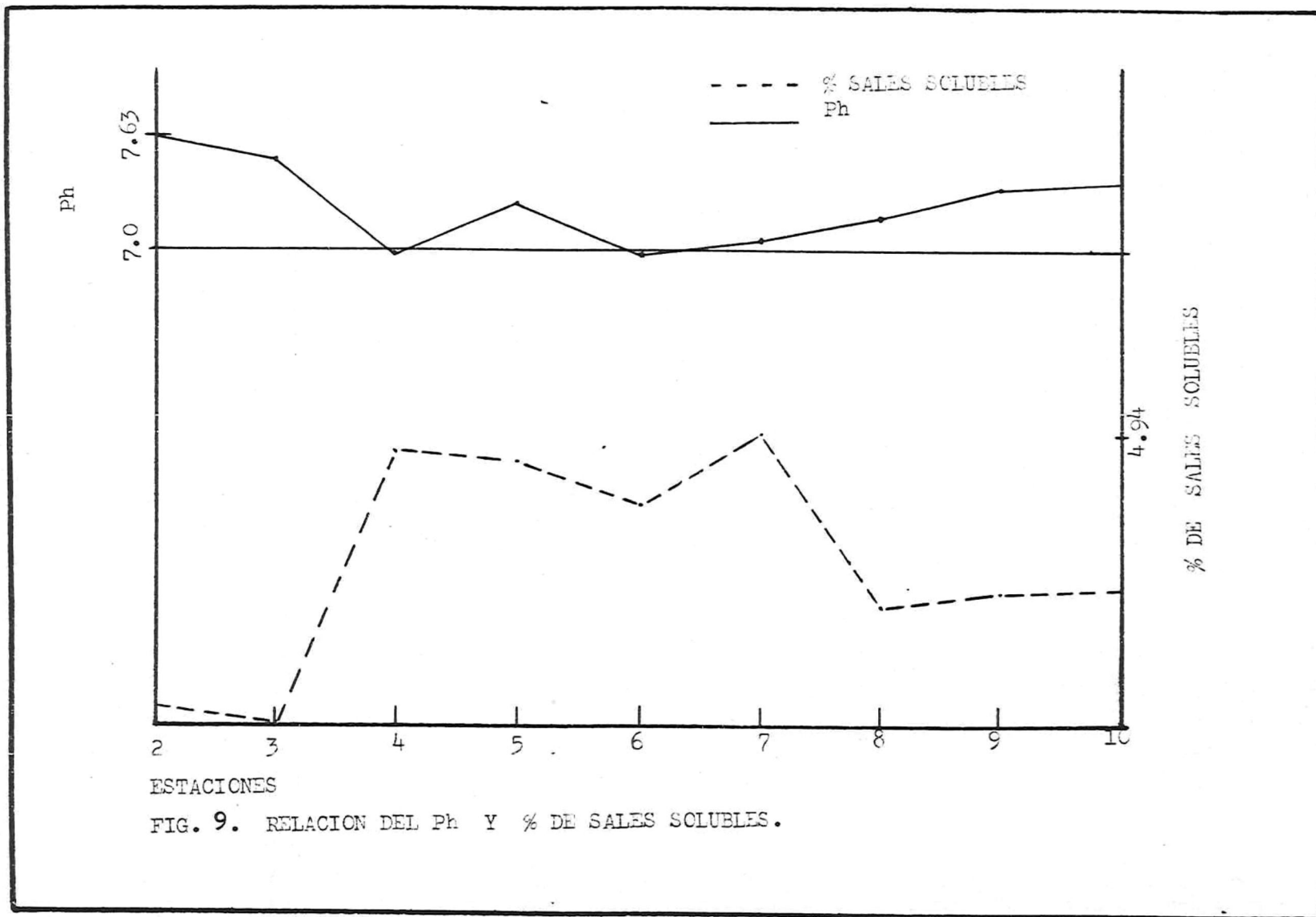


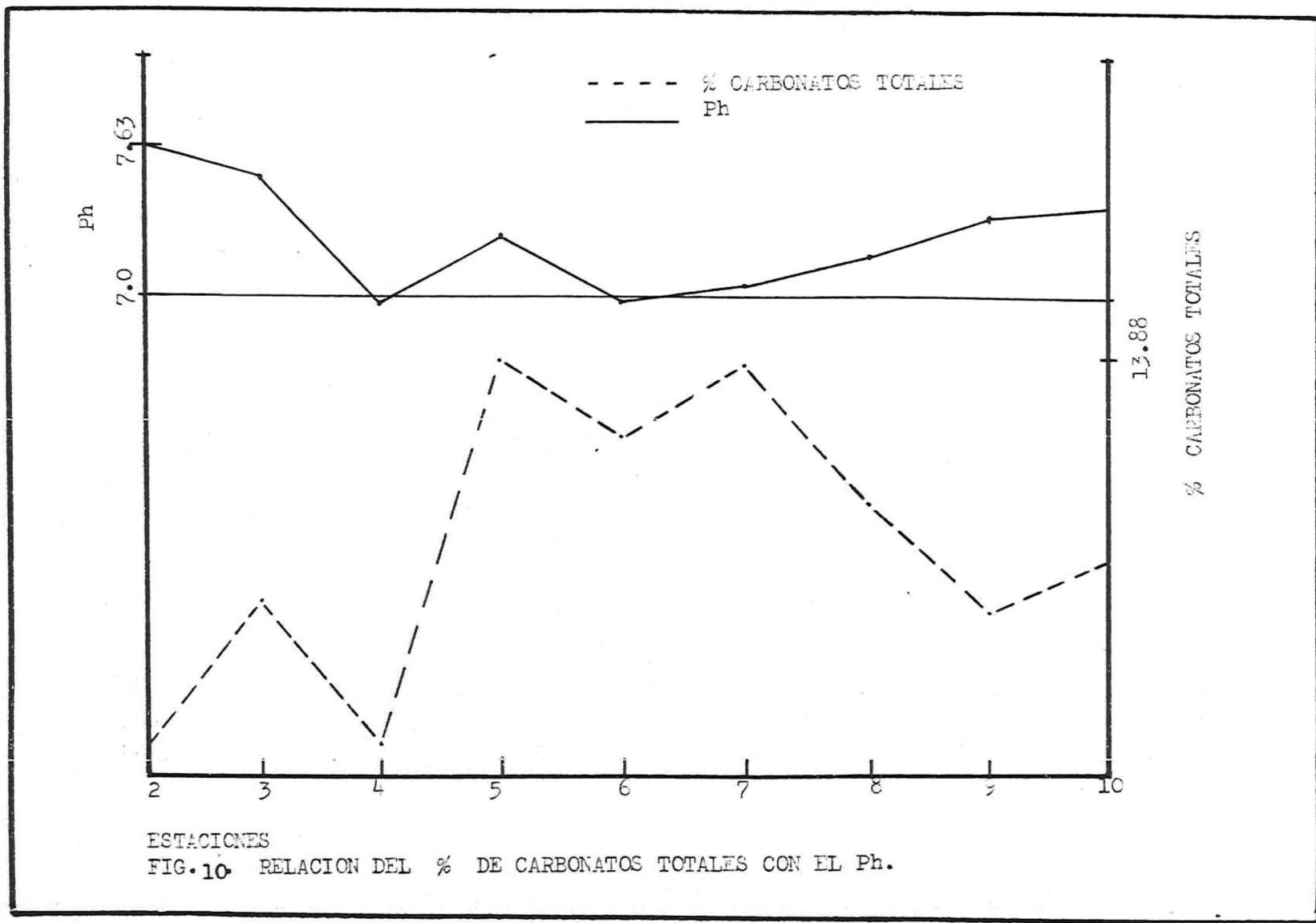
FIG. 9. RELACION DEL Ph Y % DE SALES SOLUBLES.

Ames Sigala (1985) deduce en su trabajo que los altos valores de sales solubles son ocasionados por la baja profundidad y la fuerte evaporación; esto puede relacionarse también con el Ph alcalino que presentan la mayoría de las estaciones.

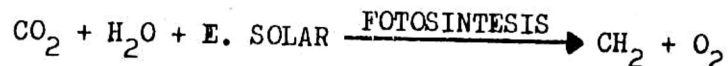
La relación entre el PH y las sales solubles puede explicarse por medio del efecto de la temperatura, ya que un aumento en la temperatura ocasiona aumento de PH y concentración y precipitación de sales solubles y carbonatos (Ponnamperuma, 1972).

Las estaciones 8, 9 y 10 presentan un promedio de sales solubles de 2.00%, con valores de PH de 7.17 para la estación 8, 7.34 para la estación 9 y 7.36 para la estación 10. Aunque la temperatura y salinidad son mayores todo el año en el interior del Estero (Celiz Cereña y Alvarez Borrego, 1975), la zona abarcada por las tres estaciones anteriores es fuertemente influenciada por las zonas agrícolas, las que drenan descargas de agua dulces ocasionando dilución, resultando en la disminución de sales solubles y aumento relativo de PH (Zobell, 1946).

La relación existente entre el PH y los carbonatos totales observada en la figura 10 es directa, indicando que a mayor PH, mayor contenido de carbonatos.



El PH va a depender de la temperatura así como por la presencia de plantas, las cuales debido al proceso de fotosíntesis:



crean un medio alcalino (Scoffin, 1970), el cual se presenta en la mayoría de las estaciones de la zona de estudio, a excepción de las estaciones 4 y 6 en las que el PH es ligeramente ácido (Tabla 2).

La vegetación predominante en la zona de planicie de inundación del Estero de Punta Banda B.C. consta de pastos halófitos tales como Suaeda californica, Salicornia sp., Frankenia grandiflora y algunos pastos Siófitos como Distichlis spicata y Spartina foliosa (Secretaría de Marina, 1974) las cuales consumen dióxido de carbono, brindan alimento y protección a algunos organismos y actúan como trampas de sedimentos.

La influencia de la energía del medio se observa en la estación 2 donde el PH es el más alcalino (tabla 5) y el contenido de carbonatos totales es el mínimo (1.08%), lo que demuestra que a mayor energía menor contenido de carbonatos totales depositados.

La comparación entre los valores de Eh de cada una de las zonas y la Media del sedimento se muestran en las

figuras 11, 12 y 13. La figura 11 presenta una relación inversa, tal como lo establecen Zobell (1946), Shepard and Moore (1955), Hutchinson (1957), Bass-Becking et al. (1960) y Ponnamperna et al. (1966 a), quienes indican que a mayor cantidad de sedimentos finos el Eh tiende disminuir ocasionado por la ausencia de oxígeno disuelto y un mejor empaque, por otro lado las figuras 12 y 13 muestran una relación directa entre el Eh y la Media del sedimento, expresando que en esas zonas ocurre oxidación y reducción tanto en sedimentos finos como en gruesos. En éstas zonas la gran bioturbación puede ser la causante de la oxigenación de los sedimentos. Kaplan y Rittenberg (1964) indican que el Eh de un sedimento marino es más influenciado por la actividad orgánica que por cualquier otro factor. En suelos inundados y cuerpos de aguas someros, el oxígeno contenido en la capa de agua alcanza la superficie del suelo por medio de difusión y por corrientes de convección. A causa de la gran demanda de oxígeno en la superficie del suelo, se desarrollan dos capas perfectamente definidas: (1) una capa superficial aeróbica u oxidizada donde el oxígeno está presente y (2) una capa anaeróbica bajo la capa oxidizada en la cual habitan solo bacterias anaeróbicas (DeLaune, et al., 1976).

En las figuras 14, 15 y 16 se presentan las relaciones existentes entre el Eh de cada zona con el PH, Materia

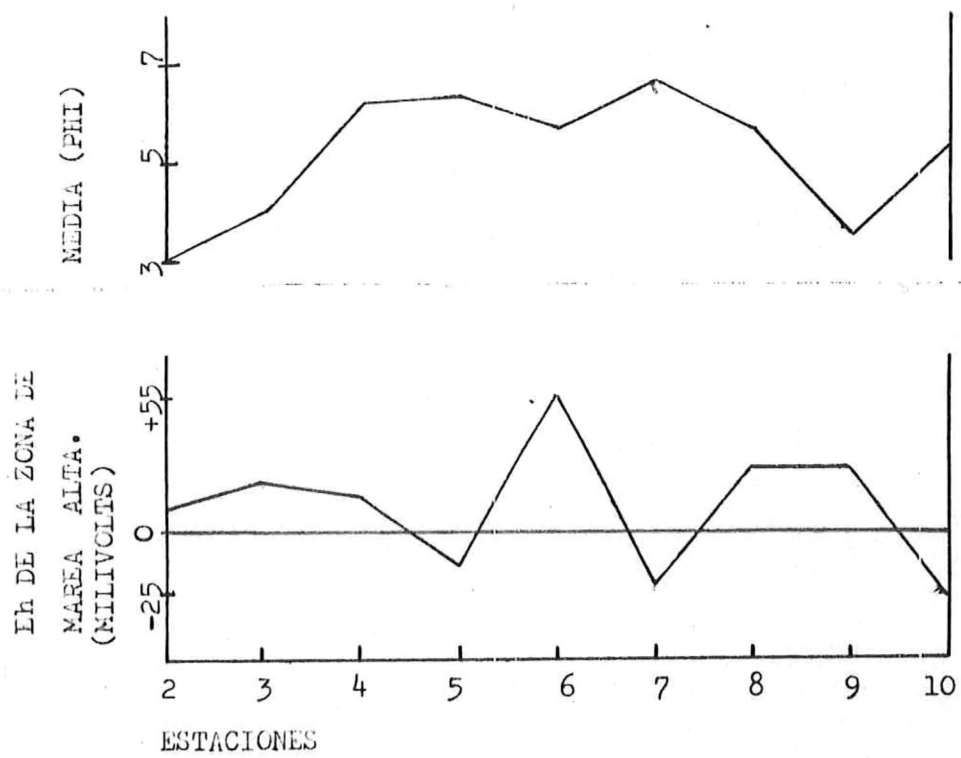


FIG.11. RELACION ENTRE EL Eh DE LA ZONA DE MAREA ALTA Y LA MEDIA DEL SEDIMENTO EN UNIDADES PHI

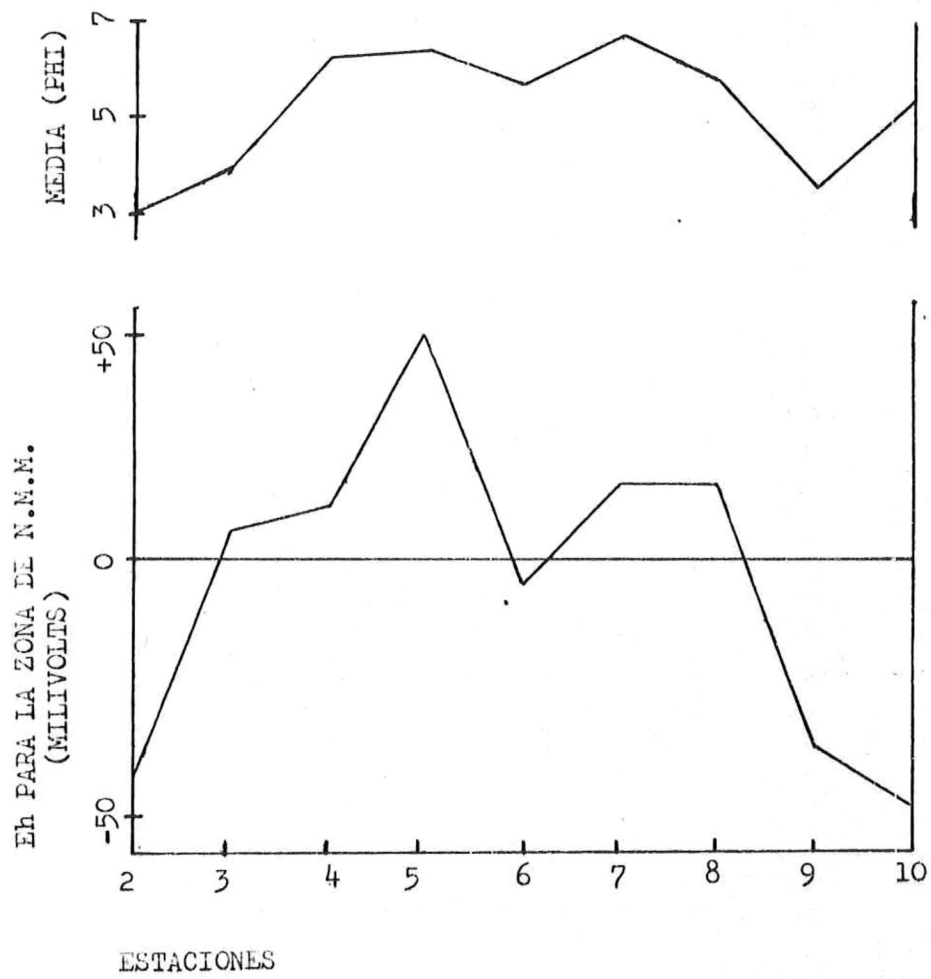


FIG.12. RELACION ENTRE EL Eh DE LA ZONA DE N.M.M. Y LA MEDIA DEL SEDIMENTO (PHI)

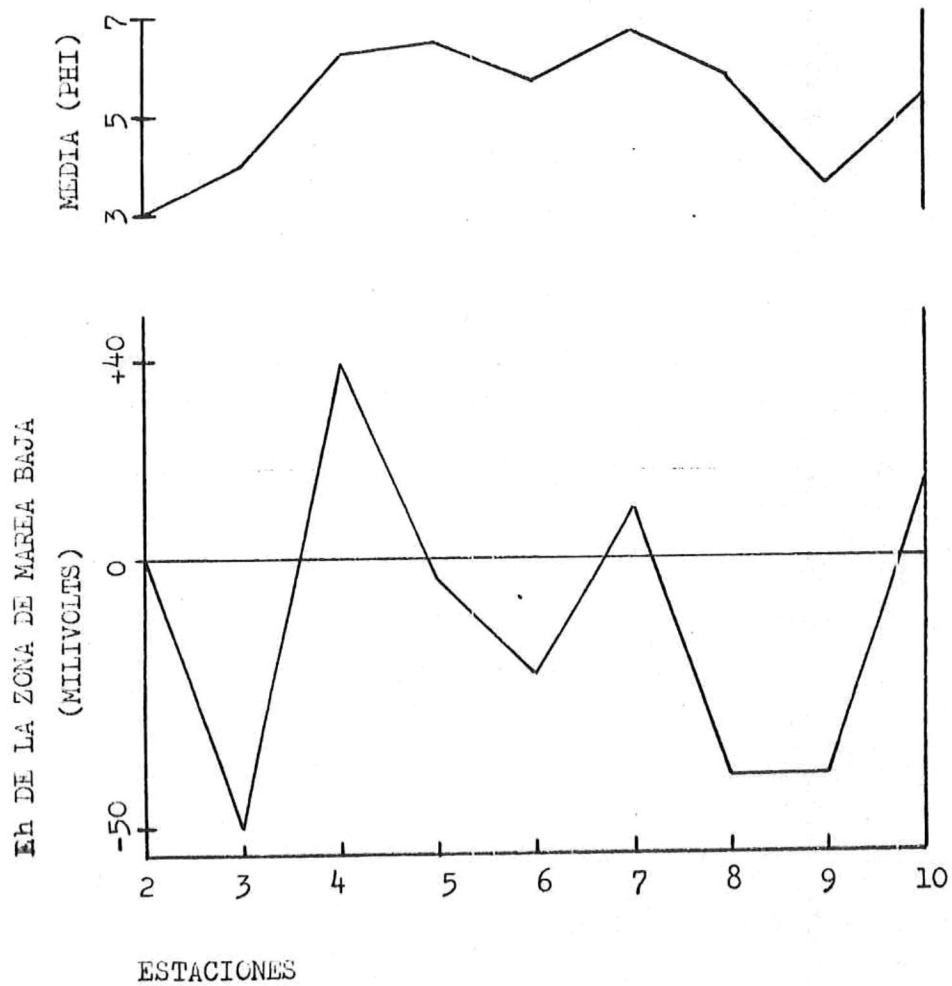
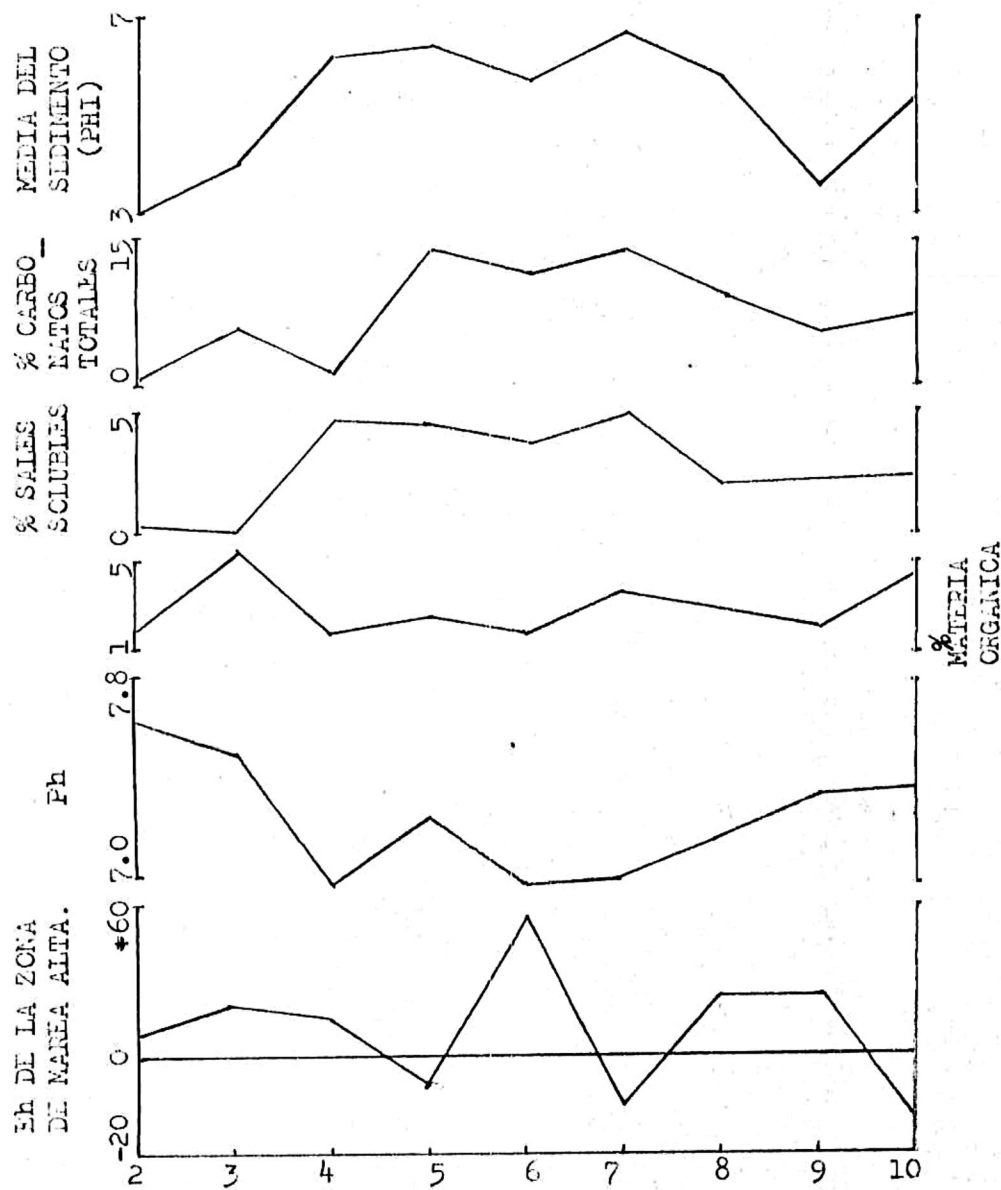


FIG. 13 . RELACION ENTRE EL Eh DE LA ZONA DE MAREA BAJA Y LA MEDIA DEL SEDIMENTO(PHI)



ESTACIONES

FIG. 14 RELACION ENTRE EL Eh DE LA ZONA DE MAREA ALTA CON LOS PARAMETROS YA ESTABLECIDOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

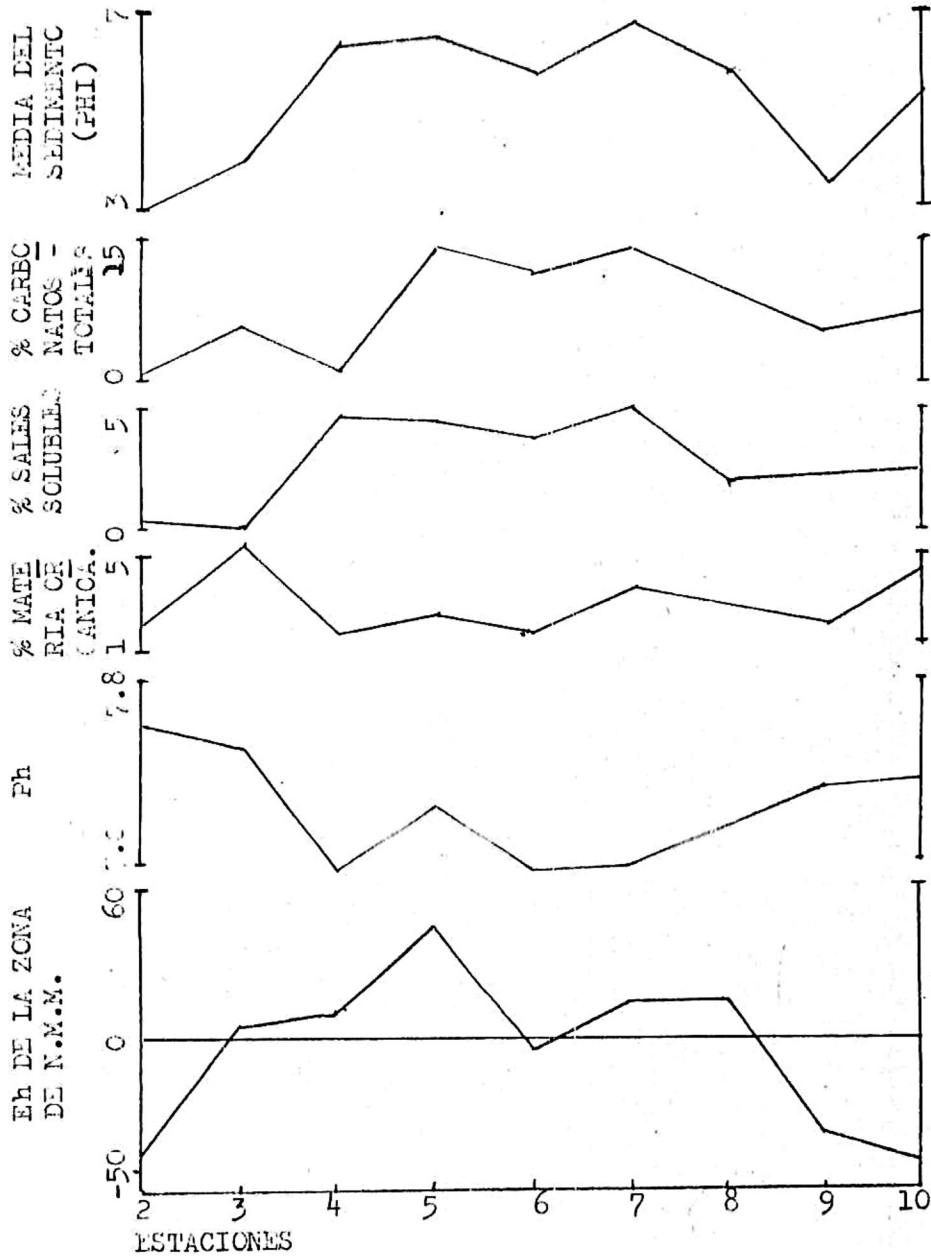
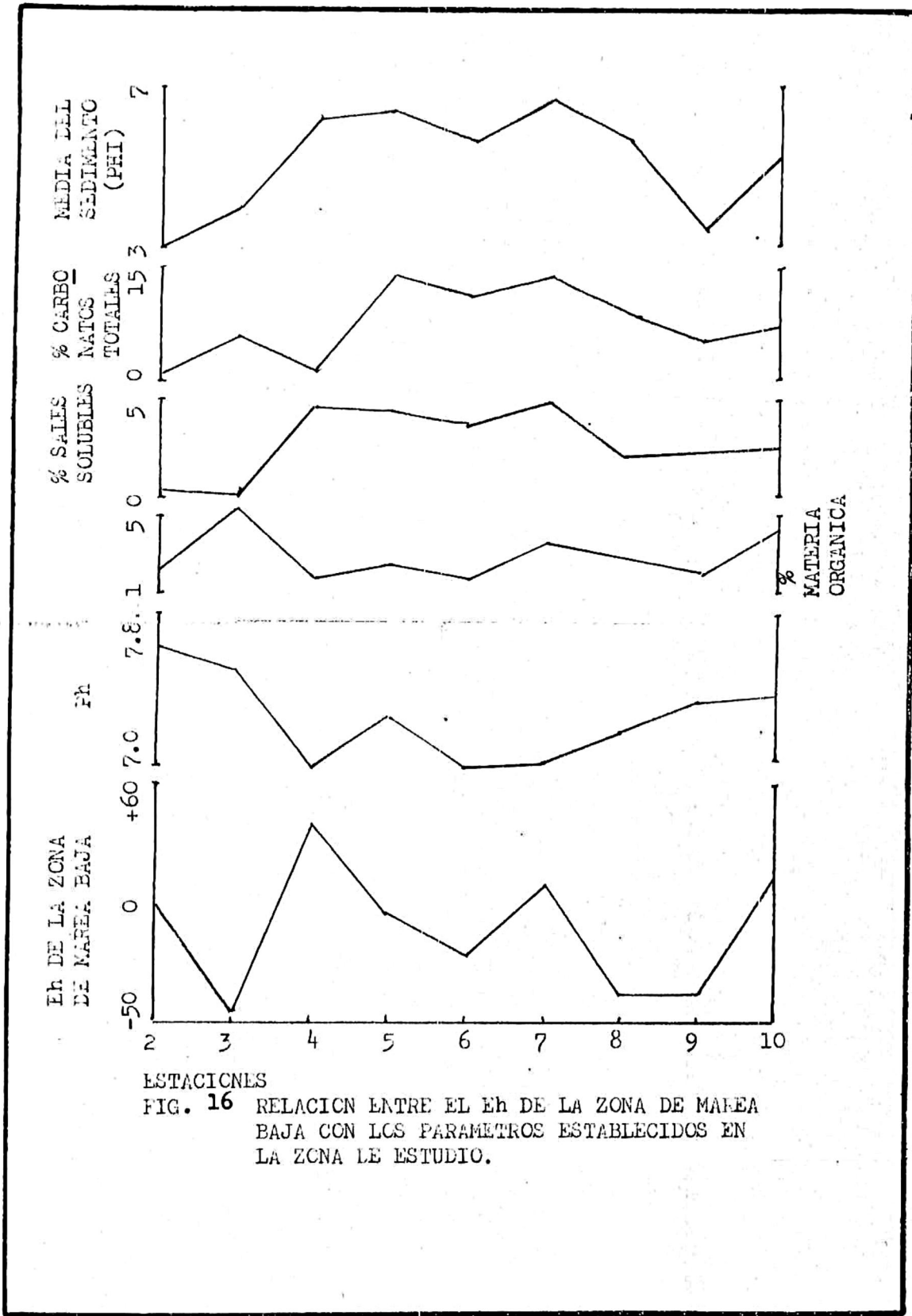


FIG. 15. RELACION ENTRE EL Eh DE LA ZONA DE PUNTO CERO (NIVEL MEDIO DE MAREA) CON LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.



ESTACIONES
 FIG. 16 RELACION ENTRE EL Eh DE LA ZONA DE MAREA BAJA CON LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS EN LA ZONA LE ESTUDIO.

Orgánica, contenido de sales solubles, Media del sedimento y contenido de Carbonatos totales. En general el Eh presenta una relación inversa con el PH, tal como lo establecen Zobell (1946), y Bass-Becking et.al.(1960) quienes indican que generalmente en sedimentos a mayor Eh menor Ph o viceversa; esto es ocasionado por la acción bacteriana sobre la materia orgánica presente. Respecto a la relación entre el Eh y la materia orgánica ésta no se presenta muy clara, ya que la materia orgánica existe tanto en condiciones de oxidación como de reducción, esto puede explicarse por que en este tipo de ecosistemas los pastos marinos actúan como atenuantes de las corrientes de mareas y como trampas de sedimentos, permitiendo que el material orgánico en suspensión se deposite en el fondo, causando una alta concentración de materia orgánica principalmente en los sedimentos de los extremos internos del Estero de Punta Banda (Celiz Cereña- Alvarez Borrego, 1975). El Eh no presenta relaciones con el contenido de sales solubles, y de carbonatos totales, ya que éstos no ejercen efecto sobre los cambios de Eh en un medio ambiente (Zobell, 1946).

C O N C L U S I O N E S

A través de la realización de éste estudio, y en base a los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente:

1.-En la zona de estudio, entre mayor sea en tamaño del sedimento mayor es el Ph, de tal manera que aumenta el contenido de carbonatos y sales solubles.

2.-La mayoría de los valores de Ph son menores de 7.8, por lo que se comprueba que la presencia de carbonatos en el Estero de Punta Banda son de origen biogénico, atribuido principalmente a moluscos, gastropodos y foraminíferos.

3.-El Ph y el Eh presentan una relación inversa, atribuida a la descomposición de materia orgánica por bacterias aeróbicas.

4.-En forma general se aprécia un aumento de Ph a partir de la parte media del Estero hacia la Cabeza del mismo, como un efecto del aumento de temperatura hacia el interior del Estero.

5.-La mayoría de los valores de Eh positivos se óbican en la zona de Marea Alta, debido a un mayor grado de aereación; mientras que el mayor número de estaciones con condiciones de reducción se localizan en la zona de Marea Baja.

6.-El Potencial Redox de la zona de marea alta mostró una relación inversa con la Media del sedimento; mientras que el Eh del N.M.M. y marea baja presentó relación directa con la Media del sedimento, atribuido principalmente a la influencia de la aereación.

7.-En forma general el Potencial Redox no presentó una relación definida con el contenido de Materia Orgánica, las Sales Solubles y los Carbonatos Totales.

8.-En la Laguna Costera "Estero de Punta Banda, B.C." existe actualmente precipitación de sedimentos químicos, regidos por el Potencial Redox y el PH que prevalecen en la zona de estudio: A) Para la zona de marea alta se reconocen como los más importantes minerales de origen químico a los Óxidos de Fe (Hematita, Siderita).

B) Para el extremo interno del Estero y la marea baja se reconoce la formación de ácido sulfihídrico.

BIBLIOGRAFIA

- Alías -Pérez de Lebría, A., 1984. Análisis de algunos parámetros característicos para la construcción de una marisma dentro del Estero de Punta Banda B.C. ,Tesis Licenciatura, E.S.C.M.
- Alvarez Borrego, J., 1981. Variabilidad espacial y temporal de temperaturas en dos lagunas costeras. Tesis Licenciatura , E.S.C.M. ,U.A.B.C.
- Alvarez Borrego, J. y M.R. Acosta, 1974. Distribución superficial de algunos parámetros hidrológicos, químicos y físicos en el Estero de Punta Banda en Otoño e Invierno. Ciencias Marinas, Vol.1(1).
- Alvarez Borrego, J., Lara Lara y M.R. Acosta, 1977. Parámetros relacionados con la productividad orgánica primaria en dos antiestuarios de Baja California. Ciencias Marinas, Vol.1 (1).
- Ames Sigala I.F., 1985. Distribución de los ambientes sedimentarios en el Estero de Punta Banda B.C. ,Tesis Licenciatura, E.S.C.M.
- Bass-Becking, I.G., Kaplan, I.R., and Moore D., 1950. Limits of natural Environments in terms of PH and Oxidation-Reduction Potential. Jour. Geol. Vol. 68(3).
- Cecelia Celiz, R. y Alvarez Borrego, S., 1975. Distribución superficial de algunos parámetros Hidrológicos Físicos y Químicos en el Estero de Punta Banda B.C., Ciencias Marinas Vol.1(1).
- Cruz Blancas, F., 1985. Origen de la laguna Costera Estero de Punta Banda B.C., Tesis Licenciatura, E.S.C.M.
- Davis J.R., 1978. Coastal Sedimentary Environments. Springer Verlag New York, 422 pp.
- Delaune, R.D., Patrick Jr., W.H. and J.M. Braanon, 1975. Nutrient Transformations in Louisiana Salt Marsh Soils. Louisiana State University, Baton Rouge, L.A.

70803 . Sea Grant Publication No. LSU-T-76-009.

Gastil, R. G., P. R. Phillips, and C. E. Allison, 1975. Reconnaissance Geology of the State of Baja California. Geol. Soc. of Am. Memoir 140.

Guillespie, L. J., 1920. Reductions Potentials of bacterial cultures and waterlogged soils. Soil Sci. Vol. 9, p. 199-216.

Guardado France, R., 1986. Distribución de Carbonatos Totales en los sedimentos de la laguna Costera "Estero de Punta Banda B.C." Tesis Licenciatura, E.S.C.M.

Hutchinson, G. E., 1957. "A Treatise on Limnology", Vol. 1. Wiley, N.Y.

Jackson, M. L., 1964. Análisis Químicos de suelos. Ed. Omega, Barcelona 1964. Tercera edición, 1976. p. 67-89.

Kaplan, J. R. and S. C. Rittenberg, 1963. In "The Sea" , (M.N. Hill)

Krumbein y Glass, 1969. Estratigrafía y Sedimentación. Ed. UTNEA.

Krumbein, W. C. and R. M. Garrels, 1952. Origin and classification of sediments in terms of PH and Oxidation - Reduction Potentials. Jour. Geol. Vol. 60, p. 1-33.

O'Brien, N. P. and Zecvireci, L. P., 1969. Design of a small tidal inlet. actas de la onceava conferencia sobre Ingeniería Costera. Londres Inglaterra, Sep. 1968. Publidadá por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.

Pearsall, W. C. and Martimer, C. H., 1939. Oxidation - Reductions potentials in waterlogged soils, natural waters and muds. Jour. Ecol. Vol 27: 483-501.

Ponnamperna, F. N., 1972. The chemistry of submerged soils. Advan. Agron. Vol 24: 29-88 , Academic Press, New York.

Pritchard, W. D., De la Paz Vela R., R. Cabrera S. Saens

F. y E. Morales, 1978. Hidrografía Física del Estero de Punta Banda. Parte I: Análisis de datos. Ciencias Marinas, Vol 5(2).

Quispel, H., 1947. Measurements of the oxidation - reduction potentials of normal and inundated soils. Soil sci., vol. 53: 265-275.

Secretaría de Marina, 1974. Estudio Geográfico de la Región de Ensenada B.C., Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo.

Scoffin, T.P., 1970. The trapping and bending of subtidal carbonate sediments by marine vegetation in Bimini Lagoon, Bahamas. Jour. Sed. Petrology, Vol 40(1).

Shepard, F.P. and Moore, D.G., 1955. Central Texas Coast Sedimentation: Characteristics of sedimentary environment, recent history and diagenesis. Amer. Assoc. Petroleum Geologist, Bull. Vol 39: 1403-1591.

Zobell, C.E., 1946. Studies in redox potentials of marine sediments. Am. Assoc. Petroleum Geologist, Bull., Vol 30: 477-513.