

# **GEOLOGÍA Y DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS EN LA BAHÍA DE NARANJO**

*COSME CASALS CORELLA.*

*Parque Natural Cristóbal Colón.*

*e-mail: [biotur@mares.solmelia.cma.net](mailto:biotur@mares.solmelia.cma.net)*

## **INTRODUCCIÓN**

Las bahías son un elemento característico del litoral cubano y en especial de la costa Norte de Holguín donde se localizan alrededor de 19 bahías. Según Yuri A. Pavlidis, (1975) generalmente la mayoría de las bahías ocupan un área extensa, con una entrada muy estrecha y casi totalmente separadas del mar. Existen más de dos decenas y muy figuradamente a ellas se les denomina bahías de bolsa. El origen de unas cuantas de estas bahías es tectónico, algunas son de origen erosivo y otras son tectónico – erosivas

Las bahías tienen la particularidad de ser cuencas sedimentarias de poca profundidad y estar muy relacionadas con los elementos geológico - tectónicos de Cuba.

La bahía de Naranjo es una típica bahía de bolsa, con una boca o canal estrecho profundo, con el cual se comunica con el mar. Presenta 3 lóbulos al Este, Oeste y al Sur. En este último presenta el único caudal de agua dulce que descarga a la misma, este río se abre en una llanura baja cubierta totalmente por mangle.

La bahía presenta al oeste una serie de elevaciones colinosas de poca altura y de composición serpentinitica y carbonatada ( 40 a 50 MSNM) destacándose la elevación rocosa de una ladera abrupta denominada Loma del Templo con una altura de 92 MSNM. En la costa Este el terreno es llano y solo se destaca una colina nombrada La Púa, con una altura de 62 MSNM.

A ambos lados del canal de entrada está constituida por rocas calizas plestocénicas y miocénicas, la parte Este es llana predominando la terraza de seboruco y segmentos arenosos, mientras que la parte oeste es más elevada con alturas entre 19 y 20 MSNM y con acantilados altos, entre 10 y 15 metros de altitud. Presenta terrazas marinas y nichos antiguos de mareas.

En el interior de la bahía existen tres tipos de costas: una rocosa compuesta por calizas, margas y serpentinitas, las arenosas en forma de parches y barras o en playas de concha y en especial las dominadas por la vegetación de mangles establecidas tanto en substratos rocosos como fangosos.

Como parte de las investigaciones que se vienen desarrollando en la bahía de Naranjo, en el presente trabajo se exponen de forma preliminar los diferentes tipos de sedimentos

y procesos sedimentarios que actualmente se están desarrollando en la misma. Los patrones de ambiente a escala local son el resultado de cambios naturales que tuvieron lugar durante las ingresiones y regresiones marinas del Holoceno, procesos activos de sedimentación y abrasión que originaron geoformas como playas y antiguas líneas de acantilados en el litoral de la bahía. Esto trajo como consecuencia la generación de una alta heterogeneidad ambiental, la cual permite diferenciar distintas subregiones caracterizadas no solo por diferentes tipos de elementos presentes (lagunas, marismas, bajos anegables), sino también por la abundancia relativa de cada uno.

La dinámica actual de los procesos geológicos que ocurren en el interior de la bahía de Naranjo está favorecida por el acelerado proceso de erosión que está ocurriendo en la playa Esmeralda donde los sedimentos que salen de dicho sistema van a ingresar al interior de la bahía, ocasionando un aceleramiento de las formas acumulativas de la misma. (Ver Fig. 1). Este fenómeno se incrementó ya que el proyecto de alimentación artificial de arena beneficia solo la parte central y Oeste de la misma, precisamente en la zona donde se acumulan los sedimentos por lo que al colmatar o agregarle más sedimentos y sobre todo arenas finas a muy finas estas últimas escapan del sistema por el proceso normal de ordenamiento granulométrico de las fracciones de las partículas, por lo que son transportadas por las corrientes hacia la cuenca submarina, hacia el interior de la bahía y la playa Yuraguanal.

## **CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS**

Las formaciones geológicas que se presentan en la franja transgresiva del litoral son las formaciones Jaimanita (calizas coralinas), Varadero (arenas) y Vázquez (Caliza y Margas), todas de edad Mioceno - Cuaternario y que pertenecen al período de desarrollo Platafórmico o Reciente.

La formación Jaimanita bordea de forma discontinua parte de la porción de la costa a ambos lados del canal de entrada, en la costa Este, desde Punta el Inglés hasta el Muelle Viejo, mientras que en la costa Oeste va desde punta Sotavento hasta punta Carenerito. Además bordea toda la porción costera de forma continua. Su máxima anchura la alcanza al este de la playa Pesquero, unos 500 m

Está constituida por calizas órgano-detriticas masivas, algo cavernosas, duras, color amarillento, con estructura masiva, con microfósiles, a veces con indicios poco marcados de estratificación. Contiene intercalaciones de calcarenitas de grano fino, bien preservadas, con especies actuales de moluscos y corales. Estos afloran en los escarpes que se encuentran en la porción este del Peñón. El espesor medio de esta formación parece ser de 8 m a 10 m, aunque es probable que exceda de estos valores. Cubre con discordancia la formación Vázquez y está cubierta a su vez, por la formación Jutía y Varadero con concordancia. Su edad es Pleistoceno Superior.

La formación Varadero se encuentra en el interior de la bahía, desde su entrada en ambas costas, formando pequeñas playas de concha (Muelle Viejo) y segmentos de formas discontinuas depositadas sobre las demás formaciones. Estos depósitos de arenas sueltas biogénicas de granos muy finos, finos, medios a gruesos, de color blanco son de edad Holoceno. Estos materiales mezclados con bloques de distintos tamaños constituyen los sedimentos

de los bancos de tormenta que se encuentran en ambas entradas de la bahía.

La formación Vázquez se extiende por todo el área detrás de la formación Jaimanita y aflora de forma discontinua tanto por la costa Este, Oeste y Sur como en la parte central de la bahía en los cayos. La formación Vázquez se extiende por todo el área detrás de la formación Jaimanitas, estando limitada al sur por la formación Yaguajay y Ultrabásicas.

Está constituida por calizas criptocristalinas muy duras, margas de color amarillento muy deleznable y areniscas de formas intercaladas con arcillas de color crema gris verdoso, bien estratificadas y con abundantes fósiles coralinos (Cuerno de ciervo). Las calizas frecuentemente son órgano-detríticas. Las arcillas a veces son bentoníticas.

Las capas tienen, generalmente, buzamientos suaves o subhorizontales (4 a 5 grados hacia el Norte). Aparecen texturas estratificadas finas a medias, pero, en general, la estratificación está marcada por los cambios litológicos. Su potencia posiblemente sobrepasa los 200 m. Yacen discordantemente sobre serpentinitas. Están cubiertas con discordancia por la formación Jaimanita. Edad mioceno Medio.

El complejo magmático metamórfico está compuesto por rocas de composición variada (principalmente ultramafitas y gabros) las cuales aparecen con diferentes emplazamientos, sobre los que yacen las formaciones sedimentarias formando contactos litológicos discordantes.

#### **Formación magmático ultrabásica o asociación ofiolítica.**

Está constituida en la región por un melange representado por serpentinita, grabros-dibasas y diabasa caóticamente mezclados y plegados. Afloran en ambas costas de la bahía. Las rocas serpentiniticas están presentes tanto en la porción costera como en la parte submarina de la bahía y pertenecen al macizo ultrabásico de Holguín en su flanco Este.

La Formación Iberia está constituida por lavas andesíticas, andesito-basálticas y basálticas, diques diabásicos, tobas, aglomerados básicos y medios, lavas, brechas andesito-basálticas, conglomerados, areniscas, calizas y margas.

La Formación Tinajita está constituida por calizas masivas compactas, arrecifales, órgano-detríticas y oolíticas de color beige, gris claro y blanco amarillo. Se encuentra encima de las colinas de serpentinitas en forma de bloques, ejemplo colina la Púa y la Loma del templo. Estos bloques a efectos gravitatorios se desplazan por las laderas de las mismas y pueden encontrarse en los pies de estas elevaciones.

La discordancia litológica está presente en toda la costa del interior de la bahía. En este caso las rocas sedimentarias estratificadas de la formación Vázquez descansan sobre rocas ígneas ultrabásicas (serpentinitas). Se observa como en la roca sedimentaria se encuentran incluidos guijarros de rocas serpentinitas que atestiguan un gran hiato, durante el cual la cubierta de las rocas serpentinitas fué erosionada.

La formación Jutía se extiende por los alrededores de la bahía de Naranjo y en otras zonas en las lagunas costeras de las playas, donde predominan los manglares. La formación está constituida por sedimentos no consolidados, friables y fragmentarios, como aleuroliti-

ta, calcáreos y órgano-detriticos, arena margosa y arcillosa, a veces con gravas pequeñas de color castaño o grisáceo. En las zonas periféricas, entre los granos finos, también se encuentran granos de sal. En las partes lagunares, se observan capas y lentes de turba. El espesor probable de los sedimentos es de 1 a 5 m. Esta formación contiene una fauna marina especial (lagunar hipersalina, etc.). Sobre la base de su posición estratigráfica, su edad es holoceno.

Esta se encuentra en la parte inferior del río Naranjo, que desemboca a la Bahía del mismo nombre. La formación se extiende en el cauce y en la orilla del río Naranjo así como en la desembocadura del mismo. Está constituida por bloques, cantos rodados, gravas, arenas, aleuritas y arcillas derivadas de la erosión fluvial y regional. Se caracteriza por los distintos tipos de yacencia y de redondeamiento de los fragmentos y las partículas. La estratificación generalmente es cruzada y lenticular, formada casi exclusivamente por carbonato, siendo casi nulo el aporte terrígeno.

Presenta espesores máximos de 1.5 a 3 metros, raramente puede alcanzar los 5 metros aunque en las zonas extremas (Oeste) suelen producirse grandes acumulaciones de arenas debido a la predominancia del transporte que se manifiesta de Este a Oeste, ocasionado por el régimen hidrodinámico de la región. Esta tendencia también se manifiesta en el diámetro medio de las partículas las cuales suelen aumentar su tamaño en igual sentido. Cubre de forma discordante a la formación Jaimanita y Vázquez. Edad: holoceno.

La Formación Yaguajay (Melange) aparece a ambos lados de la bahía de Naranjo, así como al Sur de la misma. Forma franjas continuas hacia el Este con rumbo O - E hasta la Playa Guardalavaca. La formación está constituida por serpentinitas, gabros, gabros diabasas, diabasas y por las rocas de la formación Iberia con sus miembros: lavas, aglomerados, lavas intermedias y basálticas, volciruditas y calizas.

Estas rocas están caóticamente mezcladas y plegadas, formando un Melange. Los bloques de rocas que afloran en la formación tienen diámetros de 1 a 2 metros, hasta 15 a 20 metros, y su litología varía en dependencia de las rocas constituyentes, predominando las serpentinitas. El porcentaje de los otros tipos de rocas es casi igual que en la formación Iberia. Tenemos que mencionar que en la formación se encuentran ocasionalmente inclusiones de rocas metamórficas.

Sus rocas constituyentes están, como hemos dicho, caóticamente mezcladas y plegadas. A veces, en el afloramiento bueno, se reconocen partes de las escamas pequeñas o la zona de milonización de las escamas.

Sus contactos con las serpentinitas y con la formación Iberia (y con sus miembros) siempre son tectónicos. Está cubierta discordantemente por la Formación Vigía. Su potencia puede exceder de los 1.000 metros de espesor.

## **CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA**

Según la clasificación geomorfológica de Pritchard (1952) la Bahía de Naranjo es un estuario de llanos costeros, los cuales han sido formados por la inundación del valle de un antiguo río, ya sea por la subsidencia de la tierra o aumento del nivel del mar.

La bahía tiene un área de 4,2 kilómetros cuadrados de superficie y una profundidad media de 6 metros, y almacena en su cuenca unos 25 millones de metros cúbicos de agua.

La bahía presenta tres lóbulos, un corto canal que la comunica con el mar adyacente y un conjunto de cinco cayos, el mayor de los cuales se encuentra en su porción central llamado cayo Jutía.

En su margen W presenta varias ensenadas y penínsulas y el estero de Arroyo de Oro.

Mientras que en el S presenta una serie de entrantes y salientes y desemboca el río Naranjo, la margen E es más recta. Presenta una serie de pequeñas playas y segmentos arenosos y se destaca la laguna Dorada. Presenta una ensenada bastante amplia que tiene un pequeño cayo.

## **CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS DE LA CUENCA**

Según estudios realizados en el año 1988 por el Instituto de Oceanología la bahía intercambia sus aguas en un plazo relativamente corto. Por dicho concepto, entre 3,8 y 6,1 millones de metros cúbicos de agua cada día. Por lo que el período de renovación sería de 10 días.

La bahía mantiene un equilibrio halino relativamente estable ( 36,5 más o menos 0,5 %), parecido al del mar adyacente, que es circunstancialmente alterado por aguas dulces provenientes del drenaje terrestre.

Las aguas son prácticamente homotérmicas desde la superficie hasta el fondo, pero en verano aparecen estratificadas. El valor promedio anual de la temperatura es de 27,3 °C. Además sus aguas están bien oxigenadas durante todo el año. Las más bajas concentraciones se encontraron siempre en zonas de impactos directos del drenaje terrestre, mientras que las más altas se registraron en el estrato superior.

La dinámica de las aguas presenta una intensidad media de la corriente de 2 a 6 cm/seg. y la intensidad máxima no debe sobrepasar los 15 cm/seg.

De lo anterior se desprende que las corrientes de mareas, dentro de la bahía, deben ser muy débiles y, en consecuencia, el movimiento de las aguas superficiales puede ser fácilmente dominado por el viento.

La marea en la bahía es del tipo semidiurno, con una marcada desigualdad entre dos ciclos consecutivos. Esto evidencia que, sobre las mismas actúan, de manera notable, las componentes diurnas. Se caracterizan por dos pleamares y dos bajamares en un día lunar, y su período medio es igual a la mitad (12 horas y 25 min.) del día lunar.

## **HIDROLOGÍA DE LA CUENCA**

El río Naranjo constituye el principal colector de las aguas superficiales cuando se producen las lluvias en la cuenca por lo tanto es el que aporta la mayor cantidad de agua dulce que recibe la bahía, mientras que el arroyo de Oro y la vaguada de la ensenada de la Loma

del Templo son las que en segundo orden lo hacen por lo que este tramo de la bahía también recibe las influencias del drenaje terrestre. Ver fig. 1.

La margen SE también drena agua a la bahía, Según estudios realizados por Joaquín Rodríguez y Otros, 1988, el agua dulce que llega a la bahía se mueve al exterior fundamentalmente por la zona W. Esto indica que esta zona es la que en mayor grado debe recibir los beneficios, y/o perjuicios que podrían derivarse del drenaje terrestre.

El resto del área de la cuenca se encuentra bajo la influencia del escurrimiento provocado por las precipitaciones que se producen en los meses de primavera y Octubre - Noviembre con las entradas de los frentes fríos.

El río y arroyos cuando no están influenciados por las lluvias son incapaces de sostener un caudal que influya sobre las condiciones halinas de la Bahía, por lo que se deduce que el volumen de agua y sedimento que llega a la Bahía son también significativos en iguales períodos.

La cuenca presenta un relieve bastante ondulado con muchas colinas de serpentinas que conjuntamente con los cerros cársicos presentan laderas muy inclinadas y abruptas por donde el agua escurre rápidamente al sistema de drenaje superficial y de este a la bahía.

Los sedimentos sólidos que son arrastrados y evacuados rápidamente hacia el exterior de la bahía, no llegan a afectar las condiciones ambientales y estéticas de la misma.

## **ORIGEN DE LOS MATERIALES**

Al profundizar en el estudio de los procesos acumulativos en las zonas costeras y en especial en el interior de la bahía, se hace imprescindible determinar las fuentes de los materiales sedimentarios y su productividad relativa o absoluta. En la mayoría de las bahías, la principal fuente de aporte de sedimentos sólidos es de origen fluvial. En la bahía de Naranjo el río juega un papel incomparablemente menor y los arroyos que drenan son relativamente pequeños en tamaño. Su desagüe sólido es detenido en su mayor parte por los manglares de la costa. Según A. Ionin, (1969) las regiones acuíferas de las mismas bahías son, en cambio, trampas para la mayor parte de los aluviones que proceden del río. Además esto está acentuado por las condiciones secas del clima de la región y de las condiciones hidrológicas.

En la Bahía de Naranjo sucede todo lo contrario. El principal proveedor de aluviones es el mar. Las barreras coralinas se encuentran a ambos extremos de la boca o entrada de la bahía, una frente a la playa Esmeralda y la otra frente a la Playa Yuraguanal. Estos dos ecosistemas de arrecifes coralinos constituyen los principales productores de sedimentos de origen marino (restos de organismos). Los corales y la difusión de los restos de fauna que habita en ellos producen la mayoría del material detrítico. Los sedimentos más finos y muy finos son transportados por la corriente de deriva litoral y tienen como principal fuente las barras arenosas de la playa Esmeralda que ingresan al interior de la bahía por los procesos erosivos y de reajuste de las fracciones granulométricas en la parte de la playa donde se realizaron trabajos de vertido de arenas, sobre todo en la zona de la anteplaya de la misma.

Estos materiales son acarreados relativamente a poca distancia, entre 100 y 300 metros.

En general la costa de la Bahía de Naranjo en su mayor parte se encuentra protegida de la erosión por los mangles, cuyo sistema de raíces contribuye a la acumulación de fangos organógenos de origen fluvial, que retienen los sedimentos arenosos de origen marino que ingresan a la misma.

## **TRANSPORTE DE LOS SEDIMENTOS**

Se infiere que la circulación es tal que por el estrato superior sale agua de la bahía hacia el exterior, mientras que por el estrato inferior penetran las aguas del mar adyacentes, por lo que por este intercambio entran en juego los sedimentos muy finos que son transportados en suspensión.

Este tipo de circulación es típico de los estuarios y resulta altamente beneficiosa para el intercambio bahía - mar. Se considera que esta circulación es la causa principal de que tanto en el estrato inferior como en el superior aparezcan características termohalinas, salinidades muy parecidas a las del mar adyacente.

La corriente de marea está cargada de partículas, su velocidad se detiene dos veces por marea, después de la pleamar y después de la bajamar. La acumulación se realiza en estos instantes a condición de que no la interrumpa ninguna otra corriente. Pero en la bahía, durante la bajamar, la corriente fluvial (río Naranjo) aumenta al disminuir el nivel marino y por lo tanto impide la sedimentación, así que la sedimentación en la bahía sólo se realiza en las proximidades de la pleamar, mientras la erosión se realiza durante las mareas ascendente y descendente.

Las corrientes de deriva litoral y de fondo aunque pasan paralelas a la costa constituyen un proveedor de sedimentos, que por las corrientes de fondo ingresan al interior de la bahía; además son agentes erosivos eficaces del medio marino ya que transportan la carga física hacia zonas estables de la misma, por debajo del nivel de base de erosión del oleaje. La corriente de fondo remueve y distribuye los sedimentos acumulados en el fondo marino a distintas profundidades de la bahía, aunque en el ambiente marino que está presente en el cañón de la boca de entrada existen profundidades que están entre 15 a 20 metros, pero según A. Ionin, debido a la acción de flujo en el fondo de los canalones submarinos, por lo regular no hay aluviones sueltos. La Bahía de Naranjo por tener tan cerca las fuentes de materiales presenta aluviones en el fondo.

Las barreras de arrecifes coralinos que están situadas a ambos lados de la entrada de la bahía producen un efecto de encauzamiento de las aguas oceánicas dirigiéndolas al interior de la bahía, esto se ve favorecido cuando existen oleajes provenientes de los vientos de componentes Norte que inciden frente a la entrada. También con el oleaje de tormenta que se produce con la entrada de los frentes fríos. Esto permite que tales oleajes arrastren una buena carga de materiales procedentes de los arrecifes.

## TIPOS DE AMBIENTES DEPOSICIONALES DE LA BAHIA

### Ambiente Marino

Estos sedimentos se localizan en el canal de entrada a la bahía hasta las inmediaciones de Punta Carenerito, predominando los sedimentos arenosos y restos de corales transportados por las corrientes de fondo y la deriva litoral. Este ambiente está influenciado por las aguas costeras y oceánicas. El canal es estrecho y bastante profundo, entre 15 y 20 metros.

Los sedimentos gruesos se acumulan en el fondo del canal, aunque según A. Ionin (1969), debido a la acción de flujo en el fondo de los canalones submarinos, por lo regular no hay aluviones sueltos, provienen de las olas y las corrientes. En las partes costeras son transportados principalmente por las olas de tormentas. Esta carga de materiales coralinos proceden de las barreras coralinas de las playas Esmeralda y Yuraguanal las cuales están compuestas por corales de varias especies, moluscos, etc.

Los arrecifes de corales constituyen la fuente de los sedimentos calcáreo-organógenos y bioclásticos que se acumulan actualmente en la boca del canal de entrada y en la zona costera del interior de la bahía. Estos sedimentos son menos clasificados y no exhiben una graduación bien marcada de material grueso o fino.

Los sedimentos finos están predominantes constituidos por arenas coralinas, además están influenciados por los aportes procedentes de la playa Esmeralda sobre todo en la parte Este, mientras que en la parte oeste en los sedimentos arenosos se encuentran lentes de arcillas o fangos de color gris - negruzco y verdosos. Estas lentes provienen del interior de la bahía y marcan su origen terrestre, además según el esquema de circulación, por estas zonas es por donde salen al exterior las corrientes del interior de la bahía.

### Ambiente de transición Bahía-Marino

Se localiza posterior al ambiente marino, formado por sedimentos propios de bahía, sedimentos organógenos y arenosos de origen marino, arrastrados por las corrientes de fondo. También se encuentran arenas gruesas y fragmentos de corales. Los sedimentos finos son abundantes, lo que demuestra la influencia de los aportes de la Playa Esmeralda en su desarrollo.

En su porción costera está representado por arenas gruesas, fragmentos de productos coralinos y de rocas serpentinitas y calizas o margas. Las primeras producen un sedimento verdoso y negruzco con alto contenidos de metales pesados sobre todo magnetita y cromita, provenientes de su desintegración, mientras que la segunda forma un sedimento arenoso-arcilloso de color amarillento.

Las arenas coralinas ingresan del exterior de la bahía por la corriente de fondo. En algunas zonas existen segmentos acumulativos donde se desarrolla la vegetación de mangle rojo cuyas raíces han sido colmatadas por las arenas.

En este ambiente se produce una mezcla de los sedimentos marinos con los terrígenos aumentando el tanto por cien de la materia orgánica. El fondo en parte está cubierto por

fangos terrígenos, compuestos por arcillas de colores verdoso y gris, sobre las que se establecen pequeños parches de Talasias.

### **Ambiente de Bahía**

Estos sedimentos ocupan en la bahía la mayor área y están formados por lodos de color gris mezclados con restos vegetales y de fauna marina. Están formados por partículas muy finas que son transportadas por las corrientes de agua proveniente del aporte realizado por el río Naranjo, arroyos, drenes y el escurrimiento superficial.

Estos aportes terrígenos son significativos en los meses de lluvias, ya que el río Naranjo es incapaz de sostener un caudal que influya en el aporte de sedimentos, de esto se desprende que el volumen de sedimentos que llega a este ambiente podrá ser significativo sólo los días que se producen grandes lluvias en la cuenca. Esto sucede en los meses de octubre y noviembre.

El aporte de sedimentos de origen marino es menor y está compuesto por sedimentos muy finos y aleurolíticos.

### **Ambiente de Prodelta**

Este ambiente se localiza al sur de la bahía frente a la desembocadura del río Naranjo, el cual mantiene un caudal poco significativo en cuanto al volumen de agua y sedimentos que transporta, cuyos orígenes están constituidos por rocas ultrabásicas, volcánicas y carbonatadas.

Estos sedimentos al llegar a la desembocadura son modificados por la interfaces entre el agua dulce (fluvial) y el agua salada. Esto hace que se produzca la precipitación de los sólidos transportados por la corriente del río, debido a los procesos físicos-químicos de floculación y pérdida de la capacidad de transporte de la corriente fluvial (energía).

A este ambiente le corresponden sedimentos formados fundamentalmente por los aportes terrígenos de una variada granulometría, desde cantos rodados hasta sedimentos arcillosos, además de los sedimentos químicos y organógenos acumulados en condiciones marinas. También aportan a este ambiente pequeños arroyos y vaguadas en los meses de lluvias en la costa Este y Oeste.

### **Ambiente Lagunar**

Este ambiente de lagoon se encuentra en las dos lagunas una ubicada en la costa Este (Dorada) y la otra en la costa Sur (El Manantial) estando asociadas a un subambiente mareal. Actualmente están prácticamente colmatadas por sedimentos que provienen tanto del mar, traídos por los canales mareales, como acarreados por el drenaje superficial terrestre. Aparecen huellas de desecación y el sedimento más frecuente es el de grano fino depositado por decantación en aguas tranquilas. Están colonizadas por vegetación halófila manglar y xerófitas, cactus columnares.

**PROCESOS SEDIMENTARIOS**

La bahía como cuenca sedimentaria activa actúa como una trampa tanto de los sedimentos terrestres como de los marinos. El ambiente marino está fuertemente influenciado por el medio nerítico, en especial por la zona infralitoral y es afectado intensamente por el oleaje tanto costero como oceánico.

Los sedimentos del ambiente marino decrecen en granulometría desde el mar afuera hacia el interior de la bahía. Las sedimentaciones biogénicas y químicas son más notables hacia el ambiente de bahía, donde disminuye la turbulencia y el material clástico decrece en tamaño y volumen, mezclándose con los sedimentos de origen terrestre. Las notables diferencias litogénicas condicionan la variedad de coloración en las partículas y sedimentos.

En el estudio físico de la zona se ha podido determinar que en la orilla Este de la bahía, las aguas tienen características oceánicas, siendo por lo tanto más limpias que las del oeste. Esto está dado porque el agua dulce que llega a la bahía se mueve al exterior, fundamentalmente por la zona W, lo que indica que esta zona es la que en mayor grado recibe las influencias del drenaje terrestre. (Ver fig. 1), y por eso los sedimentos más finos quedan en suspensión en la capa superficial por la propia corriente de las aguas, escapando hacia el mar también por esta zona.

Los depósitos fluvio-costeros recientes (aluviones, playas, flechas) están presentes en ambas costas de la bahía y se encuentran en un estadio morfogenético juvenil favorecido por los procesos erosivos y de colmatación de la Playa Esmeralda. En la costa Este se manifiestan los rasgos geomorfológicos relacionados con las oscilaciones glacioeustáticas y los movimientos neotectónicos.

En las vaguadas de las ensenadas ocurren procesos de sedimentación parecida a la del mecanismo de los deltas con características de relieve en forma de U y de V, según el caso. Se forman a causa de la acumulación de volúmenes considerables de sedimentos de origen terrígeno, que son arrastrados hacia la bahía por el escurrimiento superficial producto de las precipitaciones.

Esta masa de materiales forma una llanura que empieza a colmatarse por el aporte de sedimentos. Aquí los factores biogénicos juegan un papel fundamental ya que en su borde delantero las raíces de los mangles rojos forman una malla extensa que aprisiona los sedimentos compactándolos y haciendo función de barrera de contención, lo que permite que se acumulen en la parte anterior a los mismos grandes espesores de sedimentos que emergen cuando se produce la bajamar. De esta forma comienza un proceso de colmatación y colonización de la vegetación de manglar.

**PROCESOS DE EROSIÓN COSTERA**

Una de las características de la bahía es que de acuerdo a su geología se encuentran rocas carbonatadas (caliza y margas) y rocas ultrabásicas con filones de rocas máficas (gabro - diabasa). Esto proporciona una erosión y meteorización diferencial ya sea por los procesos intermareales, oleajes o el viento.

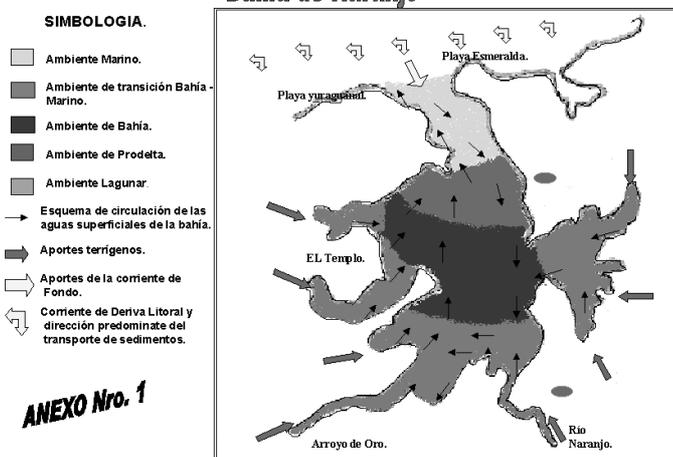
El oleaje que se produce en el interior de la bahía, generado por los vientos procedentes del primer cuadrante, sobre todo los de componente Este y Noreste, es un oleaje de poca energía. La acción abrasiva del oleaje en la costa Este es insignificante, ya que los vientos que se generan del cuarto cuadrante, sobre todo los del componente oeste, son nulos. Solo se producen ocasionalmente con la entrada de un frente frío. En la costa oeste por lo anteriormente expuesto el oleaje tiene mucha más energía y por su persistencia es capaz de realizar una acción abrasiva, sobre todo en aquellos tramos de costa que se encuentran desprovistos de mangles y sobre todo aquellos compuestos de rocas margosas.

El papel de los procesos de oleaje en la formación del relieve de la costa es pequeño, debido a la poca profundidad de las aguas de la bahía y a la dispersión relativamente pequeña de las olas.

La acción erosiva del viento se observa en las partes altas de los acantilados, donde están presentes los nichos de arrancamiento. Esto se observa en los acantilados altos constituidos por margas, tanto en la costa Oeste como en los cayos.

La acción abrasiva de las mareas se produce en las bases de los acantilados y está determinada por la amplitud de la bajamar y la pleamar que en la bahía de Naranjo es del orden de 0.70 a 0.80 cm. La zona de humectación que se produce va ablandando las rocas ya que estas quedan expuestas a la acción disolutiva del agua del mar y después a los efectos de la atmósfera produciéndose una meteorización físico- química de desintegración de la roca y formándose un nicho intermareal que va avanzando de acuerdo a la dureza de las rocas. Este proceso en la bahía ocurre cuatro veces ya que existen dos pleamares (acción química) y dos bajamares (acción física). Eso va descarnando el pie del acantilado y forma frente a este una acumulación de sedimentos muy deleznable. Las rocas serpentínicas y margas son blandas. Se observa un aumento de los procesos biogénicos, en el aumento de la reducción de la línea costera y en los procesos de sedimentación litoral, sobre todo en la costa Sur de la bahía.

**Mapa de los Tipos de Ambientes Depositionales.  
"Bahía de Naranjo"**



## BIBLIOGRAFÍA

- 1 - B. Kjerfve. Manual for Investigation of Hydrological Processes in mangrove ecosystems. Supported by the UNESCO/UNDO. Regional Project I April 1990.
- 2 - Felix J. Quintas Caballero. Estratigrafía y Sedimentología. Edit. Pueblo y Educación. La Habana, 1986.
- 3 - Andrés Guilcher. Morfología Litoral y Submarina. Ediciones Omega S.A. España, 1957.
- 4 - Manuel P. Brañas Pérez y María Concepción González Adán. Itinerarios Didácticos por la Geología Gallega. ICE. Universidad de Santiago de Compostela. España. 1992.
- 5 - A. Villasol Nuñez, Quintana Noy, O. Ledesma Hernández. Morfología, Tipos y Depósitos sedimentarios de la Bahía de Santiago de Cuba. Contribuciones. Simposio de Ciencias del Mar y VII Jornada Científica del Instituto de Oceanología. XX Aniversario. Año 1976.
- 6 - Marta Martínez Canals. Empleo del método espectrofotométrico para la determinación de cobre y zinc en el agua de mar. Contribuciones. Simposio de Ciencias del Mar y VII Jornada Científica del Instituto de Oceanología. XX Aniversario. Año 1976.
- 7 - Joaquín Rodríguez Portal, Ivan Rosabal Campos, Leopoldo Blazquez Echandi. Consideraciones sobre algunas características de la bahía de Naranjo. Reporte de Inv. del Inst. de Oceanología. No 8 octubre 1988.
- 8 - Yuri.A.Pavlidis y Otmar Avell. Sedimentos de la Plataforma Cubana. Golfo de Guanahacabibes. Serie Oceanológica # 30. Editorial Academia. La Habana. Año 1975.
- 9 - Inguar Emilsson y Juan J. Tapanes. Contribución a la Hidrología de la Plataforma Sur de Cuba.
- 10 - V.I. Melnik y B.S.Zernetski. Nuevos datos sobre la geología del Golfo de México y el Mar Caribe.
- 11 - V.P. Zenkovich y A.S. Ionin. Breve resumen sobre las investigaciones de la estructura y dinámica de la zona litoral de la Isla de Cuba. Serie Oceanológica # 8. Editorial Academia. La Habana. Año 1969.
- 12 - A. Ionin, Y. Pavlidis y O. Avello. Relieve de la zona costera y sedimentos del fondo de la costa Norte de Cuba en la región del archipiélago Sabana - Camagüey. Serie Oceanológica # 12. Editorial Academia. La Habana. Año 1972.
- 13 - A. Ionin, Y. Pavlidis y O. Avello. Resumen geológico y geomorfológico de la zona litoral de la costa Noroeste de Cuba.. Serie Oceanológica # 11. Editorial Academia. La Habana. Año 1972.