
EVALUACION GLOBAL DEL POTENCIAL PARA ACUICULTURA DE LA FRANJA COSTERA DEL PACIFICO COLOMBIANO (Sector Buenaventura - frontera con Ecuador) (*)

I. CORREA; B.S. ACOSTA; J. SIONNEAU & J. KHOBZI

RESUMEN

Los planes de desarrollo planteados para el litoral pacífico colombiano consideran, entre otros aspectos, la construcción de puertos, vías férreas, carreteras de penetración, complejos industriales y turísticos, y aprovechamientos intensivos de acuicultura y pesca. En la parte sur del litoral, entre las latitudes del puerto de Buenaventura y la frontera con Ecuador, las condiciones naturales posibilitan en algunos sectores el desarrollo de explotaciones artificiales para el cultivo de camarones -Shrimp farming-, que deberán efectuarse teniendo en cuenta las debidas protección y conservación ambientales, especialmente en relación con los ecosistemas de manglares y recursos estuarinos asociados.

La evaluación global del potencial de acuicultura para esta área se basó en la información suministrada por 9 imágenes de satélite SPOT (Nivel 1B) fechadas entre 1987 y 1990. Información complementaria fue obtenida a través de chequeos de campo, interpretación de fotografías aéreas pancromáticas y recopilación de estudios preliminares ya existentes.

Los resultados obtenidos se consignan en:

- a. Mapas fisiográficos a escala 1:50000, en los que se representan el drenaje y los tipos de terrenos costeros, tales como:
 - Intermareales, vegetados por especies del ecosistema del manglar.
 - Supramareales, conformados por depósitos arenosos litorales.
 - Supramareales, remanentes predominantemente arenosos de depósitos fluviales.
 - Supramareales, correspondientes a áreas ligeramente elevadas en el interior de las zonas de manglares.
 - Supramareales, correspondientes a las zonas de colinas y áreas bajas no expuestas a la acción directa de las mareas.

I. CORREA y B.S. ACOSTA. Universidad EAFIT, Medellín. J. SIONNEAU y J. KNOBZI. Cooperación Técnica Francesa, Bogotá.

(*) Documento del II Simposio Latinoamericano de Riesgo Geológico Urbano y II Conferencia Colombiana de Geología Ambiental. Pereira, 1992.

-
- b. Mapas de zonas seleccionadas, resultantes de la aplicación de criterios técnicos y ambientales a la información contenida en a.

La información satelitaria permitió además la identificación de áreas intervenidas y de los elementos de la infraestructura de la zona.

ABSTRACT

Development plans for the Pacific Littoral of Colombia consider, among other items, harbor and road construction, tourism and industrial facilities, and intensive shrimp-farming developments. In the southern part of the littoral, between Buenaventura and Ecuadorian border, natural conditions suggest big possibilities for intensive shrimp-farming and aquaculture explotations, which must be made taking account of environmental considerations, specially those cocerned with the protection of estuarine and mangrove areas ecosistems.

A general evaluation of the acquaculture potential of this areas was based on processing interpretation of 9 SPOT satellite images, taken between 1987 and 1990. Complementary information was obtained by field work, panchromatic air photography examination, and study of data from previous published works.

Result of this study are presented in:

- a. Physiographic maps, 1:50000 scale, which represent drainage and many types of coastal terrains, such as:
- Supratidal sandy deposits.
 - Supratidal remnants of sandy fluvial deposits.
 - Supratidal zones, located at the interior of mangrove swamps.
 - Supradital areas along the periphery of low hills.
 - Intertidal mud flats, covered with vegetation of the mangrove ecosystem.
- b. Selected Areas maps, 1:50.000 scale, based on information of above maps, crossed with shrimp-farming development criteria.

Satellite information made possible the identification of intervened areas and man-made elements of the study area.

INTRODUCCION

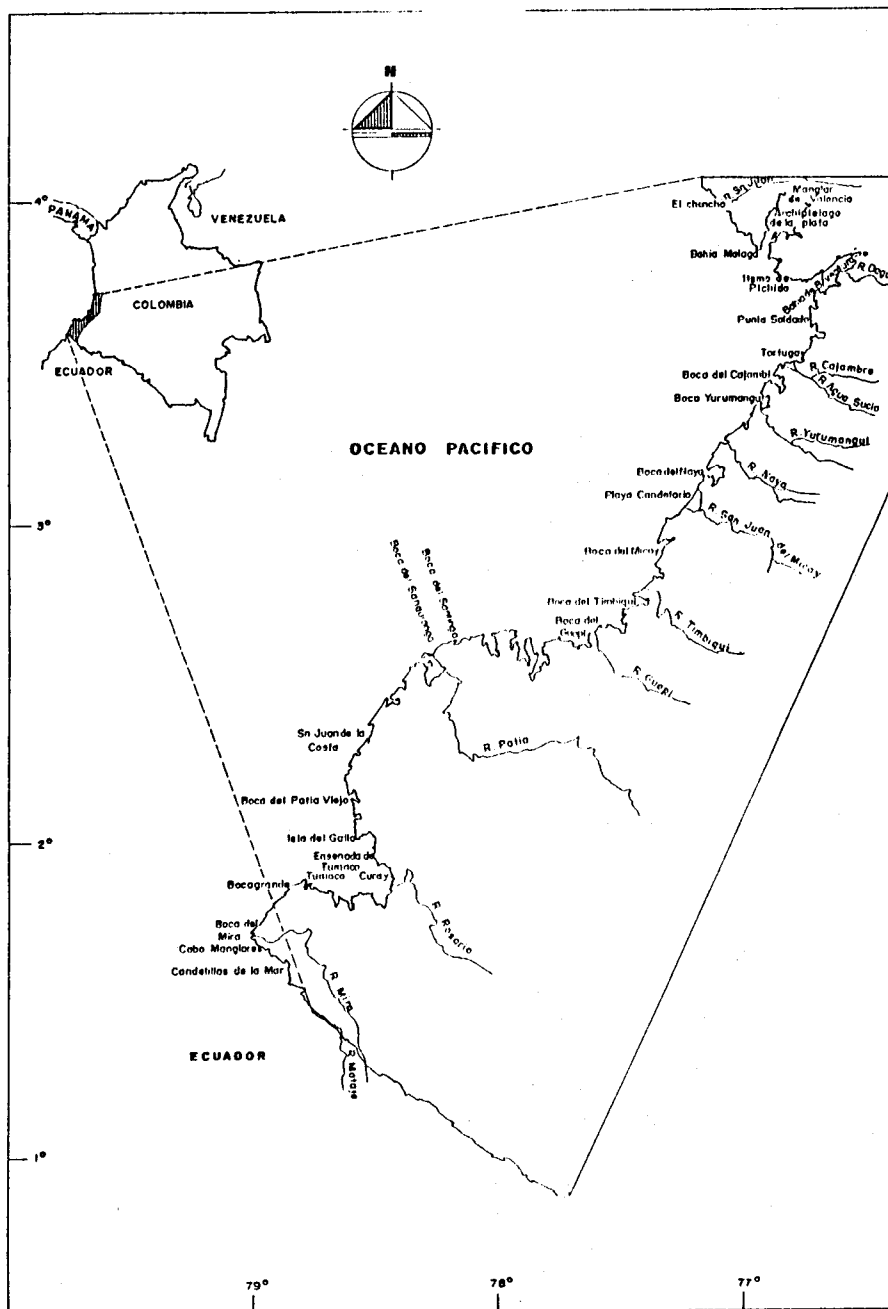
Las características fisiográficas y climáticas generales del litoral sur de la costa pacífica colombiana sugieren en primera instancia posibilidades importantes de uso de terrenos y aguas para desarrollos, desde artesanales hasta intensivos, de la acuicultura marina. La bioindustria más importante en la actualidad corresponde al cultivo artificial de camarones (principalmente de la especie *P. Vannamei*), sobre terrenos litorales de la bahía de Tumaco y del delta reciente del río Mira, cerca de la frontera con Ecuador; estas áreas tienen condiciones climáticas y ecológicas semejantes a las de la Provincia de Esmeraldas (Ecuador) y presentan en el momento más de 250 ha., dedicadas a este tipo de cultivos, con perspectivas importantes de desarrollo continuado.

La evaluación global del potencial de acuicultura para esta área se basó en la información suministrada por 9 imágenes de satélite SPOT (Nivel 1B) fechadas entre 1987 y 1990.

Con el fin de obtener una evaluación global del potencial acuícola para toda la parte sur del litoral pacífico colombiano (Figura No.1), entre las latitudes de la Bahía de Buenaventura (3° 52' N aprox.) y la frontera con Ecuador (1° 10' N aprox.), el programa regional de cooperación técnica para la pesca CEE/PEC Ala 87/21 contrató con la UNIVERSIDAD EAFIT, de MEDELLIN, la identificación y cuantificación de las áreas litorales con posibilidades, a nivel de pre-factibilidad, de ser utilizadas en la bioindustria de camarones. La cartografía de los sectores colonizados por especies del ecosistema manglarino fue incluida también como objetivo principal, en vista de su importancia ecológica fundamental y del imperativo de considerar cuidadosamente su uso, conservación y/o preservación para un ordenamiento ambiental adecuado.

El proyecto contó con la asesoría técnica de la Misión de Cooperación Técnica de Francia ante el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Santafé de Bogotá.

FIGURA No. 1
Localización zona de estudio



OBJETIVOS ESPECIFICOS

Con base en la información SPOT, reciente y disponible, como fuente primaria para la adquisición de datos, el logro de los objetivos generales del proyecto se orientó en la consecución de los siguientes objetivos específicos:

a. Integración de la información disponible.

b. Elaboración de bases cartográficas a escala 1:50000 para la representación y síntesis de los aspectos referentes a:

- Principales características geológicas, geomorfológicas y sedimentológicas de la franja litoral.
- Tipos de suelos.

- Tipos de formaciones vegetales: manglares -otra vegetación.
 - Redes de drenaje y condiciones de inundación.
 - Elementos de infraestructura existente, y
 - Zonas seleccionadas como de posibilidades para el cultivo de camarones.
- c. Cuantificación, en hectáreas, de las zonas seleccionadas y de las áreas ocupadas por el ecosistema manglarino.

Las características fisiográficas y climáticas generales del litoral sur de la costa pacífica colombiana sugieren en primera instancia posibilidades importantes de uso de terrenos y aguas para desarrollos, desde artesanales hasta intensivos, de la acuicultura marina.

INFORMACION GENERAL SOBRE EL AREA DE ESTUDIO

Clima

El clima en la zona sur del litoral pacífico colombiano presenta las características generales de ambientes costeros tropicales húmedos, con temperaturas altas pero no excesivas, humedad del aire alta, lluvias abundantes y alternancia de períodos de nubosidades altas y bajas. La precipitación media anual se distribuye en franjas aproximadamente paralelas al contorno costero, con valores mínimos entre 1934 y 3483 mm/año en el sector de la Bahía de Tumaco-Delta del río Mira, y máximos entre 5055 y 6470 mm/año para la zona de la Bahía de Buenaventura, extremo norte del área de estudio (Rizo y Contreras, 1987). Dado el escaso número de estaciones meteorológicas en la zona (7 para toda el área) y la diversidad de períodos de registro, estos valores están sujetos probablemente a mejoramientos importantes. De acuerdo con West (1957) e Himat (1988), los valores medios de temperatura en el área sobrepasan rara vez los 28°C; la media anual se sitúa alrededor de los 25-26°C, y las variaciones de los promedios

mensuales no exceden por lo general los 2°C. Los cambios más drásticos en temperatura corresponden a las variaciones diurnas-nocturnas, que alcanzan valores de hasta 18°C (West, 1957).

Geología - Geomorfología

El marco geológico-geomorfológico del litoral pacífico colombiano está dado en primera instancia por su ubicación en una zona de convergencia activa de placas tectónicas, determinante de levantamientos y hundimientos tectónicos diferenciales, y de la ocurrencia de sismos y maremotos asociados (Case, 1974; Velásquez y Meyer, 1990). Las formaciones costeras rocosas (Figura No. 2) corresponden principalmente a secuencias horizontales o subhorizontales de areniscas, lutitas y calizas con edades en el rango Oligoceno-Plioceno (INGEOMINAS, 1988); en la mitad septentrional del área de estudio, los límites occidentales del relieve costero se disponen en o cerca (5 - 10 km) de la línea de costa actual, mientras que en la mitad sur los frentes de colinas bajas y terrazas rocosas se localizan a distancias de hasta 30 - 40 km hacia el interior. La planicie fluvio - deltaica actual y reciente está conformada por acumulaciones de gravas, arenas y lodos que alcanzan las mayores amplitudes areales en los sectores de los ríos Sanquianga, Patía y Mira (Figura No. 2) y que normalmente están sujetas a inundación, bien sea por la cuña mareal directamente o por sus efectos indirectos de represamiento de los caudales fluviales. La amplitud del rango mareal en la zona (3 a 4 m entre las ciudades de Tumaco y Buenaventura), determina penetraciones máximas de aguas salinas hasta 15 km. en las zonas deltaicas en los ríos Sanquianga y Patía en donde se representan las mayores extensiones de pantanos de manglares y superficies predominantemente lodosas, sumergibles completamente durante períodos de mareas altas. La longitud aproximada de la línea de costa entre la Bahía de Buenaventura y la desembocadura del mar del río Mataje (frontera con Ecuador) es de 600 km, caracterizados en su mayor parte por la presencia de playas y sistemas de playas "beach ridges" discontinuos deltas de marea baja "ebb tidal deltas" y alta "flood tidal deltas" en las principales desembocaduras (West 1957; Soeters & Gómez, 1985; Correa & González 1988; Prah et al., 1989). Comparaciones entre información de satélite y fotografías pancromáticas del IGAC evidencian cambios morfológicos importantes de la línea de costa durante los últimos 40 años, especialmente en el sector sur-occidental de

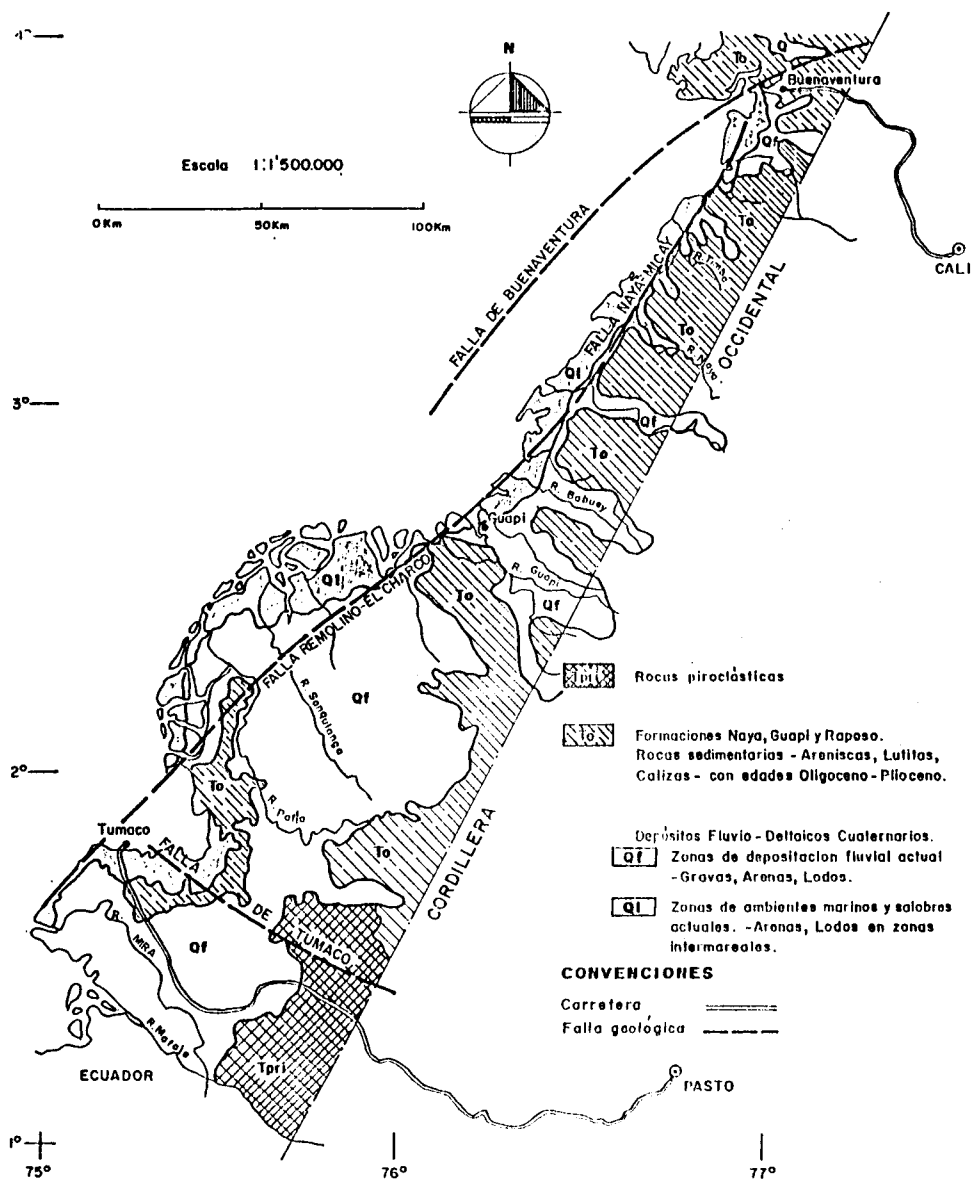
la Bahía de Tumaco, en donde se destacan desplazamientos de la línea de costa del orden de hasta 200 m.

Amenazas Geológicas

Los antecedentes históricos de terremotos y maremotos en el litoral pacífico colombiano, especialmente entre las áreas de Tumaco y Guapi, indican sin ambigüedad la necesidad de evaluar la "vulnerabilidad" de sus diferentes sectores antes de proceder a su desarrollo. En el presente siglo,

esta zona ha sufrido los efectos de los terremotos - maremotos del 31 de enero de 1906 (Magnitud 8.9 escala Richter) y del 12 de diciembre de 1979 (Magnitud 7.9 escala Richter). Las consecuencias de este último evento incluyeron subsistencia costera de hasta 50 cm, a escala regional (Herd et al., 1981), reactivación de fallas geológicas (Gómez, 1986), erosión litoral y fenómenos de licuefacción de suelos y agrietamientos de terrenos, además de la destrucción de viviendas en áreas construidas. Ramírez & Goberna (1980) calculan en 643 el número de víctimas de este evento en las poblaciones costeras.

FIGURA No. 2
Modificado de mapa geológico de Colombia



METODOLOGIA

Images Spot

Se utilizaron 9 escenas SPOT (CCTs cintas magnéticas compatibles con computador) tomadas durante periodos de mareas altas, con las siguientes referencias.

COORDENADAS	MODO	NIVEL	FECHA DE TOMA	HORA (TU)
Spot 2 k640-j342	XS	1B	22 septiembre/90	15H51MN13S
Spot2 k640-j343	XS	1B	01 septiembre/90	15H55MN10S
Spot1 k640-J343	XS	1B	05 marzo/87	15H42MN20S
Spot1 k640-J344	XS	1B	17 abril/90	15H39MN07S
Spot 1 K640-J345	XS	1B	17 abril/90	15H39MN15S
Spot 1 K639-J345	XS	1B	05 marzo/87	15H42MN39S
Spot 1 K638-J345	XS	1B	10 marzo/87	15H46MN28S
Spot 1 K638-J346	XS	1B	10 marzo/87	15H46MN36S
Spot 1 K638-J347	XS	1B	10 marzo/87	15H46MN45S

El estudio se inició con la seguridad de poder contar con una cobertura completa de imágenes relativamente recientes, tomadas en marzo de 1987. Intentando obtener la información más actualizada posible y una cubierta de nubes menor, se solicitó una nueva programación a partir de febrero de 1990. De esta programación, sólo las imágenes del sector de Guapi presentan características mejores que las de 1987, por lo que el desarrollo más reciente de la instalaciones de acuicultura en el área de la Bahía de Tumaco no pudo ser captado con precisión, aunque la imagen de 1990 permitiría, de ser indispensable, la obtención de datos parciales. Todas las imágenes fueron obtenidas en situación de marea alta, lo cual simplificó el procedimiento de clasificación supervisada.

Procesamiento Digital

Esta operación se realizó con el software ANIM (desarrollado por Yves Thomas en el Centro Nacional de Investigaciones Científicas - CNRS - de Francia) y con el sistema de software-hardware integrado PERICOLOR 1000), con los programas adicionales "Histobidim" e "Hipercube" (Rakoto-ORSTOM). De las escenas SPOT se seleccionaron ventanas de trabajo de 512 x 512 pixeles, para el

procesamiento con ANIM, y de 256x256 pixeles con el Pericolor. Considerando la alta nubosidad y sombras asociadas como factor adverso para la automatización completa del procesamiento, se optó por combinar éste con una interpretación visual, valorada con el alto nivel de referencia del personal profesional participante. Debido a la no disponibilidad de programas adecuados y a la escasez de puntos geodésicos de referencia (la zona de estudio tiene menos del 10% de cartografía básica), no se realizaron rectificaciones geométricas.

El marco geológico-geomorfológico del litoral pacífico colombiano está dado en primera instancia por su ubicación en una zona de convergencia activa de placas tectónicas, determinante de levantamientos y hundimientos tectónicos diferenciales, y de la ocurrencia de sismos y maremotos asociados.

Clasificación Supervisada

Para esta operación se seleccionaron áreas de entrenamiento representativas de los distintos paisajes, cuya separación se decidió anteriormente con base en el trabajo de campo. Se efectuaron varios ensayos de procesamiento, entre otros:

- Cálculos de índice de vegetación normalizado: ISH XS2/XS3
- Cálculo e interpretación de histogramas bidimensionales
- Clasificación por el método "Histobidim"

Finalmente, para realizar la clasificación de "Temas" se eligió el programa "Hypercube", que permite combinar las 3 bandas del SPOT XS1 (0.5 μ -0.9 μ), XS2 (0.61 μ -0.69 μ) y XS3 (0.79 μ -0.94 μ). Se establecieron los rangos característicos, confrontando los resultados con los datos de campo y las fotografías aéreas. Por otra parte, se tuvieron en cuenta las características de los distintos paquetes de detectores del satélite para modificar los límites de las "clases", buscando un resultado final homogéneo. Dado el buen grado de diferenciación de las categorías y su pequeño número, el procedimiento no fue complicado ni muy largo, pero sí eficiente, ya que la confrontación con el terreno y estudios anteriores consultados al final del trabajo fue altamente satisfactoria. Se distinguieron fácilmente los arenales de la zona litoral, las barras de playa, el manglar de borde de los esteros, las zonas pantanosas y de talas, las parcelas de cultivos y el bosque húmedo tropical. En primer lugar, se aplicaron máscaras sobre las nubes y sus sombras, así como sobre los cuerpos de agua, por combinación de métodos manuales con la información de las bandas 3 y 1. Las barras de playa antiguas presentan valores altos en la banda 3 y se separan bien. Los manglares cercanos a los canales de marea se diferencian de los pantanos, a menudo secados artificialmente, de las áreas intermedias que se encuentran ocupadas por vegetación más baja de distintos tipos, pero siempre con mayor reflexión en la banda 2. En las parcelas de cultivos y pastos, los valores aumentan en la banda 3 y las formas geométricas características ayudan a su clasificación cuando han sido arados recientemente. Finalmente, las áreas de colinas muestran a menudo pastos y cultivos en el contacto con la planicie marina; una fotointerpretación rápida ayudó a resolver los

casos dudosos para su operación. Toda esta información fue agrupada de acuerdo con los objetivos específicos del proyecto, buscando además la simplificación de la cartografía.

Cartografía

El producto final del estudio fue impreso a color, permitiendo una generalización selectiva para obtener la manera controlada unidades de tamaño conforme con la escala de publicación. La medición de áreas se realizó por métodos clásicos (Planímetro polar) sobre los mapas así obtenidos. La ausencia de información en sectores cubiertos por nubes implicó recurrir a procedimientos analógicos para completar, por interpolación, la cartografía temática. Lo anterior condujo a la utilización de fotografías aéreas pancromáticas, que permitieron además delimitar sencillamente la planicie litoral, separándola de las colinas aledañas que radiométricamente presentaron cierta confusión con otras unidades.

Los antecedentes históricos de terremotos y maremotos en el litoral pacífico colombiano, especialmente entre las áreas de Tumaco y Guapi, indican sin ambigüedad la necesidad de evaluar la "vulnerabilidad" de sus diferentes sectores antes de proceder a su desarrollo.

RESULTADOS

Cartografía

Los resultados finales del estudio se sintetizan en el siguiente material cartográfico, complementado con las memorias respectivas:

- 2 mapas generales, a escala 1:250.000 y un mapa índice a escala 1:500.000.
- 16 mapas base, a escala 1:50.000, en los que se sintetiza la información obtenida, organizada en relación con los siguientes temas guía, considerados como esenciales: Geología - geomorfología; suelos; vegetación; usos del terreno; fuentes de agua dulce; amenaza geológica e infraestructura.

- 15 sobre imposiciones transparentes, una para cada mapa base (exceptuando la correspondiente a la zona Este de la Bahía de Tumaco, sin información disponible). En estas transparencias se delimitan y cuantifican tanto las áreas seleccionadas como las ocupadas por manglar.
- 3 mapas, a escala 1:25.000, realizados con el fin de mostrar el grado de detalle que podría alcanzarse con trabajos más especializados.

Las unidades cartografiadas en los mapas BASE representan un "compromiso" entre criterios geomorfológicos, de suelo/vegetación, y de posición relativa de los terrenos con respecto al nivel del mar, y sus límites, de acuerdo con la realidad natural, deben tomarse como zonas transicionales y no siempre con fronteras netas de separación entre los atributos principales de los terrenos (Figura No. 3).

Unidades Cartografiadas

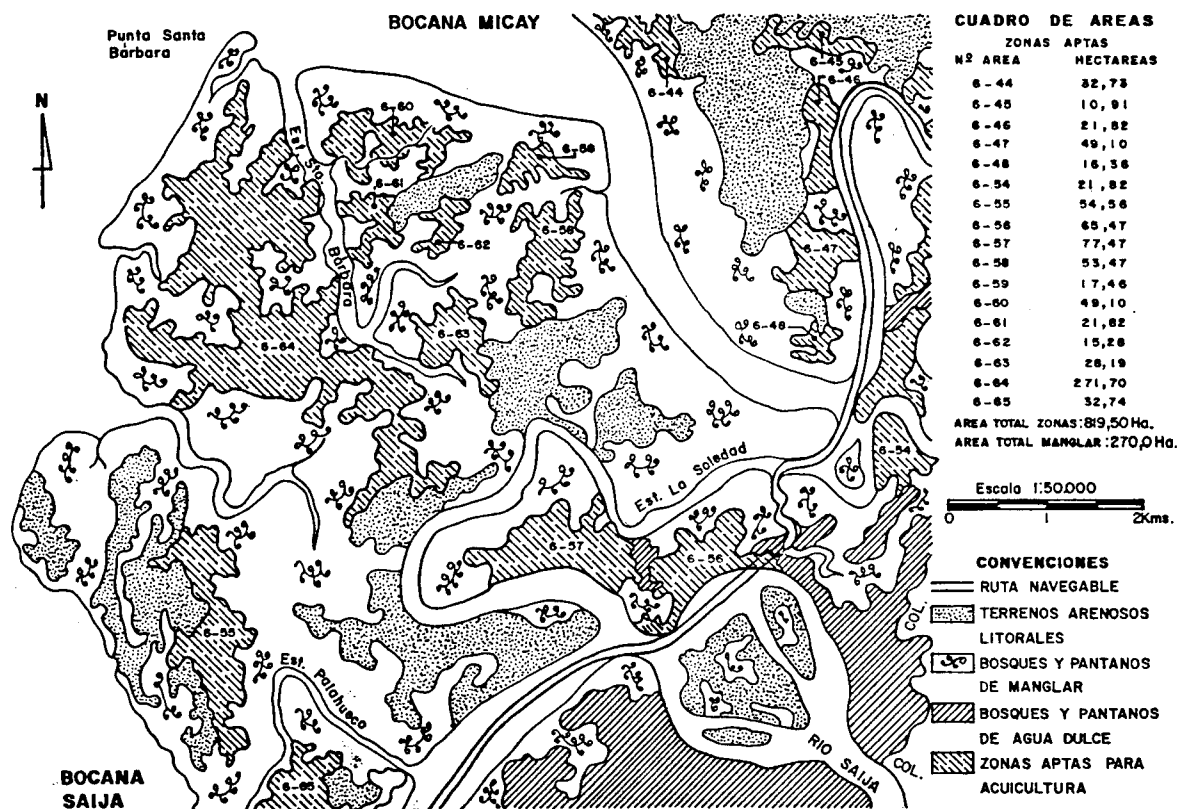
La totalidad de información recolectada fue sintetizada en tres unidades de mapeo, descritas a

continuación (clasificaciones de suelos fueron tomadas de IGAC, 1980 - 1981).

Terrenos Arenosos Litorales

Geología-geomorfología: complejos de espigas, barras y playas arenosas de amplitud y extensión variables, ubicadas en o cerca de la línea de costa, normalmente entre el mar y los pantanos de manglares. Edad actual o reciente; zonas de topografía baja, generalmente a 1.5 m máximo por encima del nivel de pleamares; irregularidades mayores de la topografía correspondiente a surcos o canales de marea y/o a depresiones encharcables por aguas lluvias; en algunos sectores, dunas menores en zonas traseras de playas. Niveles superficiales del terreno constituidos por arenas medias-finas, con contenidos variables de limos; permeabilidades altas, nivel freático en los primeros dos m. de profundidad. Sustratos conformados por arcillas y areniscas. Suelos: Predominantemente arenosos (**Tropopsaments**) asociados a suelos mal drenados (**Tropaquents, Fluvaquents**). Vegetación: desde plantas fijadoras de arenas (**Homolepis afurensis; pectis arenaria**), hasta árboles

FIGURA No. 3
Ejemplo de síntesis de resultados



mayores (*Chrisobalanus icaco*), palmas y árboles frutales (mango, naranja, cocoteras); manglares en las depresiones y surcos conectados con el mar. Fuentes de agua dulce: subterráneas y de lluvia. Uso del terreno: habitacional, agricultura de subsistencia, cultivos intensivos de coco; en las áreas de Tumaco y Río Mira y explotaciones de acuicultura. Amenazas geológicas: erosión de playas, inundaciones totales o parciales por efectos de maremotos, licuefacción de suelos y hundimientos de terrenos generados por movimientos sísmicos, vientos fuertes ocasionales.

Bosques y Pantanos de Manglar. Geología-geomorfología

Zonas con condiciones salinas o salobres, inundables periódicamente por la marea o por sus efectos de represamiento de los caudales fluviales. Terrenos con alturas medias entre los niveles de pleamar y bajamar. Superficies de relieve bajo con pendientes entre 1 y 3, inclinadas hacia el mar y bordes de esteros; cortadas por canales fluviales y de marea; hacia el interior, zonas ligeramente más altas, inundables sólo eventualmente por pleamares mayores (preseleccionadas para acuicultura). Niveles superiores del terreno constituidos por mezclas heterogéneas de sedimentos finos y fragmentos orgánicos; localmente zonas arenosas. Sustratos lodosos, arenosos y rocosos. Suelos: salinos (**Sulfaquents**) y generados a partir de depósitos orgánicos con grados diferentes de descomposición (**Tropofibrist**, **Tropohemist**). Vegetación: hidrófitas y halófitas del ecosistema de manglar. Especies predominantes: Mangle "rojo" (*Rhizophora mangle*), mangle "negro o iguanelo" (*Avicennia germinans*), mangle "piñuelo" (*Pellucida rizophorae*), bosque "natal" (*Mora megistosperma*), mangle "blanco" (*Laguncularia racemosa*), manglar "jeli" (*Conocarpus erectus*). Zonas transicionales a bosques y pantanos de agua dulce caracterizadas, entre otras, por "ranconchales" (*Acrostichum aureum*), palma de "naivi" (*Chorizandra ssp*). Fuentes de agua dulce: lluvias, drenaje en condiciones de mareas bajas. Usos del terreno: explotaciones madereras a niveles artesanales, y en el pasado reciente, a nivel industrial, bosques actualmente en recuperación. En las áreas de Tumaco-Río Mira, talas intensivas para instalaciones de acuicultura. Amenazas geológicas: hundimientos del terreno y licuefacción de suelos, generados por movimientos sísmicos; erosión a lo largo de la línea de la costa y a lo largo de canales y esteros.

Bosques y Pantanos de Agua Dulce. Geología-geomorfología

Zonas no salinas ni salobres, ubicadas por encima de los niveles de pleamares máximas. Correspondientes morfológicamente a: 1) Terrenos arenosos estabilizados, ubicados costa adentro; 2) Franjas costeras "levantadas", adyacentes a zonas de manglares; 3) Llanura fluvial, 4) Terrazas rocosas bajas. Niveles superiores del terreno constituidos por arenas, lodos y mezclas de sedimentos-materia orgánica; en las terrazas bajas, rocas sedimentarias descompuestas. Sustratos altamente variables desde sedimentos orgánicos hasta arenas y rocas sedimentarias alteradas. Suelos: Heterogéneos, típicos de sectores sin influencia salinas (**Typic tropaquent**; **Aeric tropaquent**; (**Typic tropofluent**; **Sulfic fluvaquent**)). Vegetación: De asociaciones edáficas en lugares inundables por agua dulce; "cuangariales" (*Cryanthera joruensis*; *Virola ssp*; *Dialyanthera ssp*), "sajales" (*Campnosperma panamensis*), "panganales" (*Raphias taedigera*), "Tángare" (*Carapa guianensis*). "Macharé" (*Symphonia globulifera*), "peinemono" (*Apeiba aspera*). Fuentes de agua dulce: lluvias y caudales fluviales. Usos del terreno: habitacional, cultivos de subsistencia (coco, chontaduro, cacao, frutales, maíz, arroz, plátanos, etc.). Amenazas geológicas: erosión e inundaciones fluviales, deslizamientos en áreas adyacentes a colinas.

La poca infraestructura existente en el área fue sobreimpuesta a la anterior información, poniendo énfasis especial en señalar las rutas navegables en los esteros, prácticamente el único medio de comunicación permanente y apropiado para las actividades de acuicultura.

Zonas Seleccionadas

Después de la delimitación areal de las tres unidades cartografiadas en los mapas BASE, el proceso de selección de zonas aptas se inició con la exclusión de todas las zonas correspondientes a los terrenos arenosos litorales y a las colinas de la franja costera. Los bosques y pantanos de manglar no intervenidos o en proceso de recuperación fueron posteriormente delimitados y caracterizados como zonas de conservación con lo cual las oportunidades de ubicación de zonas aptas para acuicultura quedaron restringidas a los sectores con características transicionales en cuanto a salinidades, posición con respecto a los niveles de pleamar y bajamar, y a los espacios manglarinos

con un grado de intervención tal que excluye las oportunidades de regeneración y recuperación. Sobre este marco las zonas seleccionadas cumplen los siguientes criterios:

- Extensión mínima de tres hectáreas y ubicación en sectores con vegetación halófila secundaria o claramente transicional, carácter deducido, en la mayoría de los casos, por la presencia de comunidades de **Acrostichum aureum**, conocido en la zona como "rancochales". Estas áreas son sólo esporádicamente inundables en mareas altas.
- Suelos predominantemente arcillosos o arcilloarenosos, con indicadores, a nivel de reconocimiento de campo, de buena compactación y baja filtración.
- Suelos con ausencia total, o casi total, de raíces de especies arbóreas, con posibilidades menores de generación de problemas asociados con el manejo de filtros y cambios en las condiciones del pH.

Se distinguieron fácilmente los arenales de la zona litoral, las barras de playa, el manglar de borde de los esteros, las zonas pantanosas y de talas, las parcelas de cultivos y el bosque húmedo tropical.

En el contexto anterior, se procedió a la suma de las áreas cartografiadas como pantanos de Manglar y de los sectores seleccionados como aptos para la acuicultura, con los siguientes resultados:

- Área total en hectáreas, ocupada por la unidad Bosques y Pantanos de manglar: 198.000.00.
- Área total en hectáreas, de las zonas seleccionadas como aptas para acuicultura: 17.000.00.

Dadas las dificultades asociadas a la cobertura nubosa de la zona de estudio, estos valores deben considerarse como cifras mínimas, sujetas a precisiones en el momento en que se cuente con información sobre las áreas carentes de ella. Por

otra parte, el alcanzar el nivel de factibilidad en la evaluación del potencial acuícola del Litoral Pacífico requerirá de estudios detallados de suelos, condiciones climáticas y parámetros físico-químicos de las aguas, pobremente conocidos en el momento.

BIBLIOGRAFIA

- CASE, J. E., 1973. Trans. Andean geophysical profile, Southern Colombia. Bull. Geol. Soc. Amer., v. 84; p. 2895 - 2904.
- CORREA, I. & GONZALEZ, J. L., 1989. Geomorfología general y sedimentología de la Bahía de Tumaco. INGEOMINAS - CCCP - PROGOG, 58 P. Cali.
- GOMEZ, H., 1986. Algunos aspectos neotectónicos hacia el Sureste del Litoral Pacífico Colombiano. Rev. CIAF, v. 11 No. 1-3; p. 281 - 298. Bogotá.
- HERD, D. et al, 1981. The great Tumaco, Colombia earthquake of 12 December 1979. Science, v. 211; p. 441 - 445.
- INGEOMINAS, 1988. Mapa geológico de Colombia y memoria explicativa. Bogotá.
- RAMIREZ, J. E. & GOBERNA, R., 1980. Terremotos colombianos noviembre 23 y diciembre 12 de 1979, Informe preliminar, Instituto Geofísico de los Andes, U. Javeriana. Serie A: Sismología No. 45. Bogotá.
- RIZO D. & CONTRERAS, R., 1986. Estudio de impacto ambiental para el proyecto de adecuación y canalización de esteros (Buenaventura - Tumaco). CVC - PLADEICOP - FES, 426 p. Cali.
- PRAHL, H. Von et al., 1990. Manglares y hombres del Pacífico colombiano. Fondo FEN Colombia, 193 p. Bogotá.
- SOETERS, R., & GOMEZ, H., 1985. Un estudio geomorfológico aplicado para el Proyecto Adecuación de esteros en la Costa Pacífica. CVC - PLADELCOOP Scp Cali.
- VELASQUEZ A. & MEYER, M., 1989. Un ensayo de evaluación de las amenazas, de los riesgos y de los desastres en Colombia. Mem I Conferencia Colombiana de Geología Ambiental, AGID Report No. 13: Environmental Geology and Natural Hazards of the Andean Region; p. 547 - 580. Medellín.
- WEST, R., 1956. The Pacific lowlands of Colombia: a Negroid Area of the American Tropics. Louisiana state Univ. Press. 278 p.