
PRINCIPALES CAMBIOS EN LA LÍNEA DE COSTA DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DE TUMACO

Por: Capitán de Corbeta, Eduardo Alejandro Montagut Cifuentes.

Resumen

Se presentan los resultados del trabajo desarrollado en El Centro Control Contaminación del Pacífico (CCCP) como aporte del proyecto de Caracterización y Evaluación del Litoral Pacífico Colombiano. Su propósito es dar a conocer los sectores que más impactados por los procesos morfodinámicos e identificar sus causas y efectos sobre la población y territorio. El análisis de la información permitió evidenciar que el litoral costero de Tumaco ha sido impactado por frecuentes y continuos procesos de erosión-sedimentación; originados por factores tales como, el aporte sedimentario de los principales ríos que allí confluyen (Mira y Patía) y la dinámica del oleaje que transporta su carga sedimentaria. Otras variables que no son frecuentes pero si de gran impacto, han sido los Tsunamis de 1958 y 1979 y los eventos "El Niño" 1982/83 y 97/98. De esta manera se identificaron cinco sectores afectados: las islas de Bocagrande y Vaquería, las islas del Guano, Viciosa y Tumaco, la isla del Morro, y el sector costero de San Juan de la Costa y Pasacaballos. Las poblaciones allí asentadas se reubicaron en mas de una ocasión en zonas de menor riesgo, traslados que ocasionaron pérdidas de años de esfuerzo de trabajo-tiempo y grandes pérdidas materiales.

Abstract

This paper present the results of the work that was conducted in Pacific Pollution Center (CCCP). The Coastal Zone to San Andrés of Tumaco has been afected progressively in the last 40 years modifying his morphology and the way of life of their inhabitants. The purpose of that work is to identify the sectors that they have suffered this process and causes and effects on the population and his territory. The results evidenced that the coastal zone of Tumaco has been impacted by frequent and continuous erosión sedimentaron processes caused by diverse factors such as, the sedimentary contribution of the main rivers (Mira and Patía) and the dynamics of the surge that transports his sedimentary loads. Other physical events tp be considered are the Tsunamis of 1958 and 1979 and the ENSO 1982/83 and 97/98. In this way, five are the sectors that they have been mostly affected: the islands of Bocagrande and Vaquería, Guano, Viciosa and Tumaco, the island of the Morro, and the coastal sector of San Juan Village and Pasacaballos.

1. INTRODUCCIÓN

Como aporte y aplicación del proyecto de Evaluación de la Zona Costera del Pacífico Colombiano, el CCCP, estudio la evolución histórica de la línea de costa en las islas, **Bocagrande**, Vaquería, Tumaco, Viciosa, Guano, El Morro y los cordones litorales, San Juan de la Costa y Pasacaballos; con el fin de coadyuvar al reordenamiento y desarrollo de la Zona costera de Tumaco.

Los cambios en la línea de costa y la morfodinámica de la zona ha sido estudiada por diferentes autores: (CCCP, INCEOMINAS, 1988. **JO MARTÍNEZ**, 1993. IDEAM - U.NAL DE COLOMBIA, 1996, OSSO, 1996 CCCP, 1997, etc). Los estudios han sido fundamentados en el análisis de la geomorfología, el aporte fluvial, la dinámica marina, comparación de aerofotografías del IGAC, imágenes satelitales, levantamientos de campo con posicionadores de satélite diferenciales (DGPS), cartas náuticas y relatos de los pobladores (ancianos); que mantiene en su memoria los recuerdos no registrados en los documentos y mapas.

El litoral de San Andrés de Tumaco, ha sido un sistema cambiante en el tiempo debido principalmente a los procesos costeros actuantes sobre él, tales como: el aporte sedimentario de la cuenca del río Mira, cuyo caudal desemboca principalmente en Cabo Manglares y en su brazo mas al norte cerca de la Isla Bocagrande, los ríos Rosario, Chagui, Colorado, Mejicano y Curay que desembocan sobre la Ensenada de Tumaco, el aporte de los brazos del río Patía, la dinámica marina con un oleaje persistente del Noroeste y su deriva litoral Nordeste, el régimen de mareas tipo semidiurna (dos pleamares y dos bajamares diarias) y su rango de 3.5 metros (corrientes de marea). De otro lado los efectos de la actividad sísmica y el impacto de los eventos Tsunami de 1906, 1958 y 1979 y los incrementos anómalos del nivel del mar por la presencia de los eventos El Niño - Oscilación Sur; ENOS; conforman un conjunto de amenazas naturales que sumándolos a la vulnerabilidad geográfica de la zona; dan lugar a la formación de procesos morfodinámicos importantes. Estas fuerzas naturales generaron importantes modificaciones en la Isla Viciosa, erosionándola y separándola de la Isla El Morro, posteriormente se unió a la Isla de Tumaco por procesos de sedimentación y por obras de consolidación de rellenos hidráulicos para la construcción de la línea del ferrocarril (1920 - 1930) y la

reconstrucción del puente "El Morro" (1950 -1952). El Tsunami del 12 de Diciembre de 1979 (magnitud de 7.9 en la escala de Richter), arrasó con la isla del Guano al noroccidente de Tumaco, que por cierto sirvió como protección de la Isla de Tumaco; al actuar como barrera disipadora de la energía del oleaje. Actualmente la isla del Guano esta reapareciendo, observándose un incremento de la sedimentación al norte de la Isla Viciosa (aproximadamente a 1 km). Así mismo la Isla de Bocagrande ha presentado una evolución morfológica importante, evidenciándose inicialmente como una flecha de litoral (antes de 1969) hasta consolidarse luego como una isla "barrera", (después de 1969). Estos cambios continuos en la línea de costa han afectado las actividades turísticas hoteleras por lo que sus propietarios se han visto "obligados" a relocalizarse en tres ocasiones (4 km, desde 1958), de continuar los actuales procesos de erosión y sedimentación (los cuales pueden acelerarse por la extracción manual de arena contaminada por el derrame de hidrocarburos en Esmeraldas-Ecuador); se aumentaría el riesgo de inundación afectando de nuevo a la infraestructura hotelera.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los resultados se obtuvieron mediante el análisis y comparación multitemporal de información primaria y secundaria tales como: levantamientos de campo por posicionamiento **satelital** (DGPS) entre 1996 y 1998, entrevistas hechas a pobladores que han vivido permanentemente en las áreas de estudio, aerofotografías del IGAC, entre 1958 y 1993 (escalas 1:25.000 a 1: 41.000). Imagen de radar impresa No.11 74 EO72 edición 1 de 1986. Foto radar mapa 383 año 1992. Fuente U.S. Naval, Oceanographic Office, plano No.H.O. 1540 año 1847. Carta batimétrica Col 101 Sept. de 1994. Informe geológico sobre la Isla del Morro año 1921 y 1948. Una imagen LANDSAT de 1986 y una SPOT de 1994.

3. ÁREA DE ESTUDIO

Ubicada en el extremo suroccidental de Colombia y del Departamento de Nariño, en latitud **01°51' N** y longitud **78°51' W**, entre la desembocadura del brazo mas al norte del río Mira y la Isla de Bocagrande con latitud **01° 49' 05" N** y longitud **78° 50' 12" W**,. Dentro de esta zona costera se encuentran ubicadas desde el sur, las islas de Bocagrande, Vaquería,

el sector insular del territorio urbano de Tumaco; comprendido por las islas de Tumaco, Viciosa y el Morro, y al Norte los sectores de San Juan de la Costa y Pasacabalbs. Esta área forma parte de los territorios bajos que conforman la llanura del Pacífico Colombiano y constituye una misma unidad ecológica, geográfica, económica, racial y sociocultural. (Figura 1)

Climatología:

Todas las características están asociadas a un clima tropical húmedo costero, el cual rige en la zona con temperaturas altas pero no excesivas (promedio de 26°C, min. 18°C y max.33°C); alta humedad con un rango entre el 80 y 88%, alcanzando el 100% durante la noche. Durante la mañana los porcentajes son los más altos, cuando la temperatura del aire es más baja, decreciendo al medio día al aumentar la temperatura y aumentando en las horas finales de la tarde cuando aumenta la nubosidad. Se presentan lluvias durante todo el año, diferenciándose dos épocas lluviosas: húmeda (mayor lluvia 67.3% del total anual) de Enero a Junio y seca (menos lluviosa 32.7% del total anual) de Julio a Diciembre. La lluvia mensual promedio fluctúa entre 108 mm. en Noviembre y 430 mm. en Mayo. El promedio de días lluviosos es de 232 al año. Las temperaturas de la región son las de menor variación del Pacífico Colombiano, lo cual ha originado condiciones favorables para sus pobladores y el desarrollo de la agricultura. La temperatura promedio anual es de 25.5°C y 26°C, con fluctuaciones extremas entre 19°C y 32°C. Los meses más cálidos son Marzo y Abril, los de menor temperatura promedio, Septiembre y Noviembre. El clima está determinado fundamentalmente por el desplazamiento de la Zona de convergencia intertropical (ZCIT), la cercanía de las masas oceánicas y los eventos El Niño, Oscilación Sur, ENOS. Durante el año los vientos más predominantes provienen del cuadrante SE - SO, su acción se origina por el desplazamiento de la zona de confluencia Intertropical y a la rotación de atierra (CCCP, 1997).

Caracterización Oceanográfica.

La zona costera está influenciada por el sistema de corrientes oceánicas provenientes del Suroeste-Oeste, correspondientes al brazo norte de la Contracorriente Ecuatorial (CCE) la cual se convierte en la corriente de Colombia, y corre en dirección Norte. Sobre la Ensenada, la corriente de marea es la prevaleciente y tiene tendencia Oeste-Este-Norte, esta se impone sobre la corriente geográfica por su ma-

yor intensidad. Las masas de agua superficiales se desplazan hacia el Nordeste, siendo luego desviadas hacia el Noroeste, por acción de la corriente de marea, para luego encontrarse con la CCE y desplazarse hacia el Norte. El régimen de mareas es de tipo semidiurno, con alternancia de 2 pleamares y 2 bajamares en periodos de 6 horas, el rango es del orden de 3.5 metros; presentándose las máximas de 4 a 4.5 metros en los meses de septiembre, y con la presencia de eventos ENOS. El flujo de mareas regula la circulación interna de la Ensenada siendo de mayor intensidad las de reflujo (marea saliente) con un promedio de 0.8 m/sg y de 0.4 M/sg. para el flujo. La Ensenada recibe oleajes de mar abierto, provenientes del NO al SO, asociados al régimen de vientos Alisios y oestes del área. La abertura de la boca de la Ensenada (25.5 kms) y las aguas someras generan oleajes menores cambiando en algunos sectores la dirección de propagación por efectos de difracción y refracción, tal como sucede en la franja de bajos frente a las islas de Tumaco y el Morro donde el oleaje toma una dirección SE. La altura del oleaje no excede a un metro, en eventos extremos se pueden presentar alturas de olas mayores, tal como es el caso de los Tsunami (2 a 5 metros). Cuando la dirección de propagación del oleaje incide sobre la línea de playa con ángulos menores de 90° (entre 20 y 50°) con la corriente reflejada; formara como resultante una corriente paralela a la costa (denominada corriente deriva de litoral) desplazándose entre la línea de rompientes y la playa. Esta corriente transporta el material de sedimentos en suspensión (Transporte litoral) y dependiendo de las características geomorfológicas del sector generará procesos de erosión o sedimentación (CCCP, 1997).

Características Geomorfológicas:

El litoral Pacífico Sur Colombiano hace parte del terreno suprayacente ATRATO - San Juan - Tumaco, definido por Etayo et al (1986) y es el resultado de la colmatación, desde el Eoceno superior hasta el plioceno de la cuenca formada durante la colisión de las placas oceánica y continental (op. Cit). La litología del terreno está constituida principalmente por Shales, areniscas, conglomerados, y calizas en menor proporción.

La Zona Costera de Tumaco, se puede dividir en tres zonas topográficamente distintas, distinguidas por Coberna y Ramírez, (1980):

- El cinturón costero bajo de 3 a 5 km. de ancho afectado por las mareas, y que en su mayor extensión sobresale hasta un metro por encima del nivel de pujas (pleamares).

- Una amplia región de unos 35 a 45 km. de anchura, localizada entre la zona anterior y el pie de la cordillera, con alturas hasta de unos 500 metros s.n.m. (llanura del Pacífico).

- La zona montañosa de la cordillera occidental, que en su vertiente pacífica envía sus aguas por valle perpendiculares a la costa. (INCEOMINAS - CCCP, 1989).

Morfológicamente esta zona se encuentra ubicada dentro de la Planicie deltaica de Nariño (IDEAM-U. NAL. COLOMBIA, 1997). Su litoral se caracteriza por el desarrollo de dos deltas importantes, los del río Patía y Mira. El delta del río Patía está dominado por un gran transporte de sedimentos provenientes de los procesos erosivos y volcánicos de su cuenca alta localizada entre las cordilleras central y oriental. El río Telembí, afluente principal del Patía y situado en la vertiente húmeda de la cordillera occidental, presenta mayores caudales líquidos que el mismo río Patía. La zona costera, tiene una gran influencia de la marea, encontrándose sectores de dominio supramareal, los cuales no están sujetos a inundaciones periódicas de las pleamares, inundándose bajo condiciones extremas de alta marea, pluviosidad y oleajes. Como rasgos geomorfológicos del relieve costero rocoso en el sector NO de la Isla del Morro, Isla del Gallo y a lo largo de la costa de la ensenada se encuentran los acantilados, arcos, cavernas y plataformas de erosión por oleaje. Entre los poblados de Llanaje y Curay, los acantilados constituyen un frente de escarpes verticales continuo por más de 6 kilómetros acompañado por islotes y remanentes rocosos que evidencian el retroceso del litoral, sus alturas alcanzan hasta 40 metros, especialmente entre Punta Laura y La Chorrera. Los más importantes en la Bahía son las colinas del Morro, Isla Gallo y el bajo conocido como "El viudo", en el interior de la ensenada. De acuerdo con la dinámica marina se pueden clasificar las playas en tres tipos:

- Playas costa afuera: Expuestas a oleajes fuertes y moderados y propagación perpendicular a su línea de costa, sin atenuación de la energía del oleaje y sedimentos arenosos, con presencia de barras alargadas, formando varias líneas de rompientes, tales como: Bocagrande, Vaquería, Isla del Morro, San Juan y Pasacaballos.

- Playas costa adentro: Expuestas a oleajes moderados y débiles, con propagación oblicua sobre su línea de costa por efecto de la refracción y difracción. Estas se encuentran en el interior de la Bahía, con sedimentos arenosos y acumulaciones de lodo, tales como: El sector de Isla Gallo y estero Llanaje, Río Chagui y Río Colorado, estero Resurrección y estero Rosario.

- Playas de acantilado: De menor desarrollo, sujetos a oleajes moderados y débiles. Sedimentación en el rango de bloques - arena y están dispuestos sobre las plataformas rocosas de erosión de los escarpes acantilados. Tales como: Sector Isla Gallo y la Chorrera, Punta Laura y Curay.

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

ZONAS DE ALTO RIESGO

Las áreas de mayor alto riesgo por erosión son las islas de Bocagrande y el sector de playas al Nordeste de la Isla El Morro, el cordón litoral de San Juan de la costa y la playa de Pasacaballos. Por efectos de inundación: La Viciosa (Bajito-Tumaco) Isla El Morro, Barrio Exporcol, Barrio "El Morrito" y en menor grado el resto de construcciones palafíticas asentadas en todo el territorio urbano y los barrios Unión Victoria, Los Angeles y Obrero ubicados en el sector continental.

Teniendo en cuenta el factor de amenaza sísmico y tsunamigénico, las áreas de más alto riesgo son los sectores Noroccidental y Norte de la zona costera de Tumaco: Islas de Bocagrande, Vaquería, Tumaco-Viciosa, El Morro, Salahonda, Salahondita, San Juan de la Costa y Pasacaballos. En Tumaco especialmente los asentamientos ubicados en la periferia, frente al mar abierto, desde la isla La Viciosa hasta el Puente El Pindó.

CAMBIOS EN LA LÍNEA DE COSTA

SECTOR 1: Islas de Bocagrande y Vaquería. (Figura 2)

1958: "Bocagrande" se presenta como una "flecha de litoral" (cordón litoral) con una extensión de playa de 5.6 km. Las construcciones hoteleras se encuentran al noroeste de la desembocadura del brazo del río Mira entre la playa y el estero. Más al Norte y en dirección a la desembocadura del brazo del río Mira se encuentra parte más estrecha (60 metros). En el extremo oriental de la isla, "las flechas" de arena indican la tendencia de la sedimentación hacia el Nordeste. Más al norte se observa en baja marea la actual Isla barrera "Vaquería". (Fot. No.1)

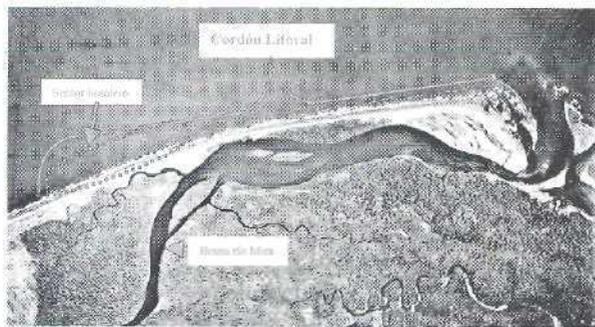


Foto No. 1: 1958, flecha litoral de «Bocagrande»; Sector hotelero al noroeste del río

1969: La flecha litoral se erosionó dividiéndose en tres partes y abriéndose 2 canales: uno de 400 metros y otro de 200 metros, los cuales servían como "bocanas" del brazo río Mira. Al extremo norte, la punta de la antigua flecha se acrecentó; extendiéndose hacia el nordeste, dándole características de isla "barrera". Las construcciones de la zona hotelera permanecieron en el mismo sitio; sobre el cordón litoral.. Los bancos de arena al norte de la Isla Vaquería (consolidada) comienzan a dar formas alargadas a modo de isla Barrera.

1986: En este lapso de tiempo ocurrieron los máximos eventos dinámicos del mar (Tsunami de 1979 y marejadas de El Niño, ENOS, 82/83), los cuales erosionan el cordón litoral al sur donde se encuentra el sector turístico; abriendo un estrecho canal de 80 metros al Oeste del brazo del río Mira (sitio de asentamientos hoteleros), el nivel topográfico disminuyó quedando esta franja expuesta a inundaciones en altas mareas y con riesgo de derrumbe de sus construcciones. Esta situación de peligro obligó a la

relocalización de los habitantes a un (1) kilómetro hacia el Nordeste. Allí se asienta el 2do "Bocagrande". El anterior canal de 400 metros es sedimentado uniéndose a la isla "Barrera, la cual para esta fecha tiene una longitud aproximada de 2.8 km. (medida tomada entre los 2 canales), y una amplitud en su parte más ancha de 450 metros (allí se encuentra ubicado el sector turístico). El anterior segundo canal existente de 200 metros se reduce en un 50%. La anterior isla barrera formada en 1969 es erosionada en su totalidad. Al Nordeste de su antigua posición se produce una sedimentación importante, se podría decir que la isla barrera erosionada de desplazo al este y conformo una nueva isla que en la actualidad es la "nueva isla Vaquería", con una longitud aproximada de 3.4 km.

1993: El canal Sudoeste de la Isla de Bocagrande se erosiona, ampliándose de 80 a 500 metros (en alta marea). El canal de 100 metros descrito anteriormente y ubicado al nordeste se sedimenta acrecentando la isla hasta 5.2 km. (2.4 km. mayor que en 1986). El sector turístico hotelero que se encuentra más al extremo Suroeste, se desplaza al Nordeste por la continuo proceso de erosión en esta dirección. La Isla de "Vaquería", se erosiona reduciéndose a 2.6 km. (800 metros menor que en 1986).

1995: Se presento una inversión temporal de los procesos de erosión y sedimentación, ya que al Suroeste hubo una ampliación de 300 metros y al nordeste una reducción de 100 metros. El ancho del canal entre las Islas de Bocagrande y Vaquería era de 900 metros. Las construcciones de la zona hotelera permanecieron en su anterior ubicación.

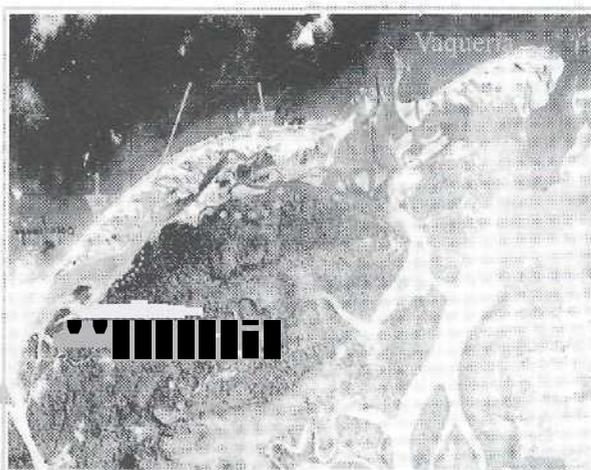
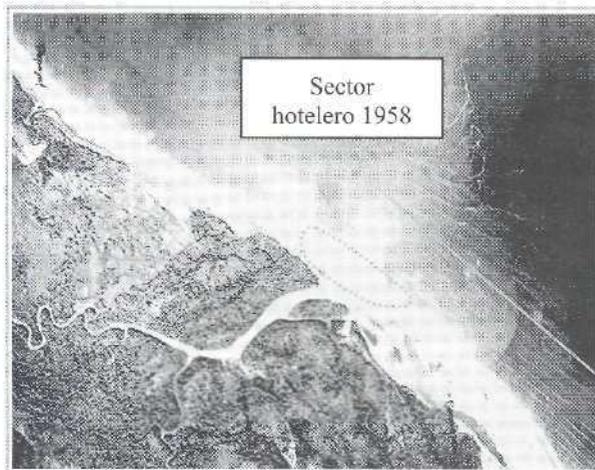


Foto No. 2; Aerofotografías de 1993. Izquierda desembocadura del brazo Norte del río Mira, ubicación del sector hotelero en 1958 y a la derecha en 1993 y 1998. Obsérvase la aparición de la isla Vaquería.

1997-98: La isla de Bocagrande se erosiona 1200 metros en su extremo Sudoeste, afectando parte de la zona hotelera, quienes se desplazan 1.5 km. al nordeste, esta queda dividida en 2 sectores. La isla de Vaquería, no sufre cambios importantes.

1997-98: La isla de Bocagrande se erosiona 1200 metros en su extremo Sudoeste, afectando parte de la zona hotelera, quienes se desplazan 1.5 km. al nordeste, esta queda dividida en 2 sectores. La isla de Vaquería, no sufre cambios importantes.



Foto No. 3: Estado actual de la isla «barrera» Bocagrande

SECTOR 2: Islas Viciosa, El Guano y Tumaco (figura 3)

Isla Viciosa

1847: La isla se presenta como una flecha de litoral unida a la isla El Morro, con una longitud aproximada de 1.4 km. Frente a ella existe un banco de arena con el mismo nombre.

1921: El cordón litoral se parte, erosionándose y separándose 700 metros de la Isla El Morro, sedimentándose al oeste; para así conformarse como una isla barrera, con una longitud de 1.5 km. y un ancho promedio de 120 metros.

1948: La Isla sufre una fuerte erosión, reduciéndose a una longitud de 350 metros, formando una especie de trébol (la erosión fue del orden de 1150 metros desde 1921). Se debe resaltar en este análisis que las corrientes de marea (más importantes del área), circulan entre la Isla La Viciosa y el Morro, y no entre la Isla Viciosa y Tumaco; debido a la presencia de bancos de arena franqueantes frente a ellas. Esta situación hace que el flujo de sedimentos se haga en la dirección de estas corrientes y así mismo su evolución morfodinámica.

1958: Para esta fecha la isla se encuentra unida al Morro y Tumaco. Al Morro a través de un puente de 700 metros de longitud y a Tumaco a través de un

relleno o "Terraplén" de 800 metros de largo por 100 metros de ancho promedio. Se presentan algunas construcciones en el sector Sur, en el punto de unión. La isla experimenta un proceso de sedimentación, aumentando su longitud a 1100 metros. (750 metros mayor que en 1948). Las corrientes de marea fluyen a través del puente y la deriva de litoral hacia el Oeste de la isla, situación que ocasionará más sedimentación en el futuro.

1969: La Isla se estabiliza durante este período, presenta una pequeña sedimentación al Suroeste, como un pequeño brazo de 300 metros en dirección al "terraplén". En el centro se observan tres construcciones separadas. Al Norte se observa la Isla del "Guano".

1985: La isla se consolida y se acrecienta hacia Tumaco, produciéndose una sedimentación entre su extremo Sur y Norte. Las direcciones de propagación del oleaje en estos extremos se difractan, permitiendo que la isla crezca en su misma dirección. Cerca de la vía ya se observan asentamientos de tipo "palafitos". La isla del "Guano" ha desaparecido (erosionándose), quedando como un bajo de arena en dirección Norte - Sur. En este período ocurrió el evento Tsunami de 1979 y el evento "Niño" del 82/83, la energía de su dinámica la erosionó y sedimentó la Isla Viciosa.

1993: Se produce erosión al Norte y sedimentación al extremo Suroccidental. Al Sureste, cerca de la vía; ya se ha formado un asentamiento humano, de cierta importancia, denominado como el barrio "El bajito-Tumac", construcciones tipo "palafito". Al Noroccidente ya la vegetación de playa ha colonizado este sector. La isla presenta riesgos altos de inundación en las más altas mareas "Pujas". Al norte de la Isla aproximadamente a un (1) kilómetro se



Foto No. 4: Isla la Viciosa. Obsérvese las construcciones y la colonización del manglar

encuentra formándose de nuevo la antigua isla del "Guano".

1998: Continúo el proceso de consolidación de la isla, al Nororiente se presenta una sedimentación (cerca a la vía), quedando este sector con un ancho aproximado de 630 metros. Así mismo la "laguna" formada entre la isla Viciosa y Tumaco, tiende a seguir sedimentándose, disminuyendo su profundidad (50 cm). En los lapsos de las más bajas mareas (Quiebra) las dos islas se unen. Fot. No.4

Isla de Tumaco y el Guano. (Figura No. 5)

1847: La isla de Tumaco esta dividida en tres secciones por un canal de mareas que la divide longitudinalmente.

1921: El sector del Pindó se une a la isla de Tumaco, persistiendo el canal interior longitudinal.

1948: El sector del Pindó se vuelve a erosionar, separándose de la isla, la cual no ha sufrido mayores modificaciones. Se comienzan a evidenciar los primeros asentamientos "Palafíticos", sobre el canal interior de la isla. Para permitir la comunicación entre los dos sectores, existen 3 puentes, El Progreso, el del Medio y el del Pindó.

1958: Las 3 islas; Morro, Viciosa y Tumaco; se unen entre sí por medio del puente El Morro (700 metros) y un terraplén construido a través de la isla Viciosa (aproximadamente 800 metros). Así mismo, el territorio insular se comunica con el continente (zonas ínter y supramareales); con la construcción de un puente y el relleno en el sector del Pindó. En el interior de la isla de Tumaco, ya se han construido 2 vías

principales que la cruzan de Este a Oeste. El canal interno esta en su mayoría "rellenado", por las construcciones palafíticas del asentamiento humano allí ubicado. Al norte de la isla de Tumaco a 2 km de distancia aproximadamente, se observa la isleta el "Guano", con una longitud de 1.6 km. y un ancho máximo de 500 metros. (Su ubicación sirve como muro de protección natural para la isla de Tumaco).

1969: No se presentaron cambios importantes, al Suroriente se observa un sector en proceso de sedimentación y así mismo ya se están construyendo las primeras casa sobre la zona intermareal, La isleta el "Guano", se mantiene estable.

1985: Durante el último lapso ocurre el Tsunami del 12 de diciembre de 1979 y las fuertes marejadas del evento "El Niño" de 1982/83. Como consecuencia de su impacto, se erosionaron en su totalidad la isla el "Guano", dejando un pequeño cordón de arena al oeste (sobresaliente en la baja marea). La isla de Tumaco como tal no presento modificaciones importantes sobre su línea de costa. (La isla Viciosa recibió grandes aportes de arena sedimentándola y ensanchándola).

1993 y 1998: La línea de costa que se presenta actualmente no se ha modificado significativamente, los sectores que estaban en proceso de sedimentación y de relleno artificial ya están completamente consolidados (avenida el ferrocarril y sector los puentes). Al Suroriente ya se encuentra un barrio totalmente construido y asentado, sus construcciones palafíticas, se comunican entre sí por corredores o puentes de madera, características que ha dado lugar al nombre actual del sector, "Los puentes". En la

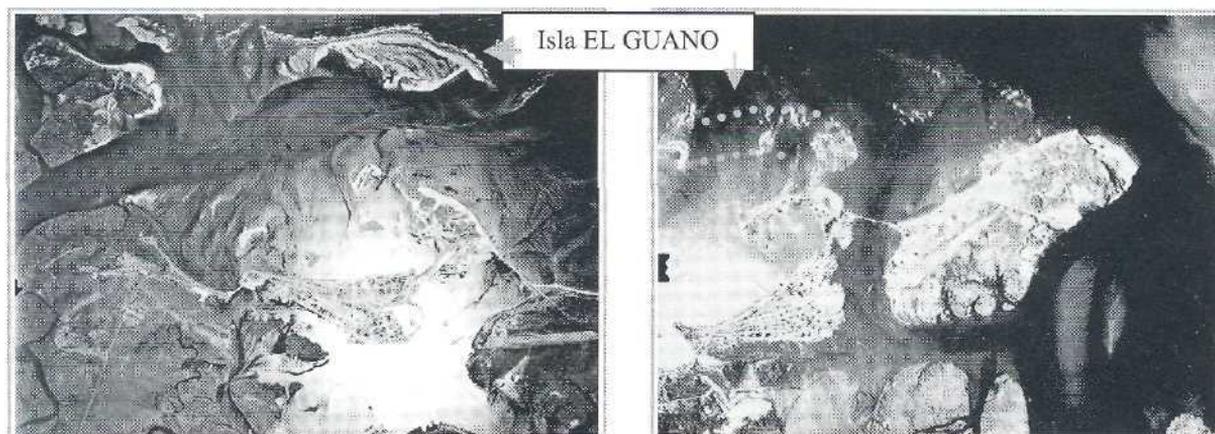


Foto No. 5: Aerofotografía de 1969. Obsérvese la isla El Guano > Aerofotografía de 1993. Obsérvese la isla aerolodada

antigua posición de la isleta el "Guano", se esta presentando un nuevo proceso de sedimentación, lo que indica la reaparición de la isla en los próximos 2 años.

SECTOR 3: Isla "EL MORRO". (Figura No.4).

La evaluación de la información permitió identificar los cambios ocurridos durante 39 años y determinó la inestabilidad del litoral, específicamente en los sectores Nororiental y Noroccidental. Durante este lapso de tiempo se presentaron ciclos de erosión y sedimentación. Cabe resaltar especialmente la unión y separación del promontorio rocoso denominado "El Quesillo" con el continente, creando una vasta extensión de playa (arena) en bajamar de aproximadamente 200 metros. La unión de la isla Viciosa con la isla de Tumaco, el impacto de oleaje del Tsunami de 1979, las marejadas del evento "El Niño" de 1982/83 y el transporte de litoral; fueron los principales factores que influyeron en los cambios de su línea de costa.

1958: Estas fotografías muestran al Norte un sector rocoso presencia de acantilados, desde el cerro el Morro (faro, instalaciones del CCCP y Capitanía de Puerto), hasta "El Quesillo", con una longitud de 1.5 km. "El Quesillo" se encontraba al Norte de la Isla sobre el costado este). Hacia el sector Noroeste-Sudoeste, se presenta una larga y extensa playa; hasta el inicio del puente de unión entre las islas El Morro y Viciosa; conformada por depósitos de arena fina, con una longitud de 2.7 km. aproximadamente y anchos de 500 metros en el sector Noroeste. Frente a los acantilados y el sector Occidental, la acción del oleaje llega en forma directa, o, perpendicular; factor que más adelante incidirá en su proceso de erosión. Fot. No.6

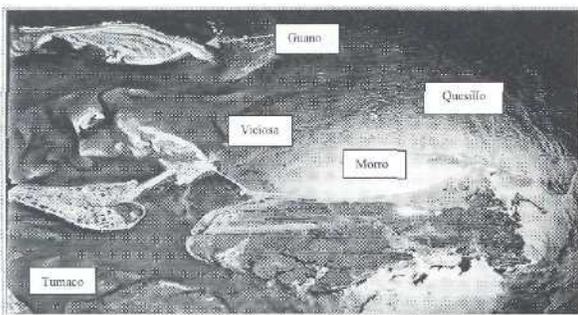


Foto No. 6: Isla El Morro en 1958. Obsérvese el «Quesillo» al Norte de la isla. A la izquierda, las islas «Viciosa» y Tumaco unidas por los puentes y el terraplén. Arriba a la izquierda la isla «El Guamo».

1962: Ocurre una erosión a lo largo del costado Oeste de la isla, entre "El Quesillo" y el puente, desapareciendo "los Cuernos" (sedimentación) al Noroeste. El retroceso de línea de costa alcanzó valores de 250 metros. El sector más erosionado fue la punta Noroeste. El "Quesillo" se mantiene separado del continente.

1969: El proceso de erosión cambia y se produce una sedimentación a lo largo del costado Noroeste y Suroeste. Frente a los acantilados (sector EN), el avance de la línea de costa es notorio con un ancho de 250 metros aproximadamente; llegando a unirse el promontorio rocoso con la Costa. Al Oeste del "Quesillo" se presenta un sector de menor erosión.

1971: La playa adyacente al "Quesillo" se erosionó, separando este de la costa. El retroceso fue de 100 metros, mientras que el sector SO presentó sedimentación leve (50 metros aproximadamente). La playa frente a los acantilados se mantuvo estable.

1983: Cabe resaltar que en el lapso 1971 a 1983, ocurrieron dos eventos naturales de características severas, tales como el maremoto (Tsunami) del 12 de diciembre de 1979 y las marejadas del evento "El Niño" de 1982/83, los cuales ocasionaron un proceso de erosión continuo sobre el litoral Noroccidental y Nororiental, con retroceso de línea de costa del orden de 230 metros. La playa enfrente de los acantilados desapareció en un 50%. "El Quesillo" quedó separado de la costa a 240 metros.

1985: Los cambios son leves, produciéndose una pequeña sedimentación en algunos sectores del sector Occidental y una pequeña erosión de la zona de playa frente a los acantilados.

1997-1998: Los cambios son pequeños, la costa Noroccidental muestra erosión y la occidental una sedimentación. La playa frente a los acantilados vuelve a sedimentarse hasta la altura del "Arco", esta zona supramareal comienza a ser colonizada por vegetación de playa. En la actualidad el promontorio rocoso "El Quesillo", se encuentra separado de la costa a 200 metros aproximadamente en alta marea y en baja marea se une a la costa, quedando la playa completamente seca. Fot, No.7

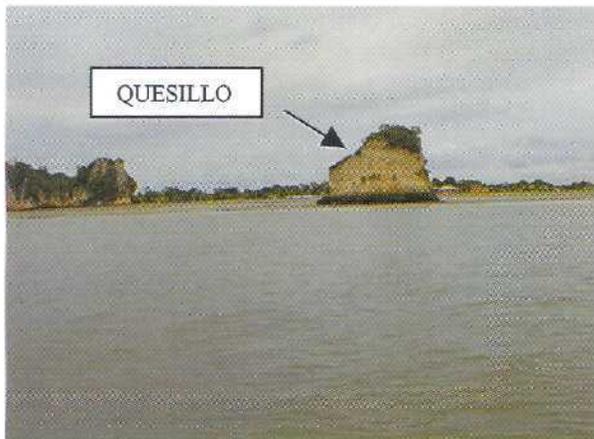


Foto No. 7: Playa El Morro. Obsérvese el «Quesillo» en baja marea.

•Quesillo en alta marea, obsérvese el canal formado.

SECTOR 4: SAN JUAN DE LA COSTA Y PASACABALLOS. (Figura No.5)

San Juan

12 de diciembre de 1979:

Los habitantes de la población de San Juan de la Costa, se levantan al escuchar un ruido extraño proveniente de ultramar, pronto se darían cuenta de la realidad. En esos momentos había ocurrido un terremoto con intensidad de 7.8 en la escala de Richter, el cual generó una onda de Tsunami que alcanzó la playa de esta población con olas hasta de 2 metros de altura, arrasando las viviendas que allí se encontraban. Al estar el régimen de marea en bajo nivel fue un factor favorable ya que el reflujó de su corriente disipó parte de la energía del oleaje del Tsunami. Para esta fecha la población estaba asentada sobre un cordón litoral de aproximadamente 400 metros de ancho, rodeado por vegetación de mangle, la posición registrada es $02^{\circ} 19' 15''$ N y $78^{\circ} 38' 01''$ W (coordenadas geográficas WGS84), y el

efecto del oleaje y su erosión la redujeron a 300 metros, situación física que dividió a la población en dos, ya que una gran parte de ella se reubicó en el estero protegido por el Manglar a 1400 metros de la posición inicial creándose de esta manera el segundo San Juan (Villa San Juan) en posición $02^{\circ} 19' 35''$ N y $78^{\circ} 37' 30''$ W (coordenadas geográficas WGS84) con '160 predios aproximadamente. Sobre la playa se observan todavía las ruinas del pueblo, identificándose la cúpula de la capilla. Fotg No.8

1992: En este lapso de tiempo se presentó el evento del "Niño" de 1982/83, el cual ha sido considerado como uno de los más severos del presente siglo por el impacto producido sobre las zonas afectadas y las actividades socioeconómicas de las poblaciones del Pacífico Sudeste. Para el caso del litoral del Municipio del Pacífico Sudeste. Para el caso del litoral del Municipio de Tumaco, el efecto se presentó con las fuertes y persistentes marejadas, las cuales incrementaron el nivel del mar produciendo inundaciones y erosión sobre el cordón litoral de San Juan, debilitándolo en el sector donde se encontraba la primera población. Ya el



Foto No. 8: antigua población de San Juan de la Costa. Obsérvese las ruinas de la población aún sobre la playa del cordón litoral.

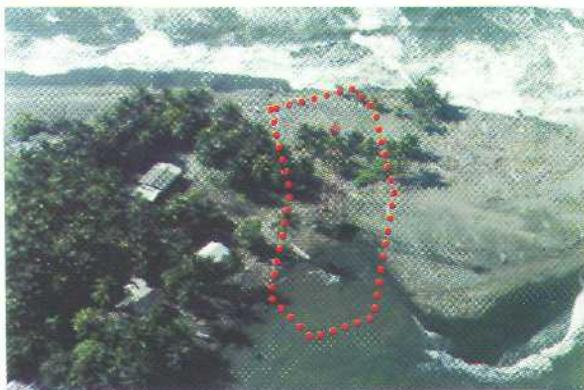
90% de sus habitantes se encuentran viviendo en el segundo San Juan. Aún se puede ver en baja y alta marea la cúpula de la capilla y las ruinas del caserío.

1998: Durante 1997 y 1998 se presentan un evento "Niño" de intensidad severa, sus marejadas erosionan en 350 metros promedio el cordón litoral de San Juan, reduciéndolo a 120 metros y abriendo una nueva bocana de 640 metros y de 2 metros de profundidad en el sector donde se encontraba el primer San Juan el cual quedó totalmente sepultado. Al abrirse el cordón litoral el cual servía como protección del segundo San Juan, permitió la entrada de las corrientes de oleaje, las que iniciaron un proceso de impacto sobre sus viviendas, quedando expuestas a un alto riesgo de derrumbe. A partir de 1998 se inició por parte de la Alcaldía Municipal de San Andrés de Tumaco, la tercera reubicación de sus habitantes, actividad que se está ejecutando en la actualidad. El tercer San Juan está situado a 5.3 kilómetros del segundo y se encuentra a 8 kilómetros estero adentro desde la nueva bocana de San Juan. El nuevo San Juan albergará aproximadamente a 200 viviendas, su posición es: 02° 16' 47" N y 78° 36' 43" W (coordenadas geográficas WCS84).

Pasacaballos (Figura 6).

1992: La población de Pasacaballos se encuentra asentada sobre el extremo norte del cordón litoral que conforma la bocana del río Patía, en posición 1167807.50 W - 762832.50 N (coordenadas planas, Datum internacional), el faro está 300 metros al norte en posición 02° 27' 03.198" N y 78° 34' 04.72" W (coordenadas geográficas, WCS84). Las marejadas del evento "El Niño" de 1982/1983 y los continuos embates del mar sobre su playa, la han erosionado progresivamente.

1996: El faro y las viviendas se encuentran sobre el borde de la línea de más alta marea por el costado



norte y a 82 metros por el sector Oeste. El faro presenta una inclinación Sur de 000° 06' 53". La línea de costa se erosionó 100 metros en el lapso 92/96. Fot. No.9.

1997-1998: En este lapso la erosión fue continua de enero de 1996 a febrero de 1997 su línea de costa retrocedió 80 metros, alcanzando las bases del faro y las primeras casas del poblado, para esta fecha la casa del guardafaro ya había sido derrumbada por el oleaje. En abril de 1997, se erosionaron 10 metros sobrepasando las bases del faro e inclinándolo 20°. Durante el año de 1997 y 1998 debido a las fuertes marejadas del evento "El Niño" se acrecentó el proceso erosivo y en abril de 1998 la línea de costa retrocedió 120 metros inundando el poblado (23 casas, 67 habitantes, CENSO CCCP, 1997) el cual se reubicó 200 metros más al sur de su antigua posición, limitando con la franja de mangle. El faro se ha hundido 2 metros bajo el nivel de la alta marea, aumentando su inclinación a 30°. En septiembre de 1998 se monitoreó la línea de costa y presentó una acreción de 10 metros en el sector Norte, lo cual indica que hay una temporal estabilización, ya que la población se inunda en los momentos de las más altas mareas. El total del retroceso de la línea de costa de 1992 a 1998.

5, CONCLUSIONES

5.1 La zona costera de Tumaco presenta una gran morfodinámica, cuyos efectos se pueden evidenciar en la evolución histórica de su línea de costa. El aporte sedimentario de los ríos Patía y Mira, la dinámica marina y su correspondiente deriva litoral, las corrientes de marea y su efecto de "lavado", la constante actividad sísmica, generan una amenaza menos severa que la Tsunamigénica sobre la costa y sus habitantes, cuyos factores se traducen en erosión litoral, inundación de zonas supramareales y deslizamientos en los relieves costeros rocosos.



Foto No. 9: Faro y población de Pasacaballos. A la izquierda el faro y la población están sobre la playa. A la izquierda ya el mar ha cubierto la base del faro y ha inundado la población

5.2 Las áreas más vulnerables ante la amenaza de erosión, son las Islas tipo barrera y cordones de litoral con desembocaduras de ríos cercanos, con playas de "costa abierta, expuestas a la acción formal del oleaje y constituidos principalmente por sedimentos arenosos, topográficamente bajas, con zonas intermareales y supramareales (Se inundan en eventos máximos de pleamares), tales como Isla Bocagrande, Vaquería, La Viciosa, El Morro, San Juan de la Costa y Pasacaballos.

5.3 La Isla del Morro, ha sufrido un proceso de erosión progresivo en su costado Noroccidental, y una amplia sedimentación al norte, creando una amplia extensión de playas de bajamar.

5.4 La isla "Viciosa", recientemente formada y consolidada como tal (aproximadamente hace 50 años), es una zona de alto riesgo de inundación y por lo tanto no apta para el desarrollo de asentamientos humanos.

5.5 La isla el "Guano", antes de su total erosión (entre 1979 y 1983), servía como "defensa de costa", protegiendo a la isla de Tumaco, contra los impactos del Tsunami y las fuertes marejadas de los eventos "El Niño". En la actualidad los procesos sedimentarios la están formando de nuevo, lográndose observar en baja marea en dirección oeste desde el puente El Morro (a 1.5 km. aproximadamente).

5.6 La actual isla de "Bocagrande", antes de 1969, se presentaba como una flecha de litoral (unida al continente). Posteriormente, la fuerte dinámica marina (especialmente los eventos del Tsunami de

1979 y "El Niño" 82/83, la separaron del continente ("Tierra firme"), transformándola como una isla "barrera".

5.7 La progresiva erosión al sudoeste de la isla de "Bocagrande", y la sedimentación al nordeste; ha obligado a los propietarios del grupo hotelero asentados en esta zona; a desplazarse continuamente hacia el nordeste (aproximadamente 4 km. en 39 años), por 3 ocasiones. Si los procesos costeros persisten, el sector se vería afectado nuevamente por inundaciones periódicas; ocasionando un nuevo traslado.

5.8 Entre la isla la "Viciosa" y Tumaco, se formó una laguna, la cual se encuentra en proceso de sedimentación, que de continuar así, en los próximos 5 años se unirá completamente al costado noroccidental de Tumaco.

5.9 La isla de Tumaco se ha construido en su mayoría con rellenos naturales del mar (sedimentación) y con rellenos artificiales (por el hombre), lo cual la hacen como una zona de alto riesgo ante la acción de terremotos y Tsunami.

5.10 La línea de costa del sector de Pasacaballos, retrocedió 350 metros en el lapso de 1992 a 1998, lo que obligó a su población a reubicarse 200 metros al sur y a la DIMAR construir un nuevo faro 4,5 kms. al norte.

5.11 La bocana de Pasacaballos quedó con una abertura de 1300 metros, de los 800 que presentaba en 1986. La erosión fue de 530 metros en 12 años.

Bibliografía

ASESORÍAS MUNICIPALES ALCALDÍA DE TUMACO. 1997. *Plan de ordenamiento territorial* Pot - Tumaco,

CCCR Informe final de proyecto. 7 996. "DIAGNOSTICO DE LA CONTAMINACIÓN MARINA EN EL PACIFICO COLOMBIANO", Tumaco..

CORREA I. D. Y CONZALES j. INGEOMINAS. 1989. *Ceniro Control de Contaminación Marina, PROGOC*, Cali.

DUARTE A. 1991. *Determinación de la vulnerabilidad del área urbana en Tumaco a la inundación por Tsunami*, Bogotá.

GUTIÉRREZ H. 1948. *Informe geológico sobre la isla del Morro, Bahía de Tumaco, Bogotá*, Colombia.

IDEAM, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. 1997. *Morfodinámica poblacional y amenazas naturales en la cosía Pacífica Colombiana*. Santafé de Bogotá.

IGAC. *Aerofotografías de 1958, 1969, 1985 y 1993 de la costa adyacente a Tumaco*. Imagen de satélite LANDSAT-TMde1986.

MARTÍNEZj.O.,GONZALESJ.L, PILKEYO. H., NEAL W. J., 1993. *Islas barrera tropicales de la costa Pacífica Colombiana*.

MINAMBSENTE,1998.fl-oyecto "*ManglaresdeColombia*".

MONTACUT, E. 1997. "*Situación de riesgos en San Andrés de Tumaco*", Informe final

MONTACUT, E. 1997 "*Cambios de la línea de costa de San Andrés de Tumaco*", CCCR

U.S. NAVAL OCEANOGRAPHIC CENTER. 1969. *Carta náutica No. Ho 1540, de Tumaco*,