

CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA Y SEDIMENTOLÓGICA DE LA BAHÍA DE JARAMIJÓ, EN LA PROVINCIA DE MANABÍ

Por: Bolívar Soledispa ⁽¹⁾

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados del reconocimiento geológico de la zona de playa, zona de dunas, de los acantilados, así como fotografías de las características geomorfológicas más sobresalientes de la Bahía de Jaramijó, observadas en el año 2008.

Los acantilados son de mediana a baja altura, conformados por rocas sedimentarias, principalmente de la Formación Tablazo. Hay algunos sectores donde la erosión es más fuerte, producto del socavamiento que hace el oleaje en la base de los acantilados.

También se presentan los resultados de las investigaciones realizadas sobre sedimentos superficiales de fondo, desde el punto de vista de la textura y de los parámetros estadísticos.

Un total de 45 muestras de sedimentos del fondo marino de la zona costera de Jaramijó, fueron analizadas, de cuyos resultados se determinó una predominancia de limo, aunque también hay arena, principalmente en la zona cercana a la orilla. También hay mezclas de estas dos fracciones, pero en menor proporción, y se ubican en el centro, y en sector oeste del área de estudio.

ABSTRACT

This article presents the results a geologic recognition of the beach zone, dunes zone, cliffs; as well as the must great photographs of geomorphologic characteristics of the Jaramijó Bay.

There are cliffs of median and low height, formed by sedimentary rocks, mainly of the Tablazo rocks formation. There are some sectors where the erosion is very hard, produced by undermine that makes a hard surge at the cliffs bases.

Also this article includes the results of the research made on superficial basic sediments, from a point of view of the texture and statistical parameters.

A total of 45 samples of sediments, of the marine bottom of the coastal zone of Jaramijó, were analyzed, of whose results slime predominance, although there is also sand mainly near the border zone. Also there are mixtures of these two fractions, but in smaller proportion, and they are located in the middle, and in the west sector of the research area.

⁽¹⁾ Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de Julio, Base Naval Sur. Casilla 5940, Guayaquil-Ecuador. Fax: (593-4)248 5166 E-mail: geofisica@inocar.mil.ec

ANTECEDENTES

La línea de costa se constituye en la interface geográfica y geológica más importante entre la tierra y el mar. Desde la mitad del siglo anterior se observa en varias regiones del mundo una tendencia a la migración de las poblaciones hacia la zona litoral, lo que la convierte en una de las áreas de mayor interés en todos los aspectos.

Con relación a la zona costera ecuatoriana, un reconocimiento geológico de la línea de costa, así como el estudio de los sedimentos del fondo marino, es importante por cuanto en época de invierno, especialmente ante un evento El Niño, esta es afectada por torrenciales lluvias, las mismas que provocan que los ríos erosionen y transporten hacia el mar, grandes cantidades de sedimentos del continente. Es necesario, por lo tanto, conocer estos cambios en la línea costera y en la cubierta sedimentaria, información que sirve para ayudas a la navega-

ción, a través de las cartas hidrográficas que edita el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), además de la aplicación en otras actividades.

Basado en lo anteriormente expuesto, la División de Geología Marina del INOCAR, llevó a cabo el estudio titulado “Caracterización Geomorfológica y Sedimentológica de la Bahía de Jaramijó, Provincia de Manabí.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio es la Bahía de Jaramijó, ubicada en la Provincia de Manabí, al oeste del país (Figura 1). Frente a esta bahía se asienta la principal población que lleva el mismo nombre, puerto pesquero cuyo acceso principal desde la ciudad de Manta, así como desde otras poblaciones como el balneario Crucita, etc., es una carretera asfaltada, que corre paralela a la línea de costa.

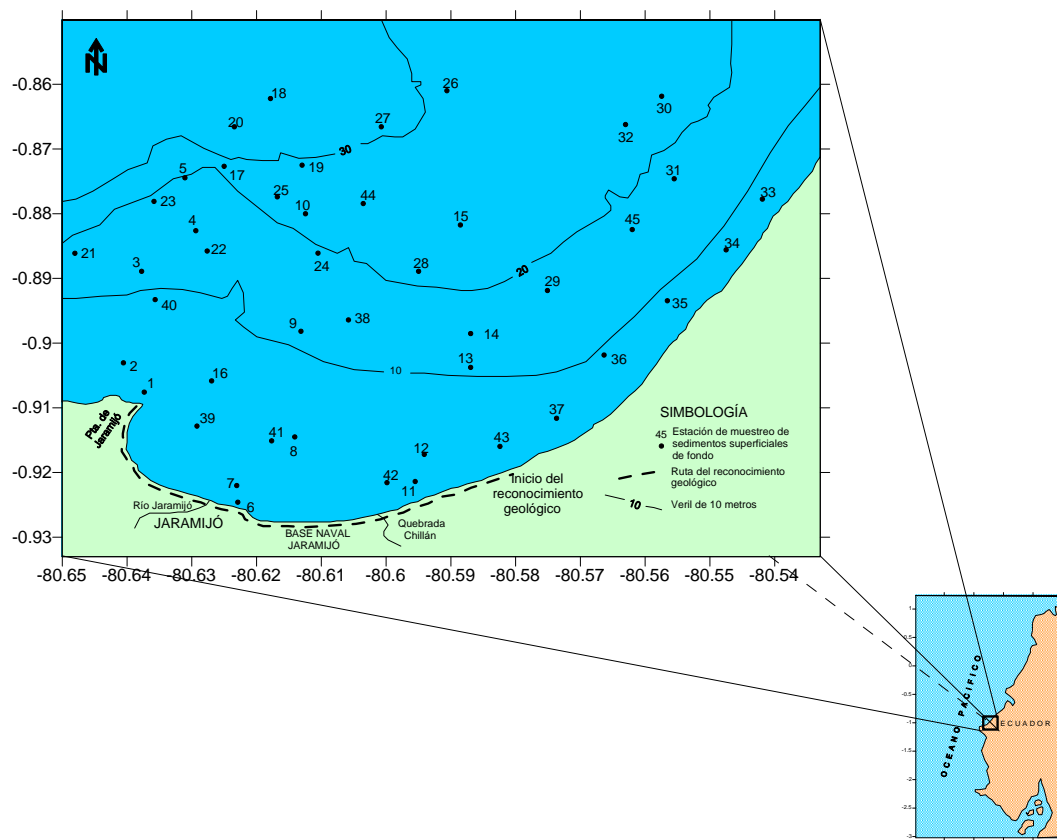


Figura 1.- Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos superficiales de fondo; y de la ruta del reconocimiento geológico, en la Bahía de Jaramijó.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

De campo

En la línea de costa del área de estudio se llevó a cabo un reconocimiento geológico de la zona de playa; del material que lo conforma; de las zonas erosionadas y acrecionadas; de las áreas de dunas; así como de los acantilados. Se recolectaron muestras de arena, y se fotografiaron los rasgos geomorfológicos más sobresalientes, con las cuales se complementó el informe. El reconocimiento geológico se inició en el lado este, en el sector de la playa cuyas coordenadas son: 0°56'17"S y 80°36'17"W; desde aquí, hacia el oeste, es decir, hacia Jaramijó (coordenadas: 0°56'42"S y 80°38'10"W), hasta la punta rocosa del mismo nombre (coordenadas: 0°55'46"S y 80°39'16"W). Este trabajo se llevó a cabo los días 12 y 13 de abril/2008.

En la zona costera se efectuó un muestreo de sedimentos superficiales de fondo, en el que se planificó recolectar 15 muestras, distribuidas en 5 perfiles perpendiculares a la línea de costa, pero solamente se tomaron 14, ya que en la Estación 1, después de varios lances de draga, no se pudo recolectar muestra, por lo que se deduce que dicho sector es rocoso, debido a que es la prolongación de Punta Jaramijó.

Para este muestreo, realizado entre los días 9 al 12 de abril/2008, a bordo de una lancha contratada para tal efecto, se utilizó una draga de caída libre, tipo Van Veen; para el posicionamiento de estas estaciones se utilizó el sistema GPS.

Además de las muestras de sedimentos antes indicadas, también fueron consideradas 30 muestras de sedimentos que fueron recolectadas en el mismo sector, por el personal del Dpto. de Hidrografía en abril/2007, para complementar la información de la Carta IOA-10400-

JARAMIJÓ, las mismas que en este trabajo van indicadas desde el número 16 hasta el 45 (Figura 1).

De laboratorio

La granulometría de las muestras de sedimentos se determinó utilizando métodos estándar de análisis con tamices y pipetas. Se lavaron las muestras utilizando un tamiz No. 230, que tiene 0.0625 milímetros de abertura de malla, para separar las dos fracciones que conforman el sedimento: la fracción gruesa y la fina. La primera fue sometida al tamizaje seco, utilizando un juego de tamices U.S. Standard Testing Sieve, y un agitador mecánico Ro-Tap, durante 15 minutos (Folk, 1969); mientras que la segunda, fue tratada mediante el análisis de pipeta (Folk, 1969).

De Gabinete

Se revisó la información obtenida en el reconocimiento geológico, incluyendo información bibliográfica; se redactó el informe, el mismo que fue complementado con fotografías de las características geomorfológicas más importantes.

Las coordenadas de las estaciones de muestreo y su profundidad, así como el porcentaje de las fracciones arena y limo, y su textura, se presentan en las Tablas I y II, respectivamente.

RESULTADOS

a) Geomorfología de la línea de costa de la Bahía de Jaramijó

En el sector donde se inició el reconocimiento geológico (Coordenadas: 0°56'17"S y 80°36'17"W), se observa un acantilado de aproximadamente 4 metros de altura; está cubierto de vegetación, por lo que no se aprecian los estratos rocosos; esta

altura la mantiene hasta unos 150 metros. La playa está conformada de arena de grano fino, con una suave pendiente, observándose en su parte superior manchas de arena ferrotitanífera, llamada también arena “negra”.

Las olas llegan hasta el pie del acantilado, erosionando su base, y arrastrando el material más fino hacia el mar.

Algo que resalta y que se extiende en un tramo de esta playa, son las llamadas cúspides, es decir, pequeños montículos de rocas redondeadas, de diferentes tamaños, siendo las mayores de 10 x 20 centímetros, incluyendo fragmentos de concha, las cuales le dan un color blanquecino (Foto 1). Estos montículos tienen aproximadamente 12 metros de largo por 6 metros de ancho, llegando hasta la parte superior de la playa; se extienden hasta unos 100 metros, y sólo están concentradas en ese sector, porque no se observan otros montículos ni a la derecha ni a la izquierda de la playa.



Foto 1.- Playa de arena fina, con montículos llamados también cúspides, conformados de material grueso.

Avanzando unos 300 metros, el acantilado se presenta con una altura aproximada de 7 metros, es muy inestable, meteorizado, constituido por rocas de la Formación Tablazo (Segovia, 1989). Desde su parte

superior está conformado por una arenisca-limosa, de color grisáceo, de granulometría fina; luego, una arcillolita limosa, gris-oscuro, bien consolidada; a continuación se extiende una capa de ceniza volcánica, blanquecina, muy deleznable, la misma que resalta a la distancia por su color (Foto 2), tiene un espesor aproximado de 40 centímetros, pero va aumentando a medida que se avanza en dirección a Jaramijó; le sigue un conglomerado pardo- amarillento; luego aparece nuevamente la arenisca-arcillosa; y por último, una capa de arcillolita, color amarillento, sin consolidar, la misma que está cubierta parcialmente por el material que se ha desprendido de la parte superior, entre los cuales hay pequeños bloques del conglomerado, el mismo que presenta fósiles como conchas rotas, foraminíferos, etc.



Foto 2.- Acantilado bien meteorizado, en el que resalta la capa de ceniza volcánica.

A unos 150 metros (Coordenadas: 0°56'20"S y 80°36'25"W), el acantilado alcanza una altura de unos 7 metros, con los mismos estratos de la descripción anterior, apreciándose en su parte superior, que el viento sopla con tal intensidad que levanta en el aire la tierra más fina, mientras otra parte se desliza por la ladera, casi vertical, lo que facilita su caída, evidenciando esto que la fuerza eólica juega un papel importante en el proceso erosivo de ese sector.

Avanzando unos 100 metros (Coordenadas: 0°56'23"S y 80°36'31"W), se aprecia que un gran sector de la playa está conformada por una plataforma de erosión (Foto 3). Esta plataforma, que se extiende unos 120 metros a lo largo de la playa, en ciertos sectores está cubierta de arena de grano fino; cerca de la berma se observan manchas de arena ferrotitanífera.



Foto 3.- Plataforma de erosión que queda como evidencia del retroceso de los acantilados.

En el sector de playa de Coordenadas: 0°56'26"S y 80°36'35"W, el acantilado presenta una altura de 3-4 metros, y en la que la capa de ceniza volcánica anteriormente señalada, se presenta con mayor espesor, ya que alcanza unos 60 centímetros. El acantilado está disectado por varios esteros secos; también se aprecian restos de canales de drenaje de agua de lluvia, así como los de una pequeña edificación, esta última, ubicada en la mitad de la playa, ambos destruidos por el oleaje.

A unos 70 metros del punto anterior (Coordenadas: 0°56'23"S y 80°36'46"W), se encuentra la Quebrada Chillán, (Foto 4), con una playa bien amplia; con una mayor pendiente en su parte superior; aquí desemboca el estero del mismo nombre.

Un cordón litoral, producto de la sedimentación costera, bloquea la desembocadura del estero que lleva el mismo nombre de la

quebrada. Hacia atrás hay una laguna que se extiende varias decenas de metros tierra adentro, cuya agua proviene del mar, e ingresa con la pleamar, y posiblemente también por infiltración, a través de la arena de grano grueso que se ha acumulado en la parte superior de la playa, y de allí, varias decenas de metros hacia atrás, formando una duna.



Foto 4.- Un cordón litoral tapona la desembocadura del Estero Chillán, en la quebrada del mismo nombre.

Al lado izquierdo de la Quebrada Chillán está ubicado el acantilado sobre el cual se asienta la Ciudadela Arcadia de la Base Naval de Jaramijó (BASJAR), el mismo que está cubierto de vegetación (Foto 5), por lo que no se aprecian los estratos rocosos. Es de señalar que en este sector se han producido muchos deslizamientos de tierra, en bloques de decenas de metros, los que actualmente también están cubiertos de vegetación.



Foto 5.- Acantilado cubierto de vegetación

La playa en este sector es baja, con poca inclinación, compuesta de arena de grano fino, es amplia, en las que se observan las típicas ondulitas o ripple mark, característica del vaivén de las olas. Además, en la playa se aprecian pequeñas entrantes y salientes. Hay sectores donde el acantilado es vertical, y paulatinamente va aumentando su altura.

A unos 100 metros, en la playa, hay bloques de rocas areniscas de hasta 2.50 metros x 1.50 metros. En este sector, el acantilado tiene una altura aproximada de 10 metros.

También se aprecia que un sistema de drenaje de agua de lluvia de la Ciudadela Arcadia ha sido destruido, debido al socavamiento de la base del acantilado; el bloque caído está cubierto de vegetación, y hacia la parte superior de la playa, las grandes rocas han quedado como evidencia.

A partir del anterior deslizamiento de rocas empieza una amplia playa con una leve inclinación, pero siempre el acantilado se presenta cubierto de vegetación.

En forma general, la playa está conformada por arena de grano fino, notándose que hacia la parte superior de ésta, hay manchas de arena ferrotitanífera.

Un poco más adelante, en el sector de Coordenadas $0^{\circ}56'47''S$ y $80^{\circ}37'37''W$, el acantilado continúa con una altura aproximada de 4 metros, con una capa de arcilla-limosa en la parte superior; debajo está el estrato de ceniza volcánica con aproximadamente 20 centímetros de espesor, el mismo que aumenta paulatinamente hasta alcanzar unos 40 centímetros; le sigue una arenisca-arcillosa; y bajo ésta se ubica el conglomerado calcáreo.

En el límite de BASJAR con Jaramijó (Coordenadas: $0^{\circ}56'51''S$ y $80^{\circ}37'51''W$),

hay una pequeña quebrada, actualmente cerrada por un cordón litoral, conformado por arena gruesa, por lo que no hay entrada de agua de mar con la marea. Este cordón se rompe cuando las lluvias son torrenciales, por ejemplo ante un evento El Niño. Después de esta quebrada continúa el acantilado, con una altura de 3 metros, conformado por arenisca de grano fino, con algo de arcilla.

También en este sector hay una edificación privada, grande, construida en la parte alta del acantilado, cuya base está siendo socavada (Foto 5), por lo que a mediano plazo la afectación va a ser mayor. Para tratar de minimizarlo, han construido un muro de contención con rocas grandes, pero las olas han continuado su proceso erosivo, ya que la corriente litoral proveniente del oeste, al llegar al extremo del muro, gira a la derecha, entrando con fuerza hacia el acantilado, socavando su base, con la consiguiente amenaza de destrucción de dicha vivienda.



Foto 5.- Muro de contención construido para minimizar el efecto del oleaje en una vivienda, pero sin resultado positivo.

Algo que resalta en este pequeño acantilado son las cuevas que se están formando como producto del oleaje (Foto 6), las mismas que alcanzan una profundidad horizontal de 1.80 metros por 2 metros de diámetro, siendo éstas, una clara evidencia de que las olas son muy dinámicas en este sector.



Foto 6.- Cuevas en el acantilado formadas por el fuerte oleaje

A unos 500 metros, en el sector de Coordenadas $0^{\circ}56'42''S$ y $80^{\circ}38'10''W$, sobresale un acantilado en forma de punta, de unos 20 metros de altura, con grandes rocas a sus pies; resaltando también una plataforma de erosión conformada por arenisca, la misma que se extiende decenas de metros mar adentro; y que en su extremo cercano a la orilla, ha comenzado a ser cubierta por arena de grano medio.

Hay una vivienda construida en la cima de un acantilado, que amenaza con caer, por cuanto sus pilotes delanteros, debido a la socavación, han quedado en el aire (Foto 7).



Foto 7.- Vivienda en lo alto del acantilado, en cualquier momento podría caer.

Desde el punto anterior, empieza un muro de contención o enrocado (Foto 8), de aproximadamente 100 metros de largo, conformado por rocas areniscas de gran tamaño, cuya función es la de proteger la angosta calle del malecón de Jaramijó, del embate de las olas; aquí se han instalado restaurantes para atender a los turistas; no hay playa en este sector, ya que el agua de mar lo cubre, tanto en pleamar como en bajamar.



Foto 8.- Muro de contención de grandes rocas en el malecón de Jaramijó.

Al término del enrocado, en el sector de coordenadas: $0^{\circ}56'40''S$ y $80^{\circ}38'23''W$, se inicia una playa de bolsillo, conformada por arena gruesa con pequeños fragmentos de concha; en este sector no hay acantilados. Hay una vivienda que a su alrededor tiene un enrocado, pero aun así el oleaje va marcando su efecto erosivo, por lo que en algún momento esta estructura será destruida. En este sector resalta también una tubería de concreto, de un metro de diámetro, para el drenaje de agua de lluvia, pero que actualmente está seca, cubierta casi la mitad de su diámetro por la arena que entra con la marea.

Aproximadamente a 80 metros desde la tubería de concreto se reinicia el acantilado,

el mismo que se extiende hacia el oeste pero paulatinamente va cambiando hacia el noroeste, debido a que la línea de costa hasta Punta Jaramijó toma una forma de media luna. El acantilado tiene unos 18 metros de altura; a sus pies se aprecia gran cantidad de material suelto, así como de rocas que se han desprendido de la parte alta, evidenciando con esto el retroceso a que son sometidos los acantilados, ante el avance del mar, cuando el agua socava su base.

La playa de este sector es angosta, de arena de grano fino, pedregosa, con rocas que afloran, las mismas que forman parte de la plataforma de erosión, pero gran parte de ellas han sido cubiertas por arena fina. También hay viviendas construidas en la cima, afectadas por la erosión, como la de la Foto 9, que muestra una vivienda en la que la mitad del bloque sobre el cual se asentaba, se deslizó, lo que dejó al descubierto la base de dicha vivienda.



Foto 9.- Vivienda también afectada por la erosión.

A unos 200 metros del punto anterior (Coordenadas: $0^{\circ}56'35''S$ y $80^{\circ}38'41''W$), el acantilado es casi vertical, con continuos deslizamientos de tierra, prueba de ello es el material suelto que está a sus pies; también se aprecian cuevas. Aquí también el viento ejerce su influencia y provoca desprendimientos de tierra y sobre todo, de

roca, de allí que es recomendable caminar a una prudencial distancia de estos.

Varios sectores del acantilado están cortados por pequeños esteros, actualmente secos, pero que en época de fuertes lluvias, transportan grandes cantidades de agua, y en su descenso hacia el mar, lo socavan.

Desde el punto anterior hasta Punta Jaramijó (Coordenadas: $0^{\circ}55'46''S$ y $80^{\circ}39'16''W$), se acentúa la erosión de las olas en el material sedimentario de los acantilados. Aquí también hay sectores con viviendas destruidas en la cima, incluyendo la infraestructura de un laboratorio de larvas de camarón y cámaras de pozos sépticos, cuya destrucción se debe al deslizamiento del bloque donde estaban asentadas. Hay sectores del acantilado donde la capa de ceniza volcánica, de color blanquecino, anteriormente señalada, presenta un espesor entre 5 y 20 centímetros.

A medida que se acerca a Punta Jaramijó, la playa se vuelve más pedregosa; la plataforma de erosión, conformada por arcillolita, es también más visible por ser más amplio el sector que ocupa, ya que se extiende hasta las inmediaciones de la antes mencionada punta rocosa. El acantilado está bien fisurado y con presencia de cuevas.



Foto 10.- Macizo rocoso de Punta Jaramijó.

En Punta Jaramijó (Foto 10), el acantilado tiene unos 8 metros de altura; el terreno es muy irregular, está rodeado de rocas areniscas de diferentes tamaños; también hay sectores cubiertos de arena; la plataforma de erosión de arcillolita se prolonga varias decenas de metros tierra adentro.

a) Sedimentos de fondo de la zona costera de la Bahía de Jaramijó

Con los resultados del análisis granulométrico se elaboró el mapa de distribución aproximada de los sedimentos superficiales de fondo del área de estudio (Figura 2), en la que se aprecian cuatro tipos de sedimentos, los mismos que en orden de predominancia son: limo, arena, arena-limosa y limo-arenoso, los mismos que a continuación se exponen:

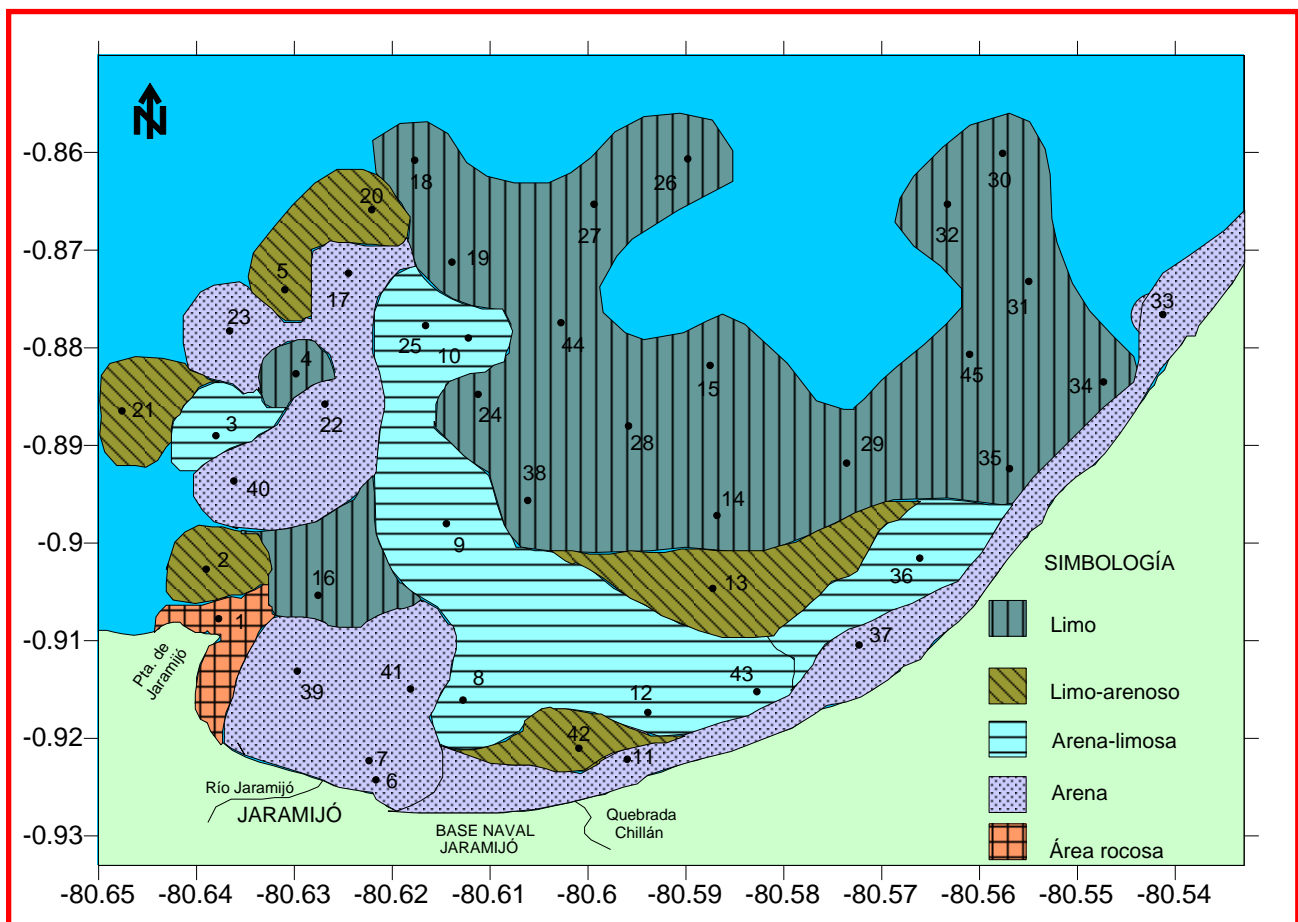


Figura 2.- Mapa de distribución aproximada de los sedimentos superficiales de fondo según su textura.

➤ **Limo**

El material limoso es el sedimento predominante, ya que cubre un gran sector del área de estudio, con porcentajes que van desde 99.54 hasta 77.71% de este material (Tabla II), está mezclado con arena pero en menor proporción. Se localiza principalmente en el lado noreste del área de estudio, en una amplia franja con una orientación

este-oeste, aunque también se extiende hacia el norte (Figura 2). También se aprecia este material en el lado oeste, en parches más pequeños.

➤ **Arena**

Le sigue en predominancia una arena de grano muy fino, bien clasificada, con un porcentaje comprendido entre 80.49 y

98.07% de dicho material; y se ubica preferentemente cerca de la orilla, en una franja paralela a la costa (Figura 2); está mezclada con limo en una cantidad que no supera el 9% de ese material. También se observa acumulación de arena hacia el lado oeste, frente a la Punta de Jaramijó, notándose que las estaciones 17 y 40, que son arenosas, tienen mayor cantidad de material limoso (entre 16 y 19%), porque están más alejadas de la orilla, y porque posiblemente la dinámica de las corrientes son más moderadas, lo que facilita su deposición.

➤ Arena-limosa

Este tercer tipo de sedimentos está conformado por una mezcla de arena muy

fina con limo grueso, en donde prevalece el primero (Figura 2); es mal clasificado pues está constituido por granos de diferentes tamaños; se ubica un poco más afuera de la orilla, en una franja paralela a la línea de costa, aunque también se extiende hacia el norte, especialmente frente a la Base Naval de Jaramijó.

➤ Limo-arenoso

Este último tipo de sedimentos es también una mezcla de limo con arena (Figura 2), en donde prevalece el primero y, al igual que el anterior, es mal clasificado; no tiene una localización preferencial pues está presente, en pequeños parches, en varios sectores del área de estudio.

BAHÍA DE JARAMIJÓ			
ESTACION	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD (m)
1	0°55,60' S	80°39,16' W	6
2	0°55,19' S	80°39,19' W	8
3	0°54,59' S	80°39,05' W	12
4	0°54,23' S	80°38,58' W	16
5	0°53,24' S	80°38,36' W	21
6	0°56,59' S	80°38,40' W	4
7	0°56,45' S	80°38,41' W	6
8	0°55,95' S	80°37,94' W	8
9	0°54,98' S	80°37,63' W	12
10	0°53,98' S	80°37,46' W	21
11	0°56,14' S	80°36,53' W	5
12	0°55,87' S	80°36,50' W	7.50
13	0°55,37' S	80°36,18' W	12
14	0°54,93' S	80°36,15' W	15
15	0°53,96' S	80°36,10' W	21
16	0°55'22,04" S	80°38,36,52" W	46.27
17	0°53'30,40" S	80°38,27,22" W	24.73
18	0°52'27,43" S	80°37,38,89" W	38.57
19	0°53'26,79" S	80°37,29,79" W	27.62
20	0°52'55,66" S	80°38,08,07" W	36.14
21	0°54'31,51" S	80°39,39,16" W	18.18
22	0°54'33,72" S	80°38,35,42" W	16.00
23	0°53'56,46" S	80°39,07,82" W	17.15
24	0°54'32,72" S	80°37,28,91" W	19.43
25	0°53'56,06" S	80°38,01,35" W	23.04
26	0°52'18,74" S	80°36,19,87" W	29.65
27	0°52'51,23" S	80°36,54,01" W	31.39
28	0°54'33,75" S	80°36,26,91" W	19.41
29	0°54'32,03" S	80°35,20,89" W	17.69
30	0°52'27,61" S	80°34,24,43" W	20.90
31	0°53'24,46" S	80°34,14,48" W	17.51
32	0°52'53,33" S	80°34,51,10" W	21.82
33	0°53'30,72" S	80°33,20,29" W	2.63
34	0°53'56,73" S	80°33,40,02" W	4.85

35	0°54'33.77"S	80°34,20.15" W	6.94
36	0°54'56.81"S	80°34,52.07" W	10.07
37	0°55'38.43"S	80°35,22.28" W	6.33
38	0°55'01.38"S	80°37,04.53" W	15.04
39	0°55'53,68"S	80°38,40.71" W	4.08
40	0°55,00.25"S	80°39,05.11"W	9.93
41	0°56,01.29"S	80°38,00.03"W	6.08
42	0°56,07.00"S	80°36,53.50"W	7.00
43	0°55,56.25"S	80°35,53.33"W	7.13
44	0°53,58.19"S	80°36,54.85"W	24.47
45	0°53,57.23"S	80°34,45.27"W	17.65

Tabla I.- Coordenadas de las estaciones de muestreo, con su respectiva profundidad.

BAHÍA DE JARAMIJÓ			
ESTACION	ARENA (%)	LIMO (%)	TEXTURA
1			Área rocosa
2	31.23	68.77	Limo-arenoso
3	57.02	42.98	Arena-limosa
4	8.23	91.77	Limo
5	7.12	92.88	Limo
6	91.48	8.52	Arena
7	84.56	15.44	Arena
8	53.30	46.70	Arena-limosa
9	66.45	33.55	Arena-limosa
10	65.43	34.57	Arena-limosa
11	94.80	5.20	Arena
12	64.02	35.98	Arena-limosa
13	41.15	58.85	Limo-arenoso
14	7.40	92.60	Limo
15	5.71	94.29	Limo
16	11.19	88.81	Limo
17	83.12	16.88	Arena
18	15.47	84.53	Limo
19	0.46	99.54	Limo
20	27.27	72.73	Limo-arenoso
21	32.60	67.40	Limo-arenoso
22	92.29	7.71	Arena
23	92.77	7.23	Arena
24	11.98	89.02	Limo
25	60.83	39.17	Arena-limosa
26	0.67	99.32	Limo
27	11.12	88.88	Limo
28	3.45	96.55	Limo
29	4.12	95.88	Limo
30	0.65	99.35	Limo
31	0.87	99.13	Limo
32	1.21	98.79	Limo
33	93.47	6.53	Arena
34	22.29	77.71	Limo
35	13.12	86.88	Limo
36	50.26	49.79	Arena-limosa
37	88.53	11.47	Arena
38	1.87	98.13	Limo
39	92.91	7.09	Arena
40	80.49	19.51	Arena
41	98.07	1.93	Arena
42	26.49	73.51	Limo-arenoso
43	65.49	34.51	Arena-limosa
44	2.39	97.61	Limo
45	2.52	97.48	Limo

Tabla II.- Porcentajes de las fracciones que conforman los sedimentos de cada una de las muestras

DISCUSIÓN

a) Geomorfología de la línea de costa de la Bahía de Jaramijó

Los acantilados de Jaramijó, que son de mediana a baja altura, y que corresponden a la Formación Tablazo, al igual que el resto de los acantilados de la costa ecuatoriana, están conformados por material sedimentario, son inestables, fracturados, con presencia de fallas, meteorizados, los mismos que por su origen son de fácil erosión, ya que están constituidos por rocas blandas: arcillolitas, lutitas y areniscas, con finas intercalaciones de yeso, incluyendo una capa de ceniza volcánica, lo que los hace aún más inestables. (INOCAR, 1992).

La arena ferrotitanífera o arena “negra”, que se presenta en la parte superior de la playa, al igual que la arena común, la grava y la conchilla, que son llamados también áridos, constituyen una fuente importante como materia prima en la industria de la construcción; es por esto que en varios sectores de la costa ecuatoriana, estos materiales son explotados artesanalmente, con o sin la respectiva autorización del ministerio correspondiente (INOCAR, 2005).

Las cúspides, pequeños montículos de rocas de diferentes tamaños, localizados en la playa, se forman cuando en una tormenta se presentan fuertes oleajes, los mismos que movilizan material grueso, acumulado dentro del mar, pero cerca de la orilla, en las llamadas barras.

Estas cúspides juegan un papel fundamental en las llamadas resacas, es decir, aquella corriente de agua, canalizada, que se mueve desde la orilla de la playa hacia mar adentro. Cuando por ejemplo las olas rompen, el agua se desliza sobre la superficie de la playa, así

como por encima de dos montículos; a su retorno, el agua que se deslizó sobre los dos montículos converge hacia el centro de la playa, se unen, y forman una corriente de resaca, y en su trayectoria hacia el mar, van profundizando el fondo arenoso; y si una persona se encuentra en su camino, es arrastrada hacia mar adentro, por lo que se debe nadar paralelo a la playa, hasta salir del área de la resaca. Estas resacas son muy frecuentes en la playa de Jaramijó.

La gran cantidad de material suelto, caído desde la parte alta de los acantilados, hace presumir que el oleaje es fuerte en ese sector, por lo que socava en forma continua su base; más aún, siendo el material que lo conforma, de origen sedimentario, está meteorizado, fallado, fracturado, todo lo cual lo hace más fácilmente erosionable; una vez que socava y el material se desliza hacia abajo, las olas lo transporta mar adentro, donde las corrientes marinas se encargan de su distribución, sea en suspensión o arrastrada por el fondo, y es así como se produce en forma continua los cambios en la textura de los sedimentos que cubren el lecho marino de este sector.

Una de las evidencias del retroceso de los acantilados del área de estudio, y por ende, de la línea costera, son las plataformas de erosión que, como ya se señaló, están conformadas por arenisca-arcillosa.

El Estero Chillán, que desemboca en la quebrada del mismo nombre, es intermitente, es decir, permanece seco casi todo año; sólo cuando las lluvias, en la época invernal, son torrenciales, especialmente si está presente un evento El Niño, erosiona y transporta grandes flujos de agua, arrastrando consigo muchos sedimentos en suspensión y de fondo, afectando muchas veces viviendas, carreteras, puentes, etc.

Cabe señalar que una duna es una acumulación de arena, que se forma por acción de fuertes viento en la parte superior de la playa, y que se extiende a lo largo de ésta. Se constituyen en la reserva de arena de las playas, para cuando haya una agitación marina, las olas acarren este material hacia mar adentro; pero una vez que vuelve la calma, las olas también se encargan de devolverlas a la playa. Para que se forme una duna, los vientos deben ser fuertes y tender a soplar en una sola dirección. Además, la vegetación que cubre una duna es vital en su formación y estabilización, ya que actúa como amortiguador del viento, sus raíces se entrelazan, manteniendo unidos los granos, y su poder acarreador permite que estos granos, que el viento transporta, se depositen en el suelo (INOCAR, 2007).

Las ondulitas o ripple mark que se aprecian en ciertos sectores de la playa, son estructuras sedimentarias que indican el grado de agitación de las olas del mar, sobre la arena. Se forman por las corrientes oscilantes, cuando el oleaje hace que los granos sean transportados pendiente arriba de la ondulita, pasan su cresta, se deslizan por la pendiente opuesta; casi inmediatamente el proceso se invierte y los granos son transportados en la dirección opuesta, es decir, hacia atrás, y re-depositados del otro lado; como este proceso se repite, paulatinamente se va formando la ondulita, por el ir y venir de las olas (INOCAR, 2009).

Muchas veces, desde una determinada distancia, los grandes bloques de roca presentes en la playa, dan la apariencia de una saliente rocosa, cuando en realidad es el producto del socavamiento de las olas en la base del acantilado, lo que origina su deslizamiento en bloque desde la parte alta.

La frecuente presencia de material del acantilado en la playa, es indicio de que hay una continua socavación en este sector; y contribuye a una mayor erosión, el hecho de que son rocas sedimentarias, por lo tanto, de fácil erosión.

Muchas de la viviendas construidas en la parte alta de los acantilados, por lo general son afectadas por la socavación de su base, por lo que se recomienda que sean construidas previo a un estudio técnico, en el que se determine, entre otros parámetros, el retroceso que tendría el acantilado al cabo de cierto tiempo, es decir, no construyéndola cerca de la orilla, sino a unos 30 metros del borde; en esa forma aprovechará su inversión económica por un determinado tiempo, antes de que la socavación la alcance.

Hay que señalar también que el peso de grandes viviendas, de concreto, construidas en la cima de los acantilados, muy inestables, contribuye a la socavación de su base; además, la vivienda de la Foto 7 por ejemplo, está totalmente destruida, ubicada actualmente en el borde, y como ya se indicó, con sus pilotes delanteros en el aire, lo que la hace una estructura de alto riesgo, ya que podría deslizarse ladera abajo, poniendo en peligro la integridad física de las personas que cruzan por ese sector. Esta notoria inestabilidad podría verse aumentada si se produjeran movimientos sísmicos, ya que provocarían un reacomodo de los estratos más débiles, lo que traería consigo deslizamientos de tierra, y posiblemente hasta de bloques. La vivienda de la Foto 9 tiene el mismo problema de la vivienda de la Foto 7. Lo recomendable es que las autoridades de la ciudad desbaraten o tumben las viviendas que están en esas condiciones, con lo cual eliminarían ese peligro.

Las cuevas que se aprecian en varios acantilados posiblemente se deban a que, por lo general la erosión es más intensa en su base, debido a que el choque por la fuerza del oleaje, así como el impacto de los fragmentos rocosos, son mayores; como consecuencia de esto, la roca queda debilitada, vulnerable a la formación de pequeñas grietas que, al aumentar de tamaño se convierten en cuevas, las mismas que se van agrandando, a medida que se va desplomando la parte superior de la roca; como el agua de mar, impulsada por el fuerte oleaje, entra a presión a la cueva, el aire de éste, se comprime y tiende a salir violentamente, pero como no puede hacerlo, explota hacia adentro, fracturando en forma lenta pero constante, la roca, lo que hace que la cueva se siga profundizando, todo lo cual trae como consecuencia el retroceso del acantilado (INOCAR, 2009).

La presencia de pozos sépticos entre las estructuras destruidas, hace presumir el importante rol que juegan en la erosión del acantilado, ya que el agua que se utiliza en dichos pozos, se infiltra en el subsuelo, y una vez saturadas las capas, se produce su deslizamiento.

b) Sedimentos de fondo de la zona costera de la Bahía de Jaramijó

El parámetro principal para elaboración de mapas de distribución aproximada de sedimentos superficiales de fondo, es la textura, por lo que en los estudios sedimentológicos, éste ha tenido una amplia utilización. Este parámetro depende de muchos factores, ya que sus componentes son de orígenes muy variados, y de tamaños muy diferentes, jugando un papel preponderante el efecto del transporte en el tamaño de los granos (Carranza, 1980).

La predominancia de sedimento limoso posiblemente se debe a que en ese sector, la

dinámica del agua es moderada, lo que facilita la deposición de este sedimento fino.

En cuanto a la arena, su predominante presencia con relación a otros tipos de sedimentos, posiblemente se debe a que como están cerca de la zona de rompiente, la agitación del agua hace que el limo, incluyendo arcilla, transportado en suspensión, al no haber las condiciones adecuadas para su deposición, sea acarreado hacia otras áreas.

Estas arenas son bien clasificadas porque están ubicadas casi en la zona de rompiente, es decir, en un área muy dinámica, donde en forma continua están sometidas al vaivén de la fuerza de las olas; esto mantiene una tendencia a presentar un único tamaño de grano, alcanzando así una mejor clasificación (Krumbein y Sloss, 1963).

En las mezclas de arena y limo en cambio, no ha habido distribución por tamaños de grano, debido probablemente a condiciones más dinámicas, en la que intervendría no sólo la influencia de las corrientes litorales, sino también la de las corrientes oceánicas (Krumbein y Sloss, 1963).

Según Folk (1969), los granos que conforman los sedimentos reducen su tamaño en la dirección en que son transportados; esto se puede interpretar como el resultado de una clasificación selectiva, por la cual los granos más pequeños y livianos, avanzan mayor distancia que los más grandes y pesados.

Si se aplica lo antes mencionado a los sedimentos del área de estudio, se tiene que desde casi Punta Jaramijó hacia el este, siguiendo la línea costera, así como las zonas más alejadas de la orilla, hay una gradación de la textura desde arena hasta limo, hallándose en su intermedio, los

parches de arena-limosa y limo-arenoso, es decir, las mezclas de los dos primeros (Figura 2).

Esta apreciación de la distribución de los tamaños de grano de los sedimentos, permite llegar a la conclusión que las condiciones dinámicas en la Bahía de Jaramijó, se presentan con mayor energía en el lado oeste, disminuyendo paulatinamente a medida que avanza hacia el lado este, incremento de la energía que probablemente se debe a la influencia de las corrientes litorales, así como también de las corrientes oceánicas.

La arena posiblemente proviene de la plataforma continental, transportadas por las corrientes marinas (frontales y litorales), así como por las de marea de flujo. Según el PMRC (1988), también pueden provenir de los estratos arenosos, que forman parte de los acantilados ubicados en la línea de costa, los mismos que están constituidos por rocas sedimentarias, meteorizadas, muy blandas, fracturadas y, por lo tanto erosionable material que al ser socavado, es arrastrado por las olas hacia la zona costera. Otra fuente son las dunas, es decir, áreas ubicadas detrás de la playa, donde se ha acumulado grandes cantidades de arena; al presentarse fuertes oleajes, ésta es transportada mar adentro, pero una vez que cesa la agitación del mar, gran parte de esta arena es devuelta hacia la playa (INOCAR, 2003).

El material limoso, incluyendo las arcillas, presentes en la zona costera del área de estudio, provienen del interior del continente, ya que fueron aportados por ríos como el Estero Chillán, y otros esteros más pequeños, los mismos que son intermitentes, es decir, permanecen secos en la época de verano, y sólo adquieren un mínimo caudal en un invierno normal; pero

ante la presencia de un evento El Niño, fenómeno natural en el que se presentan lluvias torrenciales, estos esteros, además de aumentar considerablemente su caudal, se vuelven correntosos, lo que hace que erosionen el suelo que atraviesan, y por ende, acarreen grandes cantidades de sedimentos de fondo, así como en suspensión (INOCAR, 1997).

Durante los eventos El Niño de 1982-1983 y 1997-1998, por ejemplo, estos esteros causaron grandes desastres a lo largo de su recorrido, especialmente en las carreteras, destruyendo o debilitando las bases de los puentes, arrastrando volúmenes considerables de sedimentos de fondo, así como en suspensión, los mismos que al llegar al mar, eran transportados por las corrientes marinas hacia la plataforma continental, en donde, bajo condiciones de moderada energía, se depositaban en el lecho marino (INOCAR, 1997). También hay deposición de sedimentos en suspensión en las estoas, es decir, los momentos en que la marea aparentemente se detiene (30 a 40 minutos), para cambiar de flujo a reflujos y viceversa (INOCAR, 2008). Este material depositado cubre los sedimentos ya existentes, o se mezcla con estos, cambiando en esta forma su morfología, así como las características sedimentológicas del lecho marino.

CONCLUSIONES

El área de estudio presenta acantilados de mediana a baja altura, conformados por rocas sedimentarias, principalmente de la Formación Tablazo.

Hay algunos sectores donde la erosión es más fuerte, producto del socavamiento que hace el oleaje en la base de los acantilados, arrastrando el material caído de la parte superior, hacia el mar.

La presencia de plataformas de erosión es la evidencia del continuo retroceso de los acantilados, por el avance del mar, a través de la erosión.

En la zona costera, el sedimento predominante es el limo, aunque también hay arena, principalmente en la zona cercana a la orilla. También hay mezclas de estas dos fracciones, pero en menor proporción, y se ubican en el centro, y en sector oeste del área de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Carranza A., 1980.- Ambientes Sedimentarios Recientes de la Llanura Costera Sur del Istmo de Tehuantepec; An. Centro Ciencias del Mar y Limnología; Univ. Nac. Auton. Méjico. Pag. 43.

Folk R., 1969.- Petrología de las Rocas Sedimentarias. Instituto de Geología de la UNAM, México D. F. Tomo 1, Pag. 80-105.

INOCAR, 1992.- Reconocimiento geológico de las áreas preseleccionadas para la construcción del nuevo Faro Manta. Pag. 2-6.

INOCAR, 1997.- Informe sobre el Primer Reconocimiento de las Zonas Costeras que han sido más afectadas por el Fenómeno “El Niño, en las Provincias del Guayas y Manabi. Pag. 7-10.

INOCAR, 2003.- Informe sobre el Reconocimiento Geológico-Oceanográfico de la Playa del Balneario Jambelí, después de haber sido afectada por un proceso de erosión. Pag. 9.

INOCAR, 2005.- Reconocimiento geológico de la línea costera comprendida entre Puntilla de Santa Elena y Ancón. Pag. 2.

INOCAR, 2007.- Geomorfología de la zona de playa comprendida entre Data de Villamil y Posorja; y Sedimentología del área de las Boyas 8A Y 9, en el Canal Exterior (Área de los Goles) de ingreso al Puerto Marítimo de Guayaquil. Pag. 11.

INOCAR, 2008.- Estudio de Impacto Ambiental por el Dragado del Estero Salado. Pag. 3.

INOCAR, 2009.- Informe sobre el Reconocimiento Geológico de la Isla Jambelí, en la Provincia del Oro, afectada por procesos de erosión. Pag. 18.

Krumbein W. Y Sloss L., 1963.- Estratigrafía y Sedimentación. Segunda Edición traducida al español. Pag. 116.

PMRC, 1988.- Grandes Rasgos Geomorfológicos de la Costa Ecuatoriana. Proyecto de Manejo de Recursos Costeros. Pag. 12-13.

Segovia J., 1989.- Estudio Composicional de los Sedimentos Marinos de la Ensenada de Jaramijó, Provincia de Manabí. Tesis de grado. Pag. 38-44.

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento al CPNV – EM Rafael Cabello Peñafiel, Director del INOCAR; así como al CPCB - TNC Edwin Pinto Uscocovich, Jefe del Departamento de Ciencias del Mar, por el apoyo brindado para la publicación del presente trabajo.